

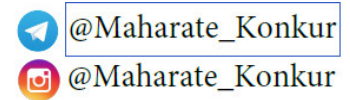
-۱

نیروی محرکه‌ی مولد

انرژی الکتریکی منتقل شده (ژول) $\rightarrow \varepsilon = \frac{U}{q}$ ← نیروی محرکه‌ی مولد (ولت)
 بار الکتریکی جابه‌جا شده (کولن) \rightarrow

انرژی الکتریکی منتقل شده به بار از طرف مولد (کار انجام شده توسط مولد)

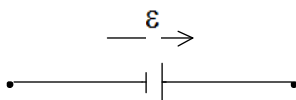
$$\leftarrow U = \varepsilon q \Rightarrow U = \varepsilon It$$



-۲

جهت نیروی محرکه‌ی الکتریکی

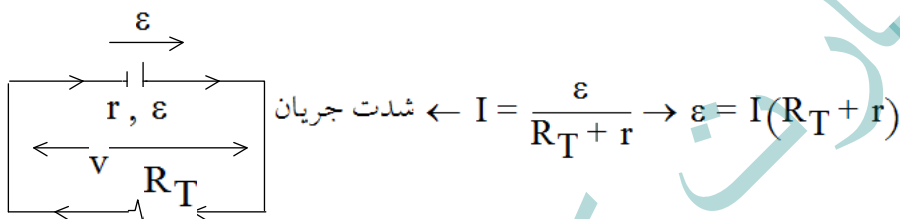
می‌توان برای نیروی محرکه‌ی مولد، جهتی را از قطب منفی به طرف قطب مثبت تعریف نمود که در واقع همان جهتی است که مولد می‌خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند.



-۳

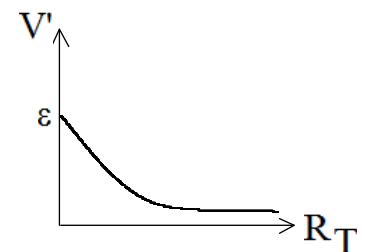
مدار تک حلقه

در یک مدار تک حلقه با یک مولد همواره جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد در مدار برقرار می‌شود.

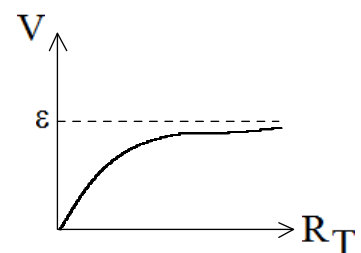


$$\leftarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow \varepsilon = I(R_T + r)$$

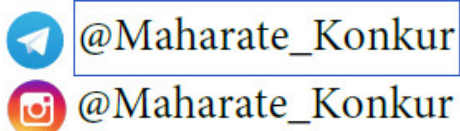
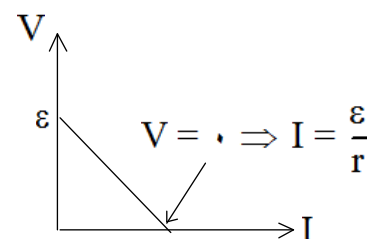
افت پتانسیل در داخل مولد $\leftarrow V' = rI \rightarrow V' = r \left(\frac{\varepsilon}{R_T + r} \right)$



اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\leftarrow V = R_T I \rightarrow V = R_T \left(\frac{\varepsilon}{R_T + r} \right)$



اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\leftarrow V = \varepsilon - rI$



-۴

اختلاف پتانسیل دو سر مولد در مدار تک حلقه و تک مولد

در یک مدار تک حلقه با یک مولد (مدار ساده الکتریکی) اختلاف پتانسیل دو سر مولد که با رابطه‌ی $V = \varepsilon - rI$ محاسبه می‌شود با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی مدار ($V = R_T I$) برابر است.

-۵

پیشینه‌ی جریان تولیدی توسط مولد

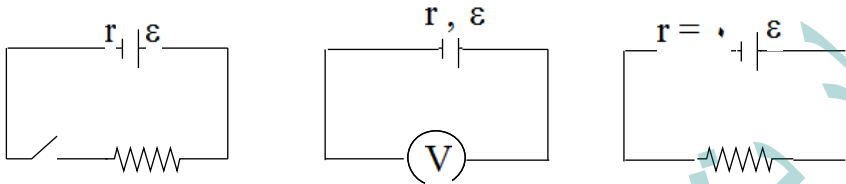
اگر مقاومت خارجی مدار برابر صفر باشد یا دو سر مولد را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر می‌شود و شدت جریان پیشینه‌ای که از آن عبور می‌کند برابر خواهد بود با:

$$R_T = 0 \Rightarrow V_{\text{مولد}} = 0 \Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

-۶

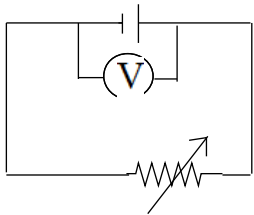
پیشینه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد

اگر مقاومت خارجی مدار خیلی بزرگ باشد و یا توسط یک کلید مدار باز شود و یا در دو سر مدار مولد فقط یک ولت‌سنج ایده‌آل وصل شود و یا مقاومت درونی مولد ناچیز باشد اختلاف پتانسیل دو سر مولد پیشینه و برابر نیروی محرکه مولد خواهد بود.



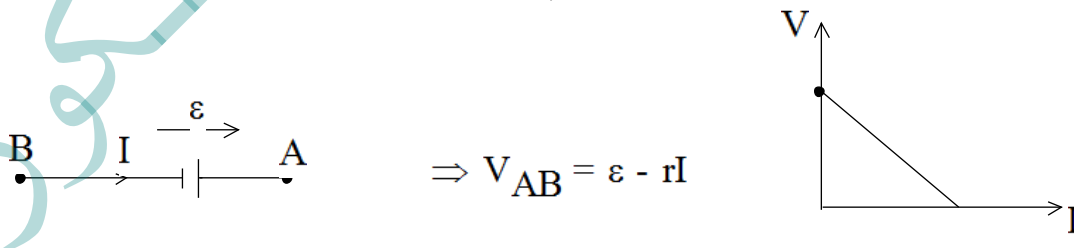
$$\Rightarrow \begin{cases} R = \infty \Rightarrow I = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \varepsilon \\ r = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \varepsilon \end{cases}$$

-۷ نکته : وقتی مقاومت الکتریکی مدار تغییر می‌کند و نحوه‌ی تغییر اختلاف پتانسیل دو سر مولد را بخواهیم، مناسب‌تر است که از رابطه‌ی $V = \varepsilon - Ir$ استفاده می‌کنیم.

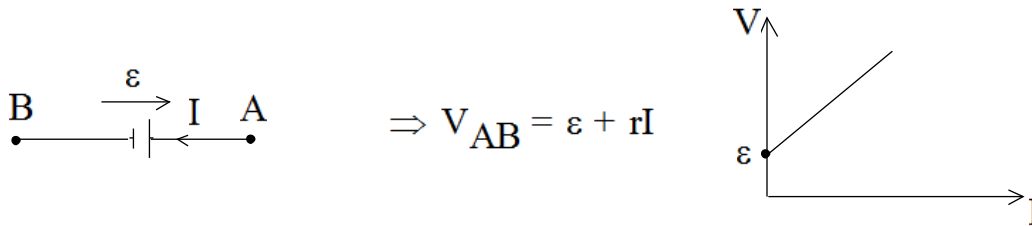


$$R \uparrow \Rightarrow \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad , \quad R \uparrow \Rightarrow I \downarrow \\ V = \varepsilon - rI \quad , \quad I \downarrow \Rightarrow rI \downarrow \Rightarrow V \uparrow \end{cases}$$

-۸ نکته : اگر از یک مولد، جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی خودش جریان الکتریکی را ایجاد کرده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $\varepsilon - rI$ است.

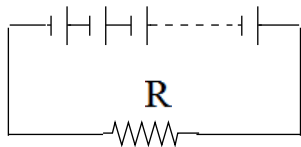


۹- نکته : اگر از یک مولد جریانی الکتریکی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی جریانی الکتریکی توسط مولد دیگری از آن عبور داده شده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $\varepsilon + rI$ است.



مدار تک حلقه با چند مولد مشابه

اگر در یک مدار تک حلقه چند مولد مشابه که نیروی محرکه‌ی تمام آن‌ها هم‌جهت است قرار داشته باشد، می‌توان فرض کرد که نیروی محرکه کل این مدار برابر $n\varepsilon$ و مقاومت درونی آن‌ها برابر nr می‌باشد.

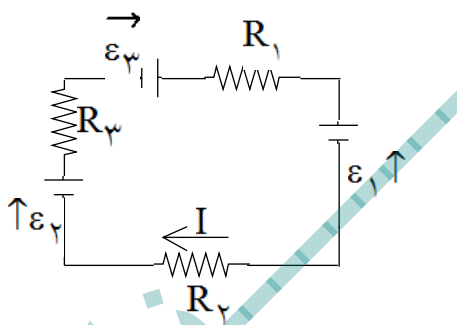


$$\varepsilon_T = n\varepsilon \quad r_T = nr \quad \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_T}{R + r_T} \Rightarrow I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$$

مدار تک حلقه با چند مولد متفاوت

در مداری تک حلقه با چند مولد متفاوت که نیروی محرکه‌هایی در جهت‌های مخالف دارند، برای مدار جریانی الکتریکی در یک جهت دلخواه در نظر بگیرید و سپس نیروی محرکه‌ی مولدهایی که در جهت جریانی الکتریکی هستند با علامت مثبت و آن‌هایی که در خلاف جهت جریانی الکتریکی می‌باشند را با علامت منفی در رابطه‌ی زیر بکار ببرند.

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + \sum r} \quad \leftarrow \text{شدت جریانی الکتریکی در مدار تک حلقه}$$



$$\Rightarrow I = \frac{-\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{(R_1 + R_2 + R_3) + (r_1 + r_2 + r_3)}$$

اگر در رابطه‌ی بالا I مثبت محاسبه شود یعنی جهت جریانی الکتریکی انتخاب شده درست است و اگر منفی محاسبه گردد یعنی اندازه آن درست است اما جهت آن مخالف جهت انتخاب شده می‌باشد.

تغییر پتانسیل در عبور از یک مقاومت

اگر از یک مقاومت الکتریکی در جهت جریانی الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت جریانی الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI افزایش خواهد یافت.

-۱۳

توان یک مولد

انرژی الکتریکی تولید شده توسط یک مولد (انرژی ذخیره شده توسط آن) طبق رابطه‌ی $U = \varepsilon q$ یا $U = \varepsilon It$ قابل محاسبه است که قسمتی از این انرژی در مقاومت درونی خود مولد به گرما تبدیل می‌شود.

توان تولیدی $U = \varepsilon It \Rightarrow$ انرژی الکتریکی

توان تلف شده $P_r = rI^2 \Rightarrow U_p = rI^2 t$ انرژی الکتریکی تلف شده در مقاومت درونی

توان مفید $P' = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow U' = \varepsilon It - rI^2 t$ انرژی الکتریکی مفید یا خارج شده از مولد

-۱۴

بیشینه‌ی توان مفید یک مولد

با تغییر مقاومت خارجی متصل به یک مولد و در نتیجه تغییر جریان الکتریکی گرفته شده از مولد، توان خروجی مولد تغییر می‌کند که به ازای I و R معینی، توان خروجی مولد به بیش‌ترین مقدار می‌رسد.

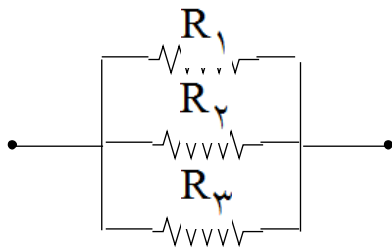
شدت جریانی که به ازای آن توان مفید بیشینه است. $\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{2r}$ $\Rightarrow \frac{dP'}{dI} = \varepsilon - 2rI = 0$ $P' = \varepsilon I - rI^2$ توان مفید

مقاومت خارجی مدار وقتی توان مفید بیشینه است. $R = r$ $I = \frac{\varepsilon}{2r}$

ولتاژ دو سر مولد وقتی توان مفید بیشینه است. $V = \frac{\varepsilon}{2}$ $V = \varepsilon - Ir$ ولتاژ دو سر مولد $I = \frac{\varepsilon}{2r}$

به هم بستن مقاومت‌ها

مقاومت معادل موازی



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

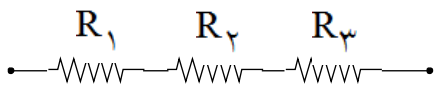
حالت خاص: دو مقاومت R_1 و R_2 موازی شوند.

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

حالت خاص: n مقاومت مشابه موازی شوند.

$$R_T = \frac{R}{n}$$

مقاومت معادل سری

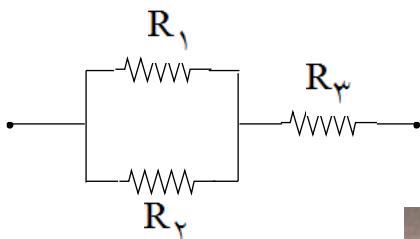


$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

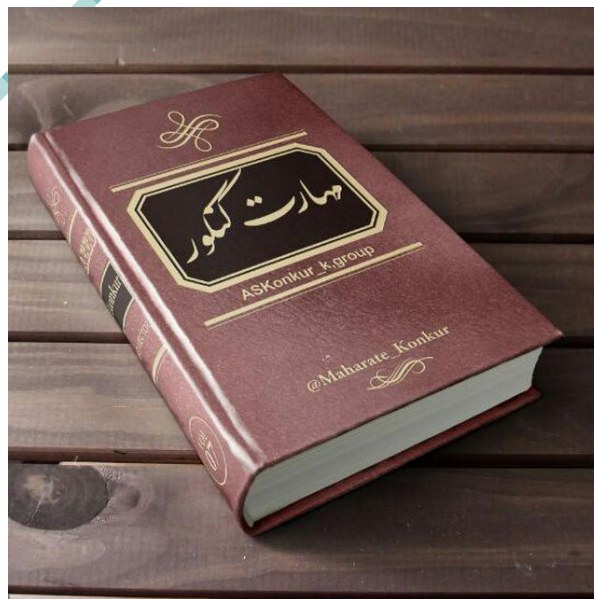
حالت خاص: n مقاومت مشابه متوالی شوند.

$$R_T = nR$$

مثال :



$$R_T = R_3 + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$



@Maharate_Konkur



@Maharate_Konkur

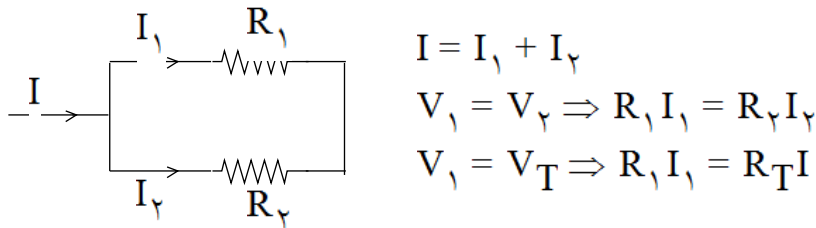
-۱۶

جریان و اختلاف پتانسیل در مقاومت‌های موازی و متوالی

موازی

۱- اختلاف پتانسیل مقاومت‌های موازی با یکدیگر برابر است.

۲- شدت جریان الکتریکی بین مقاومت‌های موازی متناسب با عکس مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه از شاخه‌ی با مقاومت کوچک‌تر شدت جریان بیشتری عبور می‌کند.

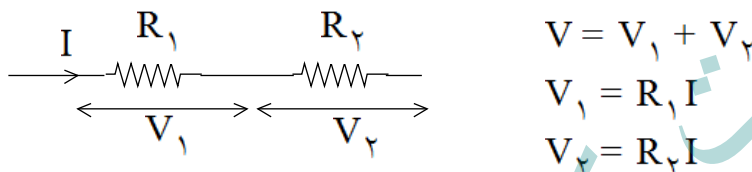


در شکل بالا اگر $R_1 = 3R_2$ باشد در این صورت $I_1 = \frac{1}{3}I_2$ خواهد بود (تقسیم شدت جریان متناسب با معکوس اندازه مقاومت‌ها)

متوالی

۱- شدت جریان در مقاومت‌های متوالی با یکدیگر برابر است.

۲- اختلاف پتانسیل بین مقاومت‌های متوالی متناسب با اندازه مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه در دو سر مقاومت کوچک‌تر، اختلاف پتانسیل کم‌تری ایجاد می‌شود.

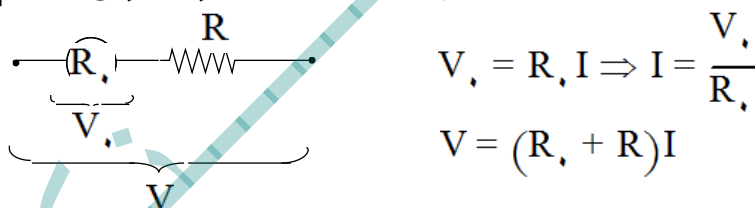


در شکل بالا اگر $R_1 = 3R_2$ باشد در این صورت $V_1 = 3V_2$ خواهد بود (تقسیم ولتاژ متناسب با اندازه مقاومت‌ها)

-۱۷

افزایش حدود اندازه‌گیری ولت‌سنج

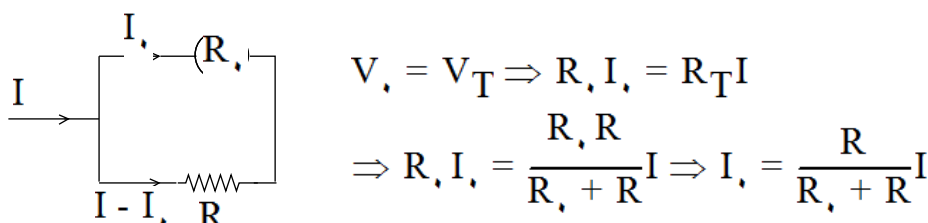
برای تبدیل یک ولت‌سنج به مقاومت درونی R_v که حداکثر ولتاژ V_v را اندازه‌گیری می‌کنند. به ولت‌سنجی که ولتاژ بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت بزرگ را با آن به‌طور متوالی ببندیم.



-۱۸

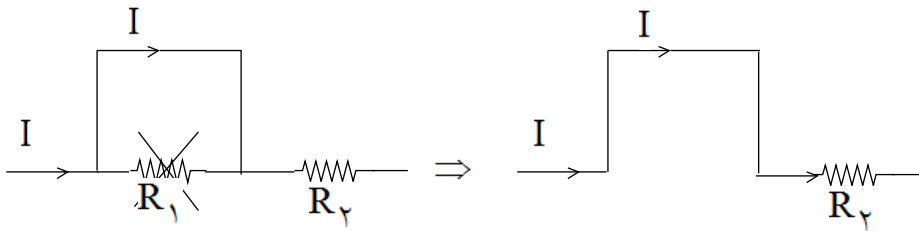
افزایش حدود اندازه‌گیری آمپرسنج

برای تبدیل یک آمپرسنج به مقاومت درونی R_v که حداکثر شدت جریان I_v را اندازه‌گیری می‌کنند. به آمپرسنجی که شدت جریان بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت کوچک را به‌طور موازی ببندیم.

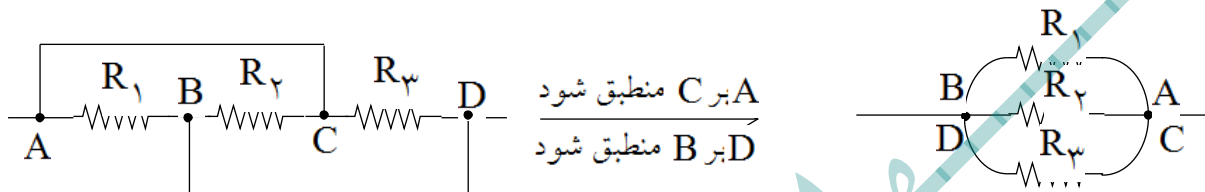


کاربرد سیم اتصال کوتاه در مدارهای الکتریکی

اگر یک سیم بدون مقاومت به دو سر یک مقاومت الکتریکی متصل شود، آن مقاومت را از مدار حذف می‌کند.



۲۰- نکته: یک سیم بدون مقاومت الکتریکی که دو نقطه از مداری را به یکدیگر وصل می‌کند باعث می‌شود که پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه با یکدیگر برابر شود. لذا با قرار دادن دو نقطه بر یک دیگر می‌توان شکل ساده‌تری از مدار را به دست آورد.



انرژی الکتریکی مصرفی در مجموعه‌ی مقاومت‌ها

مناسب‌ترین رابطه برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی (توان گرمایی) در مقاومت‌ها رابطه‌ی

$P = RI^2$ است، اما اگر دو مقاومت الکتریکی موازی باشند، رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ نیز برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی آن‌ها مناسب خواهد بود.

$$\begin{aligned} & \text{Circuit with } R_1 \text{ and } R_2 = 3R_1 \text{ in series} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 \\ P_2 = R_2 I^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Circuit with } R_1 \text{ and } R_2 = 3R_1 \text{ in parallel, voltage } V \text{ across them} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{V^2}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Circuit with } R_1 = 3\Omega, R_2 = 9\Omega, R_3 = 18\Omega \text{ in parallel, total current } I \text{ entering } R_1 \text{ branch} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I_1^2 = 3(3I)^2 = 27I^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = 9(I)^2 = 9I^2 \Rightarrow P_3 < P_1 < P_2 \\ P_3 = R_3 I_3^2 = 18I^2 \end{cases} \end{aligned}$$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_2 \times 9 = I_3 \times 18 \Rightarrow I_2 = 2I_3$$

-۲۲

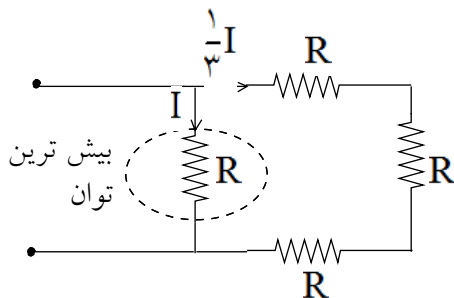
حداکثر توان مصرفی مقاومت‌ها

اگر چند مقاومت الکتریکی مشابه در مدار قرار داشته باشند همواره مقاومتی که بیشترین شدت جریان الکتریکی از آن می‌گذرد، بیشترین توان الکتریکی را به مصرف می‌رساند. در مسئله‌هایی که بیشترین توان الکتریکی مقاومت‌های مشابه معلوم است ابتدا معین کنید که کدام مقاومت الکتریکی بیشترین توان را خواهد داشت (همان مقدار مشخص شده در مسئله) و سپس با محاسبه‌ی مقاومت معادل بقیه‌ی مقاومت‌های باقیمانده، توان الکتریکی آن‌ها را نیز معلوم کنید.

$P = RI^2 \Rightarrow$ شاخه با مقاومت R بیشترین شدت جریان و بیشترین توان را دارد

$$P' = RI'^2 = 3R \left(\frac{1}{3}I \right)^2 = \frac{1}{3}RI^2$$

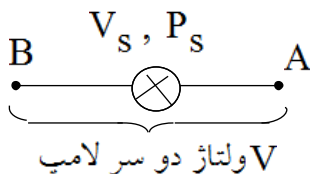
$$P_T = P + P'$$



-۲۳

مصرف کننده‌های الکتریکی (لامپ‌ها)

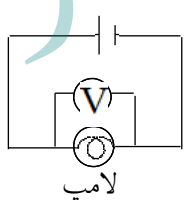
روی هر مصرف کننده‌ی الکتریکی توسط کارخانه‌ی سازنده مقدار بیشترین ولتاژ (ولتاژ اسمی V_s) و بیشترین توان مصرفی (توان اسمی P_s) نوشته می‌شود که با داشتن ولتاژ اسمی و توان اسمی، مقاومت الکتریکی یک مصرف کننده قابل محاسبه است.



$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_s = \frac{V_s^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_s^2}{P_s}$$

۲۴- نکته : وقتی چند لامپ برای کار با برق شهر ساخته شده‌اند (V_s یکسان)، لامپی که روی آن توان اسمی بیشتری نوشته شده است مقاومت الکتریکی کوچکتری دارد.

۲۵- نکته : اگر یک لامپ به ولتاژ اسمی‌اش V_s وصل شود توان P_s را مصرف می‌کند و اگر به ولتاژ بالاتر از V_s وصل شود می‌سوزد و چنانچه به ولتاژی کمتر از V_s وصل گردد، توان مصرفی آن نیز متناسب با V^2 کمتر از P_s خواهد بود.



$$P = \frac{V^2}{R} \quad \Rightarrow \quad \frac{P}{P_s} = \left(\frac{V}{V_s} \right)^2$$

$$P_s = \frac{V_s^2}{R}$$

-۲۶

توان مصرفی کل لامپ‌های موازی متصل به برق شهر چنانچه چند لامپ به‌طور موازی به یک دیگر بسته شده و مجموعه را به برق شهر (V_S به ولتاژ) وصل کنیم، ولتاژ دو سر هر لامپ برابر V_S بوده و هر لامپ توان اسمی P_S را مصرف می‌کند. در نتیجه:

$$P_T = P_{1S} + P_{2S} + P_{3S} + \dots$$

توان مصرفی کل لامپ‌های موازی متصل به برق شهر

-۲۷

توان مصرفی کل لامپ‌های متوالی به برق شهر اگر لامپ‌ها به‌طور متوالی به یک‌دیگر بسته شده و مجموعه را به ولتاژ V_T وصل کنیم با محاسبه‌ی مقاومت کل مدار، توان الکتریکی کل لامپ‌ها قابل محاسبه است.

$$P_T = \frac{V_T^2}{R_T} = \frac{V_T^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_T^2}{\frac{V_S^2}{P_1} + \frac{V_S^2}{P_2} + \frac{V_S^2}{P_3}}$$

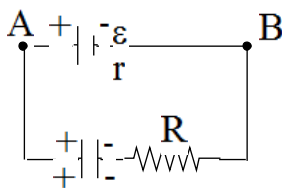
توان مصرفی لامپ‌های متوالی

-۲۸

اتصال مقاومت و خازن در مدار

(الف) خازن در شاخه‌ی اصلی باشد

اگر خازن در شاخه‌ی اصلی مدار قرار گرفته باشد، پس از پر شدن خازن، جریان مدار قطع می‌شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن با نیروی محرکه‌ی مولد برابر می‌شود.



$$q = CV \quad (\text{خازن } V = \varepsilon)$$

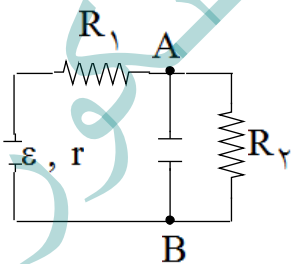
در این شکل پس از پر شدن خازن، جریان مدار صفر می‌شود. چون جریانی از مقاومت عبور نمی‌کند، عملاً مقاومت در مدار بی‌تأثیر است. در نتیجه ولتاژ خازن با ولتاژ دو سر مولد برابر است.

-۲۹

اتصال مقاومت و خازن در مدار

(ب) خازن با یکی از اجزای مدار موازی است

در این حالت با پر شدن جریان اصلی مدار قطع نمی‌شود، ولی جریان شاخه‌ای که خازن در آن قرار دارد، قطع خواهد شد. بنابراین ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ آن قسمت از مدار که با خازن موازی است، برابر می‌گردد. مثلاً در شکل زیر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر است.

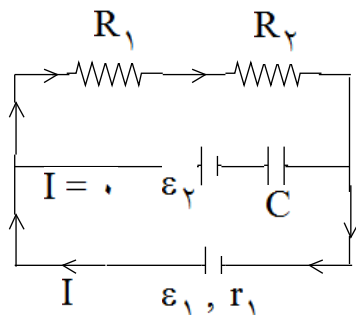


$$q = CV \quad (\text{خازن } V = IR_2)$$

-۳۰

اتصال مقاومت و خازن در مدار

پ) خازن در شاخه‌ی اصلی نباشد و با هیچ جزیی نیز موازی نباشد در این حالت ولتاژ دو سر خازن را V_C فرض می‌کنیم و با حرکت روی حلقه‌ای از مدار که شامل خازن نیز می‌شود، تغییر اختلاف پتانسیل‌های حلقه را می‌نویسیم. در شکل زیر در شاخه‌ای که خازن است، شدت جریان برابر صفر می‌باشد.



$$I = \frac{\epsilon_1}{(R_1 + R_2) + r_1}$$

$$-IR_1 - IR_2 - V_C + E_1 = 0 \Rightarrow V_C = ? \quad (\text{حلقه ی بالا})$$

-۳۱

قانون‌های کیرشهف

قانون شدت جریان‌ها: مجموع جریان‌های که به هر گره (یعنی نقطه‌ای که اجزای مدار در آن نقطه به هم متصل شده‌اند) می‌رسند برابر مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه خارج می‌شوند.

خروجی $I = I$ ورودی

قانون اختلاف پتانسیل‌ها: در هر حلقه یا هر مدار بسته، مجموع جبری اختلاف پتانسیل‌ها صفر است.

$$\sum V_{\text{حلقه}} = 0$$

-۳۲

تحلیل مدار

اگر n شاخه در مدار وجود داشته باشد، برای حل مدار به n معادله نیاز داریم.

الف) ابتدا برای هر شاخه، جریانی در جهت دل‌خواه انتخاب می‌کنیم و قانون شدت جریان‌ها را برای هر گره می‌نویسیم.

ب) قانون اختلاف پتانسیل را برای هر حلقه (مسیر بسته) می‌نویسیم و با داشتن n معادله، جریان‌های هر شاخه را به دست می‌آوریم.

اگر جریان الکتریکی عددی منفی به دست آید جهت آن برعکس جهت انتخاب شده است.

-۳۳ عوامل موثر در مقاومت رسانای فلزی

مقاومت یک رسانای فلزی در دمای ثابت به طول، سطح مقطع و جنس آن بستگی دارد. رابطه‌ی زیر بستگی مقاومت را به سه عامل مذکور بیان می‌کند.

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

در این رابطه ρ مقاومت ویژه برحسب اهم‌متر (Ωm)، l طول رسانا برحسب متر (m) و A مساحت سطح مقطع سیم برحسب متر مربع (m^2) می‌باشد.

۳۴- اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی

در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت ویژه و در نتیجه افزایش مقاومت رسانا می‌شود. اگر افزایش دما زیاد نباشد مقاومت ویژهی جسم با رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\rho_T = \rho_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$\Delta\theta$ میزان افزایش دما برحسب کلون (یا درجه سلسیوس) است و α ضریب دمایی مقاومت ویژه برحسب K^{-1} (برکلون) می‌باشد. پس مقدار R_T نیز با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

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

۳۵- شدت جریان متوسط

بار شارش شده شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط گویند.

شدت جریان متوسط از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

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

یکای شدت جریان آمپر نام دارد. در این رابطه Δt برحسب ثانیه و Δq برحسب کولن است.

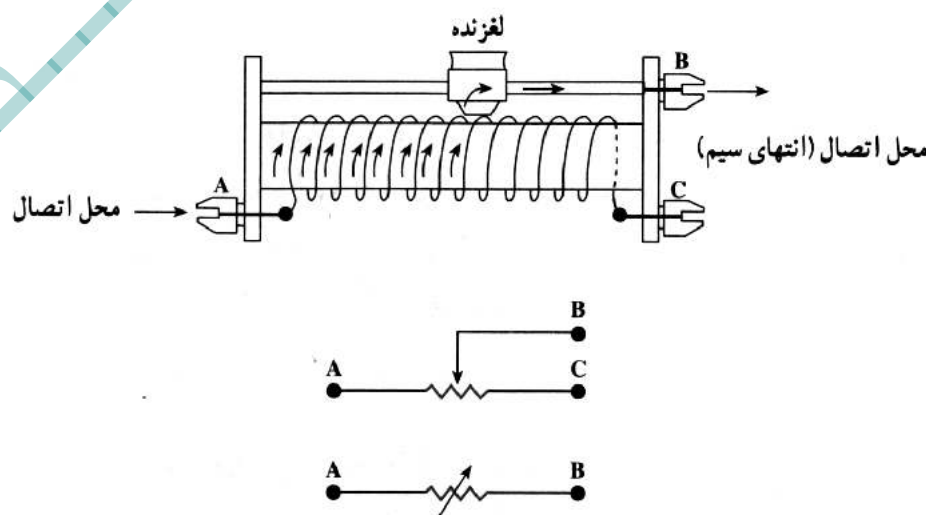
۳۶- جریان مستقیم

اگر در تمام بازه‌های زمانی شدن جریان متوسط ثابت بماند، جریان را مستقیم می‌نامیم. در شدت جریان مستقیم شدت جریان لحظه‌ای و شدت جریان متوسط برابر است. در این صورت رابطه‌ی شدت جریان به شکل زیر تبدیل می‌شود.

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

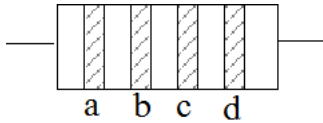
۳۷- مقاومت متغیر

مقاومت متغیر وسیله‌ای برای تنظیم و کنترل شدت جریان در یک مدار می‌باشد. نوعی از آن موسوم به رئوستا از یک سیم بالا مانند تنگستن ساخته می‌شود که دور یک استوانه‌ای نارسانا پیچیده می‌شود. لغزنده‌ای روی سیم قرار دارد که با حرکت آن می‌توان هر قسمت از مدار را که نیاز است در مدار قرار داد.



۳۸- کد رنگی مقاومت‌ها

برای تعیین مقدار مقاومت ساخته به جای نوشتن مقدار مقاومت از ۴ نوار رنگی روی آن استفاده می‌شود. هر رنگ نماینده‌ی یک عدد است.



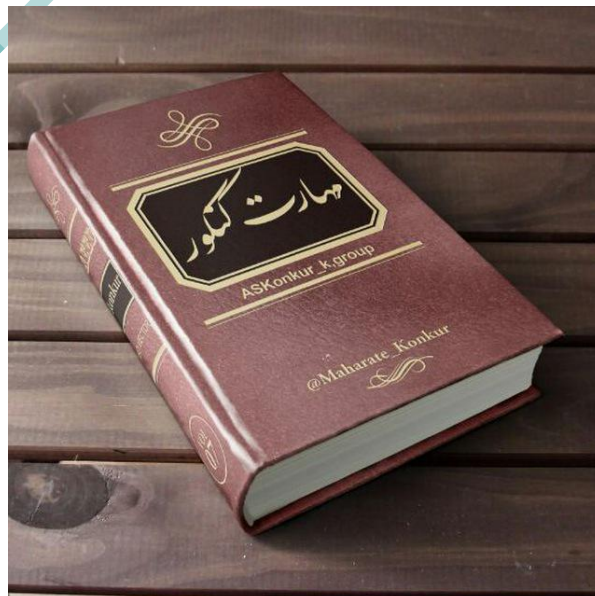
$$R = (10a + b) \times 10^c \pm d\%$$

دو نوار اول و دوم از سمت چپ رقم‌های اول و دوم مقاومت را مشخص می‌کنند. نوار سوم تعیین کننده‌ی تعداد صفرهای مقابل این دو رقم است و نوار چهارم نیز درصد خطای مقاومت را مشخص می‌کند.

جدول زیر عددهای مربوط به هر رنگ را مشخص می‌کند.

رنگ	عدد
سیاه	۰
قهوه ای	۱
قرمز	۲
نارنجی	۳
زرد	۴
سبز	۵
آبی	۶
بنفش	۷
سفید	۹

تذکر: رنگ‌های خاکستری و سفید در نوار سوم ظاهر نمی‌شوند.



@Maharate_Konkur



@Maharate_Konkur