

لیست
مسئله ها

ی /
مدارها الکتریکی (۱)

یا
(۱) بخش مدارهای dc

* سه فصل و عناوین مطالب :

۱- معرفی عناصر الکتریکی و روابط آنها

۲- مدارها معادل توان و توان

۳- قوانین جریان و ولتاژ کیرشهف

۴- روشهای ولتاژ-زنجیره و جریان-حلقه

۵- مدارهای مرتبه اول

۶- مدارهای مرتبه دوم

معرفی عناصر الکتریکی و روابط آنها :

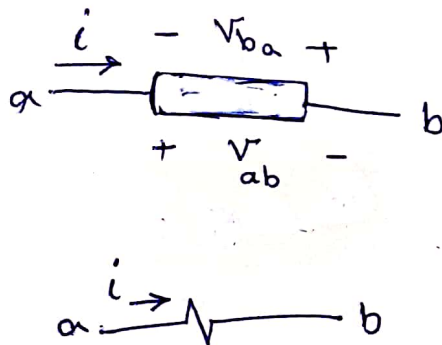
۱- مقاومت الکتریکی :

و احداث اندازه گیری آن اهم می باشد
سیم جریان دهنده در آن همیشه مانع از

بنام اهم برقرار است

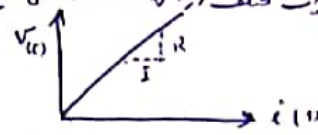
$$V = R I \rightarrow U$$

مقاومت

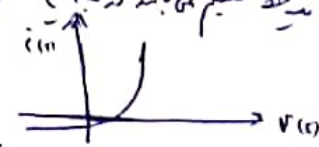


مقاومت های الکتریکی در دو نوع هستند: ۱- خطی ۲- غیر خطی

مقاومت های خطی مانند مقاومت های اهمی که در مدارات مختلف از آنها استفاده می کنیم برای استیلا به مقاومت ها یعنی ولتاژ-جریان خطی است که از مدار محاسبات می گذرد.

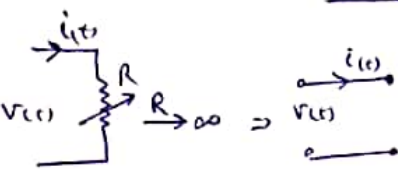
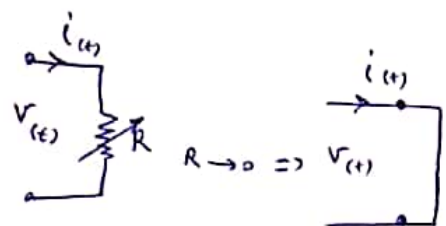


یعنی از عناصر ما در سری متغیر غیر خطی دارند و ولتاژ-جریان آنها به صورت خطی استقیم نمی باشد. از جمله این مقاومت ها غیر خطی در دیود و ترانزیستور هستند که در مدارات الکتریکی کاربرد بسیار زیادی دارند.



$$G = \frac{1}{R}$$

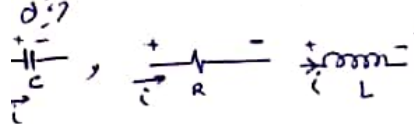
نکته ۱: در مقابل مقاومت الکتریکی گاهی بنام هدایت الکتریکی G به جای R نشان داده می شود و معادله آن: $i(t) = V(t) \cdot G$ همیشه رابطه آن در قانون اهم خواهد بود.



نکته ۲: در مقدار خاص مقاومت یا هدایت الکتریکی از جهت زمانی برقرار دارند: $R=0 \Rightarrow$ یعنی مقدار مقاومت را آنقدر کم کردیم که به اتصال کوتاه رسیده اوداریم. ولتاژ صفر شده و جریانی ترانز هر مقدار داشته باشد. $V(t) = R \cdot i(t) \Rightarrow i(t) = \frac{V(t)}{R}$ $R=\infty \Rightarrow$ یعنی مقدار مقاومت را آنقدر زیاد کردیم که به سمت بی نهایت میل کند و داریم جریان صفر شده و هر چه در اتصال باز در نظر گرفت $i(t) = \frac{V(t)}{R} \Rightarrow i(t) = 0$

با قدم به توضیحات می توان عناصر الکتریکی را به دو گروه تقسیم کرد: ۱- عناصر فعال ۲- عناصر غیر فعال

عناصر فعال به عناصر گفته می شود که تولید انرژی می کنند و تأمین کننده انرژی (توان) در مدار باشند. این عناصر از لحاظ الکتریکی دارای پلایرته (+, -) مشخص هستند و شیب ولتاژ-جریان آنها مثبت است. عناصر غیر فعال به عناصر گفته می شود که مصرف کننده انرژی در مدار باشند مانند مقاومت، سلف، خازن و... این عناصر از لحاظ الکتریکی دارای پلایرته مشخص نیستند و از هر طرف که جریان می آید و در مدارها طرف مثبت است.



مقاومت یک عنصر غیر فعال است که انرژی جذب شده توسط آن به حرارت تبدیل می شود. به نرخ تغییرات انرژی تلف شده توان لحظه ای می گویند.

$$P(t) = V(t) \cdot i(t) \Rightarrow P(t) = R \cdot i(t)^2 \quad \text{و} \quad P(t) = \frac{V(t)^2}{R}$$

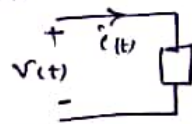
جمعیت: هدایت الکتریکی که در مقابل مقاومت الکتریکی است توان لحظه ای خواهد بود: $(G = \frac{1}{R})$

$$i(t) = V(t) \cdot G \Rightarrow P(t) = \frac{i(t)^2}{G}, \quad P(t) = G \cdot V(t)^2$$

میان این برابر توان الکتریکی خواهیم داشت: مقدار کاری که در واحد زمان انجام می پذیرد یا نرخ تغییرات انرژی زمانی $\Delta W = \int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt = \int_{t_1}^{t_2} V \cdot i \cdot dt$

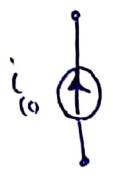
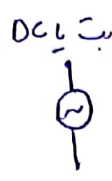
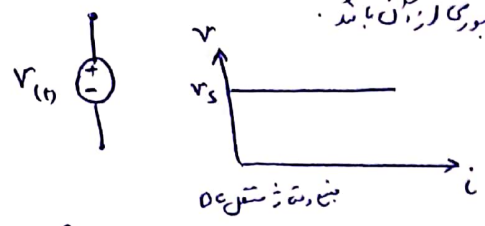
$$P(t) = V(t) \cdot i(t) \Rightarrow \begin{cases} V = \frac{dW}{dq} \\ i = \frac{dq}{dt} \end{cases} \Rightarrow P = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} \Rightarrow P = \frac{dW}{dt}$$

به عبارت ساده: حاصلضرب ولتاژ و جریانی متناظر دامنه و علامت توان را مشخص می سازد یعنی می توان فهمید توان مثبت آمده است یا منفی است. اگر علامت توان مثبت آمده مثبت باشد بدین معناست که عنصر مربوط توان مصرف می کند. اگر علامت توان مثبت آمده منفی باشد بدین معناست که عنصر مربوط توان تولید می کند.

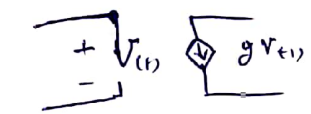
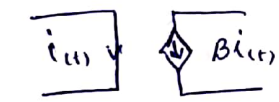
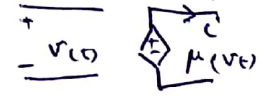


منابع ولتاژ و جریان به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- منابع ولتاژ و جریان متقل (ناسته) ۲- منابع ولتاژ و جریان وابسته (غیرمتقل)

۱- منابع ولتاژ: یک منبع ولتاژ مستقل را می‌توان به صورت یک دایره با علامت + و - نشان داد. ولتاژ آن را V_s می‌نامند. اگر ولتاژ وابسته باشد، آن را با یک دایره و یک دایره کوچکتر در کنار آن نشان می‌دهند. ولتاژ آن را μV_s می‌نامند.



منبع جریان متقل: یک منبع جریان متقل را می‌توان به صورت یک دایره با یک دایره کوچکتر در کنار آن نشان داد. ولتاژ آن را βi_s می‌نامند.



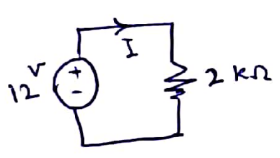
۲- منابع وابسته (غیرمتقل): ولتاژ یا جریان منبع به ولتاژ یا جریان قسمتی دیگر از مدار وابسته است.

که بر این اساس ولتاژ منبع وابسته در دو حالت دارد: ۱- ولتاژ منبع وابسته به ولتاژ (فرقیته μ می‌باشد)

۲- ولتاژ منبع وابسته به جریان (فرقیته β می‌باشد)

۳- ولتاژ منبع وابسته به ولتاژ و جریان (فرقیته μ و β می‌باشد)

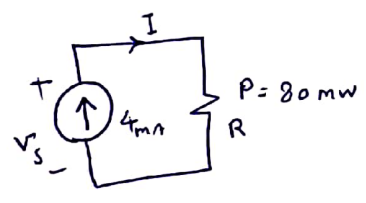
۴- ولتاژ منبع وابسته به ولتاژ و جریان (فرقیته μ و β می‌باشد)



مثال ۱: در مدار زیر چقدر توان تلف شده را محاسبه کنید.

$$\Rightarrow I = V/R \Rightarrow 12/2 = 6 \text{ mA}$$

$$P = V \cdot I \Rightarrow 12 \times 6 \times 10^{-3} = 0.072 \text{ W}$$



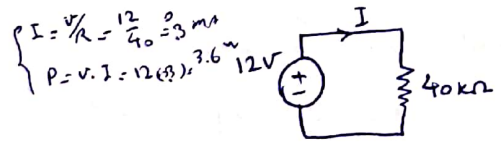
$$P = V \cdot I$$

$$\Rightarrow V = \frac{P}{I} = \frac{80 \text{ mW}}{4 \text{ mA}} = 20 \text{ V}$$

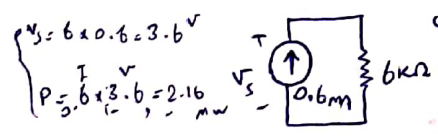
مثال ۲: در مدار زیر مقدار ولتاژ منبع وابسته را محاسبه کنید.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{4 \text{ mA}} = \frac{20}{4 \times 10^{-3}} = 5000 \Omega = 5 \text{ k}\Omega$$

$$P = R \cdot I^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{80 \text{ mW}}{(4 \text{ mA})^2} = \frac{80}{16} = 5 \text{ k}\Omega$$

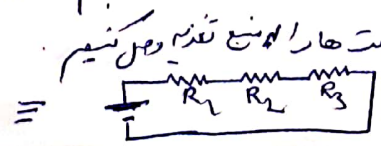
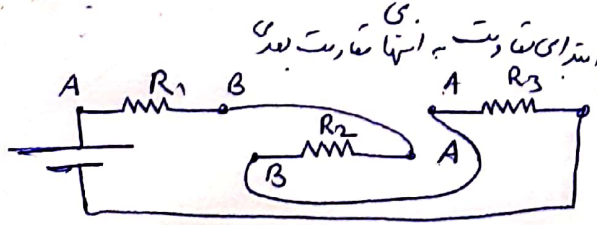


مثال ۳: در مدار زیر ولتاژ منبع وابسته را محاسبه کنید.



مثال ۴: ولتاژ منبع وابسته را محاسبه کنید.

۱- اتصالات مساوی: اگر دو اتصال به هم وصل شوند، آن‌ها به یک اتصال تبدیل می‌شوند.



- تمامی مدارهایی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفتند صرفاً دارای یک سیگنال بوده و استفاده از قانون اهم آنها را محال می کردیم. اکنون به محلی مدارهایی
 پیچیده تر خواهیم پرداخت که از اتصال دو یا چند سیگنال تشکیل شده اند. برای درک بهتر مطلب به تعریف چند اصطلاح می پردازیم که در فصل محلی مدارها
 همواره از آنها استفاده خواهیم کرد. ① گره: به محل اتصال دو یا چند عنصر مدار می گویند.
 ② حلقه: هر مسیر بسته ای که در آن از هر گره فقط یک بار عبور می کنیم.
 ③ شاخه: قسمتی از مدار است که فقط شامل یک عنصر مدار می باشد. در مدارهای ساده شاخه ها همان سیم ها

$$I_t = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

حفظ صحت اتصال سری: ۱. جریان در تمام نقاط سیر مدار یکسان می باشد

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

۲. مقاومت مدار یا مقاومت کل مدار برابر است با مجموع کل مقاومت ها مدار

$$U_1 = R_1 I$$

$$U_2 = R_2 I$$

$$U_3 = R_3 I$$

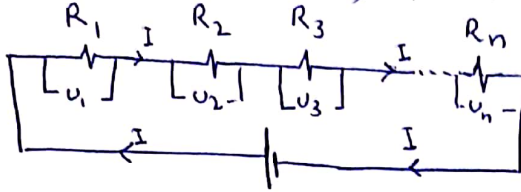
$$\vdots$$

$$U_n = R_n I$$

$$\Rightarrow U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

۳. ولتاژ منبع تغذیه برابر است با مجموع یا جمع جبرافت ولتاژها مدار

۴. افت ولتاژ در هر مقاومت ها تناسب است با مقدار مقاومت

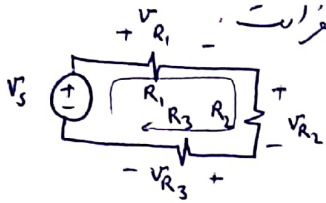


$$E = U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

(KVL)

مدارات سری از قانون ولتاژ کیرشهف پیروی می کنند: جمع جبرافت ولتاژهای یک حلقه برابر صفر است

سوال ۱: مدار به KVL را برای مدار قبل بنویسید.

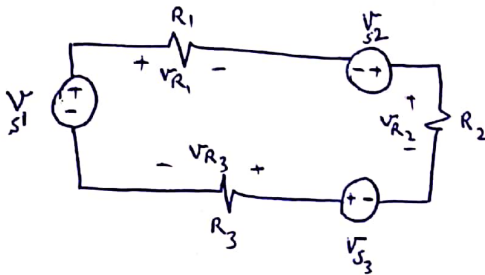


$$\Rightarrow -V_5 + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 0$$

سوال ۲: مقدار مقاومت V_{R1} را می بینید. (در صورت معلوم بودن مقادیر V_{R2} و V_{R3})

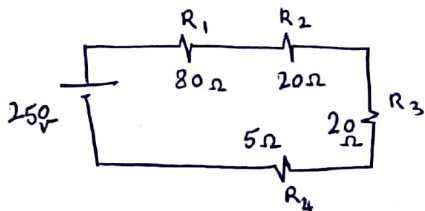
$$\Rightarrow -V_{S1} + V_{R1} - V_{S2} + V_{R2} - V_{S3} + V_{R3} = 0$$

$$\Rightarrow V_{R1} = V_{S1} + V_{S2} + V_{S3} - V_{R2} - V_{R3}$$



$$R_t = n \cdot R$$

۵. اگر مدار تمام مقاومت ها در یک اتصال سری برابر باشند مقاومت کل عبارت است از:

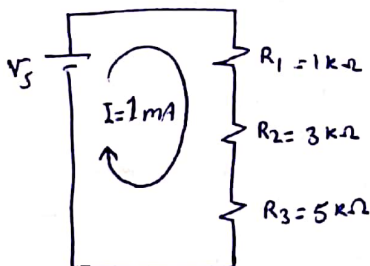


$$U_{R1} = I \cdot R_1 \Rightarrow 2 \times 80 = 160 \text{ V}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 \Rightarrow 2 \times 20 = 40 \text{ V}$$

$$U_{R3} = I \cdot R_3 \Rightarrow 2 \times 20 = 40 \text{ V}$$

$$U_{R4} = I \cdot R_4 \Rightarrow 2 \times 5 = 10 \text{ V}$$



$\Rightarrow$

$$V_1 = R_1 \cdot I \Rightarrow 1 \text{ k} \Omega \times 1 \text{ mA} = 1 \text{ V}$$

$$V_2 = R_2 \cdot I \Rightarrow 3 \text{ k} \Omega \times 1 \text{ mA} = 3 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 \cdot I \Rightarrow 5 \text{ k} \Omega \times 1 \text{ mA} = 5 \text{ V}$$

$$V_5 = V_t = V_1 + V_2 + V_3 \Rightarrow V_5 = V_t = 1 + 3 + 5 = 9 \text{ V}$$

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 \Rightarrow R_t = 1 + 3 + 5 = 9 \text{ k} \Omega$$

$$V_5 = I \cdot R_t \Rightarrow 9 \text{ V} = 1 \text{ mA} \times 9 \text{ k} \Omega$$

سوال ۳: در مدار شکل قبل مطلوب است: جریان، افت ولتاژ در هر مقاومت ها

$$\Rightarrow R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_t = 80 + 20 + 20 + 5$$

$$R_t = 125 \Omega$$

$$I = V/R_t \Rightarrow \frac{250}{125} = 2 \text{ A}$$

سوال ۴: در مدار شکل قبل مطلوب است: افت ولتاژ در هر مقاومت ها

۳. ولتاژ منبع تغذیه

در محاسبات مقاومت گسسته می توان از زبرول تقسیم ولتاژ استفاده کرد؛

فرمول کلی به اگر تعداد بجهت رت را تغییر دهیم است و هم ولتاژ آن هم داریم؛
 $x = 1, 2, 3, \dots$

اگر R_t به رت کل مدار باشد داریم؛

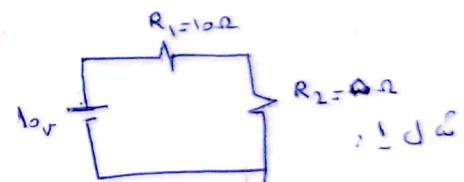
$$V_x = I \cdot R_x$$

$$I = \frac{V_s}{R_t}$$

$\Rightarrow$

$$V_x = \frac{V_s}{R_t} \cdot R_x$$

$$V_x = \frac{R_x}{R_t} \cdot V_s$$



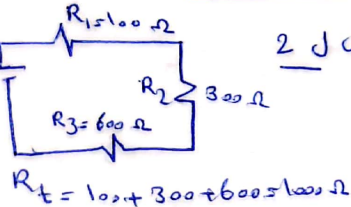
$$\Rightarrow V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_s \Rightarrow \frac{10}{10 + 5} \times 10 \Rightarrow \frac{10}{15}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s = \frac{5}{10 + 5} \times 10 = \frac{50}{15}$$

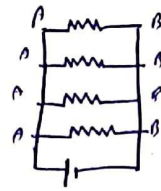
$$\Rightarrow V_1 = \frac{R_1}{R_t} \cdot V_s \Rightarrow \frac{100}{1000} \times 100 = 10V$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_t} \cdot V_s \Rightarrow \frac{300}{1000} \times 100 = 30V$$

$$V_3 = \frac{R_3}{R_t} \cdot V_s \Rightarrow \frac{600}{1000} \times 100 = 60V$$



2 ج 2



۱) دیکھو کہ دوسرے تمام سائنس دانوں (متخصصین) نے اس بات پر اتفاق کیا ہے کہ

$$V_s = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

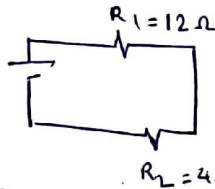
3- "هل يوجد فرق بين $I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ وبين $I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ ؟"

4. متناهی مقاومت کل مدار برابر عبارت از مجموع معکوس متناهی مقاومت ها دار

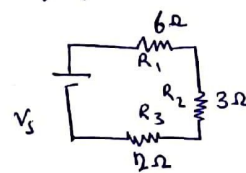
6. هرگاه معادست ها در هر دو سطر و شایب باشند معادست ها را از رابعه :

$$\mu_{10} \sim \mu \quad R_t = R/n$$

$\therefore R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$



$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = \frac{48}{16} = 3 \Omega$$

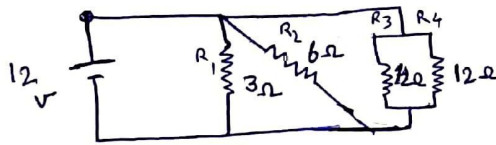


سکھ ۱۔ عمارت سادل مدرستہ راجستھان اورید :

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1+2+3}{6} = \frac{6}{6}$$

$$R_t = 1 \, \Omega$$

سوال 2: مدارات معین مطلوبہ مزاجیت ختم؟ ۲۰ صدی



$$\Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{4+2+1+1}{12} \Rightarrow R_t = \frac{12}{8} = 1.5 \Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \Rightarrow \frac{12}{3} = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \Rightarrow \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} \Rightarrow \frac{12}{12} = 1 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{V}{R_4} \Rightarrow \frac{12}{12} = 1 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$I_t = 4 + 2 + 1 + 1 \Rightarrow \boxed{I_t = 8 \text{ A}}$$

$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{12}{1.5} = 8A$$

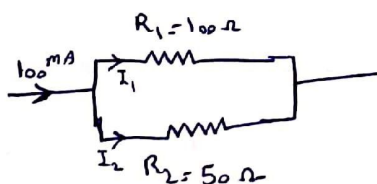
درم مدارات ساز مشترک از ریاضی تقسیم جزء استفاده کرد.

اگر تعداد x دست را صورت مساوی هم است x هم صفت x هم :
 $x = 1, 2, 3, \dots$

$x = 1, 2, 3, \dots$

دراز آفت به دارم :

$$I_x = \frac{I_t \cdot R_t}{R_x} \Rightarrow I_x = \left(\frac{R_t}{R_x} \right) I_t$$



مثال: در مدارهای زیر، ولتاژ V_1 و V_2

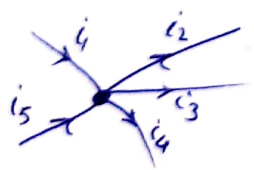
$$\Rightarrow R_n I_n = R_t \cdot I_t$$

$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) I_t \Rightarrow \frac{450}{150} \times 100 = 300 \text{ mV}$$

$$I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) I_t \Rightarrow \frac{400}{150} \text{ A} \approx 2.67 \text{ A}$$

قانون جریان کیرشهف (KCL) : مدارات دارای ارتقا و فرود جریان می‌توانند. همین این قانون به جری جریان‌ها وارد و بدو

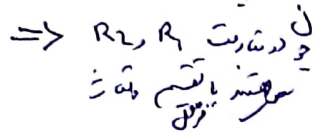
همواره برابر می‌شود. $\sum i(t) = 0$



همین دارا در هرگاه به یک دارا در هرگاه را به علت سستی در یک خارج شده از سستی را سستی
در آنجا بگیریم (در یک سستی)

$$-i_1 - i_5 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$i_1 + i_5 - i_2 - i_3 - i_4 = 0$$



$$U_2 = V = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s \Rightarrow U_2 = V = \left(\frac{2}{3+2} \right) 10 = 4 \text{ V}$$

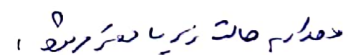
$2v \Rightarrow 2 \times 4 = 8v$

$$i_2 = \frac{V}{R_t} = \frac{8}{2} = 4 \text{ A}$$

برای حل مدار فوق ابتدا تعداد گره ها را می‌شماریم؛ تعداد 3 گره را می‌توانیم در نظر بگیریم گره 1، 2 و 3 را هم گره مبدأ در نظر بگیریم
حوله سیرین نشانه‌ها به آن قسم مرزده .

۲. در صورتی که بتوانیم تبدیل به ج. را انجام دهیم، آنگاه رابطه بین $\mu_{\text{مکس}}$ و $\mu_{\text{مکس}}$ در دو طرف $\mu_{\text{مکس}}$ با $\mu_{\text{مکس}}$ بودن $\mu_{\text{مکس}}$ و $\mu_{\text{مکس}}$ است. و این هم می توانیم

هر دو را به صورت $\mu_{\text{مکس}}$ و $\mu_{\text{مکس}}$ تبدیل کنیم. $\mu_{\text{مکس}}$ و $\mu_{\text{مکس}}$:

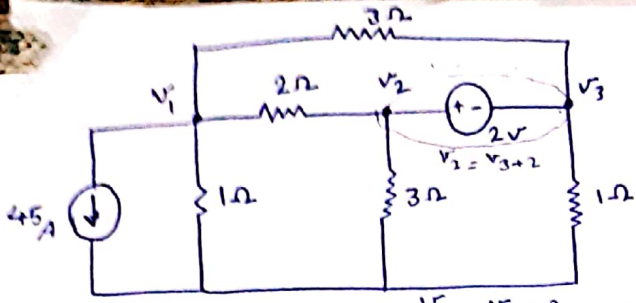


و بعد K_{CL} را مرتب می کنیم:

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{10v_1 - 100 - 2v_1 + 5v_1 - 5v_2}{10} = 0 \\ \frac{5v_2 - 5v_1 + v_2 - 20}{10} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 17v_1 - 5v_2 = 10. \\ -5v_1 + 6v_2 = 20 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = 100/11 = 9.09 \text{ v} \\ v_2 = 10.91 \text{ v} \end{cases}$$



در مدارهای مطلوبیت v_1 و v_2 و v_3

حل: با توجه به اینکه منبع ولتاژ 2 ولت به صورت v_2 و v_3 و v_1 واقع شده پس می‌توانیم فرض کنیم: $v_2 - v_3 = 2$ و $v_2 = v_3 + 2$

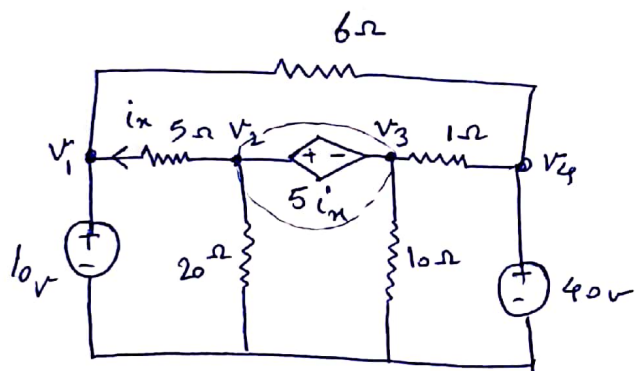
② در مرحله بعد از نوشتن KCL را برای v_1 و v_2 و v_3 می‌نویسیم:

$$\begin{cases} \frac{v_1}{1} + \frac{v_1 - v_3}{3} + \frac{v_1 - v_2}{2} + 45 = 0 \\ \frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2}{3} + v_2 + 2 - v_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{v_1}{1} + \frac{v_1 - v_3 - 2}{2} + \frac{v_1 - v_3}{3} + 45 = 0 \\ \frac{v_3 + 2 - v_1}{2} + \frac{v_3 + 2}{3} + \frac{v_3}{1} + \frac{v_3 - v_1}{3} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} v_2 - v_3 &= v_2 - v_1 \\ -v_3 &= \frac{v_2}{2} - \frac{v_1}{2} - \frac{v_2}{2} \quad (v_3 = v_2 + 5i_x) \\ v_1 &= v_3 = 1.0 \end{aligned}$$

114 V



مطلوبه‌های v_1 و v_2 و v_3 و v_4

$v_1 = 10, v_4 = 40$

$i_x = \frac{v_2 - v_1}{5} \Rightarrow$

$v_2 - v_3 = 5i_x \Rightarrow v_2 - v_3 = 5 \frac{v_2 - v_1}{5}$

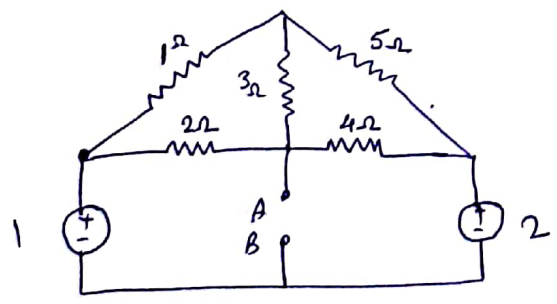
$\Rightarrow v_2 - v_3 = v_2 - v_1 \Rightarrow -v_3 = v_1 - v_2 \Rightarrow v_3 = v_2 - v_1$

$\Rightarrow v_3 = v_1 \Rightarrow v_3 = 10V$

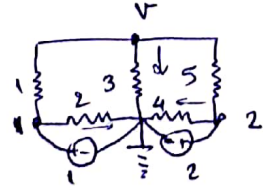
$\Rightarrow v_2 = 124V$

KCL: $\frac{v_2 - 10}{5} + \frac{v_2}{20} + \frac{v_3}{10} + \frac{10 - 40}{1} = 0$

$i_x = \frac{v_2 - v_1}{5} \Rightarrow \frac{124 - 10}{5} = \frac{114}{5} = 22.8$



در مدارهای AB با اتصال کوتاه می‌توانیم به راحتی جواب را پیدا کنیم

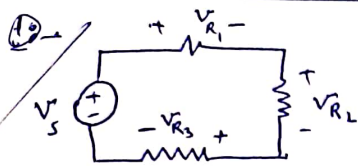


از لحاظ AB با اتصال کوتاه می‌توانیم فرض کنیم که B به زمین وصل شده و فقط A را به زمین وصل می‌کنیم.

KCL: $\frac{v-1}{1} + \frac{v}{3} + \frac{v-2}{5} = 0 \Rightarrow 15v - 15 + 5v + 3v - 6 = 0$

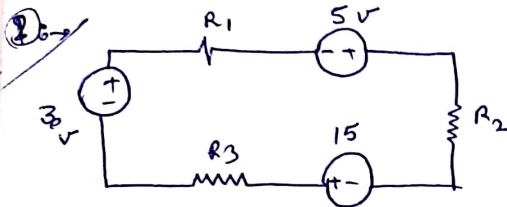
$i_{AB} = \frac{1-0}{2} + \frac{2-0}{4} + \frac{\frac{21}{3}-0}{3} = \frac{30}{23} A$

$23v - 21 = 0 \Rightarrow v = \frac{21}{23} V$



$$\Rightarrow -V_s + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 0 \Rightarrow \underline{V_s = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}}$$

: KVL

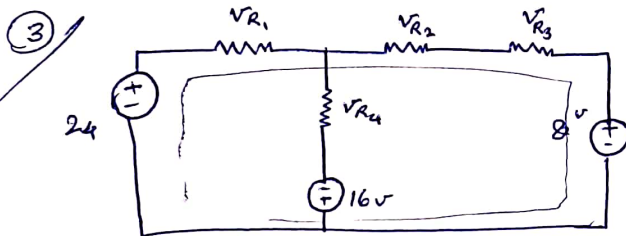


$$\Rightarrow -30 + \underbrace{V_{R1}}_{5} + 5 + V_{R2} - 15 + V_{R3} = 0$$

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 50 \text{ V} \quad \underline{-50 + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 0}$$

$$V_{R3} = 20 \text{ V} \quad V_{R2} = 12 \text{ V} \quad V_{R1} = 18 \text{ V}$$

$$18 + 12 + V_{R3} = 50 \Rightarrow V_{R3} = 50 - 30 \quad \underline{V_{R3} = 20 \text{ V}}$$



$$\textcircled{1}: -24 + V_{R1} - V_{R4} - 16 = 0$$

$$\textcircled{1}: \underline{V_{R1} - V_{R4} = 40}$$

$$\textcircled{2}: V_{R2} + V_{R3} + 8 + 16 - V_{R4} = 0$$

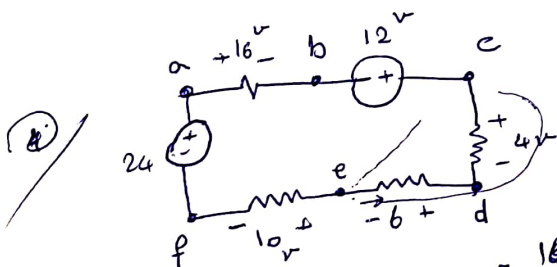
$$\underline{V_{R2} + V_{R3} - V_{R4} = -24}$$

$$\textcircled{3}: -24 + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + 8 = 0$$

$$\underline{V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 16}$$

$$\underline{V_{R4} = V_{R1} - 40}$$

$$\underline{V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 6}$$



$$V_{ae} = ?$$

$$V_{ec} = ?$$

$$V_{ae} = ?$$

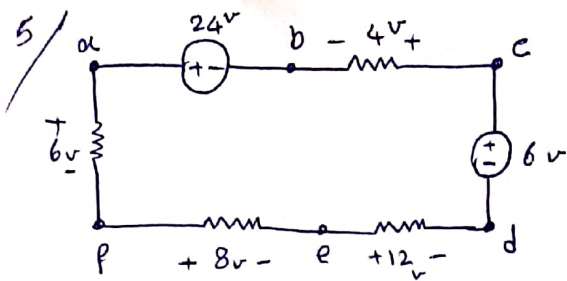
$$V_{ec} = ?$$

$$16 - 12 + 4 + 6 \Rightarrow V_{ab} = 14 \text{ V}$$

$$24 - 10 = 14 \text{ V}$$

$$-6 - 4 = -10 \text{ V}$$

$$10 - 24 + 16 - 12 = -10 \text{ V}$$



$$V_{ad} = ?$$

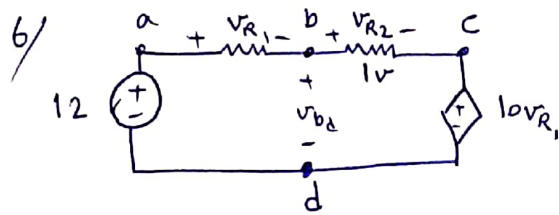
$$V_{eb} = ?$$

$$V_{ad} = 24 - 4 + 6 = 26 \text{ V}$$

$$V_{ad} = 6 + 8 + 12 = 26 \text{ V}$$

$$V_{eb} = 12 - 6 + 4 = 10 \text{ V}$$

$$V_{eb} = -8 - 6 + 24 = 10 \text{ V}$$



$$V_{bd} = ?$$

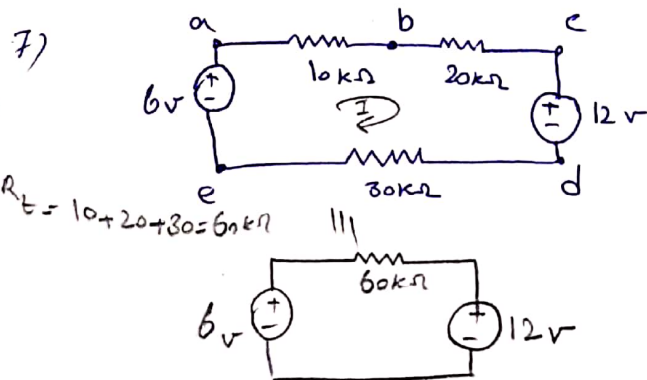
$$\Rightarrow -12 + V_{R1} + V_{R2} + 10 V_{R1} = 0$$

$$-12 + V_{R1} + 1 + 10 V_{R1} = 0$$

$$11 V_{R1} - 11 = 0 \Rightarrow \underline{V_{R1} = 1 \text{ V}}$$

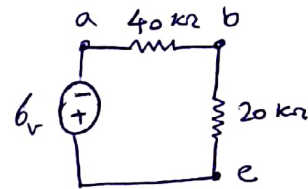
$$\Rightarrow V_{bd} = 1 + 10(1) = 11 \text{ V}$$

$$V_{bd} = -1 + 12 = 11 \text{ V}$$



در مدار شش گانه به سطر است. I و V_{bd} را بیابید. V_{bd} را بیابید. V_{bd} را بیابید.

-6



$$V_{bc} = \frac{20}{60} \times 6$$

$$\underline{V_{bc} = -2 \text{ V}}$$

$$-6 + 60I + 12 = 0$$

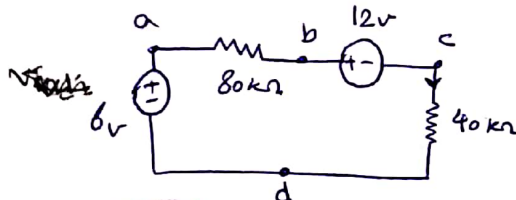
$$60I = -6$$

$$I = -10 \text{ mA}$$

$$V_{bd} = ? \quad 20I - 12 = 0 \Rightarrow 20(-10) - 12 = V_{bd} \Rightarrow \underline{V_{bd} = -36 \text{ V}}$$

$$V_{bd} + 6 - 40I = 0 \Rightarrow \underline{V_{bd} = -36 \text{ V}}$$

$$P = R I^2 \Rightarrow 30(-10)^2 = 0.3 \text{ mW}$$

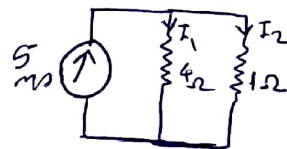


$$-6 + 80I + 12 + 40I = 0$$

$$6 + 120I = 0$$

$$I = \frac{1}{20} \text{ mA} = 0.05 \text{ mA}$$

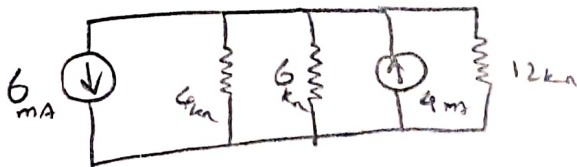
$$V_{bd} = 12 + 40I = 0 \Rightarrow \underline{V_{bd} = 12 - 2 = 10 \text{ V}}$$



$$I_1 = \frac{5 \times 1}{4+1} = 1 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{5 \times 4}{4+1} = 4 \text{ mA}$$

8



توان مصرفی قدرت 6 کلو است.

$$R_p = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3 \text{ k}\Omega$$

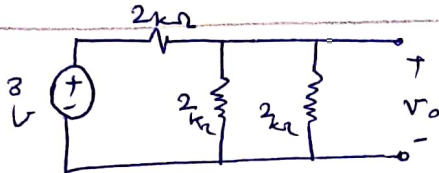
$\Rightarrow$ ابتدا مدار را ساده می‌کنیم: $6 \text{ mA} - 4 \text{ mA} = 2 \text{ mA}$



$$\Rightarrow I_{6k\Omega} = \frac{2 \times 3}{6 + 3} = \frac{2}{3} \text{ mA}$$

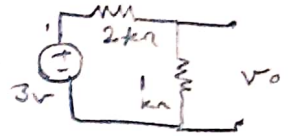
$$P_{6k\Omega} = R \cdot I_{6k\Omega}^2 \Rightarrow 3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0.67 \text{ mW}$$

9)



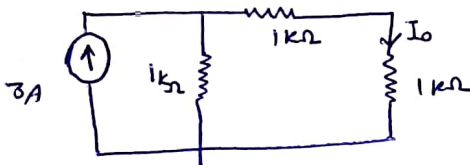
در شبکه یک ولتاژ باقی می‌ماند.

$$\Rightarrow R_{\text{eq}} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1 \text{ k}\Omega$$



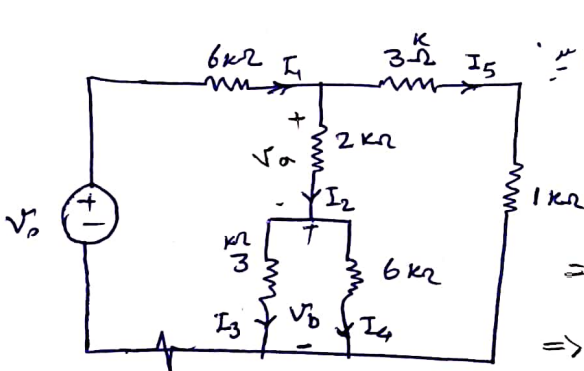
$\Rightarrow$ تقسیم ولتاژ: $V_o = V_{1k\Omega} = \frac{3 \times 1}{2 + 1} = \frac{3}{3} = 1 \text{ V}$

10)



در شبکه زیر I_o را مشخص کنید.

$$\Rightarrow I_o = I_{1k\Omega} = I_t \cdot \frac{R_{1k\Omega}}{R_{1k\Omega} + R_{1k\Omega}} \Rightarrow 3 \cdot \frac{1}{1 + 1} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mA}$$

در مدار یک ولتاژ و یک جریان مشخص می‌کنیم. $I_4 = \frac{1}{2} \text{ mA}$

$$V_o = 6 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{V_o}{R} = \frac{3}{3} = 1 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_2 = I_3 + I_4 \Rightarrow \frac{1}{2} + 1 = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow V_a = 2 \times 1.5 = 3 \text{ V} \Rightarrow V_{ab} = 3 + 3 = 6 \text{ V}$$

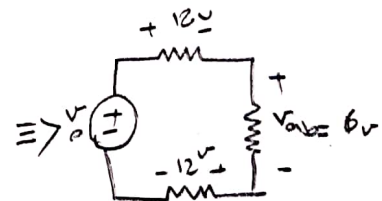
توان مصرفی در 3 کلو و 6 کلو را مشخص می‌کنیم. ولتاژ و جریان در شاخه 3 کلو را مشخص می‌کنیم:

$$I_5 = \frac{V_{ab}}{R_3 + R_1} \Rightarrow \frac{6}{3 + 1} = 1.5 \text{ mA}$$

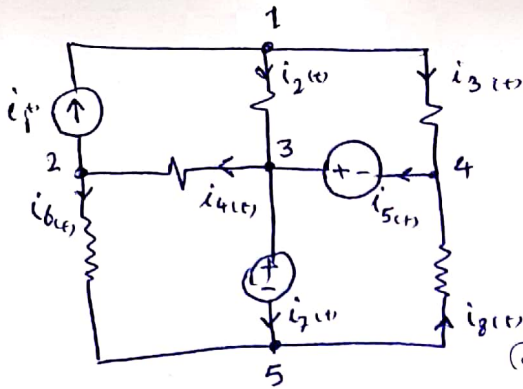
$$I_1 = I_5 + I_2 \Rightarrow 1.5 + 1.5 = 3 \text{ mA} \Rightarrow V_{6k\Omega} = 6 \times 3 = 18 \text{ V}$$

$$V_{4k\Omega} = 4 \times 3 = 12 \text{ V}$$

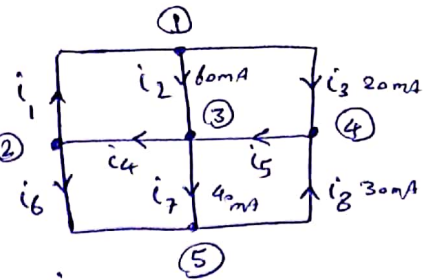
$$V_{ab} = 6 \text{ V}$$



$$\Rightarrow -V_o + 18 + 6 + 12 \Rightarrow V_o = 36 \text{ V}$$



توی پلوس می رود



$$\textcircled{1}: -i_1 + i_2 + i_3 = 0 \Rightarrow -i_1 + 60 + 20 = 0$$

$$\textcircled{2}: i_1 - i_4 + i_6 = 0 \Rightarrow i_1 - i_4 + i_6 = 0$$

$$\textcircled{3}: -i_2 - i_5 + i_4 + i_7 = 0 \Rightarrow -60 - i_5 + i_4 + 40 = 0$$

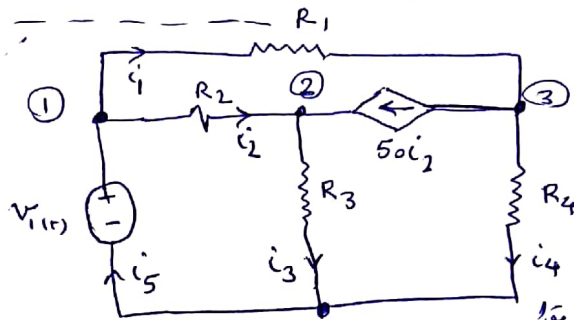
$$\textcircled{4}: i_3 - i_8 + i_5 = 0 \Rightarrow -20 - 30 + i_5 = 0$$

$$i_1 = 80 \text{ mA}$$

$$i_5 = +50 \text{ mA}$$

$$i_4 + i_5 = 20 \Rightarrow i_4 = 70 \text{ mA}$$

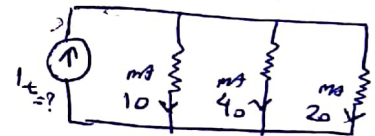
$$i_6 = 80 - 70 = 10 \text{ mA}$$



در مدارات KCL به این شکل

در مدارات KCL به این شکل

$$-i_T = 10 + 40 + 20 \Rightarrow i_T = 70 \text{ mA}$$

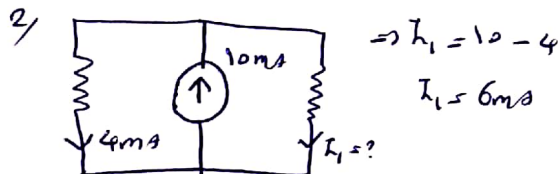


$$i_1 + i_2 - i_5 = 0$$

$$i_3 - i_2 - 5i_2 = 0$$

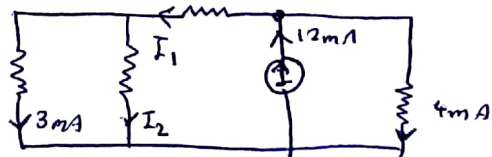
$$i_4 + 50i_2 - i_1 = 0$$

$$i_5 - i_3 - i_4 = 0$$



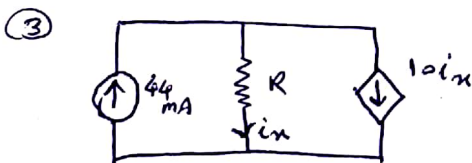
$$\Rightarrow i_1 = 10 - 4$$

$$i_1 = 6 \text{ mA}$$



$$\Rightarrow i_1 = 12 - 4 \Rightarrow i_1 = 8 \text{ mA}$$

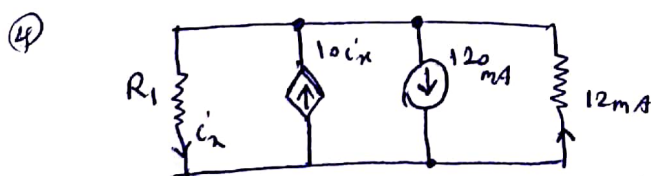
$$i_2 = 8 - 3 = 5 \text{ mA} \Rightarrow i_2 = 5 \text{ mA}$$



$$\Rightarrow i_n + i_n = 44 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow 11i_n = 44$$

$$i_n = 4 \text{ mA}$$



$$\Rightarrow i_n - 10i_n + 120 - 12 = 0$$

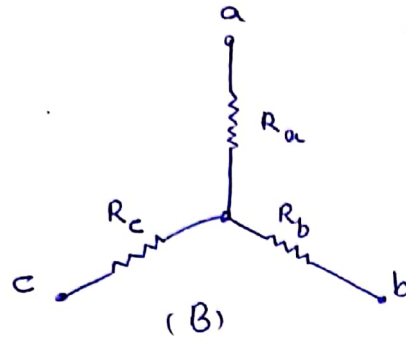
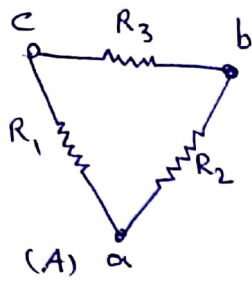
$$-9i_n + 108 = 0 \Rightarrow i_n = \frac{108}{9} = 12 \text{ mA}$$

پیوسته ها

صفحه ۱۸۷

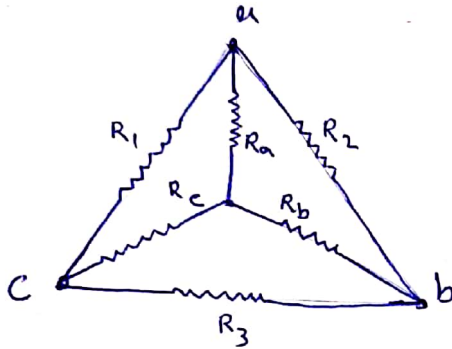
پیوسته ها

— شکل (A) و شکل (B) به ترتیب یک شبکه مثلثی (Δ) و یک شبکه ستاره ای (λ) را نشان میدهد.



شکل $\lambda \rightarrow \Delta$:

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_b} \\ R_2 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_c} \\ R_3 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_a} \end{cases}$$



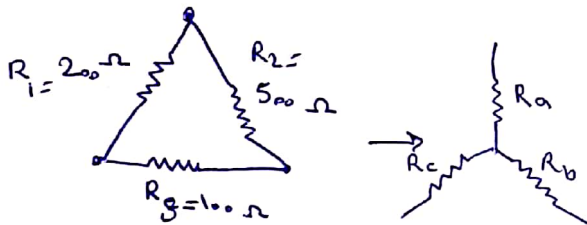
$\Delta \rightarrow \lambda$:

$$\begin{cases} R_a = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_b = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_c = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

— لازم به تذکر است نیازی به حفظ کردن فرمولهای بالاست

برای مثال در شکل مقابل، مقاومت متصل به نقطه a در حالت λ (که R_a است) برابر است با حاصل ضرب دو مقاومت که متصل

به نقطه a هستند تقسیم بر مجموع آنها و در اینجا



مثال ۱: شبکه مثلثی مقابل مفروض است. آنرا به یک شبکه ستاره ای تبدیل کنید.

$$R_a = \frac{200 \times 500}{200 + 500 + 100} = 125 \Omega$$

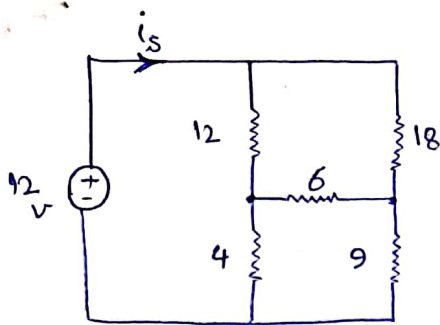
$$R_b = \frac{500 \times 100}{200 + 500 + 100} = 62.5 \Omega$$

$$R_c = \frac{200 \times 100}{200 + 500 + 100} = 25 \Omega$$

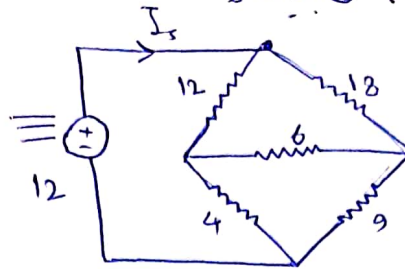
معادلات و فرمولهای تبدیل ستاره به مثلث و بالعکس فرمولهای کلی هستند و برای هر مقدار مقاومتی که به صورت λ یا Δ باشند کاربرد دارد.
برای حالت خاصی که $R_a = R_b = R_c$ و $R_1 = R_2 = R_3$ باشد معادلات به صورت زیر ساده میشود:

$$R_\lambda = \frac{1}{3} R_\Delta$$

$$R_\Delta = 3 R_\lambda$$



شکل در نقش تبدیل مطلوبیت مجانب منبع جریان I_s



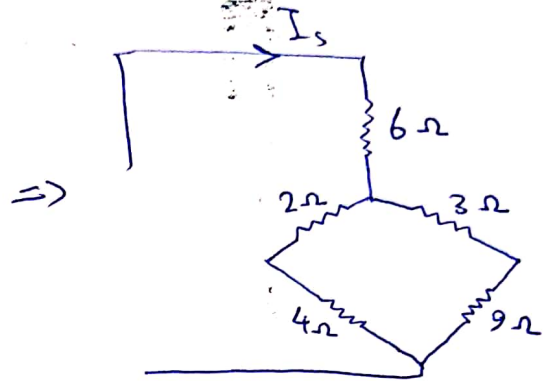
$$R_a = 6\Omega$$

$$R_b = 3\Omega$$

$$R_a = \frac{12 \times 18}{12 + 18 + 6} = \frac{12 \times 18}{36} = 6\Omega$$

$$R_b = \frac{18 \times 6}{12 + 18 + 6} = \frac{18 \times 6}{36} = 3\Omega$$

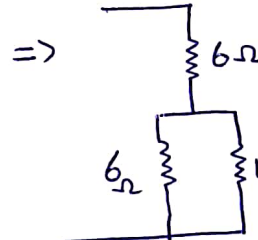
$$R_c = \frac{12 \times 6}{12 + 18 + 6} = \frac{12 \times 6}{36} = 2\Omega$$



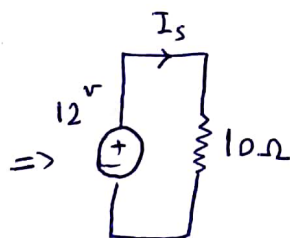
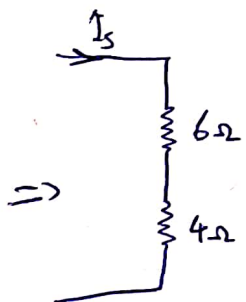
در مدار فوق مقاومت ها 2 و 4 اهمی سری هستند
و مجموع آنها با هم موازی هستند پس
در مدار فوق مقاومت ها 3 و 9 اهمی سری هستند

$$2 + 4 = 6\Omega$$

$$3 + 9 = 12\Omega$$



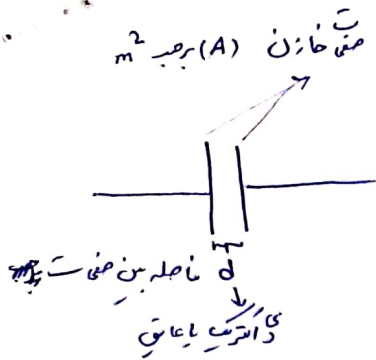
$$\Rightarrow \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{72}{18} = 4\Omega$$



$$\Rightarrow I_s = \frac{V}{R_T} = \frac{12}{10} = 1.2\text{ A}$$

۲. خازن : واحد اندازه گیری آن فاراد می باشد

رابطه ولتاژ و بار الکتریکی خازن به صورت زیر می باشد :



$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

فردیت الکتریکی

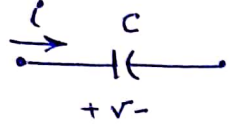
$$q_h = C \cdot V$$

بار الکتریکی (Q) کون

ولتاژ خازن (ولت)

فاراد (ظرفیت خازن)

— روابط خازن :



$$i = C \frac{dv}{dt}$$

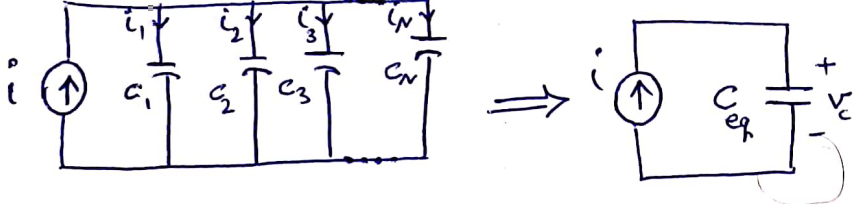
$$v_{(t)} = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi + v_{(t_0)}$$

میگفت: $W_{(t)}$ و $v_{(t)}$ اندیس ها + نمیشد در حدهای لحظه ای بودن
تأثیر بارها را کفایت میباید

$$W_{(t)} = \frac{1}{2} C v_{(t)}^2$$

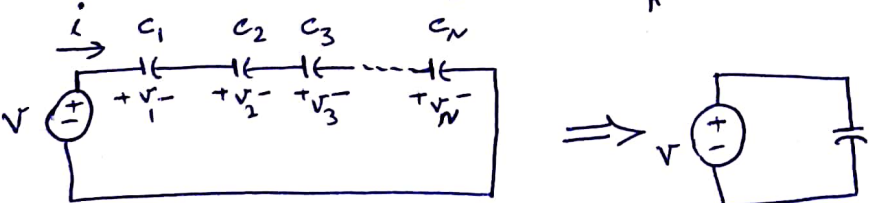
نکته: ولتاژ خازن بطور ناگهانی تغییر نمیکند

— اتصالات خازنها :



۱. اتصال موازی :

ظرفیت کل خازن ها به ظرفیت معادل : $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$



۲. اتصال سری :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

ظرفیت معادل خازنها یا ظرفیت معادل

— رانندگی خازنی (کاپاسیتور) : عامل مخالفت گشته در مقابل جریان سینوسی به تدریج در دو وجه مهم بیان می شود
علامت اختصاری آن X_C می باشد.

$L = \frac{N^2 \mu A}{l}$
 تعداد دور سیم ها $\rightarrow$ N
 ضریب نفوذ $\rightarrow$ μ
 سطح مقطع سیم $\rightarrow$ A
 طول هسته $\rightarrow$ l

۳ سلف (دوین یا سیم یا القاگر) :

واحد اندازه گیری آن هانری است (H)

رابطه آن بصورت مقابل میباشد :

نکته: جریان سلف تغییر ناگهانی ندارد

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

$$i = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v(\epsilon) d\epsilon + i(t_0)$$

$$W(t) = \frac{1}{2} L i(t)^2$$

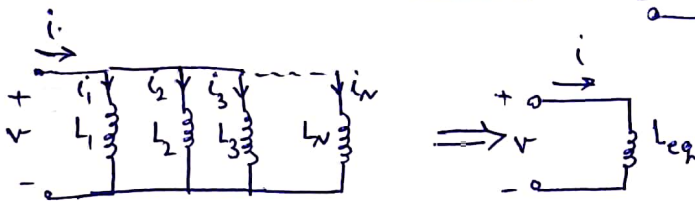
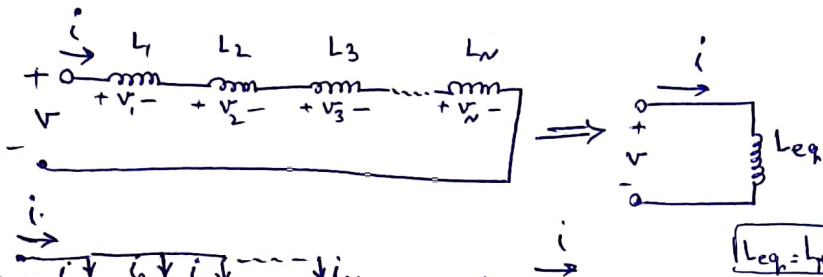
— اتصال سلف ها : سری :

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N$$

2 موازی :

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_N}$$

$$L_{eq} = L_t = L_{total}$$



— راکتانس سلفی (اندکسیتو) : عامل مخالفت کننده با جریان بوده و واحد آن اهم میباشد و علامت اختصاری آن X_L میباشد