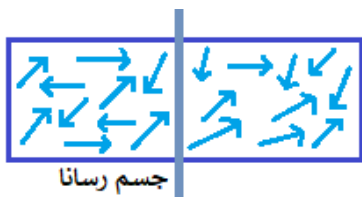


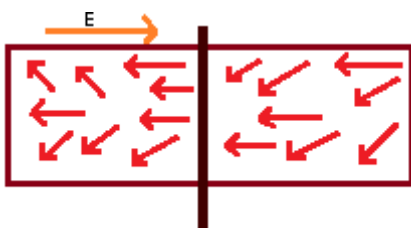
جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی:

در شکل زیر طرحی از یک سیم رسانا نشان داده شده است که در آن حرکت تصادفی (کاتوره ای) الکترون های آزاد یک جسم رسانا مشخص شده است. چون تعداد الکترون های آزاد جسم رسانا خیلی زیاد است بنابراین در هر لحظه تعداد الکترون هایی که از چپ به راست می روند تقریباً با تعداد الکترون هایی که از راست به چپ می روند برابر است. بنابراین در حالت عادی هیچ بار خالصی در طول سیم انتقال نمی یابد. می گوییم جریان الکتریکی وجود ندارد.



اگر در یک سیم رسانا مطابق شکل میدان الکتریکی ایجاد شود، چون الکترون های بار منفی دارند نیرویی که به آنها وارد می شود خلاف جهت میدان است بنابراین الکترون ها در خلاف جهت میدان شتاب می گیرند و دیگر بار خالصی که از هر مقطع سیم می گذرد صفر نیست. می گوییم در سیم جریان الکتریکی وجود دارد.



شدت جریان الکتریکی متوسط:

به نسبت باری که از هر مقطع یک رسانا عبور می کند به مدت زمان عبور آن شدت جریان الکتریکی متوسط گفته می شود. کمیتی است نرده ای و یکای آن در SI، آمپر است.

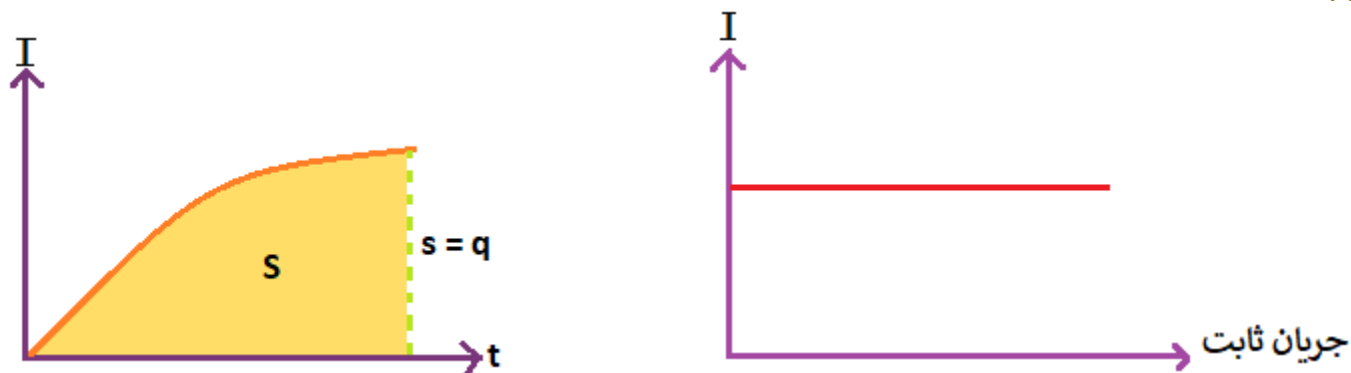
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

توجه:

اگر جریانی که از یک رسانای می گذرد ثابت باشد مقدار شدت جریان در هر لحظه با جریان متوسط برابر خواهد شد بنابراین:

$$I = \bar{I} \left\{ \begin{array}{l} \Delta q = q - q_0 \\ \Delta t = t - t_0 \end{array} \right. \rightarrow I = \frac{q}{t}$$

نکته:



تذکر:

از رابطه ی بدست آمده برای شدت جریان می توان نتیجه گرفت : $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$

در رابطه ی فوق اگر جریان برحسب آمپر و زمان برحسب ثانیه باشد، بار برحسب کولن محاسبه خواهد شد. از یکای دیگر برای بار الکتریکی آمپر ساعت (A.h) است که در آن ، رابطه ی فوق جریان برحسب آمپر و زمان برحسب ساعت محاسبه می شود.

$$|A \cdot S| = C$$

$$|A \cdot h| = |A \times 3600$$

$$S = 3600c$$

مثال:

تعداد 10^{20} الکترون در مدت 4s از مقطع رسانایی می گذرد، شدت جریان را حساب کنید.

مثال:

باتری یک اتومبیل در مدت 5 ساعت با جریان 3آمپر شارژ می شود، این باتری چه مدتی می تواند پس از شارژ جریان 0/5 آمپر به یک مدار الکتریکی بدهد؟

توجه:

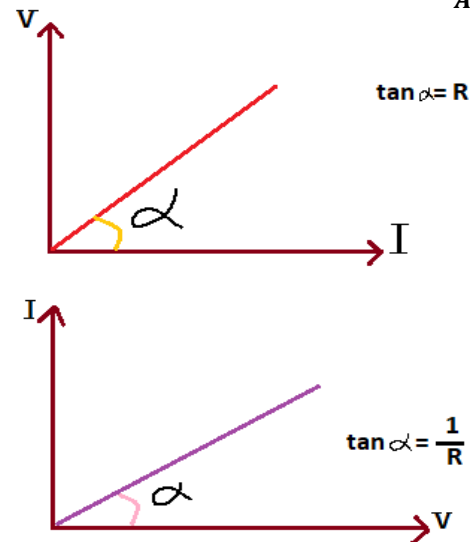
برای آنکه در یک رسانا جریان الکتریکی به وجود آید باید در آن (میدان الکتریکی) داشته باشیم. برای به وجود آمدن میدان الکتریکی می توان (به وسیله ی مولد در دو سر جسم رسانا اختلاف پتانسیل به وجود آورد).

قانون اهم:

نسبت اختلاف پتانسیل به شدت جریان گذرنده از یک رسانا در دمای ثابت مقداری است ثابت.

به مقدار ثابت نسبت اختلاف پتانسیل به شدت جریان، مقاومت رسانا گفته می شود. آن را با R نشان می دهند یکای آن در SI، $\frac{V}{A}$ پاسکال Ω (اهم) است.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \begin{cases} V = RI \\ I = \frac{V}{R} \end{cases}$$



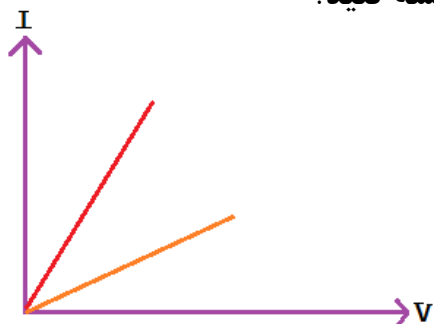
توجه:

در واقع مقاومت الکتریکی نتیجه ی مخالفت اتم های جسم رسانا در مقابل حرکت الکترون آزاد می باشد.

الکترون های در حال حرکت در اثر برخورد با اتم ها سرعتشان کاهش می یابد و انرژی جنبشی آنها به انرژی درونی تبدیل می شود که به صورت گرما ظاهر می گردد. به همین دلیل موتور وسایل الکتریکی وقتی که روشن هستند گرم می شوند. مقاومت یک جسم رسانا به جنس، عوامل ساختمانی و دمای آن بستگی دارد.

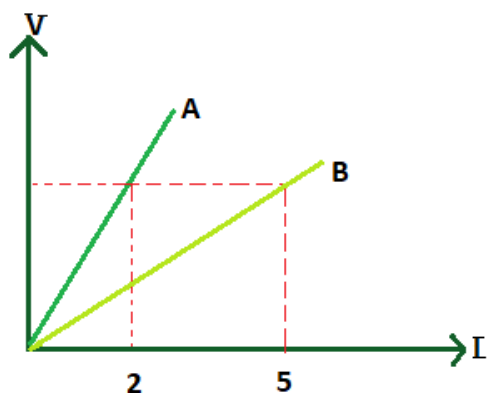
مثال:

نمودار زیر برای دو مقاومت رسم شده است مقدار مقاومت آن ها را با هم مقایسه کنید؟



مثال:

نمودار زیر برای دو مقاومت رسم شده است، نسبت $\frac{R_B}{R_A}$ را حساب کنید؟



مثال:

نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب مقاومت و شدت جریان بر حسب مقاومت را برای یک رسانا رسم کنید؟

مثال:

اختلاف پتانسیل دوسر مقاومتی را دو برابر می کنیم، اندازه ی مقاومت چند برابر می شود؟

عوامل مؤثر بر مقاومت یک رسانا در دمای ثابت:

- هرچه طول یک رسانا بیشتر باشد. اتم هایی که بر سر راه الکترون قرار می گیرند و با ایجاد برخورد، مقاومت ایجاد می کنند بیشتری شوند بنابراین مقاومت رسانا بیشتر می شود. $(R \propto L)$
- هرچه سطح مقطع رسانا بیشتر باشد منافذی که الکترون ها می توانند بدون برخورد با اتم ها از آن ها عبور کنند بیشتر می شود. در نتیجه مقاومت رسانا کمتر خواهد شد. $(R \propto \frac{1}{A})$
- از موارد 1 و 2 نتیجه می گیریم: $(R \propto \frac{L}{A})$
- تناسب فوق را می توان به کمک ثابتی که به جنس سیم بستگی دارد به تساوی تبدیل کرد که به آن مقاومت ویژه گفته می شود.

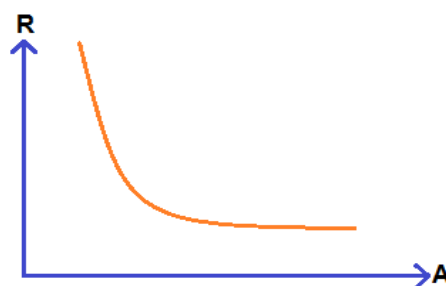
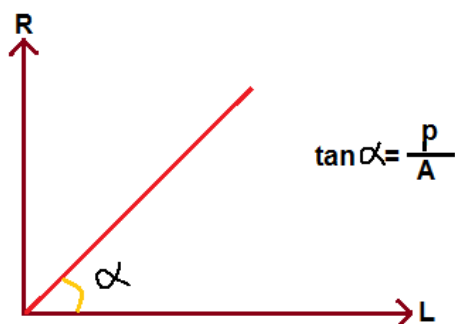
یکای مقاومت ویژه در SI، $(\Omega.m)$ است.

تعریف مقاومت ویژه:

مقاومت ویژه یک رسانا، مقاومت سیمی از آن جنس است که طول آن 1 متر و سطح مقطع آن 1 متر مربع می باشد.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

نکات مهم:



❖ اگر مقطع سیم دایره ای باشد:

$$A = \pi r^2$$

❖ رابطه ی مقایسه ای:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{p_2}{p_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$\left[\frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \right] \text{ مقطع سیم دایره ای}$$

مثال:

مقاومت ویژه ی رسانایی 10^{-7} اهم متر است. مقاومت سیمی از این رسانا به طول 30متر و شعاع 1mm چقدر است؟

$$(\pi \simeq 3)$$

مثال:

دوسیم هم جنس در اختیار داریم. در دمای یکسان اگر طول سیم اول 2برابر دومی باشد مقاومت اولی چند برابر دومی خواهد شد؟

مثال:

سیمي را دولا کرده می تابانیم، مقاومت آن چند برابر می شود؟

مثال:

سیمی را از دستگاهی به نام حدیده عبور می دهیم تا بدون تغییر جرم سطح مقطع آن $\frac{2}{5}$ شود، مقاومت سیم چند برابر می شود؟

مثال:

سیمی را از دستگاهی به نام حدیده عبور می دهیم تا بدون تغییر جرم قطر آن $\frac{1}{3}$ شود، مقاومت سیم چند برابر می شود؟

مثال:

از سیمی که به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است جریان 2 آمپر می گذرد، اگر سیم را از دو سر بکشیم تا طول آن 50% افزایش یابد جریانی که از سیم می گذرد چقدر است؟

اثر دما بر مقاومت رسانا:

اگر دمای جسم رسانایی افزایش یابد دامنه و سرعت نوسان مولکول های جسم جامد افزایش می یابد بنابراین تعداد برخوردهای الکترون ها با این اتم ها افزایش می یابد. مقاومت ویژه جسم رسانا و در نتیجه مقاومت آن افزایش می یابد.

رابطه ی مقاومت ویژه ی جسم رسانا با دما به صورت زیر است:

$$p_2 = p_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

ضریب دمایی α (نشان داده شده در متن اصلی)

تغییر دما $\Delta\theta$ (نشان داده شده در متن اصلی)

مقاومت ویژه در دمای θ_1 (نشان داده شده در متن اصلی)

مقاومت ویژه در دمای θ_2 (نشان داده شده در متن اصلی)

نتایج:

❖ اگر طرفین رابطه را در $\frac{L}{A}$ ضرب کنیم:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

ضریب دمایی α (نشان داده شده در متن اصلی)

تغییر دما $\Delta\theta$ (نشان داده شده در متن اصلی)

مقاومت در دمای θ_1 (نشان داده شده در متن اصلی)

مقاومت در دمای θ_2 (نشان داده شده در متن اصلی)

❖ تغییر مقاومت (ویژه):

$$p_2 = p_1 + p_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow p_2 - p_1 = p_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Delta p = p_1 \alpha \Delta\theta \quad \text{و} \quad \Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta$$

❖ درصد تغییر مقاومت (ویژه):

$$\frac{\Delta p}{p_1} = \alpha \Delta\theta \quad \text{و} \quad \frac{\Delta R}{R_1} = \alpha \Delta\theta$$

❖ ضریب دمایی نسبت تغییرات یک مقاومت به ازای واحد مقاومت به ازای 1°C تغییر دمای حجم:

$$\alpha = \frac{\Delta p}{p_1 \Delta\theta} \quad \text{و} \quad \alpha = \frac{\Delta R}{R_1 \Delta\theta}$$

مثال:

اگر دمای یک رسانا 50°C افزایش یابد، مقاومت آن 2 درصد افزایش می یابد. ضریب دمایی این رسانا را حساب کنید؟

مثال:

مقاومت یک رسانا در دمای 20°C ، 100 اهم است اگر ضریب دمایی آن $\frac{1}{250^{\circ}\text{C}}$ باشد مقاومت آن در دمای 100°C چقدر است؟

مثال:

اگر دمای رسانایی به مقاومت 50 اهم، 200°C افزایش دهیم مقاومت آن 2 اهم افزایش می یابد اگر دمای مقاومتی از همین جنس را که مقدار آن ابتدا 80 اهم است، 50°C افزایش دهیم مقاومت آن چقدر تغییر می کند؟

تذکر:

اهم متر وسیله ای است که مقاومت یک رسانا را در دمای محیط اندازه گیری می کند. نمی توان مقاومت یک لامپ روشن را با اهم متر اندازه گیری کرد.

نکته:

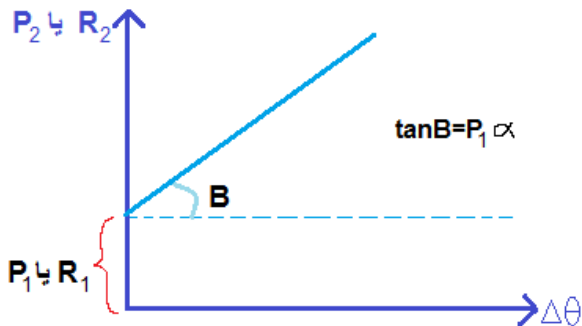
نمودار مقاومت ویژه (مقاومت) بر حسب تغییر دما به صورت زیر است:

$$p_2 = p_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$p_2 = p_1 + p_1 \alpha \Delta\theta$$

$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha \Delta\theta$$

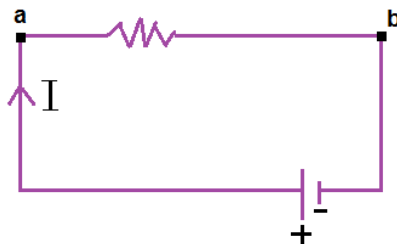


افت پتانسیل در دو سریک مقاومت:

مدار زیر را در نظر بگیرید. اختلاف پتانسیل ایجاد شده در دو سر مقاومت به وسیله ی باتری باعث ایجاد جریان در مقاومت خواهد شد. طبق قانون اهم، مقاومت R پتانسیل، $V=RI$ را به خود اختصاص خواهد داد.

بنابراین هنگامی که از نقطه ی a به سمت نقطه ی b برویم پتانسیل به اندازه ی RI کاهش می یابد که به آن افت پتانسیل در مقاومت گویند.

(پتانسیل نقطه ی b از a به اندازه ی افت پتانسیل در مقاومت کمتر است.)



$$V_b - V_a = -RI$$

$$V_a - V_b = -RI$$

انرژی مصرف شده در مقاومت:

طبق تعریف اختلاف پتانسیل هرگاه بار q در اختلاف پتانسیل V جابه جا شود باید انرژی u که از رابطه ی زیر بدست می آید مصرف شود:

$$u = qV$$

$$\xrightarrow{q=It} \text{در مقاومت} \quad u = It \times V \Rightarrow u = VIt$$

$$V = RI \Rightarrow u = R.I.I.t \Rightarrow u = RI^2t$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow u = V \times \frac{V}{R} \times t \Rightarrow u = \frac{V^2}{R}t$$

توان مصرفی در مقاومت:

به نسبت انرژی مصرف شده در یک مقاومت به زمان مصرف انرژی، توان مصرفی آن نقطه گویند و می توان آن را از رابطه ی $p = \frac{u}{t}$ حساب کرد.

$$\left. \begin{array}{l} u = VIt \\ u = RI^2t \\ u = \frac{V^2}{R}t \end{array} \right\} \xrightarrow{p = \frac{u}{t}} \left\{ \begin{array}{l} p = VI \\ p = RI^2 \\ p = \frac{V^2}{R} \end{array} \right.$$

ولتاژ اسمی – توان اسمی:

روی هر وسیله ی الکتریکی دو عدد نوشته می شود. یکی از آنها مشخص می کند که بهتر است وسیله در چه اختلاف پتانسیلی کار کند به آن ولتاژ اسمی گفته می شود. عدد دیگر مشخص می کند اگر وسیله در ولتاژ اسمی کار کند توان آن چقدر خواهد بود به آن توان اسمی گفته می شود.

مثال:

روی یک لامپ دو عدد 220V و 100W نوشته شده است:

الف) مقاومت این لامپ را حساب کنید؟

ب) اگر این لامپ را به برق شهر وصل کنیم چه جریانی از آن خواهد گذشت؟

پ) اگر این لامپ یک هفته به برق شهر وصل بماند انرژی الکتریکی مصرفی آن چند کیلو وات ساعت kw/h است؟

ت) اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل 110v ببندیم توان آن چقدر خواهد شد؟

تذکر:

با استفاده از روابط مربوط به توان $(p = \frac{V}{R})$ و یا قانون اهم $(R = \frac{V}{I})$ مقدار مقاومت در حالتی که از آن جریان می گذرد به دست می آید. مقاومتی که از آن جریان بگذرد دیگر در دمای محیط قرار ندارد.

مولد:

وسیله ای که با مصرف انرژی شیمیایی ذخیره شده در خود در مدار، اختلاف پتانسیل ایجاد می کند و باعث شارش بار الکتریکی در مدار می شود. اجزای مختلف مدار با مصرف انرژی حاصل از جریان الکتریکی به وجود آمده کار می کند. در هنگامی که مولد به مدار انرژی می دهد، بار الکتریکی مثبت از پایانه ی مثبت آن به پایانه منفی منتقل می شود. (درواقع الکترون از پایانه ی منفی به پایانه ی مثبت انتقال می یابد).

نیروی محرکه ی مولد (\mathcal{E} اِپسِلین):

به مقدار انرژی که مولد مصرف می کند تا بار q از یک پایانه آن به پایانه ی دیگر منتقل گردد نیروی محرکه گفته می شود.

یکای \mathcal{E} در SI، $\frac{J}{C}$ است که همان ولت می باشد.

$$\mathcal{E} = \frac{U}{q}$$

درواقع نیروی محرکه از جنس اختلاف پتانسیل است. می توان گفت نیروی محرکه بیشترین اختلاف پتانسیل بین دو پایانه ی یک مولد است. همواره پایانه ی مثبت به اندازه ی نیروی محرکه از پایانه ی منفی، پتانسیل بیشتری دارد.

مدارهای تک حلقه:

به مجموعه ای از چند مصرف کننده که به وسیله ی سیم بین قطب های یک یا چند مولد به دنبال هم قرار گیرند یک مدار تک حلقه گفته می شود. باری که از یک مقطع چنین مداری بگذرد بنابر قانون پایستگی بار الکتریکی باید بدون کم و کاست از تمام مقاطع دیگر مدار عبور کند. بنابراین شدت جریان در تمام نقاط چنین مداری یکسان است.

نکات مهم برای حل مسائل مربوط به مدار تک حلقه ای:

- 1- هرگاه در جهت جریان در مدار از مقاومتی بگذریم پتانسیل آن به اندازه RI کاهش و اگر خلاف جهت جریان از مقاومت بگذریم پتانسیل به اندازه ی RI افزایش می یابد.



از a به b به اندازه ی RI کاهش

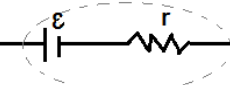
$$V_b - V_a = -RI$$

از b به a به اندازه ی RI افزایش

$$V_a - V_b = RI$$

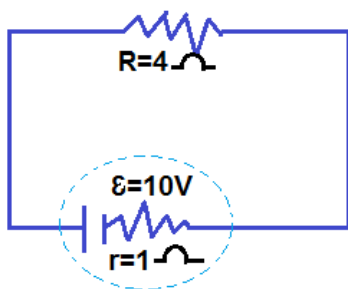
- 2- اگر از قطب منفی مولد به پایانه ی مثبت آن برویم پتانسیل به اندازه ی \mathcal{E} افزایش می یابد و اگر از پایانه ی مثبت به پایانه ی منفی برویم پتانسیل به اندازه ی \mathcal{E} کاهش می یابد.

- 3- هر مولد به علت ساختمان درونی خود دارای مقاومتی است که به آن مقاومت درونی گفته می شود و آن را با r نشان می دهند. مجموعه ی مولد و مقاومت درونی آن را به صورت

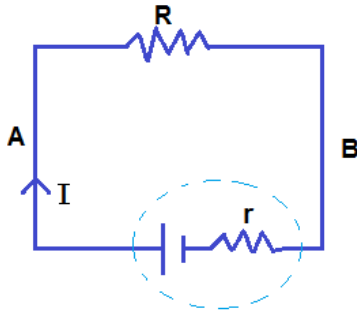
نشان می دهند. مجموعه ی مولد و مقاومت درونی آن را به صورت  نشان می دهند. تمام مطالب مربوط به یک مقاومت برای مقاومت درونی نیز صادق است.

مثال:

در مدار زیر شدت جریان گذرنده از مدار را حساب کنید؟



تذکر مهم:



مدار یک حلقه ای زیر را در نظر بگیرید:

$$V_A - RI - rI + \varepsilon = V_A \Rightarrow \varepsilon = RI + rI \Rightarrow$$

$$\varepsilon = I(R + r) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (1)$$

$$V_A - \varepsilon + Ir = V_B \Rightarrow V_A - V_B = \text{اختلاف پتانسیل دو سر باتری} = V = \varepsilon - Ir \quad (2)$$

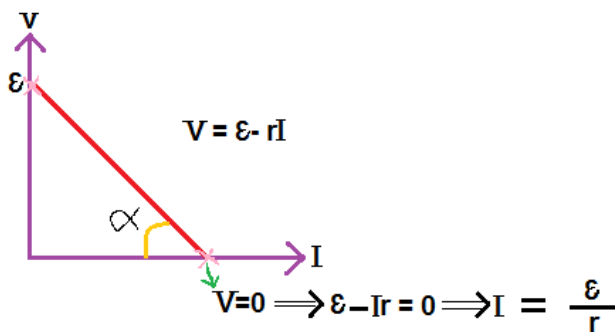
$$\Rightarrow V = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{R + r} \times r = \frac{\varepsilon R + \varepsilon r - \varepsilon r}{R + r}$$

$$\Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{R + r} \Rightarrow \frac{V}{\varepsilon} = \frac{R}{R + r} \quad (3)$$

نکته:

با توجه به رابطه ی اختلاف پتانسیل دو سر باتری $(V = \varepsilon - Ir)$:

1- ε و r از مشخصات باتری هستند پس V و I باهم تغییر می کنند.



$$\tan \alpha = r = \text{شیب خط}$$

2- اگر مقاومت درونی مولد ناچیز باشد $(r \simeq 0)$ اختلاف پتانسیل دوسر باتری با نیروی محرکه برابر خواهد شد.

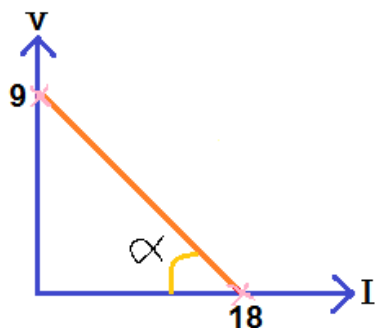
3- اگر از مواد جریان گرفته شود. $(I=0)$ اختلاف پتانسیل دوسر باتری با نیروی محرکه برابر خواهد شد.

4- اگر مقاومت خارجی زیاد باشد $(R \gg r)$ طبق رابطه ی $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ جریان ناچیز خواهد شد. بنابراین

اختلاف پتانسیل دوسر مولد با نیروی محرکه برابر خواهد شد.

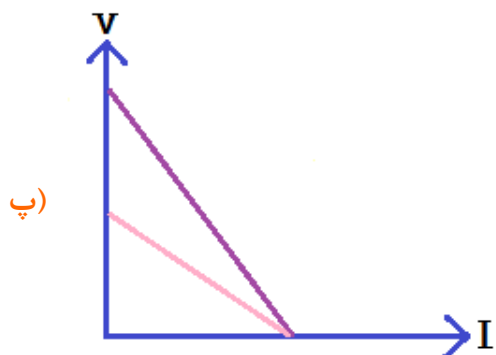
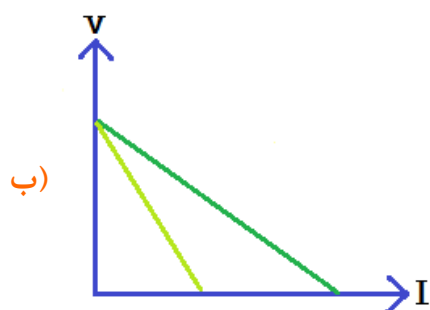
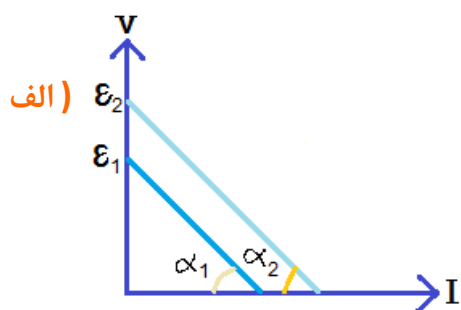
مثال:

نمودار زیر برای یک باتری رسم شده است. هنگامی که این باتری به یک مقاومت $2/5$ اهم بسته شود چه جریانی از مدار خواهد گذشت؟



مثال:

هریک از نمودارهای زیر برای دو باتری رسم شده است در هر کدام نیروی محرکه و اختلاف پتانسیل را باهم مقایسه کنید؟



مثال:

نسبت اختلاف پتانسیل به نیروی محرکه دوسریک باتری $\frac{4}{5}$ است نسبت مقاومت درونی به مقاومت خارجی چقدر است؟

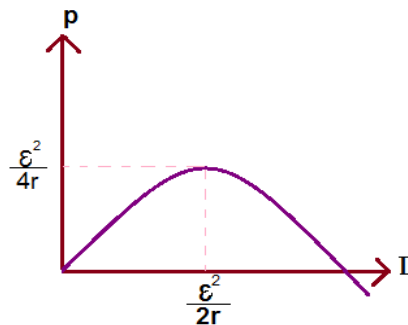
توان مولد:

باتوجه به رابطه ی مربوط به توان یک وسیله ی الکتریکی ($p = VI$) می توان توان یک مولد را در مدار به صورت مقابل حساب کرد:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow p = (\varepsilon - Ir) \times I \Rightarrow \boxed{P = \varepsilon I - I^2 r}$$

نکته:

با توجه به رابطه ی فوق توان مولد تابعی درجه دوم از جریان گذرنده از آن است بنابراین نمودار آن به صورت یک سهمی خواهد بود:



Max در نقطه ی $I = \frac{-b}{2a} = \frac{\varepsilon}{2r}$

$$p_{Max} = \varepsilon \times \frac{\varepsilon}{2r} - \left(\frac{\varepsilon}{2r}\right)^2 \times r =$$

$$\frac{\varepsilon^2}{2r} - \frac{\varepsilon^2}{4r^2} \times r \Rightarrow p_{Max} = \frac{2\varepsilon^2 - \varepsilon^2}{4r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{p_{Max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}}$$

توان مفید

$$p = \varepsilon I - I^2 r$$

توان تولیدی

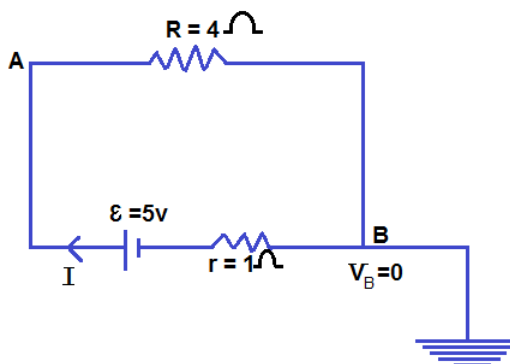
توان تلف شده

مثال:

دریک مدار توان مولدی بیشینه است نسبت مقاومت درونی به مقاومت خارجی چقدر است؟

مثال:

در مدار زیر موارد زیر را بدست آورید؟



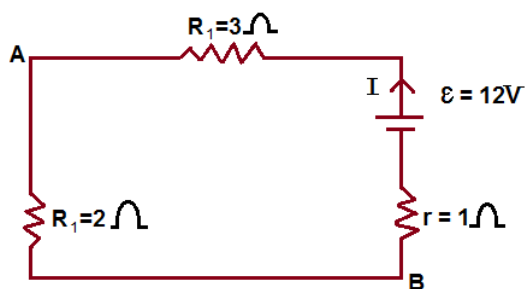
(1) جریان مدار

(2) پتانسیل نقطه ی A

(3) توان مولد

مثال:

در مدار زیر موارد زیر را بدست آورید؟



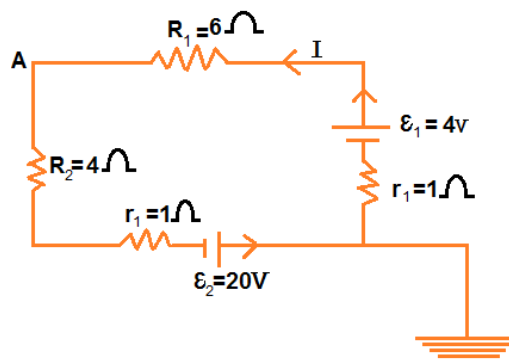
(1) جریان در مدار

(2) $V_A - V_B = ?$

(3) توان مولد

مثال:

باتوجه به مدار زیر موارد زیر را حساب کنید؟



(1) جریان در مدار

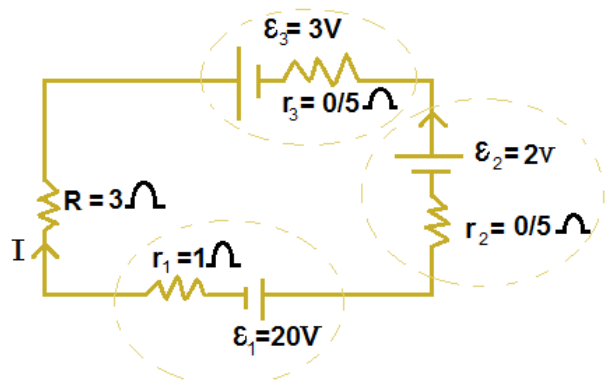
(2) پتانسیل نقطه ی A

(3) توان مصرفی مقاومت R_1

(4) توان مولد (2)

مثال:

باتوجه به مدار زیر موارد زیر را حساب کنید؟



1) جریان مدار

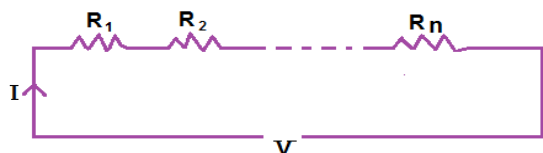
2) توان مصرفی در مقاومت

3) توان مولد (1)

4) توان مولد (3)

به هم بستن مقاومت ها:

الف) به هم بستن متوالی: هرگاه مقاومت ها طوری به هم بسته شوند که یک سر هر کدام به یک سر دیگری وصل باشد به اتصال آنها متوالی گفته می شود. در این حالت جریان یکسانی از تمام مقاومت ها خواهد گذشت.



$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I$$

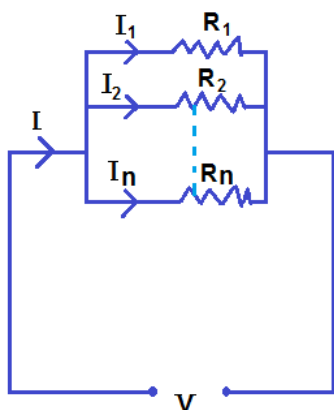
$$R_T I = R_1 I + R_2 I + \dots + R_n I \Rightarrow$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$\Rightarrow R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad \text{مقاومت معادل}$$

در به هم بستن متوالی علامت معادل از تک تک مقاومت ها بزرگتر است. $R_T = nR \Rightarrow$ n مقاومت مشابه R متوالی

ب) به هم بستن موازی: هرگاه دوسر مقاومت ها به دو نقطه ی یکسان وصل باشد به اتصال آنها موازی گفته می شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دوسر تمام مقاومت ها یکسان است.



$$V_1 = V_2 = \dots = V_n = V$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\frac{V}{R_T} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots + \frac{V}{R_n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{مقاومت معادله}$$

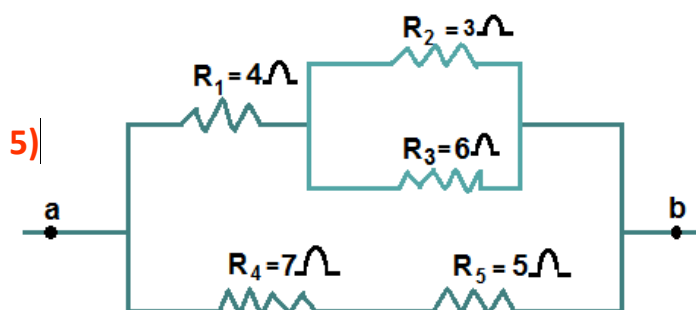
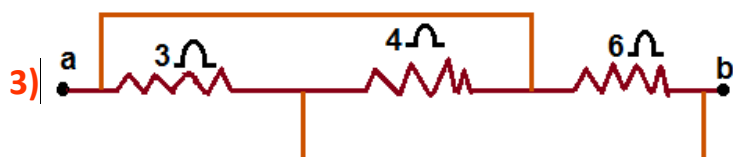
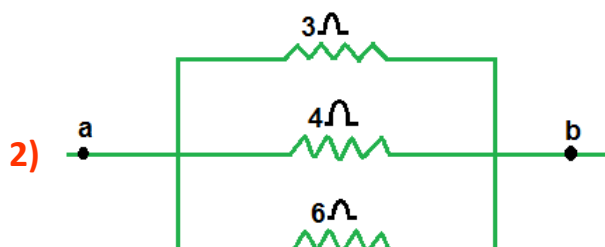
$$\Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_T = \frac{R}{n} \quad \text{برای n مقاومت R موازی}$$

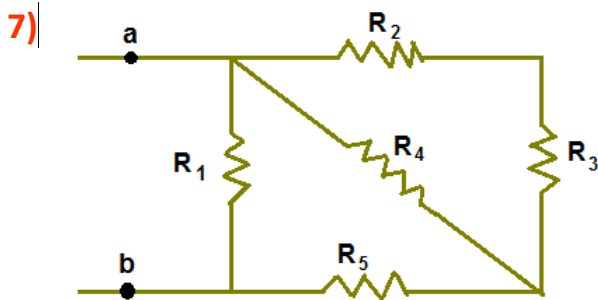
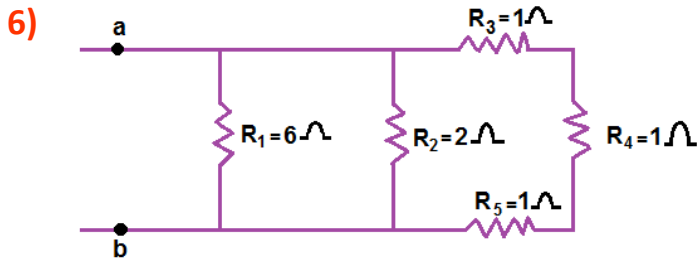
$$\Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{برای دو مقاومت}$$

در به هم بستن موازی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت ها کوچکتر است.

مثال:

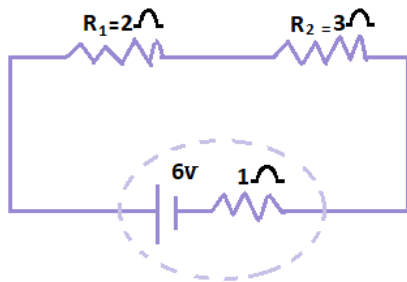
در مدارهای زیر مقاومت معادل را بین نقاط a و b حساب کنید:





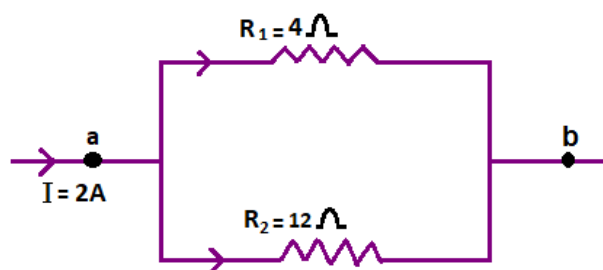
مثال:

در شکل زیر جریان در مدار و اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت های R_1 و R_2 را حساب کنید؟



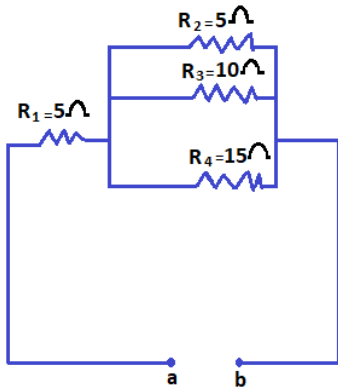
مثال:

در مدار مقابل اولاً اختلاف پتانسیل دو نقطه ی a و b را حساب کنید ثانیاً جریان گذرنده از هر مقاومت را حساب کنید؟



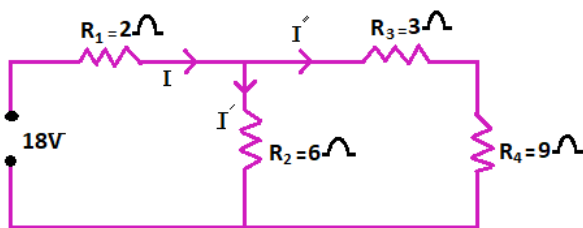
مثال:

در مدار زیر از مقاومت R_4 جریان 2 آمپر می گذرد جریان گذرنده از هر مقاومت و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را حساب کنید؟



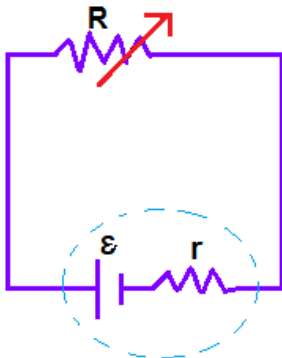
مثال:

در مدار زیر جریان گذرنده از هر مقاومت، اختلاف پتانسیل مقاومت R_3 و انرژی مصرف شده در مقاومت R_2 را در زمان 10 دقیقه حساب کنید؟



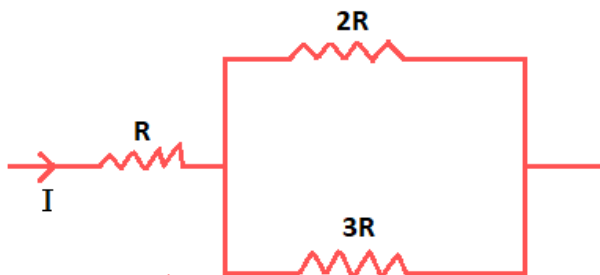
مثال:

در مدار زیر مقاومت رئوستا را افزایش می دهیم اختلاف پتانسیل دو سر مولد چه تغییری می کند؟



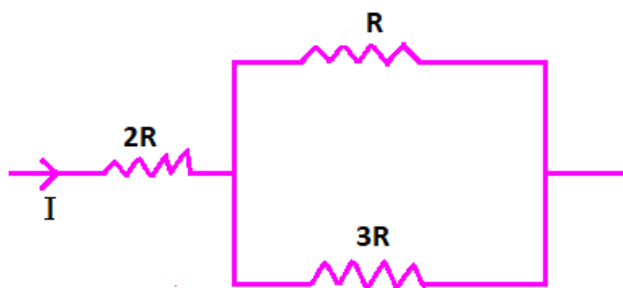
مثال:

در شکل زیر توان مصرفی مقاومت R ، P است توان مصرفی مقاومت های $2R$ و $3R$ چند P است؟



مثال:

در شکل زیر توان مصرفی مقاومت $3R$ ، P است توان مصرفی مقاومت های R ، $2R$ و همچنین توان مصرفی کل مدار چند P است؟



آمپرسنج:

وسیله ای است که شدت جریان الکتریکی را در مدار اندازه گیری می کند و با اجزای هر شاخه ای که در آن قرار می گیرد به صورت متوالی بسته می شود. آمپرسنج نیز مانند هر وسیله ی الکتریکی دیگر دارای مقاومت است و چون به صورت متوالی در مدار قرار می گیرد مقاومت کل مدار را افزایش در نتیجه شدت جریان گذرنده از آن را کاهش می دهد. یعنی در مدار اختلال ایجاد می کند. برای اینکه این اختلال کاهش یابد باید مقاومت آمپرسنج خیلی کم (خیلی کمتر از مقاومت های موجود در مدار) باشد. آمپرسنج ایده آل آمپرسنجی است که مقاومت آن صفر باشد.

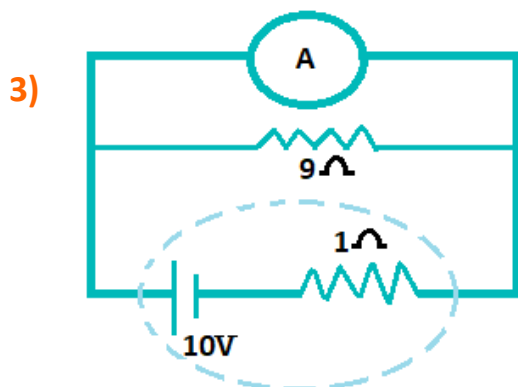
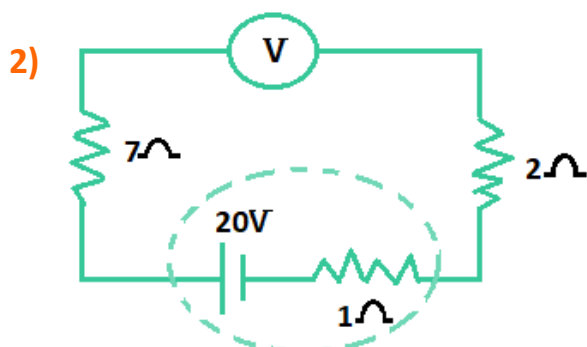
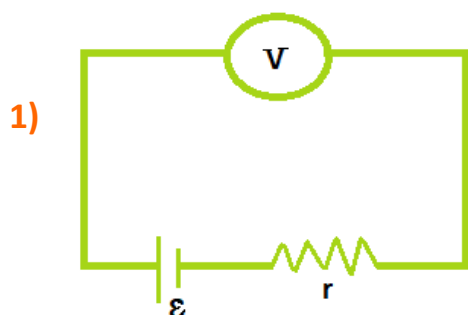
ولت سنج:

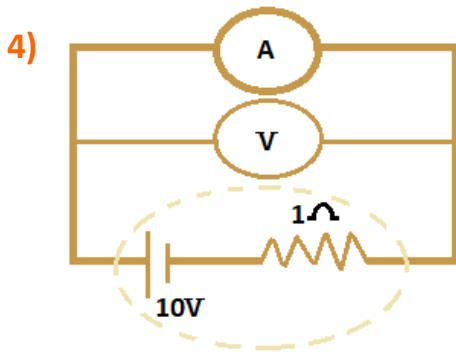
وسیله ای است که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه از مدار را اندازه گیری می کند و با تمام اجزایی که بین آن دو نقطه قرار دارد موازی می شود از ولت سنج نیز مانند هر وسیله الکتریکی جریان می گذرد یعنی پس از قرار دادن ولت سنج در مدار قسمتی از جریان الکتریکی مدار از ولت سنج خواهد گذشت، جریانی که از اجزای موازی با ولت سنج

می‌گذرد کاهش یافته و ولت سنچ عدد کمتری را نشان خواهد داد یعنی ولت سنچ در مدار اختلال ایجاد می‌کند برای کاهش اختلال ولت سنچ در مدار باید از آن جریان کمتری بگذرد چون در مقاومت های موازی از مقاومت بیشتر، جریان کمتری می‌گذرد باید مقاومت ولت سنچ خیلی زیاد (خیلی بیشتر از مقاومت های موجود در مدار) باشد. ولت سنچ ایده آل ولت سنچی است که مقاومت آن ∞ باشد.

مثال:

در مدارهای زیر ولت سنچ ها و آمپرسنچ ایده آل هستند. هر آمپرسنچ یا ولت سنچ چه عددی را نشان می‌دهد؟

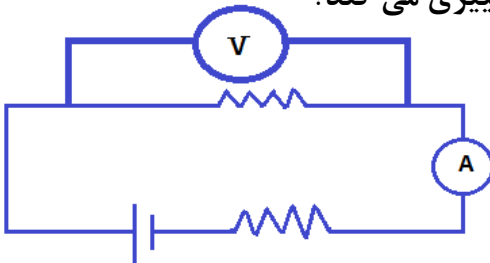




مثال:

در مدار زیر آمپرستج و ولت سنج ایده آل نیستند:

1- اگر ولت سنج را حذف کنیم عددی که آمپرسنج نشان می دهد چه تغییری می کند؟



2- اگر آمپرسنج حذف شود عددی که ولت سنج نشان می دهد چه تغییری می کند؟

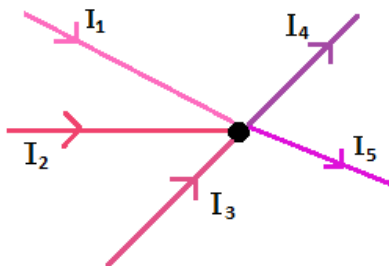
قوانین شیرکهدف:

1) قانون گره: مجموع کل جریان های مربوط به شاخه های یک گره صفر است.

❖ قانون گره نتیجه ای از قانون پایستگی بار الکتریکی است.

❖ باتوجه به قانون گره مجموع کل جریان هایی که به یک گره وارد می شوند با کل جریان هایی که از آن گره

خارج می شوند برابر است



(2) قانون حلقه: مجموع کل اختلاف پتانسیل ها در یک حلقه ی بسته صفر است.

❖ قانون حلقه نتیجه ای از قانون پایستگی انرژی است.

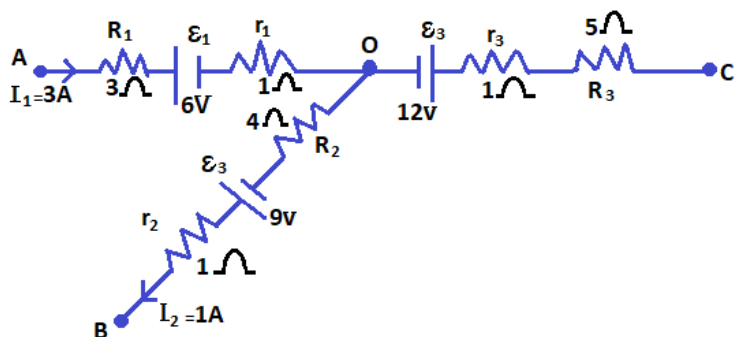
حل مسائل مربوط به مدارهای چند حلقه:

برای حل این مسائل باید دانست هر مدار n شاخه دارای $n-1$ حلقه ی مستقل است.

- (1)** قانون گره برای کلیه ی شاخه ها یک معادله ایجاد می کند.
- (2)** قانون حلقه برای هر حلقه ی مستقل یک معادله ایجاد می کند.
- (3)** از مجموع این دو قانون برای مدار n شاخه معادله به دست می آید با حل دستگاه چند معادله چند مجهول مسئله حل می شود.

مثال:

مدار زیر را در نظر بگیرید و موارد زیر را حساب کنید؟



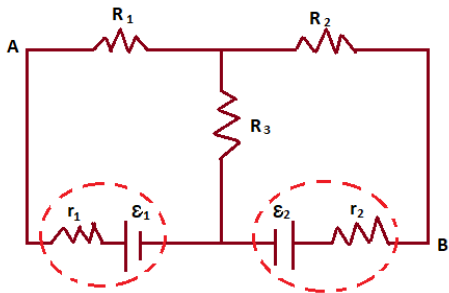
(1) جریان در شاخه OC؟

(2) $V_C - V_A = ?$

(3) $V_B - V_C = ?$

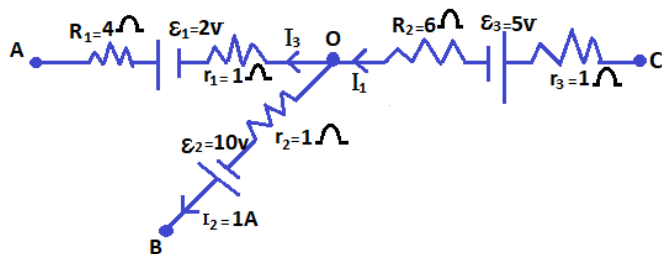
مثال:

در مدار زیر اولاً شدت جریان را در هر شاخه حساب کنید ثانیاً اختلاف پتانسیل دو نقطه ی A و B را بدست آورید.



مثال:

شکل زیر قسمتی از یک مدار را نشان می دهد اگر $V_B - V_C = -10\text{V}$ باشد موارد زیر را حساب کنید؟



(1) I_1 و I_3

(2) $V_B - V_A$

مثال:

در مدار زیر جریان هر شاخه، $V_A - V_B$ و توان مولد شماره (2) را حساب کنید؟

