@MOJE_KONKUR

** جزوات مخصوص دوران جمع‌بندی

*** برنامه‌ریزی و مشاوره حرفه‌ای

**** متن‌های فوق انگیزشی

گروه آموزشی و مشاوره‌ای موج کنکور

https://telegram.me/moje_konkur

یك فیزیکدان

موازی یا متوالی ؟!

ساده کردن مدار برای تعیین مقاومت یا خازن معادل

مقدمه

در این نوشته قصد داریم روش ساده کردن مدارهای شامل مقاومت وخازن موازی یا متوالی را بررسی کنیم.

چگونه؟

برای ساده کردن مدارهای موازی یا متوالی مقاومت یا خازن، باید ابتدا دو عنصری را که با هم موازی یا متوالی هستند، شناسایی کنید. به جای آن دو معادل قرار دهید و این عمل را بین دو عنصر دیگر تکرار کنید تا نهایتاً یک عنصر بماند.

اما دو عنصر در چه شرایطی با هم موازی یا متوالی هستند؟

ـ اگر دو عنصر دو سرشان به یک نقطه‌ی مشترک وصل باشد، با هم موازیند.

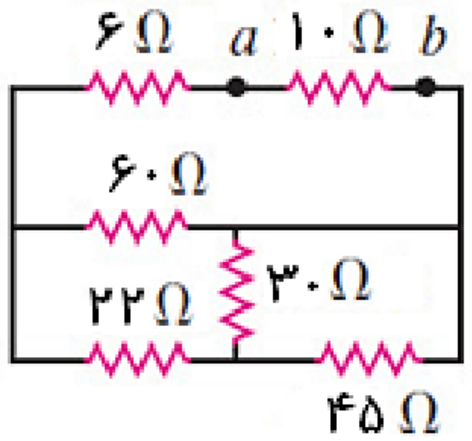
ـ اگر فقط یک سرشان به هم وصل باشد و بینشان گرهی (سه‌راهی و...) نباشد، متوالیند.

و یک نکته‌ی کاربردی هم اینکه در مدارها ما می‌توانیم نقاط هم‌پتانسیل را به هم وصل کنیم، بدون آنکه ماهیت مدار تغییر کند.

کاربرد

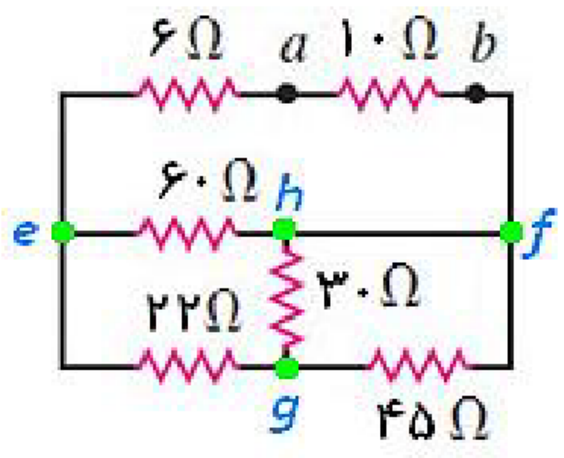
حالا عملاً مطالب بالا را در چند مثال پیاده می‌کنیم.

۱ در مدار شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی a و b را بیابید.

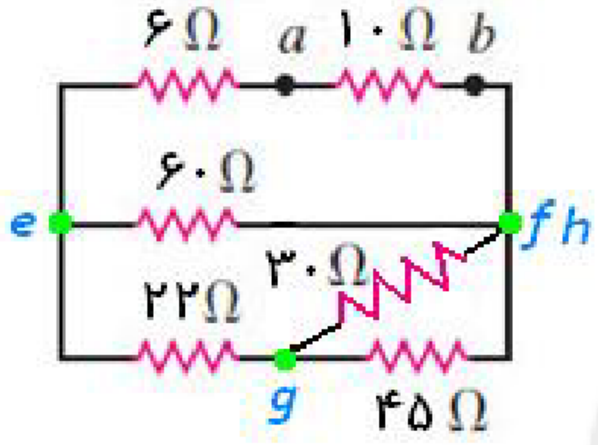


1fizikdan.ir

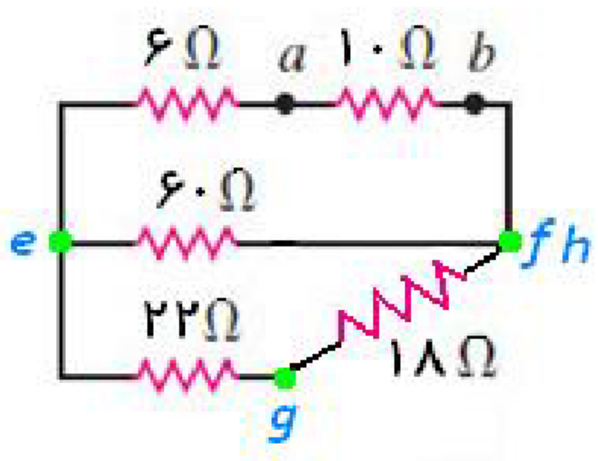
☑ ابتدا مطابق شکل، گره‌های مدار را نامگذاری می‌کنیم.



گره h را به گره f وصل می‌کنیم. چون این دو هم‌پتانسیل هستند و بینشان فقط سیم هست.



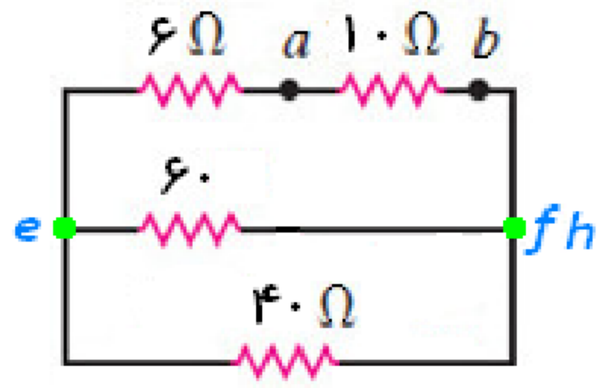
بین ۶ خازن بالا، دنبال خازن‌های متوالی و موازی می‌گردیم. فقط دو خازن ۳۰ اهمی و ۴۵ اهمی با هم موازی هستند. دو سر مقاومت‌های ۴۵ و ۳۰ اهمی به دو نقطه‌ی مشترک g و fh متصل است. بقیه با هم نه موازیند و نه متوالی. پس برای ساده کردن مدار باید از این دو مقاومت شروع کنیم. به جای این دو مقاومت، یک مقاومت ۱۸ اهمی بین دو نقطه‌ی g و fh قرار می‌دهیم.



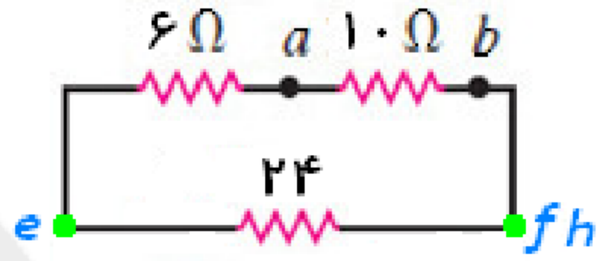
حال دو مقاومت ۱۸ و ۲۲ اهمی در نقطه‌ی g به هم متصلند و بین آنها گرهی نیست؛ یعنی این دو متوالیند. پس این دو را برداشته و یک مقاومت ۴۰ اهمی بین دو نقطه‌ی fh و e قرار می‌دهیم.

@Moje_konkur

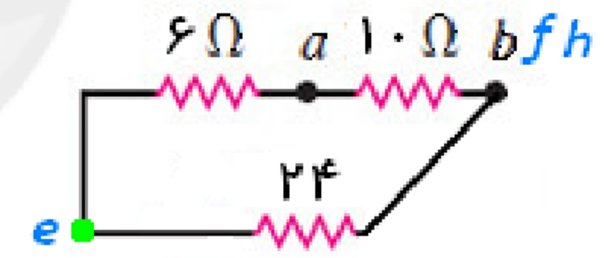
یك فیزیکدان



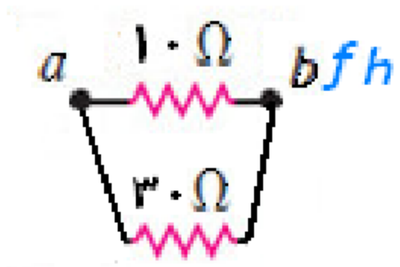
اکنون دو مقاومت ۴۰ و ۶۰ اهمی دو سرشان به دو نقطه‌ی مشترک fh و e متصل است؛ یعنی این دو موازی هستند. پس این دو را برداشته و به جای آنها یک مقاومت ۲۴ اهمی قرار می‌دهیم.



دو نقطه‌ی fh و b هم‌پتانسیل هستند؛ این دو را به هم وصل می‌کنیم.



حال طبق شکل بالا، دو مقاومت ۶ و ۲۴ اهمی در نقطه‌ی e به هم متصل هستند و بین آنها گرهی نیست؛ یعنی این دو متوالی هستند. پس این دو را برداشته و یک مقاومت ۳۰ اهمی در شاخه‌ی پایین بین a و b قرار می‌دهیم.

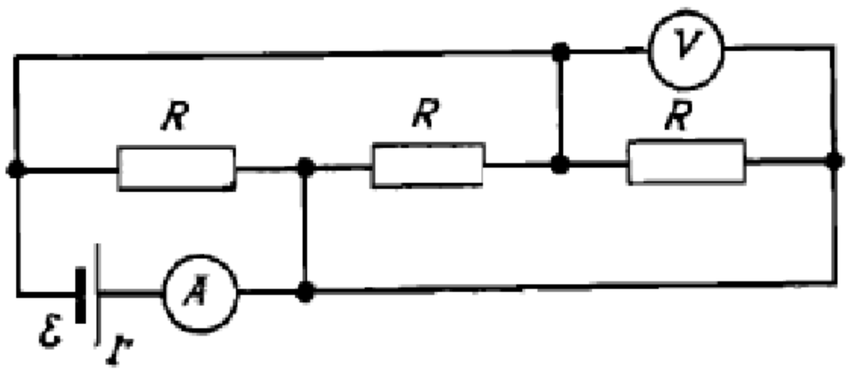


و سرانجام این دو مقاومت ۳۰ و ۱۰ اهمی که دو سرشان به نقاط مشترک a و bfh بسته شده‌اند، با هم موازیند و معادل آنها یک مقاومت ۷٫۵ اهمی است.

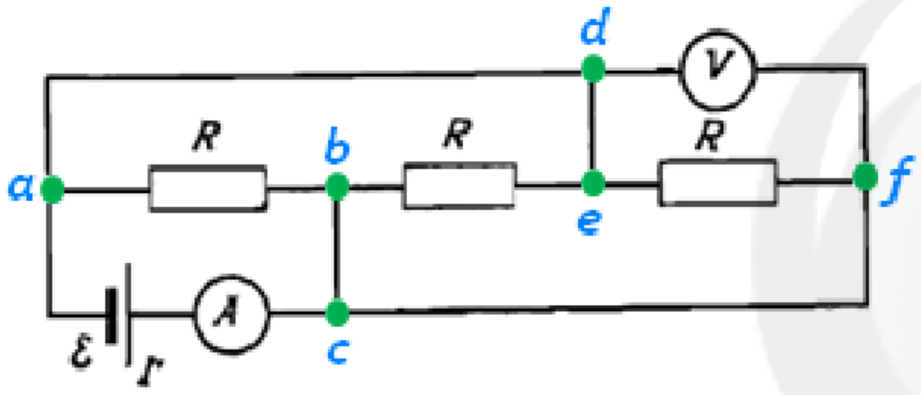
1fizikdan.ir

پس مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی a و b در مثال ۱ برابر ۷٫۵ اهم است.

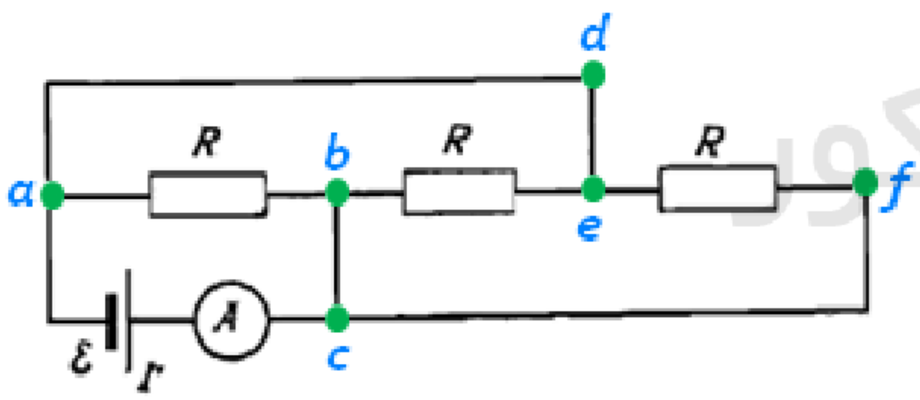
۲ مقاومت معادل مدار در شکل زیر چند اهم است؟



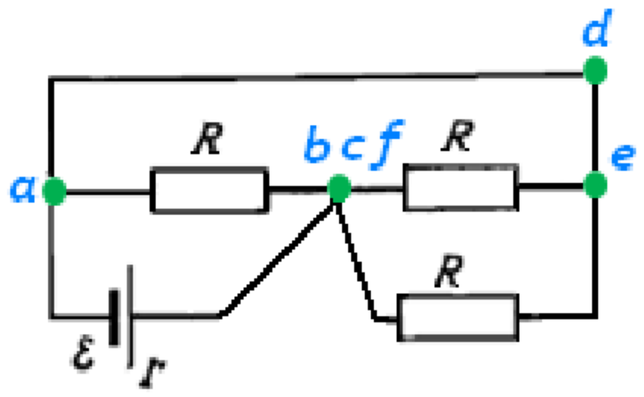
☑ ابتدا گره‌ها را نامگذاری می‌کنیم.



شاخه‌ای که ولت‌سنج در آن است، جریانی ندارد. می‌توانیم این شاخه را حذف کنیم.

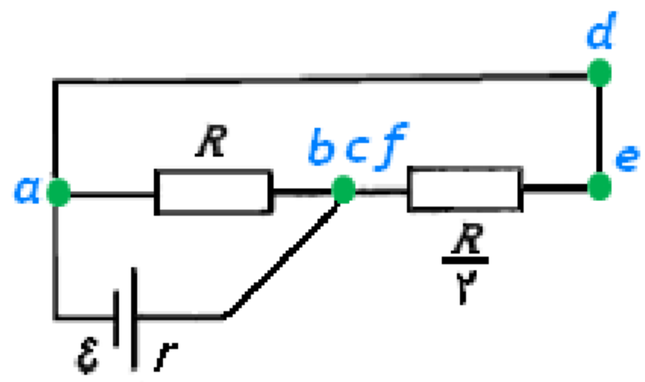


سه نقطه‌ی b، c و f هم‌پتانسیل هستند؛ پس این سه را به هم وصل می‌کنیم.

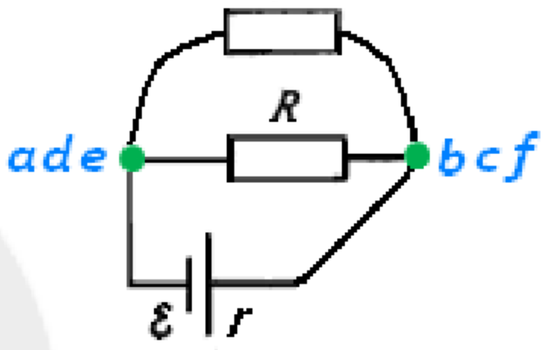


@Moje_konkur

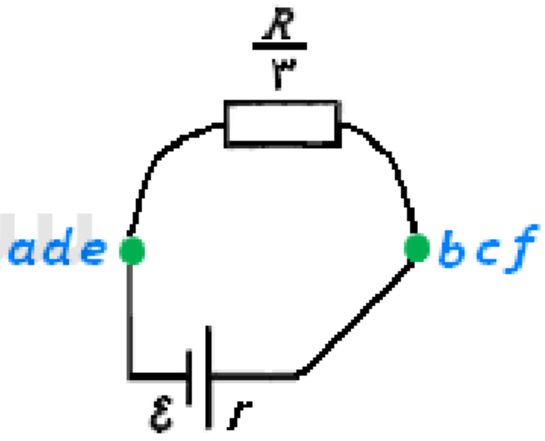
دو مقاومت سمت راستی با هم موازی هستند؛ چون بین دو نقطه‌ی e و bcf بسته شده‌اند. به جای این دو مقاومت، مقاومت $\frac{R}{۲}$ قرار می‌دهیم.



حال سه نقطه‌ی هم‌پتانسیل e، d و a را به هم وصل می‌کنیم.

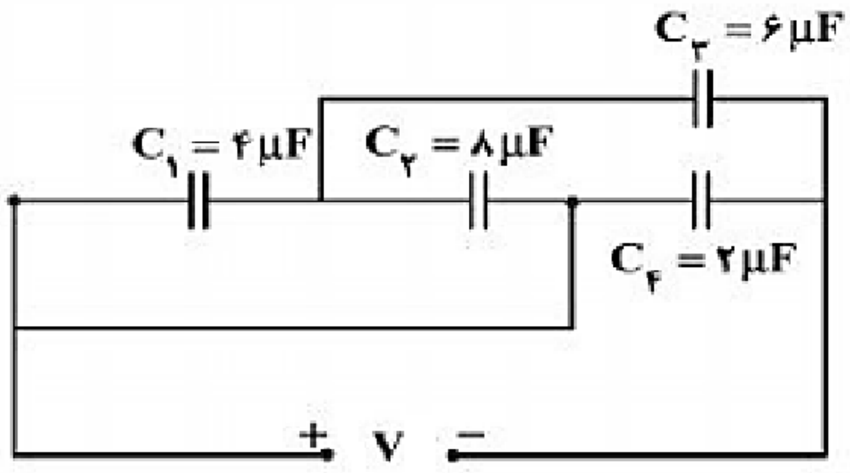


دو مقاومت R و $\frac{R}{۲}$ با هم موازی هستند؛ چون بین دو نقطه‌ی ade و bcf بسته شده‌اند. به جای این دو مقاومت، مقاومت $\frac{R}{۳}$ قرار می‌دهیم.



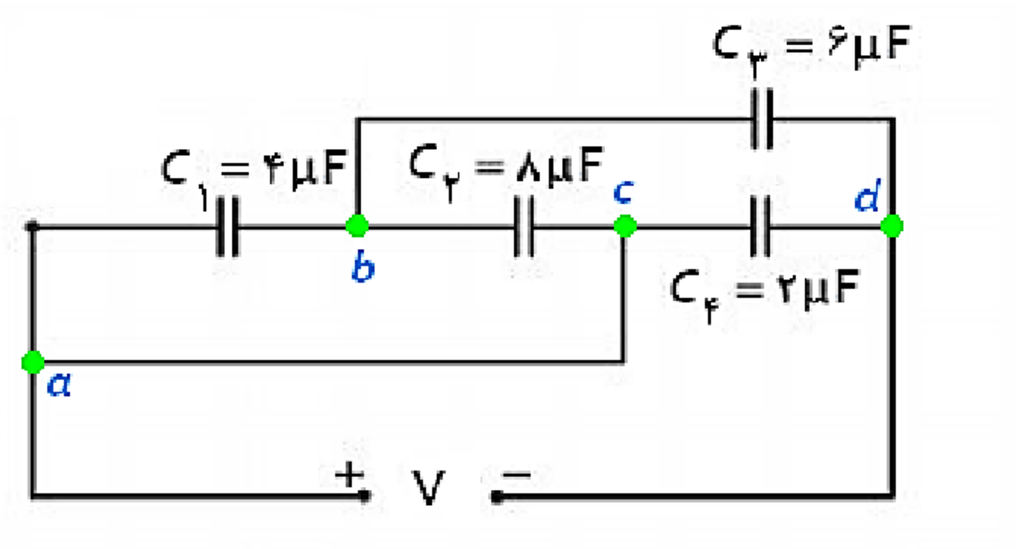
حال فقط دو مقاومت متوالی $\frac{R}{۳}$ و r مانده‌اند.

۳ خازن معادل در مدار زیر چقدر است؟

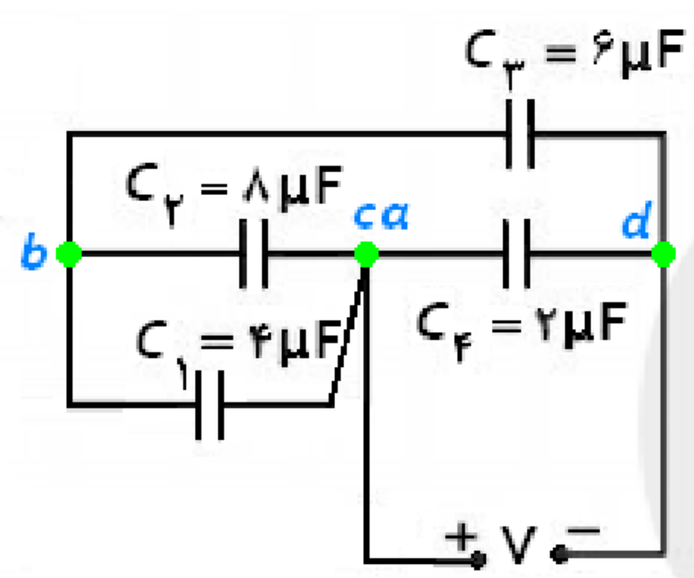


1fizikdan.ir

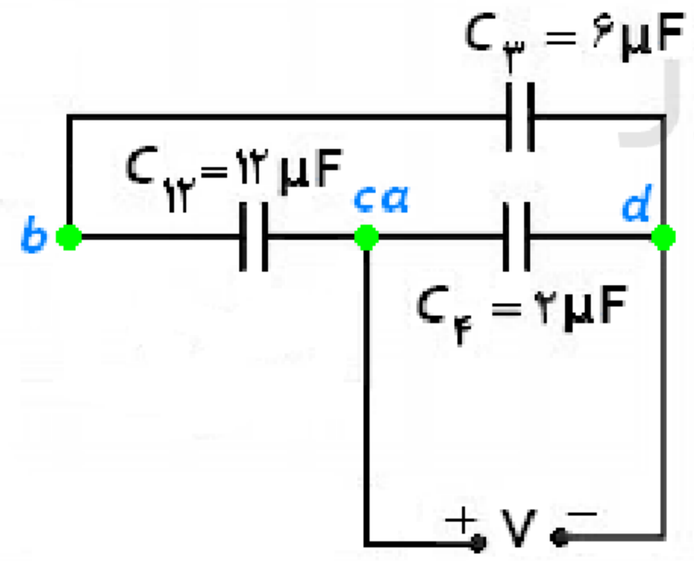
☑ ابتدا گره‌ها را نامگذاری می‌کنیم.



دو نقطه‌ی a و c هم‌پتانسیل هستند. این دو را به هم وصل می‌کنیم.



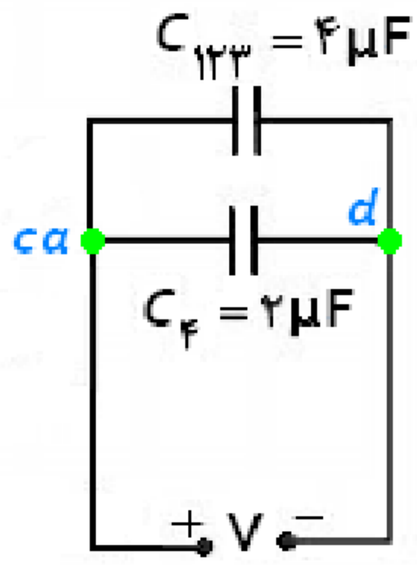
حال معلوم است که دو خازن $C_۱$ و $C_۲$ موازی هستند. به جای این دو، یک خازن ۱۲ میکروفارادی قرار می‌دهیم.



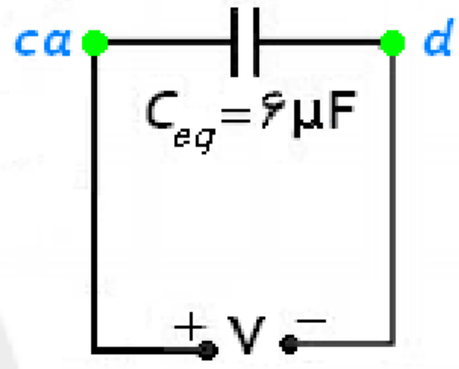
خازن $C_{۱۲}$ و $C_۳$ در نقطه‌ی b به هم متصلند و بینشان شاخه‌ای نیست؛ پس متوالیند. به جای این دو خازن، یک خازن ۴ میکروفارادی قرار می‌دهیم.

@Moje_konkur

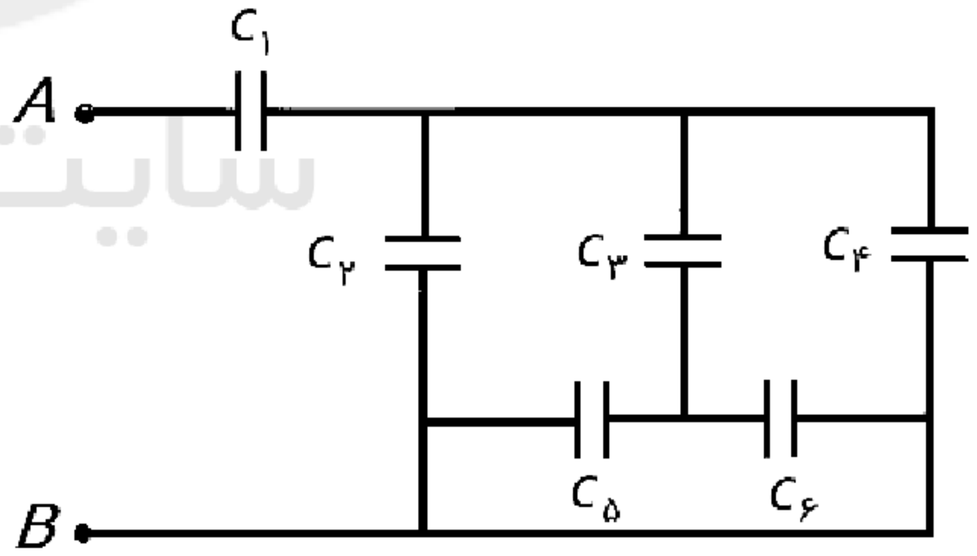
یك فیزیکدان



حال دو خازن باقی‌مانده، به دو نقطه‌ی مشترک d و ca متصلند و با هم موازی. پس خازن معادل مدار، یک خازن ۶ میکروفارادی است.

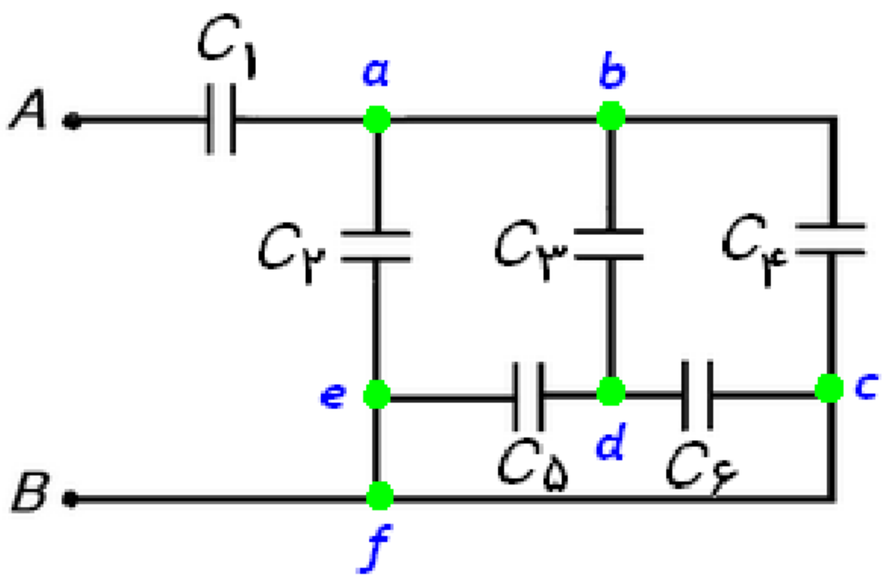


۴ خازن معادل بین دو نقطه‌ی A و B در شکل زیر چند فاراد است؟ همه‌ی خازن‌ها ۱۱ میکروفارادی هستند.

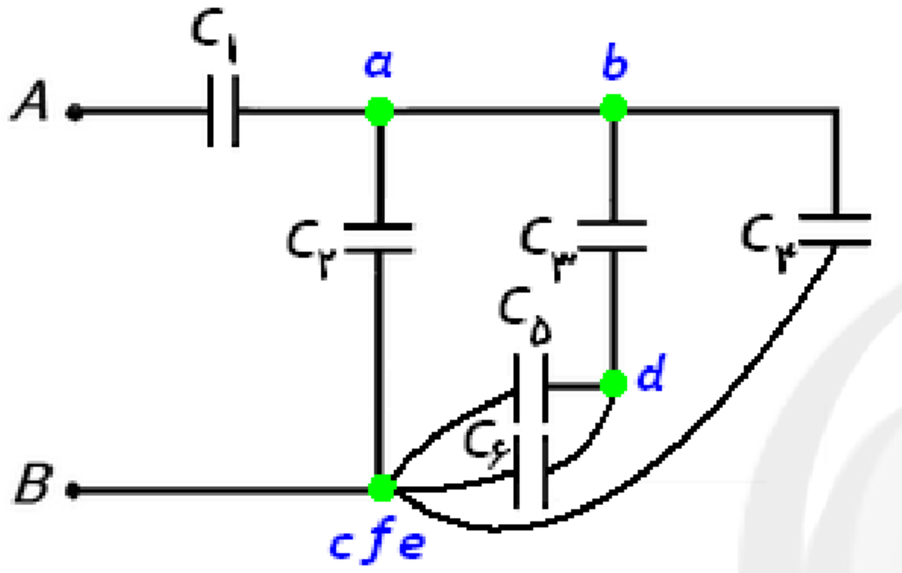


☑ ابتدا گره‌ها را نامگذاری می‌کنیم.

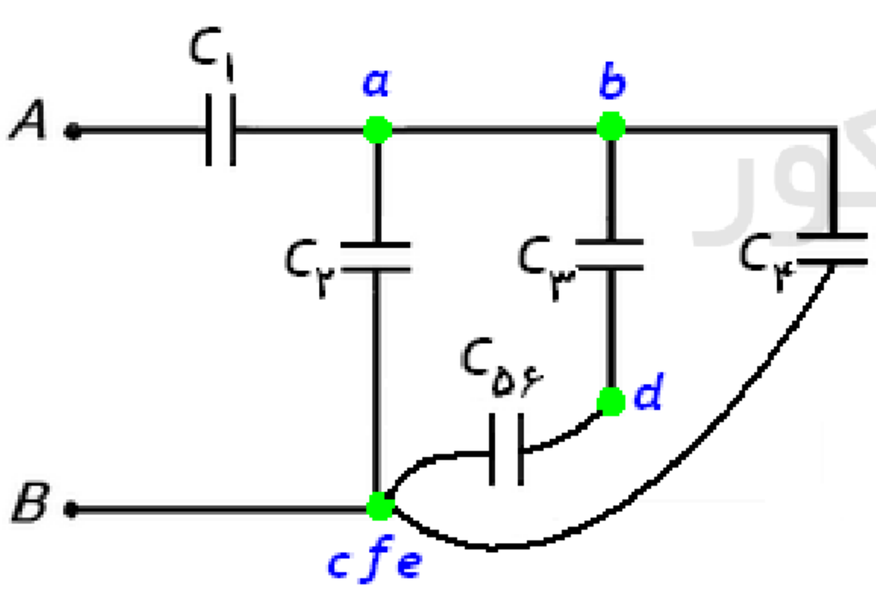
۱fizikdan.ir



سه نقطه‌ی هم‌پتانسیل e، f و c را به هم وصل می‌کنیم.



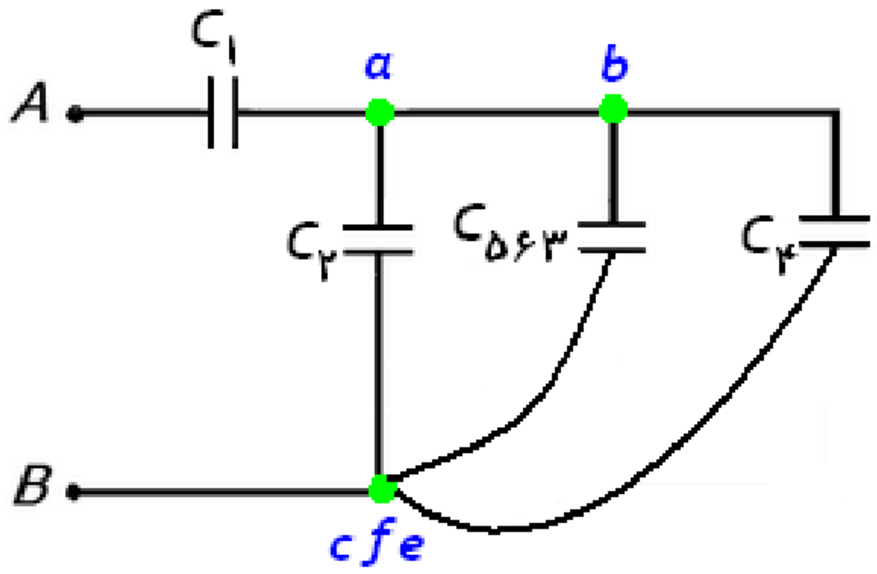
حال مشخص است که دو خازن $C_۵$ و $C_۶$ به نقاط مشترکی وصل هستند و با هم موازیند. به جای این دو، خازن $C_{۵۶}$ را قرار می‌دهیم. خازن $C_{۵۶}$ برابر ۲۲ میکروفاراد است.



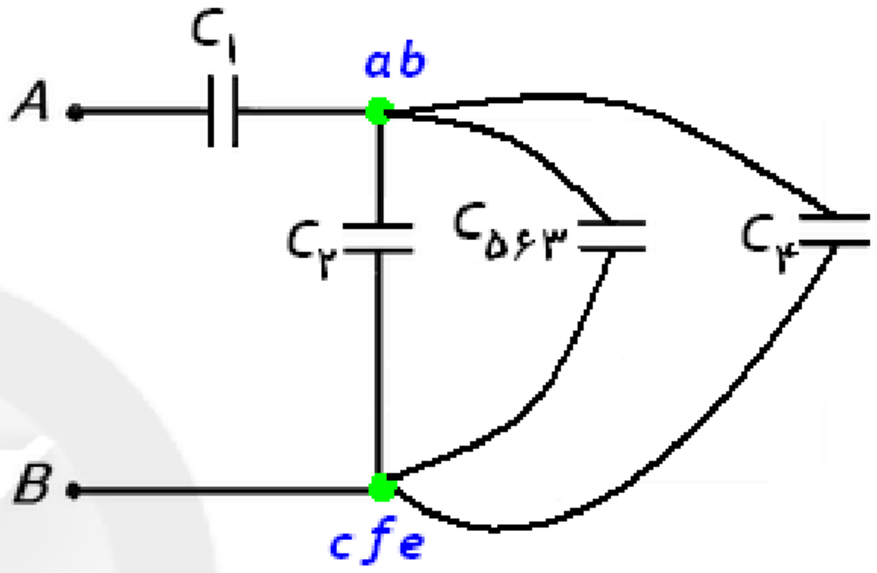
اکنون معلوم است که $C_{۵۶}$ در نقطه‌ی d به خازن $C_۳$ متصل است و با آن متوالیست. معادل این دو خازن را با $C_{۵۶۳}$ نشان می‌دهیم و برابر $\frac{۲۲}{۳}$ میکروفاراد است.

@Moje_konkur

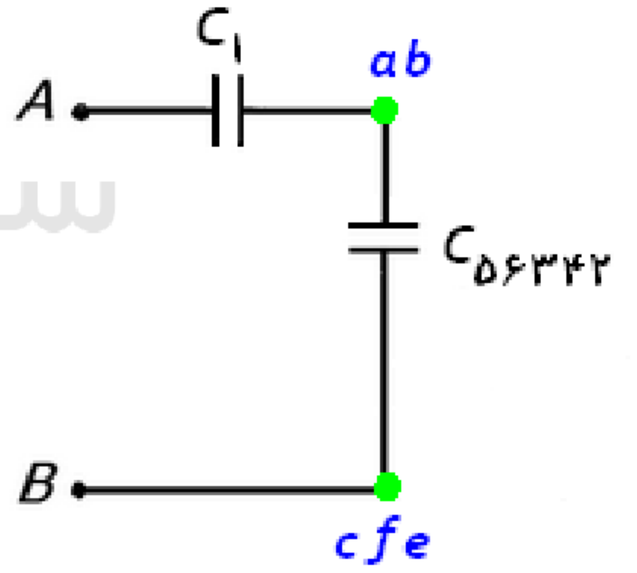
1fizikdan.ir



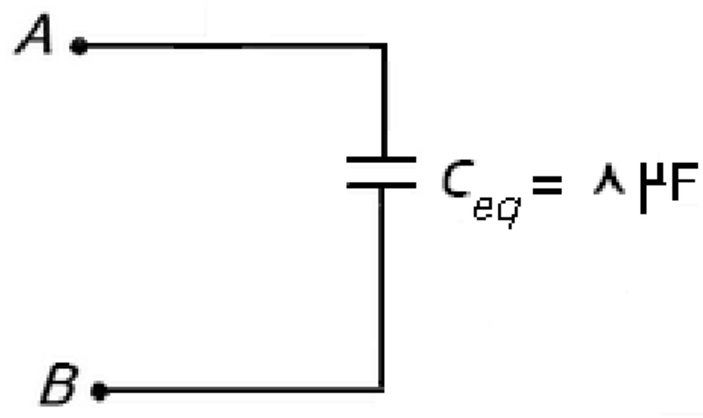
حال نقاط هم‌پتانسیل b و a را به هم وصل می‌کنیم.



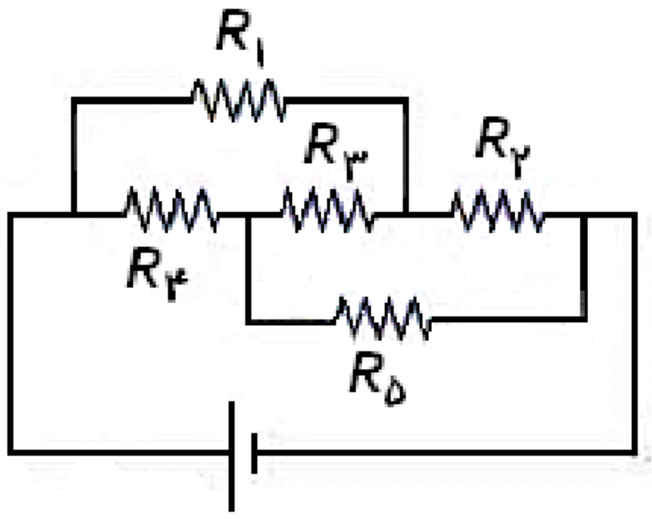
اکنون مشخص است که سه خازن C_2، C_4 و C_{563} با هم موازیند. معادل این سه خازن برابر $\frac{88}{3}$ میکروفاراد است.



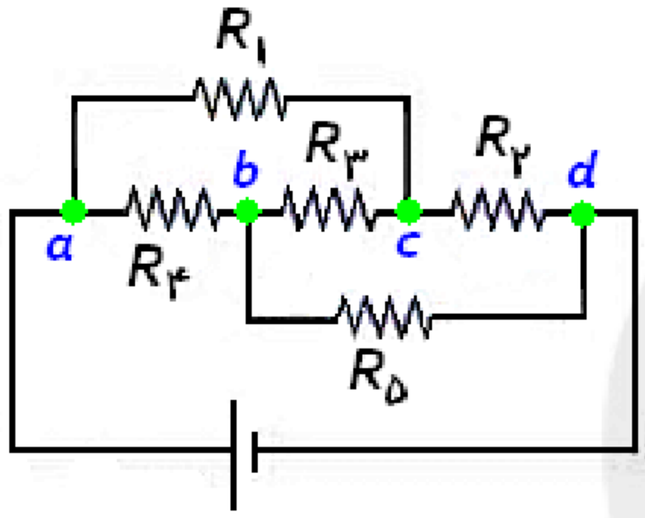
و سرانجام دو خازن باقی‌مانده، با هم متوالیند. خازن معادل کل مدار برابر ۸ میکروفاراد خواهد بود.



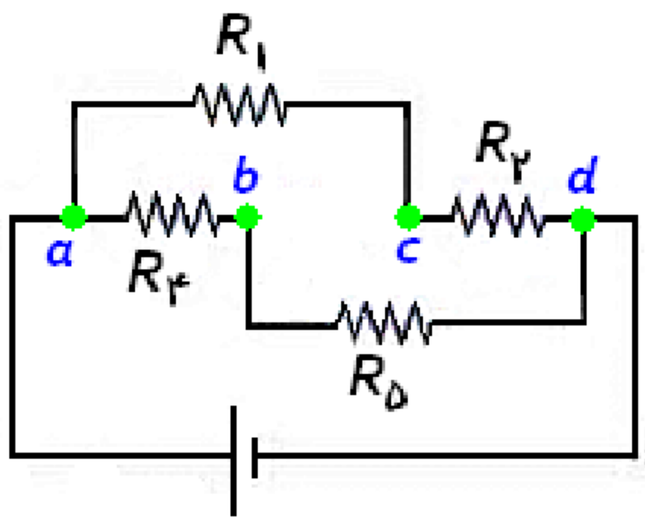
۵ مقاومت معادل در مدار زیر چقدر است؟ همه‌ی مقاومت‌ها ۲ اهمی هستند.



☑ ابتدا گره‌ها را نامگذاری می‌کنیم.

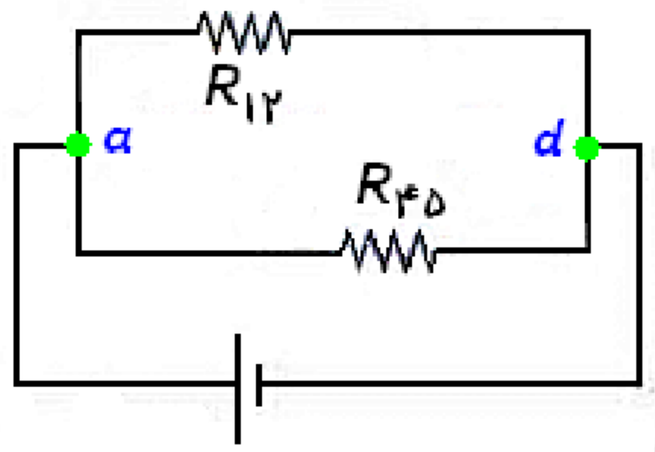


علی الظاهر! هیچ یک از مقاومت‌ها نه موازیند ونه متوالی. اما نکته‌ی ظریفی که اینجا هست، این است که می‌توان نشان داد دو نقطه‌ی c و b هم‌پتانسیل هستند؛ یعنی وجود یا عدم وجود مقاومت R_3 یکسان است و حتی با وجود آن، جریانی از این مقاومت نخواهد گذشت. پس مدار به شکل زیر ساده می‌شود.



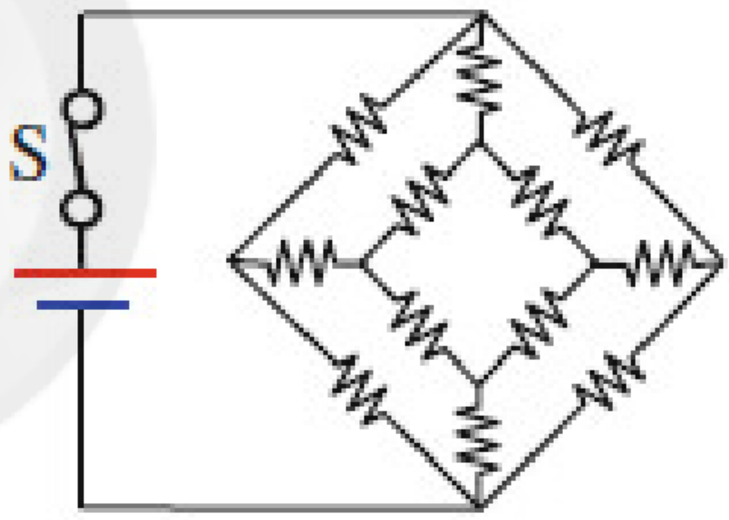
در شکل بالا دو مقاومت R_1 با R_2 و دو مقاومت R_4 با R_5 متوالی هستند.

@Moje_konkur

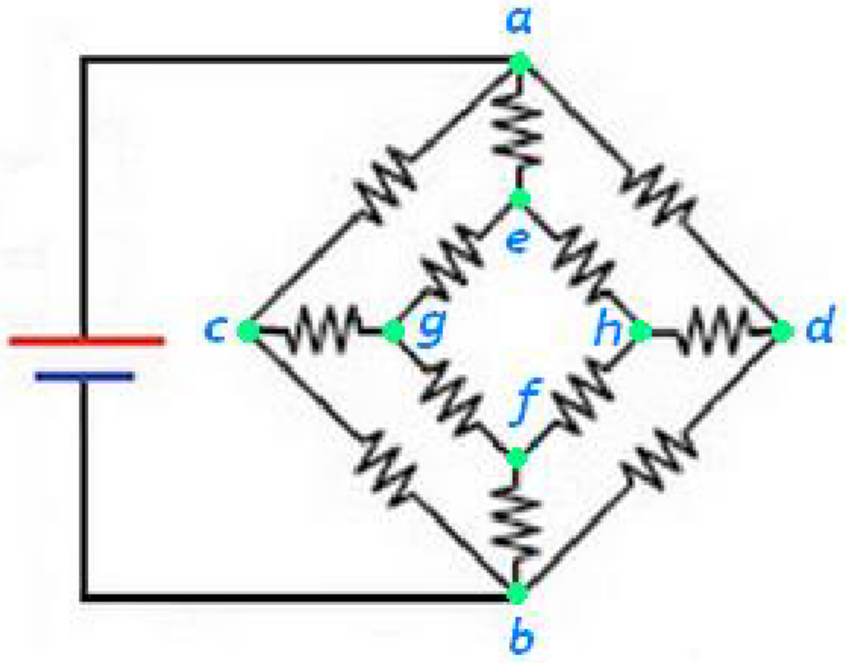


R_{45} و R_{12} هر کدام ۴ اهمی هستند. و سرانجام خود R_{45} و R_{12} با هم موازی هستند و مقاومت معادل مدار برابر ۲ اهم خواهد بود.

۶ مقاومت معادل در مدار زیر چقدر است؟ همه‌ی مقاومت‌ها ۲ اهمی هستند.



☑ ابتدا گره‌ها را نامگذاری می‌کنیم.

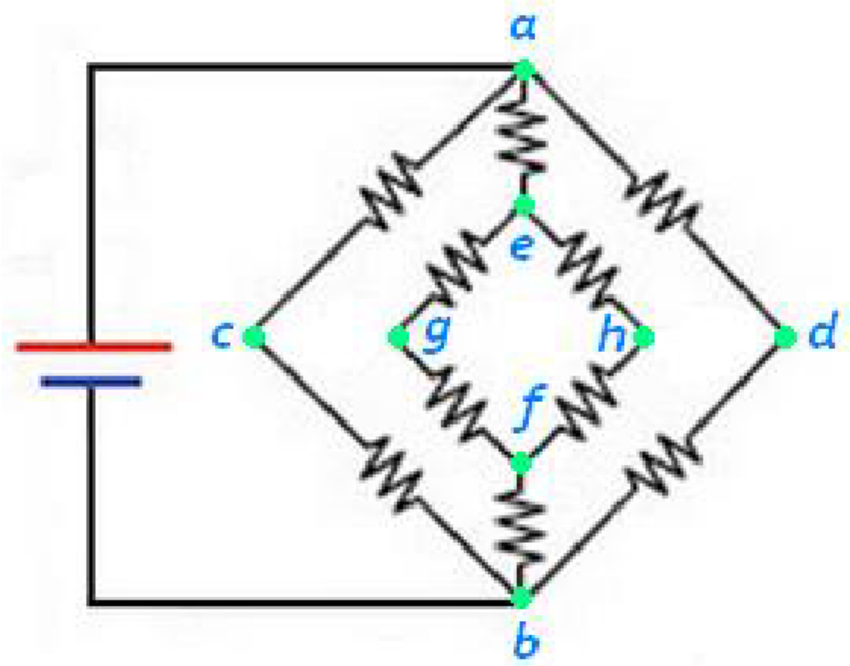


علی الظاهر هیچ یک از مقاومت‌ها نه موازیند و نه متوالی.

اما می‌توان نشان داد که در مدار بالا، دو نقطه‌ی d با h و نیز دو نقطه‌ی g و c با هم هم‌پتانسیل هستند؛ یعنی از دو

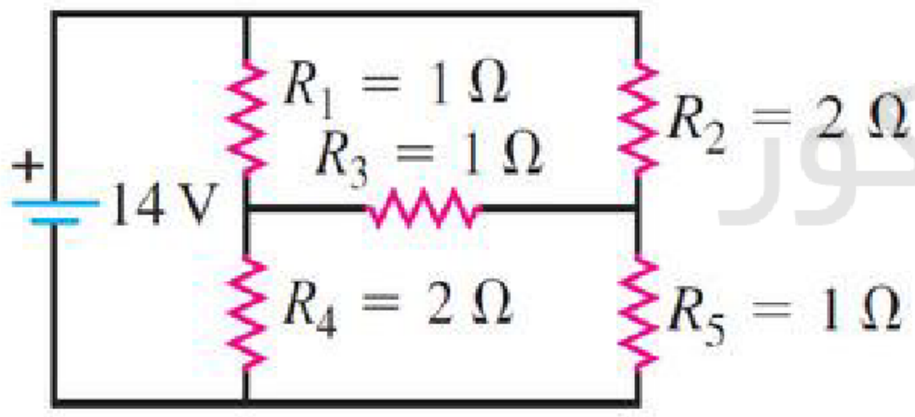
1fizikdan.ir

مقاومت بین این نقاط جریانی عبور نمی‌کند و وجود این دو مقاومت در مدار بی‌تأثیر است. پس مدار به شکل زیر ساده خواهد شد.



حال سه شاخه‌ی موازی داریم. مقاومت شاخه‌ی سمت راستی و سمت چپی برابر ۴ اهم است و مقاومت شاخه‌ی وسطی برابر ۶ اهم است. پس مقاومت کل مدار ۱٫۵ اهم خواهد بود.

۷ مقاومت معادل در مدار زیر چقدر است؟



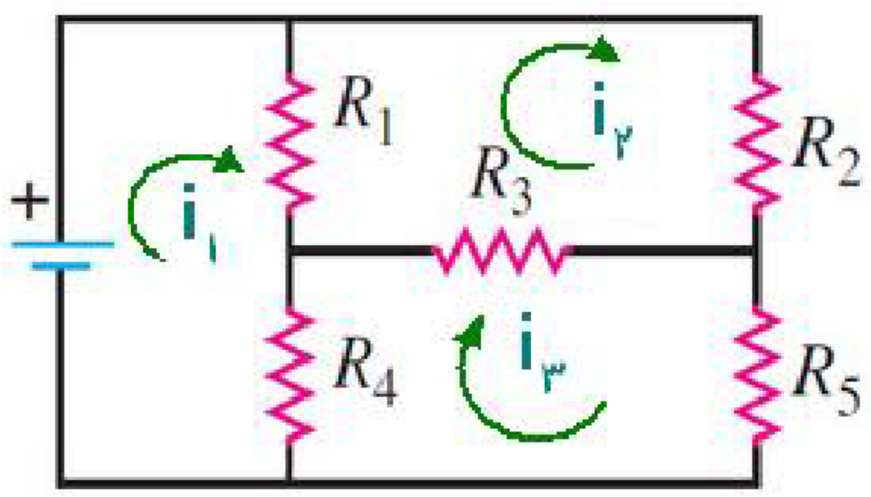
☑ در این مدار، هیچ یک از مقاومت‌ها نه متوالیند و نه موازی. هیچ یک از مقاومت‌ها هم قابل حذف شدن نیستند. اینجاست که فقط به کمک قوانین کیرشهف می‌توان جریان کل مدار و مقاومت کل مدار را بدست آورد.[1]

[1] البته می‌توان مدار داده شده را بدون محاسبه‌ی جریان حلقه‌ها حساب کرد که در مورد آن بعد و در نوشته‌ای جدا صحبت خواهم کرد. البته خود این مطلب هم نتیجه‌ای مستقیم از قوانین کیرشهف است.

سایت کنکور
@Moje_konkur

1fizikdan.ir

ما نیاز به محاسبه‌ی جریان عبوری از باتری داریم تا مقاومت کل مدار را بدست آوریم. به همین دلیل سه حلقه‌ی جریان مطابق شکل زیر در نظر می‌گیریم.



از قانون اختلاف پتانسیل کیرشهف برای این سه حلقه داریم

$$\begin{cases} \mathcal{E} - R_۱(i_۱ - i_۲) - R_۴(i_۱ - i_۳) = ۰ \\ R_۲i_۲ + R_۳(i_۲ - i_۳) + R_۱(i_۲ - i_۱) = ۰ \\ R_۵i_۳ + R_۴(i_۳ - i_۱) + R_۳(i_۳ - i_۲) = ۰ \end{cases}$$

با جاگذاری در روابط بالا داریم

$$\begin{cases} ۳i_۱ - i_۲ - ۲i_۳ = ۱۴ \\ i_۱ - ۴i_۲ + i_۳ = ۰ \\ ۲i_۱ + i_۲ - ۴i_۳ = ۰ \end{cases}$$

از حل معادله‌ی سه مجهولی بالا داریم: $i_۱ = ۱۰\ \mathrm{A}$. پس جریان عبوری از باتری، ۱۰ آمپر است. از قانون اهم برای مقاومت کل مدار داریم

$$R_{eq} = \frac{\mathcal{E}}{i_۱} = \frac{۱۴}{۱۰} = \boxed{۱.۴\ \Omega}$$

محمد نادری
دبیر فیزیک خلخال
سه‌شنبه ۲۰ مرداد ۹۴

سایت کنکور
@Moje_konkur