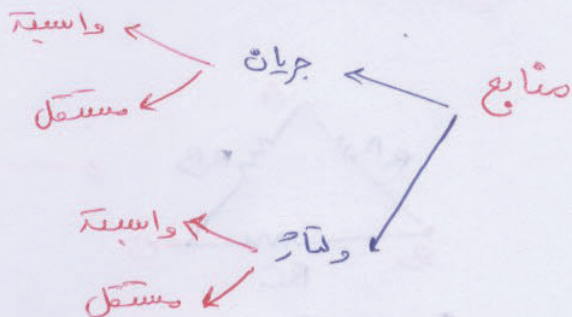
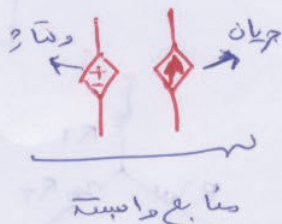
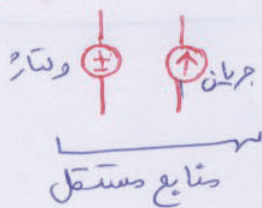


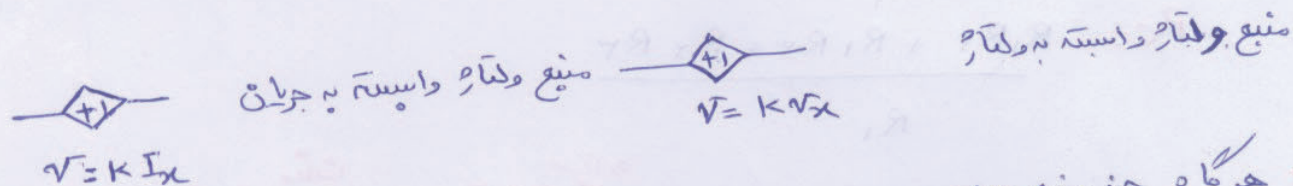
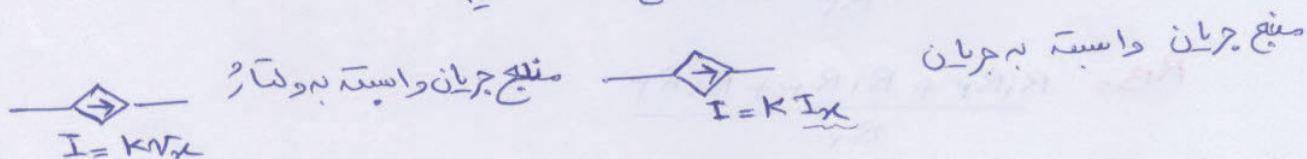
منابع الکتریکی



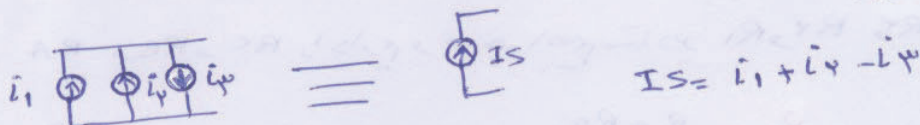
منابع ولتاژ و جریان مستقل منابعی هستند که مقدار آنها به ولتاژ و جریان هیچ یک از قسمت های مدار وابسته نیست



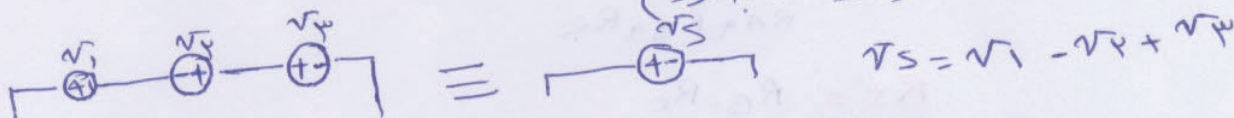
منابع ولتاژ و جریان وابسته منابعی هستند که ولتاژ یا جریان آنها به ولتاژ و جریان قسمت دیگری از مدار وابسته است. بنابراین 4 نوع منبع وابسته داریم



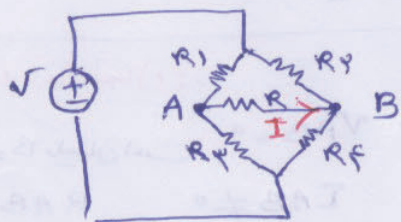
هرگاه چند منبع جریان به صورت موازی به هم متصل شده باشند می توان محادل آنها را با جمع جبری منابع بدست آورد



هرگاه چند منبع ولتاژ به صورت سری متصل شده باشند، منبع محادل آنها از جمع جبری منابع بدست می آید (باید به پلاریته ها توجه نمود)



پل و استون

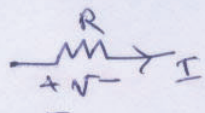


$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

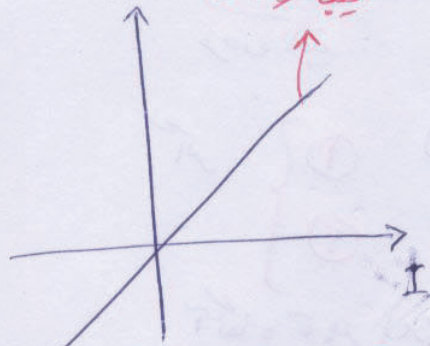
در این حالت $V_B = V_A$ و در نتیجه

جریان I برابر منفی خواهد بود.

در این حالت گفته می شود که پل و استون در حالت تعادل است

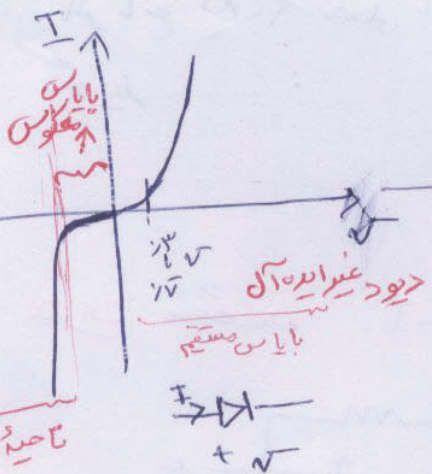


خط $R =$



مقاومت خطی تغییر پذیر با زمان

$$V = RI$$

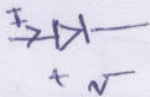


پایان

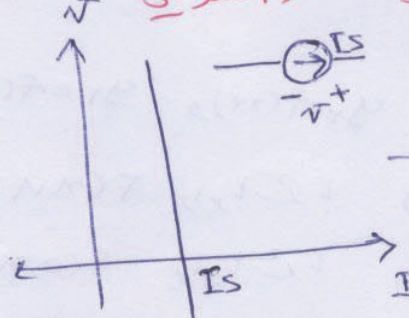
دیود غیر ایده آل

بایاس مستقیم

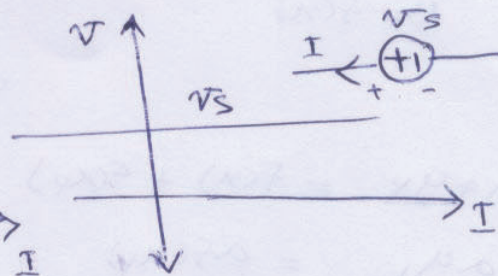
تأخیر شکست



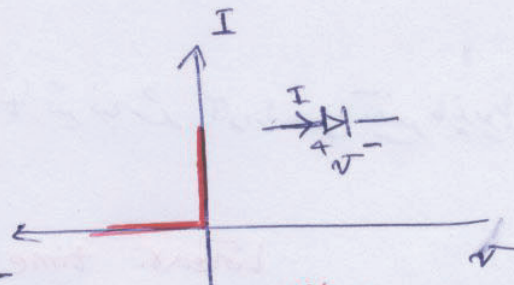
مقادیر مستقل ولتاژ - جریان عناصر الکتریکی



منبع جریان مستقل ایده آل

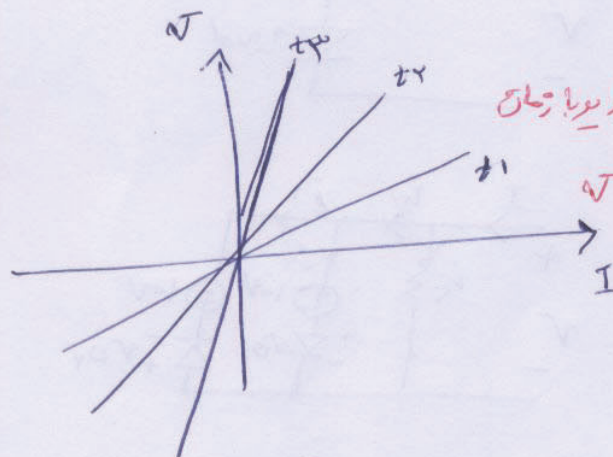


منبع ولتاژ مستقل ایده آل



دیود ایده آل

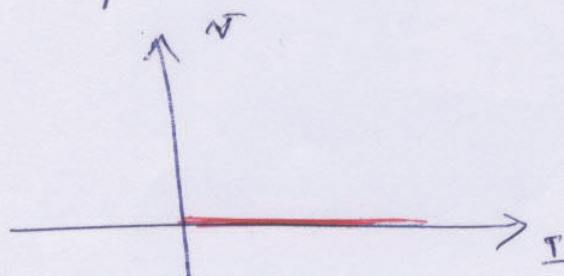
نمونه ای از مقاومت های غیر خطی هستند



مقاومت خطی تغییر پذیر با زمان

$$V = RI$$

R با زمان تغییر می کند

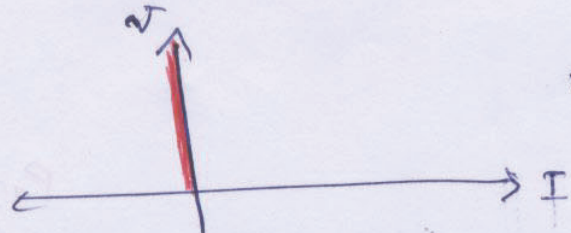


اتصال کوتاه

$$R = 0$$

$$G = \infty$$

$$V = 0$$



$$R = \infty$$

$$G = 0$$

$$I = 0$$

اتصال باز

تعریف خطی بودن سیستم تابع

$$y = f(x)$$

فرض کنید $y_1 = f(x_1)$ و $y_2 = f(x_2)$

اگر $y_1 + y_2 = f(x_1) + f(x_2)$ ۱ } اگر

$ay_1 = af(x_1)$ ۲ } اگر

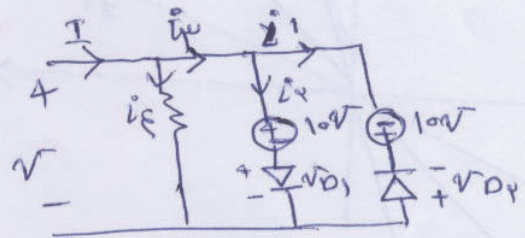
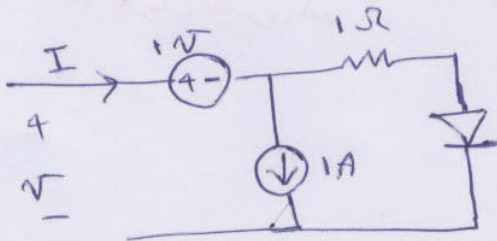
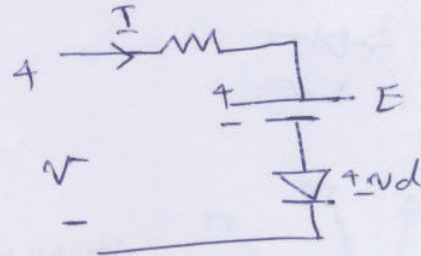
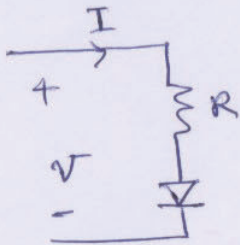
آنگاه تابع f یک تابع خطی است

اگر تابع $f(x)$ خطی باشد و وابسته به زمان + تغییر نباشد آن را خطی تغییرناپذیر می‌گویند

LT I

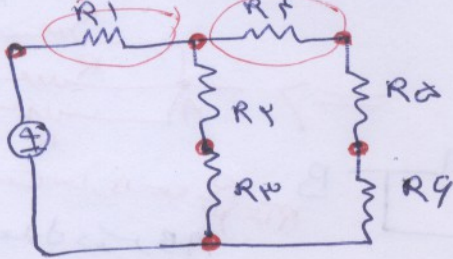
Linear time Invariant

تعریف مسدود $V-I$ مدارهای زیر را رسم کنید (حل در منزل)



گره: نقطه اتصال ۲ یا چند عنصر در مدار را گره گویند

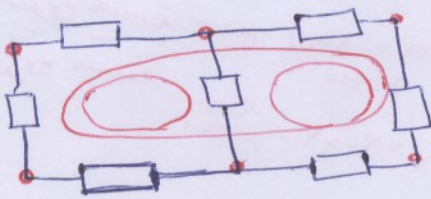
شاخه: هر عنصر الکتریکی را می توان یک شاخه در نظر گرفت



گره در مدار وجود دارد

حلقه: مسیر بسته ای که از یک گره شروع شده به همان گره ختم می گردد. به شرطی که از هیچ گره ای بیش از یک بار عبور نکند

مسئله یا حلقه اساسی: حلقه ای که در آن هیچ حلقه دیگری وجود نداشته باشد



گره؟
حلقه؟
مسئله؟

قوانین اصلی حاکم بر مدار

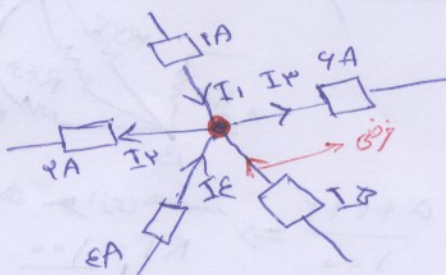
۱- **قانون جریان کیرشوف KCL**

جمع جبری جریان های ورودی به یک گره صفر است (معمولاً جریان های ورودی با علامت مثبت و جریان های خروجی با علامت منفی - قرارداد)

جمع جریانه های ورودی به یک گره برابر است با جمع جریانه های خروجی از آن گره

فرض کنید در مداری جهت های جریان نامشخص است برای تحلیل مدارها با توجه به منابع یا به صورت فرضی جبری را مشخص نمودید. اگر تحلیل مدار را به درستی انجام دادید و برخی جریانه ها مقدارشان منفی شد به این منوط است که جهت فرضی شما اشتباه بوده و جهت واقعی در خلاف جهت لحاظ شده و برقرار است و این راه حل کاملاً درست است.

جهت و مقدار جریان I_5 ؟



$$KCL: \underbrace{I_1 + I_2 + I_3}_{\text{ورودی}} = \underbrace{I_4 + I_5}_{\text{خروجی}}$$

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 = 0$$

$$\Rightarrow 1A + 4A + I_5 = 1A$$

$$I_5 = 1 - 4 = -3A$$

منس جریان فرضی در شاخه

۲- قانون ولتاژ کیرشوف

جمع جبری ولتاژهای یک حلقه برابر با صفر است

((جهت حرکت در حلقه را معمولاً به صورت قراردادی در جهت ساعتگرد در نظر می‌گیریم.))

هنگام مقایسه جمع جبری ولتاژها در حلقه اگر ابتدا به سمت ولتاژ رسیدیم علامت مثبت می‌گذاریم و اگر ابتدا به سمت ولتاژ رسیدیم علامت منفی می‌گذاریم



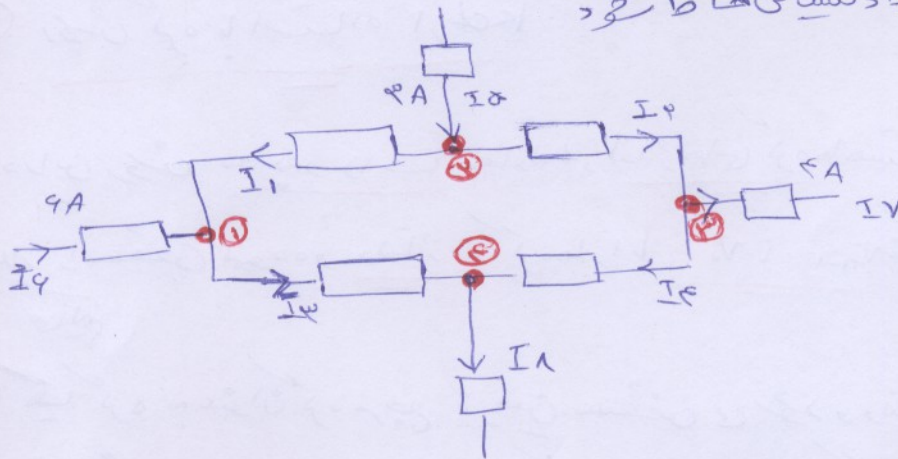
$$V_1 - V_2 + V = 0$$



$$\Rightarrow V_2 + V_1 - V = 0$$

جهت حرکت در مقایسه وقتی ندارد

★ برای همه گره ها و حلقه ها قرارداد یکسانی لها ق شود



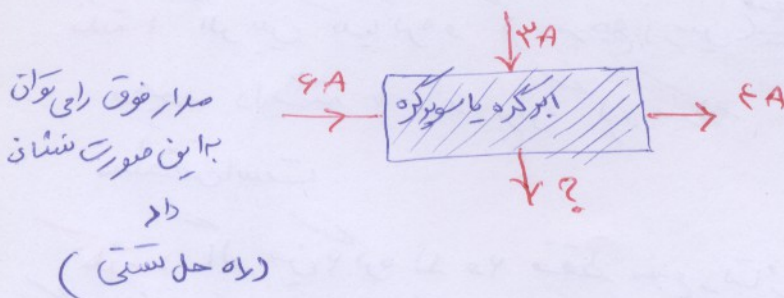
$$I_8 = ?$$

① $I_3 = 4I_1$

② $I_4 I_2 = 3 \Rightarrow I_2 = 3 - I_1$ (*)

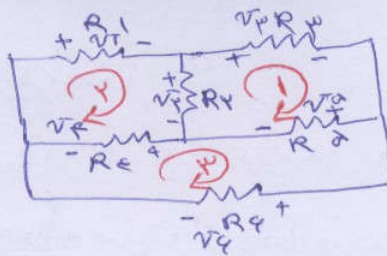
③ $I_2 = 4I_4$ و * $\Rightarrow I_4 = 3 - I_1 - 4 = -I_1 - 1$ (**)

④ $I_4 I_3 = I_8$ و ① و ** $I_8 = I_3 + I_4 = I_1 + 4 - I_1 - 1 = 3A$



KCL در ابگره $4 + 3 = 4I_1$

$I_8 = 4 - 4 = 0A$



(۲) $\text{KVL} : V_1 + V_2 + V_3 = 0$

(۱) $\text{KVL} : V_4 + V_5 - V_2 = 0$

(۳) $\text{KVL} : -V_5 + V_4 - V_1 = 0$

روشهای تحلیل مدار

(مفهوم از تحلیل مدار، مناسب ولتاژ و جریان (توان) همه آنهاست) برای یافتن هر معیولی در مدار، می‌توان از اینده جریان است یا ولتاژ یا توان را پیدا کرد. مدار است از روشی از روشهای تحلیل (استفاده می‌کنیم)

① روش گره با استفاده از KCL

① در این روش معیولات معادله ولتاژهای گره‌ها هستند، بنابراین ابتدائاً گره‌های

مدار را مشخص نموده و ولتاژ این گره‌ها را با V_1, V_2, \dots, V_{n-1} نامگذاری می‌کنیم.

② یک گره به عنوان گره مرجع یا زمین مشخص می‌شود و ولتاژ آن با V_0 مشخص می‌شود که مقدارش صفر است و ولتاژ بقیه گره‌ها نسبت به این گره تعیین می‌شود. (معمولاً گره‌ای با بیشترین انشعاب را دارد و ترجیحاً به یک منبع متصل است)

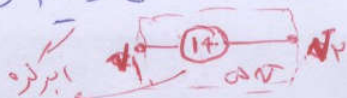
③ معادلات KCL را برای تمامی گره‌های نویسیم. توجه داشته باشید که معیولات ما ولتاژهای گره‌ها هستند پس معادلات بر حسب ولتاژهای گره‌ها نوشته می‌شوند.

④ معادلات به دست آمده را مرتباً در حل می‌کنیم.

نکته: اگر بین یک گره و گره مرجع (زمین) فقط منبع ولتاژ مستقل یا وابسته وجود داشته باشد، برای گره مذکور KCL نمی‌نویسیم چون ولتاژش $V_i = E_s$ مشخص است.

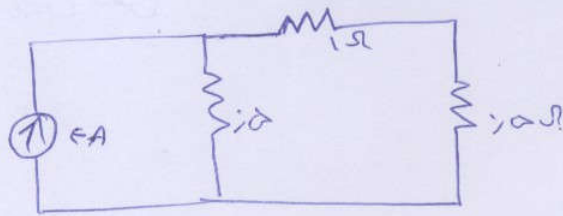


نکته: اگر بین ۲ گره لا و ۲ فقط منبع ولتاژ (وابسته یا مستقل) وجود داشته باشد آن دو گره را یک ابرگره در نظر می‌گیریم و فقط یک KCL می‌نویسیم زیرا ارتباط ولتاژ ۲ گره مشخص است.

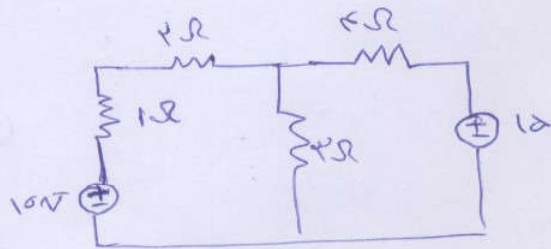


$V_4 = V_1 + 5V$

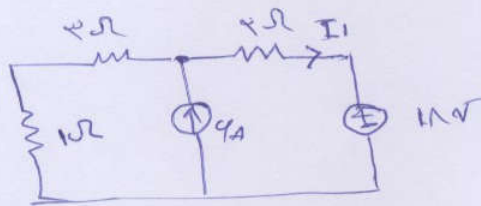
تمرینات روش گره
تمرین ۱



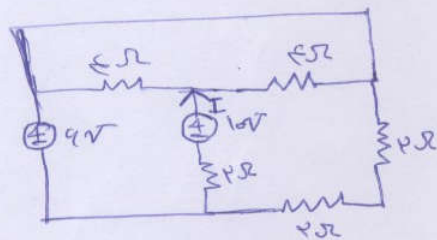
(تحلیل کامل مدار)



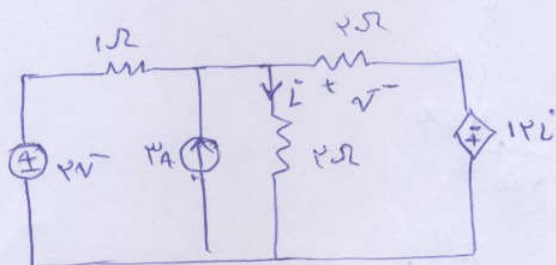
تمرین ۲
(تحلیل کامل مدار)



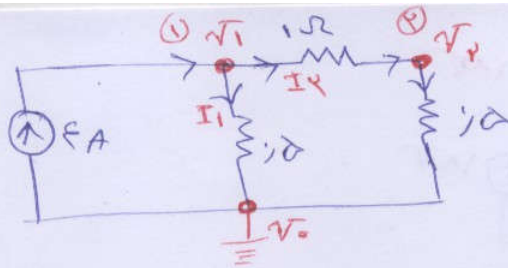
تمرین ۳
(I)



تمرین ۴
(I)



تمرین ۵
(V)

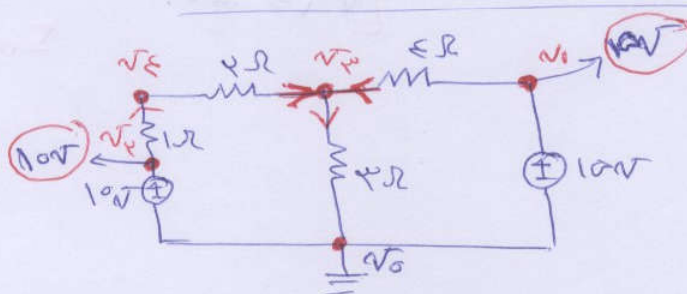


تمرین ۱

$$① \quad E = \frac{V_1 - V_0}{1\Omega} + \frac{V_1}{1\Omega} \Rightarrow E = V_1 - V_0 + V_1 = 2V_1 - V_0$$

$$② \quad \frac{V_2}{1\Omega} = \frac{V_1 - V_2}{1\Omega} \Rightarrow 2V_2 = V_1 - V_2 \Rightarrow 3V_2 = V_1$$

$$\left. \begin{array}{l} V_2 = 1.5V \\ V_1 = 4.5V \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = 3A = \frac{4.5}{1.5} \\ I_2 = \frac{4.5 - 1.5}{1} = 3A$$



تمرین ۲

$$V_1 = 10V \\ V_4 = 10V$$

① V_4 KCL

$$\frac{V_1 - V_3}{2} + \frac{V_4 - V_3}{4} = \frac{V_3}{3}$$

$$\frac{10 - V_3}{2} + \frac{10 - V_3}{4} = \frac{V_3}{3}$$

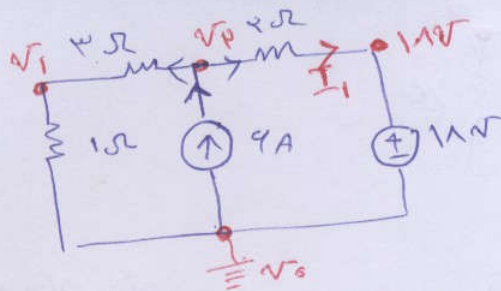
② V_1 KCL

$$\frac{10 - V_4}{1\Omega} = \frac{V_4 - V_3}{4\Omega}$$

$$-3V_3 + 4V_4 - 4V_3 = 4V_3 \Rightarrow 4V_4 - 7V_3 = -40$$

$$V_0 - 2V_4 = V_4 - V_3 \Rightarrow 3V_4 - V_3 = 10$$

با V_4 و V_3 معادله ۲ را حل می‌کنیم



$$V_2 - V_1 + \frac{V_2 - 18}{4} = 9 \Rightarrow 4V_2 - 4V_1 + 3V_2 - 24 = 36$$

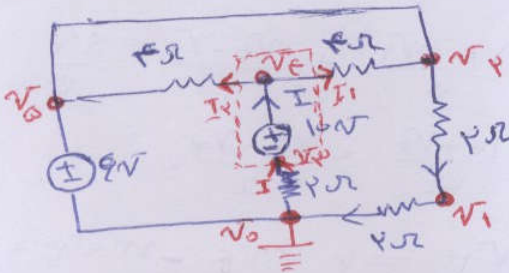
$$\frac{V_1}{1\Omega} = \frac{V_2 - 18}{4\Omega} \Rightarrow V_2 - 4V_1 = 0$$

$$\begin{cases} 5V_2 - 4V_1 = 90 \\ V_2 - 4V_1 = 0 \end{cases}$$

۲ معادله ۲ مجهول

$$\Rightarrow \begin{cases} V_2 = 20 \\ V_1 = 5V \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{20 - 18}{4\Omega} = 0.5A$$

$$I_1 = 1A$$



$$I = -\frac{V_3}{2\Omega} = 1A$$

$$V_5 = 4V + V_0 = 4V$$

① گره ۵ یا منبع ولتاژ به گره مرجع وصل است پس نیازی به KCL ندارد
② ولتاژ گره ۲ هم با گره ۵ برابر است

$$V_2 = V_5 = 4V$$

③ گره ۳ و ۴ یا منبع ولتاژ به هم متصل هستند پس داریم $V_4 = V_3 + 10V$ بنا براین
④ به رابطه KCL برای این گره بنویسیم

① برای KCL این گره *

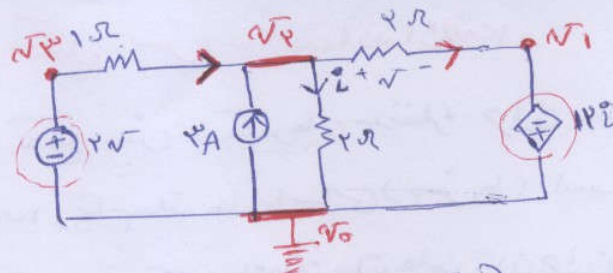
$$-\frac{V_3}{2\Omega} = \frac{(V_3 + 10) - 4}{4\Omega} + \frac{(V_3 + 10) - 2}{4\Omega}$$

$$-4V_3 = V_3 + 4 \Rightarrow 5V_3 = -4 \Rightarrow V_3 = -0.8V$$

$$V_4 = V_3 + 10 = 9.2V$$

⑤ برای KCL این گره *

$$\frac{V_1}{2\Omega} = \frac{4 - V_1}{4\Omega} \Rightarrow 2V_1 = 4 \Rightarrow V_1 = 2V$$



$$\left. \begin{aligned} V_1 &= -1V = -1V \frac{2V}{2V} = -2V \\ V_3 &= 2 \end{aligned} \right\}$$

تباری KCL
در گره ۱ و ۲

KCL
در گره ۲

$$3 + \left(\frac{2 - V_2}{1\Omega} \right) = \frac{V_2}{2\Omega} + \frac{V_2 + 2V}{2\Omega}$$

$$5 - V_2 = \frac{1}{2} V_2 = 5 V_2 \Rightarrow$$

$$V = V_2 - V_1 = 1 - (-2) = 3V \leftarrow \left\{ \begin{aligned} I &= \frac{1}{3} = 0.33A \end{aligned} \right.$$

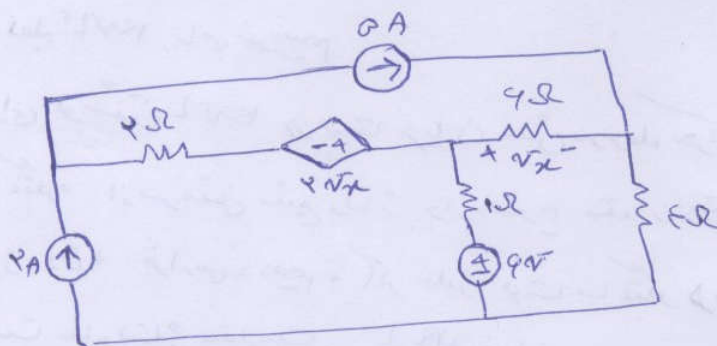
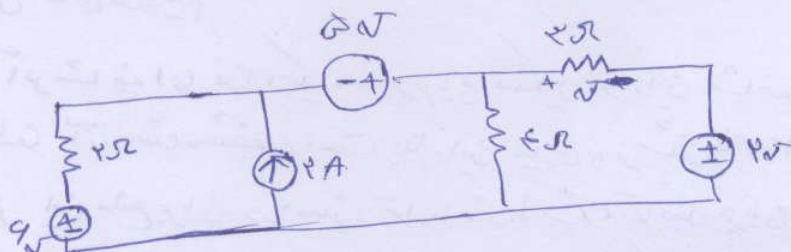
$$\left\{ \begin{aligned} 5V_2 &= 5 \\ V_2 &= 1V \\ V_3 &= 2V \\ V_1 &= -2V \end{aligned} \right.$$

(روش گره)

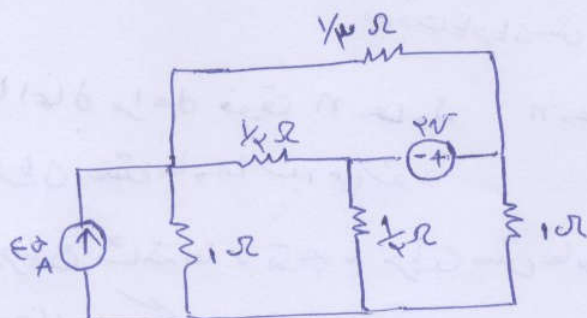
تمرین ۶

الف)

محصول ۵



ب)
تحلیل کامل مدار



ج) تحلیل کامل مدار