فصل سوم

اتصالات و مدارهای الکتریکی و محاسبات آن‌ها

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :
ـ انواع سیم‌ها و اتصال آن‌ها را توضیح دهد.
ـ لحیم‌کاری و انواع هویه‌ها را توضیح دهد.
ـ مدار الکتریکی و اجزای آن را توضیح دهد.
ـ اتصال مقاومت‌ها را توضیح دهد.
ـ مقاومت معادل مدارهای سری را محاسبه کند.
ـ توان و انرژی الکتریکی در یک مدار سری را محاسبه کند.
ـ مقاومت معادل مدارهای موازی را محاسبه کند.
ـ توان و انرژی الکتریکی در یک مدار موازی را محاسبه کند.
ـ طرز کار انواع کلیدها، پریز، جعبه تقسیم، لامپ و سرپیچ را بداند.
ـ اصول کار لامپ فلوئورسنت را توضیح دهد.
ـ اصول کار زنگ اخبار را توضیح دهد.

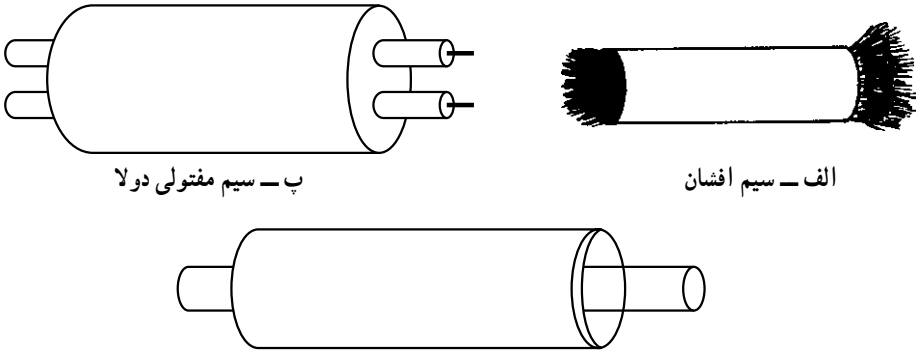
۳ـ۱ـ شناسایی انواع سیم‌ها

در صنعت برق سیم‌های گوناگونی وجود دارد که هرکدام برای کار خاصی ساخته شده‌اند. سیم‌ها را به‌طور عمومی به دو دسته‌ی افشان و مفتولی تقسیم می‌کنند.

سیم افشان: سیم افشان از چند رشته‌ی نازک تشکیل شده که در داخل روپوش پلاستیکی جای می‌گیرد. از مزایای سیم‌های افشان قابلیت انعطاف آن‌را می‌توان نام برد. در شکل ۳ـ۱ـ الف یک نوع سیم افشان نشان داده شده است.

سیم مفتولی: این سیم‌ها از یک مفتول مسی تشکیل شده است که یک روپوش پلاستیکی به‌عنوان عایق روی آن کشیده می‌شود. این سیم‌ها قابلیت انعطاف بسیار کمی دارند و برای فرم‌کاری

مناسب‌اند (شکل ۳ــ۱ــ ب).



الف ــ سیم افشان

پ ــ سیم مفتولی دولا

ب ــ سیم مفتولی

شکل ۳ــ۱ــ انواع سیم‌ها

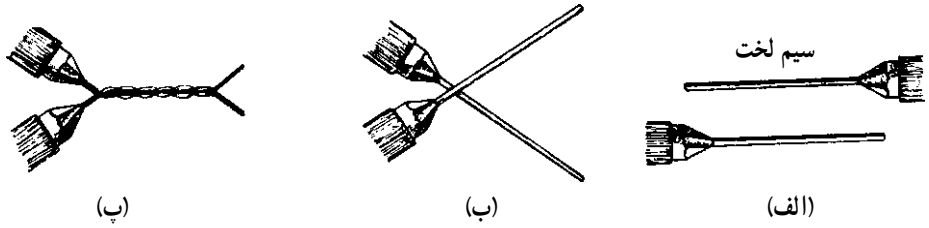
سیم‌های افشان و مفتولی به‌صورت یک‌لا و چندلا ساخته می‌شوند. در نوع چندلا معمولاً دو یا چند رشته سیم که خود عایق جداگانه‌ای دارند، در کنار هم در یک روپوش قرار داده می‌شوند. در شکل ۳ــ۱ــ پ سیم مفتولی دولایه نشان داده شده است.

جهت تفکیک انواع سیم‌ها از یکدیگر معمولاً سیم‌ها را با حروف و شماره‌های رمز مشخص می‌کنند و کد رمز مربوط به هر سیم را روی عایق آن می‌نویسند.

۳ــ۲ــ اتصال سیم‌ها به یکدیگر

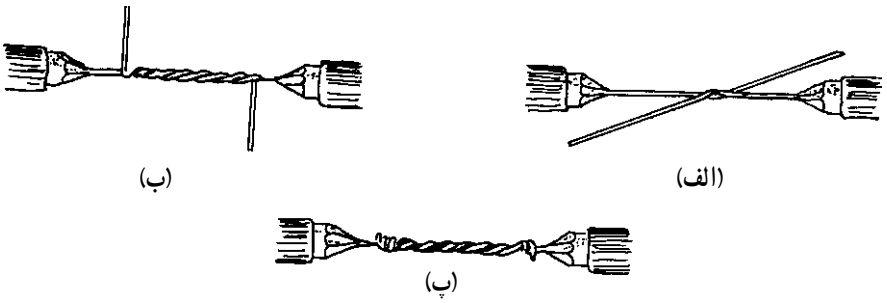
در اکثر سیم‌کشی‌ها مواردی پیش می‌آید که باید دو سیم را به هم وصل کنیم. اتصال سیم‌ها به یکدیگر روش‌های مختلفی دارد که در زیر به آن‌ها اشاره می‌شود :

❊ اتصال سر به سر که در شکل ۳ــ۲ نشان داده شده است.



شکل ۳ــ۲ــ مراحل اتصال سربه‌سر

❊ اتصال طولی که در شکل ۳ــ۳ نشان داده شده است.

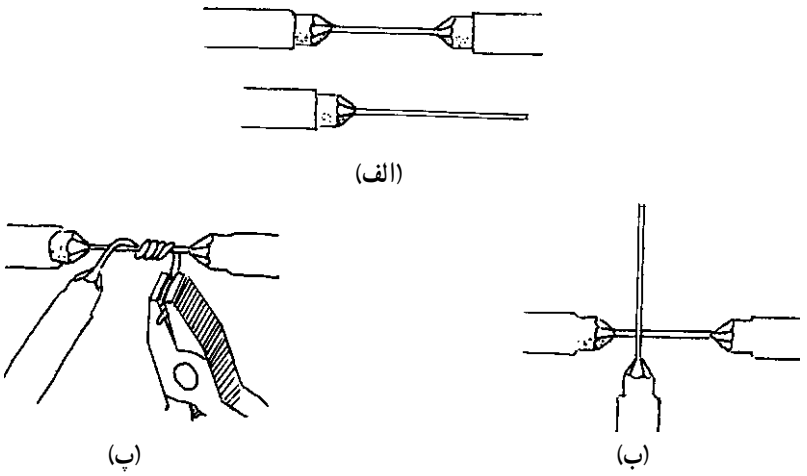


(ب) (الف)

(پ)

شکل ۳ــ۳

❊ اتصال سه راهی یا اتصال انشعابی بدون قطع سیم که در شکل ۳ــ۴ نشان داده شده است.



(الف)

(پ) (ب)

شکل ۳ــ۴

۳ــ۳ــ لحیم‌کاری

منظور از لحیم‌کاری اتصال دو یا چند قطعه به یکدیگر است. این عمل به وسیله‌ی آلیاژی از قلع و سرب یا سایر فلزات که آن‌ها را لحیم می‌نامند، انجام می‌شود. برای انجام لحیم‌کاری ابتدا با وسیله‌ای محل اتصال دو فلز را در حدی گرم می‌کنیم تا به نقطه‌ی ذوب لحیم برسد. در این مرحله لحیم در محل اتصال ذوب می‌شود و پس از سرد شدن دو قطعه را به هم متصل می‌کند.

۳ــ۴ــ مواد کمکی لحیم‌کاری

برای انجام عمل لحیم‌کاری از وسایل و مواد کمکی استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها روغن

لحیم‌کاری است. تمامی عناصری که قرار است به یکدیگر متصل شوند، ممکن است در اثر عوامل جوی اکسید شوند یا سطوح خارجی آن‌ها کثیف و آلوده باشد. برای از بین‌بردن این عوامل از مواد پاک‌کننده یا روغن لحیم استفاده می‌شود. این مواد علاوه‌بر آن که ترکیبات مزاحم سطوح قطعات را پاک می‌کنند، مانع از اکسیدشدن محل اتصال در حین عمل لحیم‌کاری نیز می‌شوند. از این رو تمامی مواد پاک‌کننده که قادر هستند ترکیباتی نظیر اکسیدها و هیدرات‌ها را در خود حل کنند، می‌توانند در شمار روغن لحیم‌کاری به حساب آیند.

۳ــ۵ــ لحیم

لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه‌ی ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به‌صورت سیم‌های استوانه‌ای با قطرهای محدود ۰/۵ تا ۴ میلی‌متر می‌سازند. معمولاً در داخل این سیم‌ها سوراخی سرتاسری وجود دارد که در داخل آن روغن لحیم قرار می‌گیرد (سیم لحیم با مغزی روغن).

نسبت قلع و سرب در آلیاژ لحیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند. در عمل سیم‌های لحیم را معمولاً با آلیاژهای ۶۰/۴۰، ۵۰/۵۰ و ۴۰/۶۰ می‌سازند. لحیم ۶۰/۴۰ آلیاژی است که در آن ترکیب ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب وجود دارد. هرچه درصد قلع بیش‌تر باشد، لحیم در درجه‌ی حرارت کم‌تر ذوب می‌شود. در شکل ۳ــ۵ چند نوع سیم لحیم نشان داده شده است.

شکل ۳ــ۵

۳ــ۶ــ وسایل لحیم‌کاری

برای لحیم‌کاری دو یا چند قطعه‌ی فلزی به یکدیگر باید ابتدا آن‌ها را گرم کنیم و سپس عمل لحیم‌کاری را انجام دهیم. وسیله‌ای که حرارت مورد نیاز برای لحیم‌کاری را تأمین می‌کند **هویه** نام دارد. هویه بر دو نوع است : هویه‌ی ساده و هویه‌ی برقی.

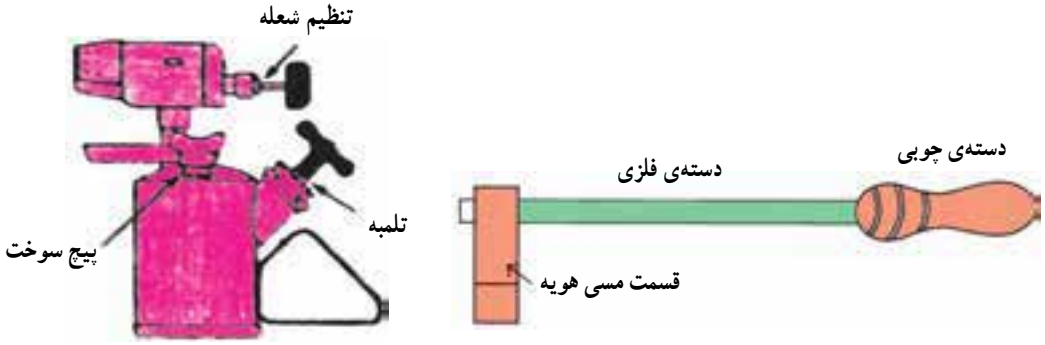
۳ــ۶ــ۱ــ هویه‌ی ساده: هویه‌ی ساده از سه قسمت تشکیل شده است :

الف. سر هویه که شبیه چکش و از جنس مس است.

ب. دسته‌ی هویه که مفتولی از آهن است.

پ. دسته‌ی چوبی هویه که در انتهای دسته‌ی فلزی قرار دارد.

هویه‌ی ساده به‌وسیله‌ی حرارت چراغ پریموس، گاز یا زغال گرم می‌شود و در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۳ــ۶ هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن نشان داده شده است.

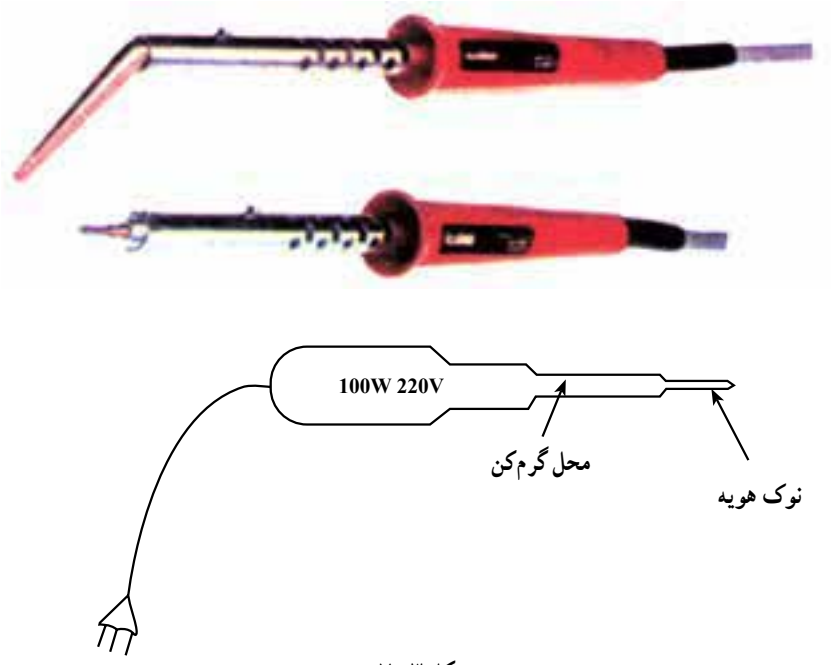


شکل ۳ــ۶

۳ــ۶ــ۲ــ هویه‌ی برقی: هویه‌ی برقی بر دو نوع است : هویه‌ی قلمی (مقاومتی) و هویه‌ی هفت‌تیری.

الف. هویه‌ی قلمی: در ساختمان این نوع هویه‌ها معمولاً از سیم‌های حرارتی مانند کرم نیکل یا کرم آلومینیم استفاده می‌شود.

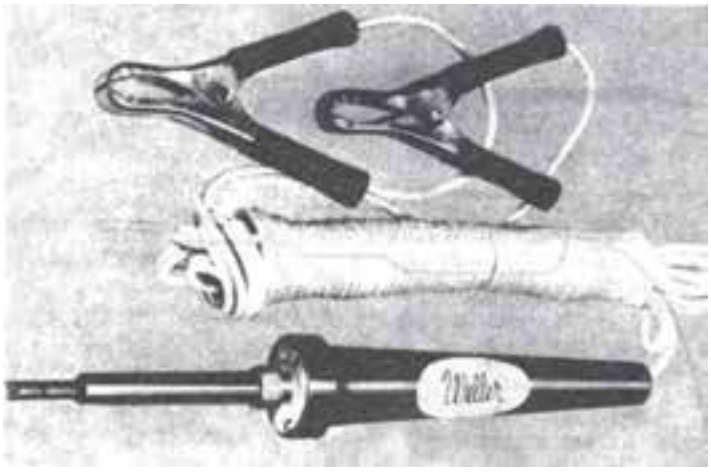
در این نوع هویه سیم‌گرم‌کن را روی عایقی از آجر نسوز که وسط آن خالی است می‌پیچند. یک میله‌ی مسی که همان نوک هویه است، در داخل محفظه‌ی خالی قرار می‌گیرد. در اثر عبور جریان از سیم گرم‌کن حرارت ایجاد می‌شود. حرارت به میله‌ی مسی انتقال می‌یابد. این هویه در اندازه‌های کوچک با قدرت ۱۰ وات تا اندازه‌های بزرگ با قدرت ۵۰۰ وات ساخته می‌شود. شکل ۳ــ۷ چند نمونه از این هویه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۷

۳ــ۶ــ۳ــ هویه‌ی قلمی قابل کار با باتری: برای آن که بتوان عمل لحیم‌کاری را در مکان‌هایی که برق شهری وجود ندارد نیز انجام داد، از هویه‌های قلمی قابل کار با باتری استفاده می‌کنند.

این هویه‌ها طوری طراحی شده‌اند که می‌توانند با باتری اتومبیل نیز کار کنند. شکل ۳ــ۸ نمونه‌ای از این نوع هویه را نشان می‌دهد.



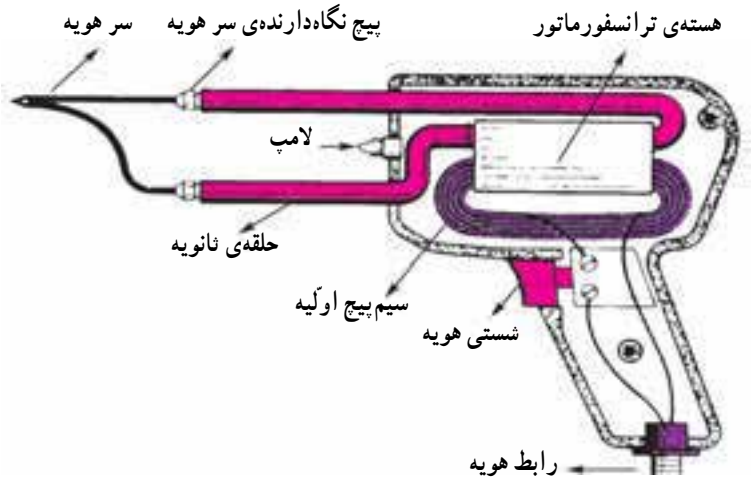
شکل ۳ــ۸

۳ــ۶ــ۴ــ هویه‌ی هفت‌تیری (ترانسفورماتوری): هویه‌ی هفت‌تیری براساس اصول کار ترانسفورماتور کار می‌کند. ترانسفورماتور یا ترانس دارای دو سیم‌پیچ به نام اوّلیه و ثانویه است. سیم‌پیچ‌های اوّلیه و ثانویه بر روی هسته‌ای آهنی به شکل U یا E پیچیده شده‌اند.

اوّلیه‌ی ترانسفورماتور از چندین حلقه سیم نازک تشکیل شده است. ثانویه‌ی ترانسفوماتور نیز از یک میله‌ی فلزی ساخته شده که دو انتهای آن به‌وسیله‌ی یک سیم مفتولی (نوک هویه) به هم مربوط می‌شود.

با فشاردادن شستی ماشه‌ای، جریان برقی که در سیم‌پیچ اوّلیه جاری می‌شود در سیم‌پیچ ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کند. این جریان باعث گرم‌شدن نوک هویه می‌شود. شکل **۳ــ۹** ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت‌تیری را نشان می‌دهد.

تفاوت هویه‌ی هفت‌تیری با هویه‌ی قلمی در این است که هویه‌ی هفت‌تیری در مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود. این هویه‌ها برای تولید توان‌های بالا ساخته می‌شوند.



شکل ۳ــ۹

۳ــ۷ــ طریقه‌ی لحیم‌کاری

برای انجام لحیم‌کاری ابتدا نوک هویه را که در اثر کارکردن کثیف شده است، با برس سیمی یا سمباده‌ی نرم تمیز کنید. سپس هویه را به برق وصل کنید تا گرم شود. پس از این که نوک هویه به درجه‌ی حرارت ذوب لحیم رسید، مقداری لحیم روی آن قرار دهید تا نوک هویه آغشته به یک لایه‌ی

نازک لحیم شود. این عمل از اکسیدشدن نوک هویه جلوگیری می‌کند. برای انجام عمل لحیم‌کاری نکات زیر را رعایت کنید :

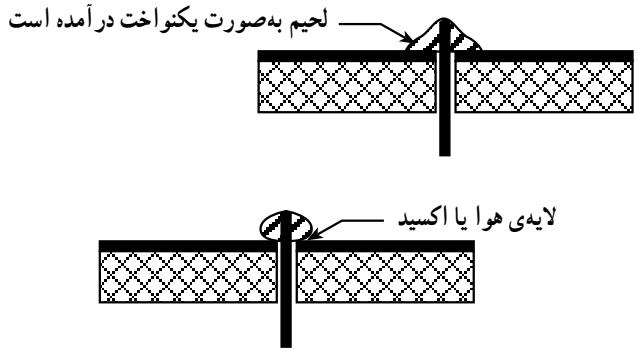
۱ــ از هویه‌ی با وات مناسب استفاده کنید. در لحیم‌کاری قطعات ظریف هویه‌های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم‌کاری مناسب‌اند.

۲ــ نقاط مورد نظر برای لحیم‌کاری را با سمباده‌ی نرم یا پارچه‌ی زبر تمیز کنید ؛ زیرا عمل لحیم‌کاری روی سیم‌های کثیف و اکسیدشده انجام نمی‌گیرد.

۳ــ نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

۴ــ سیم‌ها و عناصری را که می‌خواهید به یکدیگر متصل کنید به‌طور جداگانه حرارت دهید و صبر کنید تا درجه حرارت محل اتصال افزایش یابد، سپس سیم لحیم را روی اتصال گرم‌شده قرار دهید تا ذوب شود و بتواند محل تقاطع دو سیم یا محل اتصال عناصر را کاملاً بپوشاند.

۵ــ هویه را به‌طور پی‌درپی از سطح کار جدا نکنید، زیرا این عمل علاوه‌بر صرف وقت زیاد موجب لحیم بد در محل اتصال می‌شود. یعنی در این حالت لحیم در محل اتصال به‌طور کامل پخش نمی‌شود و یک اتصال با لحیم‌کاری سرد به‌وجود می‌آید. شکل ۳ــ۱۰ نحوه‌ی لحیم‌کاری صحیح و لحیم‌کاری سرد را نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۱۰

در اتصال با لحیم سرد اگرچه مقدار قلع ظاهراً کافی به نظر می‌رسد، ولی در زیر لحیم قشری از هوا تشکیل می‌شود که مانع برقراری اتصال الکتریکی می‌گردد. لحیم سرد ممکن است در اثر عوامل دیگری نیز به وجود آید ؛ مثلاً حرکت‌دادن اتصال قبل از سردشدن و نیز کثیف‌بودن محل اتصال. همچنین گرم‌شدن زیاد، محل اتصال سطح دو فلز را اکسید می‌کند و سبب تولید یک لایه اکسید بین دو فلز می‌شود. بروز این حالت در لحیم‌کاری را نیز لحیم سرد گویند. اگر هویه به‌طور مناسب به محل اتصال تماس داده نشود نیز لحیم سرد ایجاد می‌شود. به هر حال مهم‌ترین عامل ایجاد لحیم سرد کافی

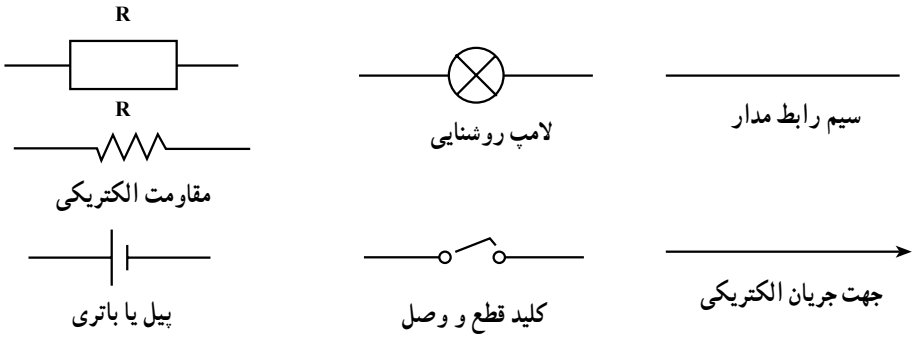
نبودن گرما در محل اتصال و در هنگام لحیم‌کاری است.

۶ــ اکثر قطعات الکترونیکی نظیر دیودها، ترانزیستورها و آی‌سی‌ها در مقابل افزایش حرارت مقاوم نیستند و این قطعات دراثر گرمای زیاد آسیب می‌بینند.

۷ــ یک اتصال لحیم‌کاری شده‌ی خوب علاوه‌بر دارابودن استقامت مکانیکی و هدایت الکتریکی باید دارای سطحی براق و درخشان باشد.

۳ــ۸ــ علامت اختصاری چیست؟

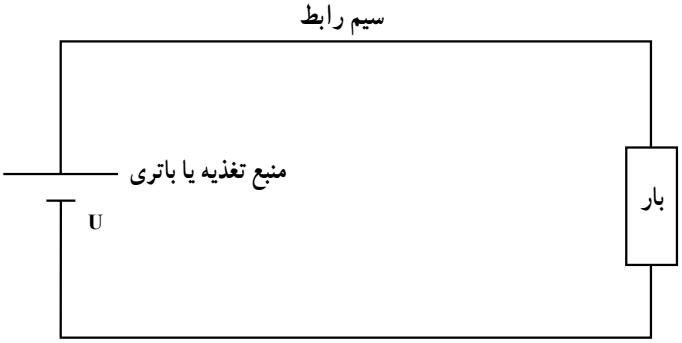
اگر بخواهیم در ترسیم نقشه‌های الکتریکی از تصویر ظاهری عناصر استفاده کنیم، نقشه شلوغ و ترسیم آن فوق‌العاده مشکل می‌شود. برای برطرف‌کردن این مسأله از علائم اختصاری استفاده می‌کنند. علامت اختصاری هر عنصر یا المان الکتریکی به وسیله‌ی سازمان های استاندارد بین‌المللی تعیین می‌شود. هر علامت اختصاری باید تا حد امکان ساده باشد و تا حدودی مشخصات کار عنصر مورد نظر را ارائه دهد. در شکل ۳ــ۱۱ چند نمونه علامت اختصاری ترسیم شده است.



شکل ۳ــ۱۱

۳ــ۹ــ مدار الکتریکی و اجزای آن

اجزای هر مدار الکتریکی به‌طورکلی عبارتند از : منبع ولتاژ، سیم‌های رابط و مصرف‌کننده یا بار. برای آن که جریان الکتریکی در یک مدار برقرار شود، لازم است مدار کاملی برای عبور جریان از قطب مثبت مولد به قطب منفی وجود داشته باشد. شکل ۳ــ۱۲ یک مدار کامل و بسته را نشان می‌دهد.

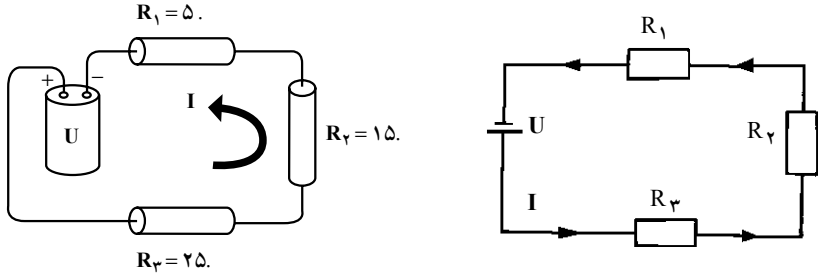


شکل ۳ــ۱۲

۳ــ۱۰ــ اتصال مقاومت‌ها

در مدارها اتصال مقاومت‌ها به یکدیگر ممکن است به‌صورت سری یا موازی و یا به صورت ترکیبی (سری و موازی) باشد.

۳ــ۱۰ــ۱ــ اتصال سری مقاومت‌ها: هرگاه انتهای یک مقاومت به انتهای مقاومت دیگر وصل شود، مقاومت‌ها به‌صورت سری (متوالی و پشت سر هم) به یکدیگر متصل شده‌اند. توجه داشته باشید که در مدار سری هیچ‌گونه انشعابی وجود ندارد. شکل ۳ــ۱۳ اتصال سری مقاومت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۱۳

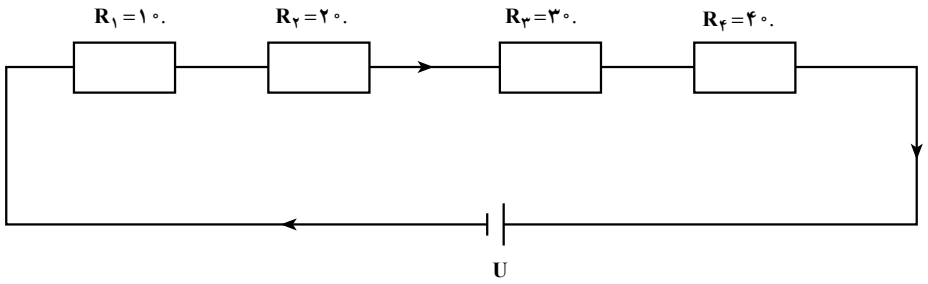
۳ــ۱۰ــ۲ــ مقاومت معادل در مدار سری: مقاومت معادل عبارت از مقاومتی است که می‌توان جای‌گزین کلیه‌ی مقاومت‌ها نمود. مقاومت معادل در مدار سری از مجموع تک تک مقاومت‌ها به‌دست می‌آید، مثلاً در شکل ۳ــ۱۳ مقاومت معادل برابر است با :

$$R = R_۱ + R_۲ + R_۳$$

$$R = ۵ + ۱۵ + ۲۵ = ۴۵.$$

مثال:

در مدار شکل زیر مقاومت معادل چه‌قدر است؟



$$R = R_۱ + R_۲ + R_۳ + R_۴$$

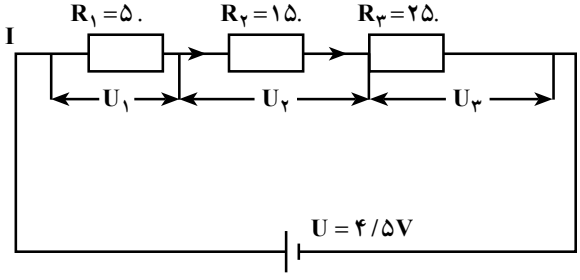
$$R = ۱۰ + ۲۰ + ۳۰ + ۴۰ = ۱۰۰.$$

R=۱۰۰.

۳ــ۱۰ــ۳ــ شدت جریان و اختلاف سطح در مدار سری: در مدار سری شدت جریان در تمامی نقاط ثابت است و اختلاف سطح به نسبت تک تک مقاومت ها تقسیم می‌شود. برای به‌دست‌آوردن شدت جریان ابتدا مقاومت معادل را محاسبه می کنیم ؛ سپس از تقسیم اختلاف سطح بر مقاومت معادل شدت جریان را به‌دست می‌آوریم. برای محاسبه‌ی اختلاف سطح در دو سر هر مقاومت کافی است که شدت جریان را در مقاومت مورد نظر ضرب کنیم.

مثال:

در مدار شکل زیر، مقاومت معادل، شدت جریان و اختلاف سطح در دو سر هر مقاومت را محاسبه کنید.



$$R = R_۱ + R_۲ + R_۳$$

$$R = ۵ + ۱۵ + ۲۵ = ۴۵.$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{۴/۵}{۴۵} = ۰/۱A$$

$$U_۱ = IR_۱ = ۵ \times ۰/۱ = ۰/۵V$$

$$U_۲ = IR_۲ = ۱۵ \times ۰/۱ = ۱/۵V$$

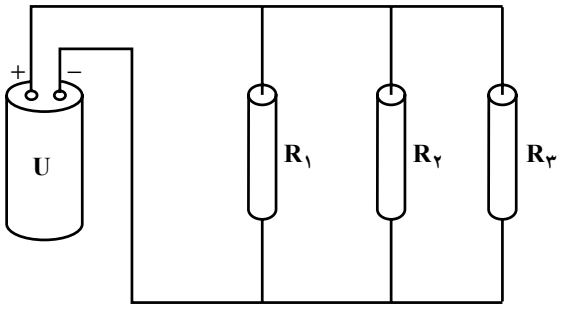
$$U_۳ = IR_۳ = ۲۵ \times ۰/۱ = ۲/۵V$$

نکته‌ی مهم: همیشه باید مجموع اختلاف سطح دو سر مقاومت‌ها برابر با اختلاف سطح منبع ولتاژ باشد. از این روش می‌توان به صحیح‌بودن راه‌حل مسأله پی برد. حال مثال بالا را از این زاویه مورد بررسی قرار می‌دهیم :

$$U = U_۱ + U_۲ + U_۳ = ۰/۵ + ۱/۵ + ۲/۵ = ۴/۵$$

چون مجموع ولتاژها در دو سر مقاومت‌ها برابر با ۴/۵ ولت است ؛ پاسخ به‌دست‌آمده صحیح است.

۳ــ۱۰ــ۴ــ اتصال موازی مقاومت‌ها: اگر دو یا چند مقاومت را طبق شکل ۳ــ۱۴ طوری به هم ببندیم که دو انتهای مقاومت‌ها به یکدیگر وصل شوند، مقاومت‌ها به‌طور موازی به هم اتصال داده شده‌اند.

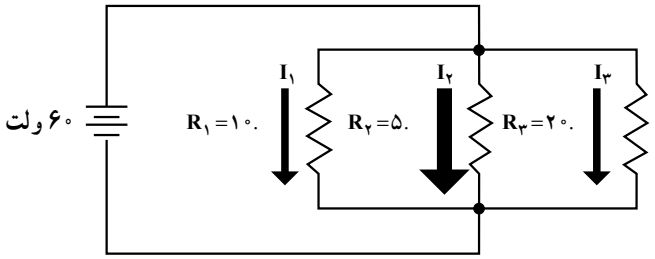


شکل ۳ــ۱۴

۳ــ۱۰ــ۵ــ مقاومت معادل در مدار موازی: عکس مقاومت معادل در مدار موازی برابر است با مجموع عکس تک تک مقاومت‌ها ؛ مثلاً در مورد شکل ۳ــ۱۵ داریم :

$$\frac{۱}{R} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳}$$

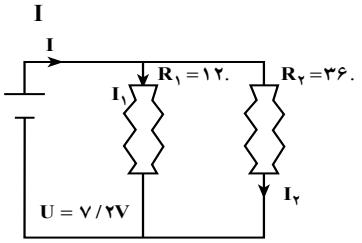
$$\frac{۱}{R} = \frac{۱}{۱۰} + \frac{۱}{۵} + \frac{۱}{۲۰} = \frac{۲+۴+۱}{۲۰} = \frac{۷}{۲۰} \quad R = \frac{۲۰}{۷} \quad R = ۲/۸۵.$$



شکل ۳ــ۱۵

مثال:

در مدار شکل زیر، مقاومت معادل را به‌دست آورید :



$$\frac{۱}{R} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲}$$

$$\frac{۱}{R} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{۳۶}$$

$$\frac{۱}{R} = \frac{۳+۱}{۳۶} = \frac{۴}{۳۶.}$$

$$R = \frac{۳۶}{۴} = ۹.$$

$$\boxed{R = ۹.}$$

۳ــ۱۰ــ۶ــ شدت‌جریان و ولتاژ در مدارهای موازی: در مدار موازی اختلاف سطح دوسر هر مقاومت برابر با اختلاف سطح کل مدار است و شدت جریان به نسبت مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. برای به‌دست‌آوردن شدت جریان کل باید اختلاف سطح دو سر مدار را بر مقاومت کل تقسیم کنیم. شدت جریان عبوری از هر مقاومت از تقسیم اختلاف سطح مدار بر هریک از مقاومت‌ها به‌دست می‌آید. بنابراین در مثال بالا خواهیم داشت :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{۷/۲}{۹} = ۰/۸A$$

$$I_۱ = \frac{U}{R_۱} = \frac{۷/۲}{۱۲} = ۰/۶A$$

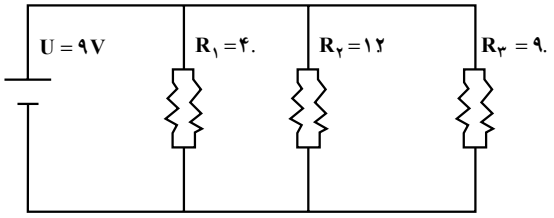
$$I_۲ = \frac{U}{R_۲} = \frac{۷/۲}{۳۶} = ۰/۲A$$

شدت جریان کل را می‌توان از مجموع شدت جریان هریک ازمقاومت‌ها نیز به دست آورد.

$$I = I_۱ + I_۲ = ۰/۶ + ۰/۲ = ۰/۸A$$

مثال:

در مدار شکل زیر، شدت جریان کل، مقاومت معادل و شدت جریان در هر شاخه را به‌دست‌آورید.



$$\frac{۱}{R}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}$$

$$\frac{۱}{R}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۹}$$

$$\frac{۱}{R}=\frac{۹+۳+۴}{۳۶}$$

$$\frac{۱}{R}=\frac{۱۶}{۳۶}=\frac{۴}{۹}$$

$$R=\frac{۹}{۴}=۲/۲۵$$

$R = ۲/۲۵.$

$$I=\frac{U}{R}=\frac{۹}{۲/۲۵}=۴A$$

$$I_۱=\frac{U}{R_۱}=\frac{۹}{۴}=۲/۲۵A$$

$$I_۲=\frac{U}{R_۲}=\frac{۹}{۱۲}=۰/۷۵A$$

$$I_۳=\frac{U}{R_۳}=\frac{۹}{۹}=۱A$$

شدت جریان کل از رابطه‌ی زیر نیز قابل تعیین است :

$$I=I_۱+I_۲+I_۳$$

$$I=۲/۲۵+۰/۷۵+۱=۴A$$

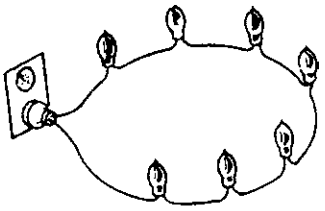
نکات مهم:

۱ــ در مدار سری همیشه مقاومت معادل از بزرگ‌ترین مقاومت مدار بزرگ‌تراست.

۲ــ در مدار موازی همیشه مقاومت معادل از کوچک‌ترین مقاومت موجود در مدار کوچک‌تر است.

۳ــ در شکل زیر اتصال لامپ‌ها را به‌صورت سری و موازی مشاهده می‌کنید.

۴ــ در مدارهای سری و موازی، قدرت مصرفی کل برابر است با مجموع قدرت مصرف‌شده در مقاومت‌ها.



اتصال لامپ‌ها به‌صورت سری

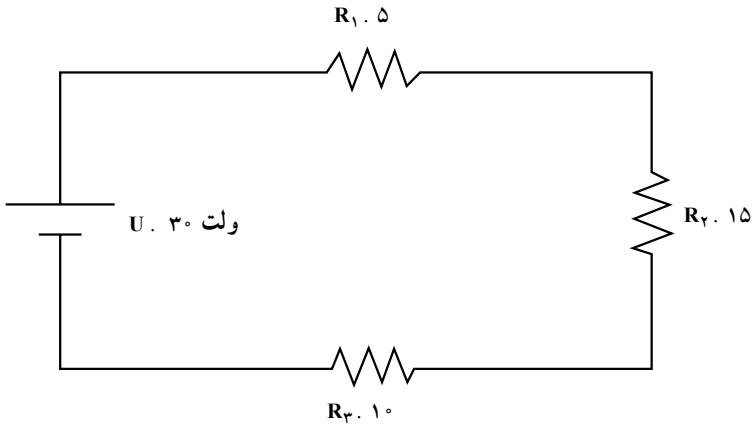
اتصال لامپ‌ها به‌صورت موازی

۳ــ۱۱ــ توان مصرفی در مدار سری

توان تولیدشده توسط منبع در یک مدار سری برابر با توانی است که به‌وسیله‌ی مقاومت‌ها مصرف می‌شود. از مجموع توان مصرف‌شده‌ی هریک از مقاومت‌ها می‌توان توان کل را به‌دست آورد ؛ یعنی $P_t . P_1 . P_2 . \cdots . P_n$

مثال:

توان مصرفی کل مدار شکل ۳ــ۱۶ را حساب کنید.



شکل ۳ــ۱۶

$R_t . R_1 . R_2 . R_3 . ۵ . ۱۵ . ۱۰ . ۳۰$

$R_t . ۳۰$ مقاومت کل

$I . \frac{۳۰}{۳۰} . ۱A .$ جریان مدار $P_{کل} . UI . ۳۰ \times ۱ . ۳۰$ وات

$P_1 . U_1 \times I . R_1 I^2 . (۵ \times ۱^2) . ۵W$

$P_2 . U_2 \times I . R_2 I^2 . (۱۵ \times ۱^2) . ۱۵W$

$$P_۳ = U_۳ \times I = R_۳ I^۲ = (۱۰ \times ۱^۲) = ۱۰W$$

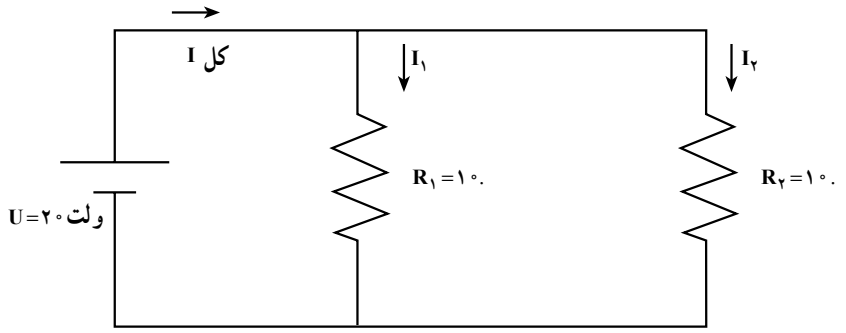
کل $P = P_۱ + P_۲ + P_۳ = ۵ + ۱۵ + ۱۰ = ۳۰W$

۳ــ۱۲ــ توان در مدار موازی

در مدار موازی هم توان تولیدشده به‌وسیله‌ی منبع برابر جمع توان‌های مصرف‌شده در هر مقاومت است.

مثال:

توان کل منبع در شکل ۳ــ۱۷ چقدر است؟



شکل ۳ــ۱۷

حل:

$$I_۱ = \frac{U}{R_۱} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲A$$

$$I_۲ = \frac{U}{R_۲} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲A$$

کل $I = I_۱ + I_۲ = ۴A$

کل $P = UI = ۲۰ \times ۴ = ۸۰W$

و یا $P_۱ = U \times I_۱ = R_۱ I_۱^۲ = (۲۰ \times ۲) = ۴۰W$

$P_۲ = U \times I_۲ = R_۲ I_۲^۲ = (۲۰ \times ۲) = ۴۰W$

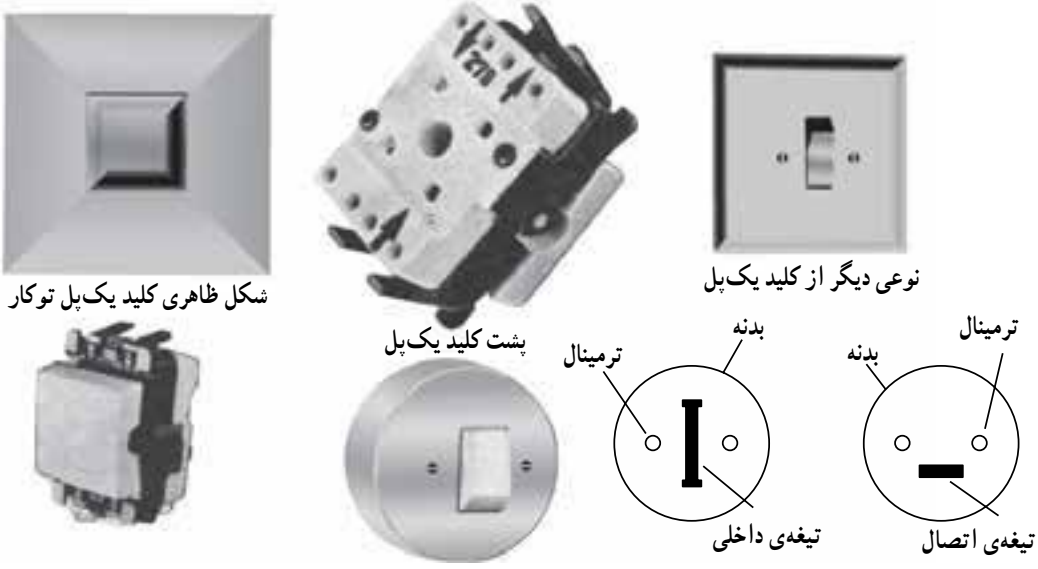
کل $P = P_۱ + P_۲ = ۴۰ + ۴۰ = ۸۰W$

۳ــ۱۳ــ شناسایی اجزای مدار

قطعاتی که درتأسیسات صنعتی برقی از جمله سیم‌کشی ساختمان به کار می‌رود، بسیار متنوع است. در این قسمت به شرح تعداد معدودی از اجزای مدار می‌پردازیم.

۳ــ۱۳ــ۱ــ کلیدها: کلیدها براساس نوع کار و مکان مورد استفاده تقسیم‌بندی می‌شوند. به فرض اگر بخواهیم یک لامپ را از دو نقطه کنترل کنیم باید از کلید تبدیل استفاده نماییم. البته نوع کلید مورد استفاده در اماکن مرطوب یا مناطق خشک با یکدیگر تفاوت دارد.

*** کلید یک پل یک‌راهه:** کلید یک‌پل یک راهه، کلیدی است که جهت قطع و وصل یک یا چند لامپ به‌کار می‌رود. این نوع کلید دارای دو پیچ یا ترمینال جهت اتصال سیم می‌باشد. در قسمت خارجی کلید یک دگمه یا شستی وجود دارد که می‌توان آن را در حالت خاموش یا روشن قرار داد. در داخل کلید تیغه‌ای وجود دارد که دو ترمینال خروجی را به هم وصل یا از هم جدا می‌کند. شکل ظاهری، ساختمان داخلی و شمای فنی کلید یک پل در شکل ۳ــ۱۸ نشان داده شده است.



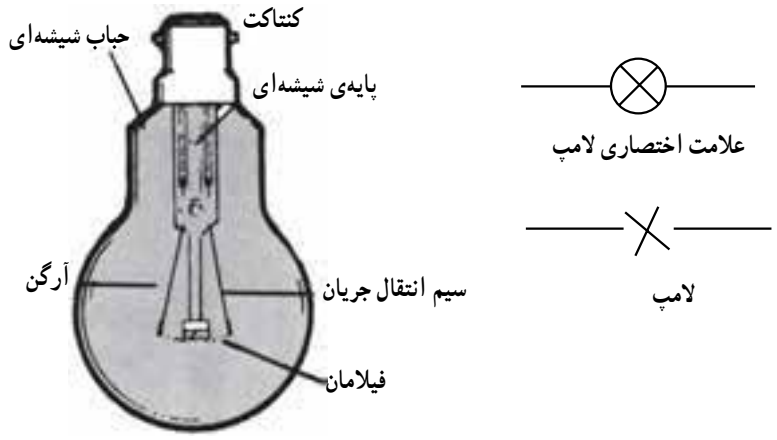
شکل ۳ــ۱۸ــ انواع کلید یک‌پل، ساختمان داخلی و علامت اختصاری آن

۳ــ۱۳ــ۲ــ سرپیچ: سرپیچ وسیله‌ای است که لامپ را به آن اتصال می‌دهند. بدنه‌ی سرپیچ را معمولاً از عایق می‌سازند. داخل سرپیچ شبیه مهره دنده شده است ؛ به‌طوری که به‌آسانی می‌توان

لامپ را روی آن نصب کرد. در داخل سرپیچ دو زائده فلزی قرار دارد که یکی به ته لامپ و دیگری به قسمت فلزی لامپ متصل می‌شود. در انتهای سرپیچ دو ترمینال وجود دارد که سیم‌های برق را به آن اتصال می‌دهند. در شکل ۳ــ۱۹ سه نمونه سرپیچ را مشاهده می‌کنید. در نقشه‌ها، سرپیچ و لامپ را با هم مشخص می‌کنند.

شکل ۳ــ۱۹ــ انواع سرپیچ

۳ــ۱۳ــ۳ــ لامپ: همان‌طورکه می‌دانید از لامپ جهت تولید نور استفاده می‌شود. لامپ از سه قسمت حباب، فیلامان و ته لامپ تشکیل شده است. قسمت نوردهنده‌ی لامپ، فیلامان نامیده می‌شود که در داخل حباب لامپ جای دارد. جهت جلوگیری از اکسیده‌شدن فیلامان، داخل حباب را از هوا تخلیه کرده و مقدار کمی گاز آرگون یا نئون یا ... به آن تزریق می‌کنند. دو انتهای فیلامان از طریق انتهای حباب به ته لامپ که شبیه پیچ ساخته شده و فلزی هم است متصل می‌شود. در شکل ۳ــ۲۰ تصویر ظاهری لامپ، ساختمان داخلی و علامت اختصاری آن نشان داده شده است.

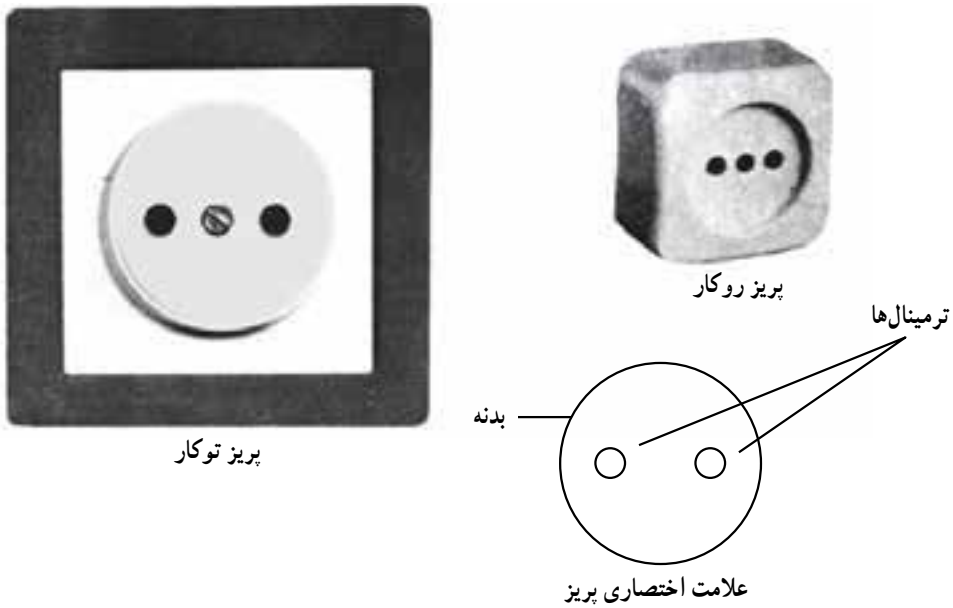


شکل ۳ــ۲۰ــ ساختمان داخلی لامپ و علامت اختصاری آن

۳ــ۱۳ــ۴ــ قوطی تقسیم: قوطی تقسیم را جهت دریافت انشعاب به‌کار می‌برند. معمولاً در هر ساختمان تعدادی قوطی تقسیم وجود دارد که انشعابات مورد نظر از آن گرفته می‌شود. قوطی تقسیم در دو نوع روکار و توکار ساخته می‌شود. نوع روکار آن دارای تعدادی ترمینال جهت اتصال سیم است. قوطی تقسیم توکار فاقد ترمینال است و در آن سیم‌ها را مستقیماً به هم اتصال می‌دهند و با نوار چسب عایق‌بندی می‌کنند و در نهایت در قوطی را می‌بندند. علامت اختصاری قوطی تقسیم به‌صورت ◯ است.

۳ــ۱۳ــ۵ــ پریز: اغلب دستگاه‌های برقی مانند رادیو، تلویزیون، سماور و ... دارای مکان ثابتی نیستند و آن‌ها را در نقاط مختلف مورد استفاده قرار می‌دهیم. در این حالت نیاز به وسیله‌ای داریم که از طریق آن بتوانیم دستگاه را به برق وصل یا از آن جدا کنیم، برای این منظور از پریزها استفاده می‌شود. پریزها در دو نوع با اتصال زمین و ساده ساخته می‌شوند.

*** پریز یک‌فاز:** پریز یک‌فاز ساده دارای ۲ ترمینال (مادگی) و پریز با اتصال زمین دارای سه ترمینال است که دو ترمینال آن جهت اتصال سیم‌های فاز و نول و ترمینال سوم جهت اتصال به زمین (به‌منظور جلوگیری از برق‌گرفتگی) به‌کار می رود. در شکل ۳ــ۲۱ شکل ظاهری پریز یک فاز روکار و توکار و علامت اختصاری آن را مشاهده می‌کنید.



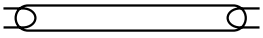
شکل ۳ــ۲۱ــ پریزهای توکار و روکار یک فاز و علامت اختصاری آن

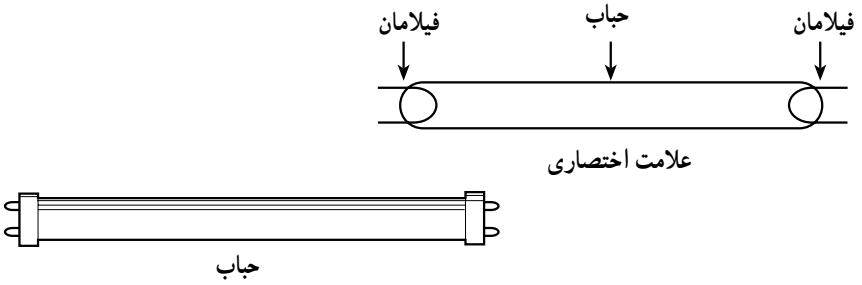
*** پریز سه‌فاز:** جهت مصرف انرژی الکتریکی سه‌فاز از پریزهای سه‌فاز استفاده می‌کنند. در شکل ۳ــ۲۲ شکل ظاهری پریز سه‌فاز را مشاهده می‌کنید.

شکل ۳ــ۲۲ــ پریز سه‌فاز

۳ــ۱۳ــ۶ــ لامپ فلورسنت (مهتابی): چون قدرت مصرفی لامپ‌های فلورسنت نسبت به لامپ‌های معمولی کم است، این لامپ کاربرد فراوانی دارد. لامپ فلورسنت تقریباً در کلیه‌ی اماکنی که نیاز به نور دارند مشاهده می‌شود. قسمت‌های اصلی لامپ فلورسنت عبارت است از :

۱ــ حباب لامپ
۲ــ چُک یا ترانس
۳ــ استارتر
۴ــ پایه‌ها یا سوکت
۵ــ مدار لامپ

*** حباب لامپ فلورسنت:** حباب‌های لامپ فلورسنت را به‌صورت استوانه‌ای دراز یا مُدَوَر می‌سازند. در هر انتهای حباب لامپ دو زائده وجود دارد که به فیلامان‌های لامپ متصل است. در شکل۳ــ۲۳ حباب لامپ فلورسنت را مشاهده می‌کنید. لامپ‌های فلورسنت دراز و در اندازه‌های ۶۰ سانتی‌متری و ۱۰۰ سانتی‌متری ساخته می‌شوند. علامت اختصاری حباب لامپ به‌صورت  است.

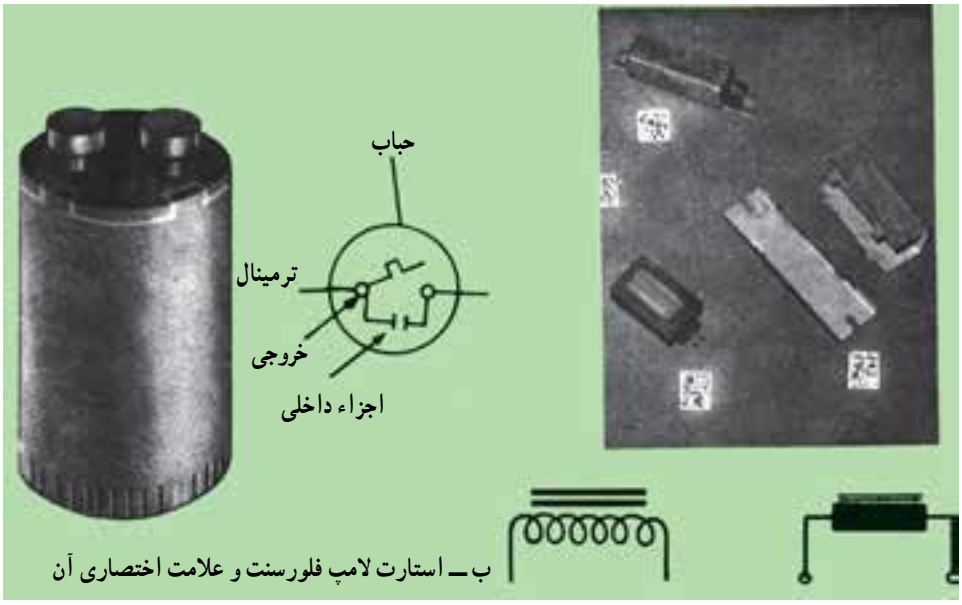


شکل ۳ــ۲۳ــ حباب لامپ فلورسنت

❊ **چک یا ترانس (Choke):** چک لامپ مهتابی به‌صورت سری با فیلامان‌ها قرار می‌گیرد. کار این چک تولید ولتاژ زیاد در لحظه‌ی روشن‌شدن لامپ است. چک لامپ فلورسنت را در اصطلاح ترانس مهتابی نیز می‌نامند.

در شکل ۳ــ۲۴ــ الف ــ چک لامپ فلورسنت نشان داده شده است. چک دارای دو ترمینال جهت اتصال به لامپ است. علامت اختصاری چک به‌صورت یا می‌باشد.

❊ **استارتر:** استارتر وسیله‌ای است که در شروع کار لامپ، مدار را قطع و وصل می‌کند تا ولتاژ زیاد در داخل چک تولید شود. استارتر دارای دو زائده خارجی است که به فیلامان‌های دو طرف لامپ فلورسنت متصل می‌شود. در شکل ۳ــ۲۴ــ ب ــ شکل ظاهری استارتر را ملاحظه می‌کنید. علامت اختصاری استارت به‌صورت است.



ب ــ استارت لامپ فلورسنت و علامت اختصاری آن

الف ــ چک لامپ فلورسنت و علامت اختصاری آن

شکل ۳ــ۲۴

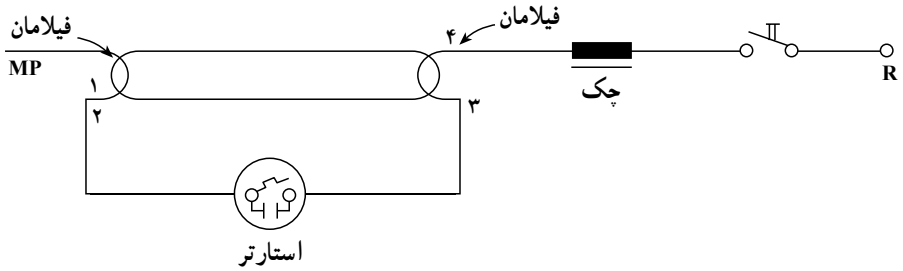
❊ **پایه‌های لامپ فلورسنت:** برای اتصال دو انتهای حباب لامپ و استارت به یکدیگر از سوکت‌های مخصوص که پایه‌ی لامپ فلورسنت نامیده می‌شود استفاده می‌کنند. معمولاً روی یکی از پایه‌های لامپ فلورسنت پایه‌ی دیگری وجود دارد که استارتر روی آن نصب می‌شود. در شکل ۳ــ۲۵ انواع پایه‌های لامپ فلورسنت نشان داده شده است. البته در لامپ‌های فلورسنت گرد

به جای پایه از سوکت‌های مخصوص چهارترمینالی استفاده می‌کنند. در نقشه‌های فنی پایه‌های لامپ را نشان نمی‌دهند.

پایه‌ی ساده | پایه‌ی ساده و پایه‌ی استارتر | پایه‌ی ساده و پایه‌ی استارتر

شکل ۳ــ۲۵ــ انواع پایه‌های لامپ فلورسنت

در شکل ۳ــ۲۶ مدار لامپ فلورسنت ترسیم شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌کنید، سیم فاز از طریق کلید به چک و از طرف دیگر چک به پایه‌ی شماره‌ی ۴ (فیلامان) متصل می‌شود. پایه‌ی شماره‌ی ۳ فیلامان از طریق استارت به پایه‌ی شماره‌ی ۲ در انتهای دیگر لامپ اتصال داده می‌شود. سیم نول نیز به پایه‌ی شماره‌ی ۱ وصل می‌شود.



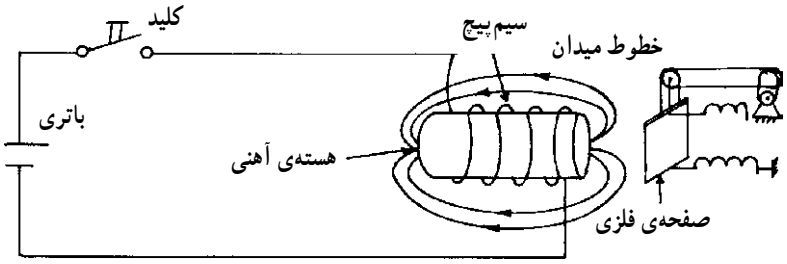
شکل ۳ــ۲۶ــ اتصال لامپ فلورسنت

۳ــ۱۳ــ۷ــ زنگ اخبار: زنگ اخبار در کلیه‌ی منازل به‌عنوان یک وسیله‌ی خبری به‌کار می‌رود و در انواع AC و DC ساخته می‌شود. ولتاژ کار زنگ اخبار AC ممکن است ۲۲۰ ولت یا کم‌تر (۶، ۱۲ و ...) باشد. زنگ اخبار در انواع ساده، پیانویی، بلبلی و ... ساخته می‌شود. جهت به‌کارانداختن زنگ اخبار از شستی استفاده می‌کنند. کار شستی شبیه کلید یک پل است، با این تفاوت که با برداشتن دست از روی دگمه مدار قطع می‌شود ؛ زیرا در زیردگمه یک فنر وجود دارد که دگمه را به حالت اوّلیه برمی‌گرداند. علامت اختصاری زنگ اخبار به‌صورت و شستی به‌صورت

است. زنگ اخبار و شستی هرکدام دارای دو ترمینال خارجی جهت اتصال سیم می‌باشد.

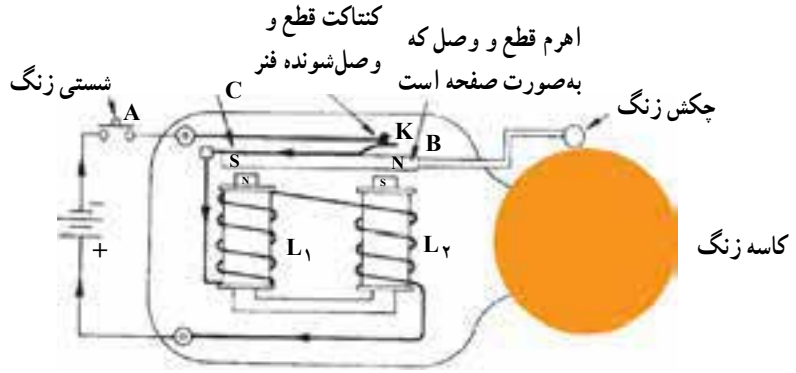
*** اصول کار زنگ اخبار**

مغناطیس مصنوعی: مدار شکل ۳ــ۲۷ را مورد بررسی قرار دهید. هنگامی که کلید وصل می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ دراثر عبور جریان از سیم‌پیچ، هسته‌ی آهنی تبدیل به آهن‌ربا شده صفحه‌ی فلزی را به سمت خود جذب می‌کند. بنابراین با استفاده از جریان الکتریکی توانسته‌ایم آهن‌ربا یا مغناطیس بسازیم. چنین آهن‌ربایی را آهن‌ربای مصنوعی می‌نامند. چنانچه کلید را قطع کنیم، خاصیت مغناطیسی از بین می‌رود و صفحه‌ی فلزی دوباره رها می‌شود. از آهن‌ربای مصنوعی در جرثقیل‌ها، رله‌ها، کنتاکتورها و زنگ‌های اخبار استفاده می‌شود. سیم‌پیچ یا هسته‌ی آهنی را بوبین یا سولونوئید نیز می‌نامند.



شکل ۳ــ۲۷ــ مغناطیس مصنوعی

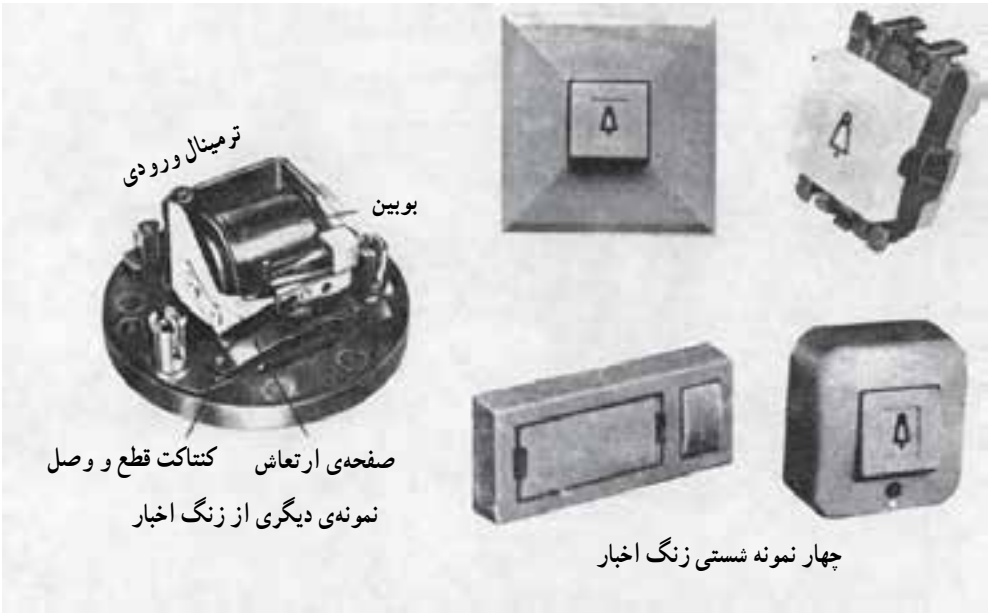
*** زنگ اخبار چگونه کار می‌کند؟** در شکل ۳ــ۲۸ ساختمان داخلی زنگ اخبار نشان داده شده است. با فشاردادن شستی A، جریان الکتریکی از طریق کنتاکت قطع و وصل K وارد سیم‌پیچ‌های L_1 و L_2 شده مدار بسته می‌شود. در اثر عبور جریان از بوبین‌های L_1 و L_2، هسته‌ی آهنی بوبین



شکل ۳ــ۲۸ــ ساختمان داخلی زنگ اخبار

مغناطیسی شده اهرم B را به‌سمت خود می‌کشد. در اثر حرکت اهرم، کنتاکت K قطع شده جریان بوبین قطع می‌گردد و خاصیت مغناطیسی هسته نیز از بین می‌رود. با از بین‌رفتن میدان مغناطیسی، فنر C دوباره اهرم را به محل اوّلیه بازمی‌گرداند و کنتاکت را وصل می‌کند. با اتصال جریان به بوبین‌های L_1 و L_2 مراحل فوق دوباره تکرار می‌شود و تا وقتی که کلید A وصل است، اهرم B به‌طور متناوب به بالا و پایین می‌رود. به انتهای اهرم یک چکش وصل است که به کاسه زنگ ضربه می‌زند. به این ترتیب از این وسیله به‌عنوان یک خبردهنده یا هشداردهنده استفاده می‌شود.

در شکل ۳ــ۲۹ نمونه‌ی دیگری از زنگ اخبار و انواع شستی‌های روکار و توکار را نشان داده‌ایم. همیشه شستی‌های زنگ اخبار را به‌صورت موازی می‌بندند.



شکل ۳ــ۲۹ــ انواع شستی‌های زنگ اخبار و نمونه‌ی دیگری از زنگ اخبار

پرسش

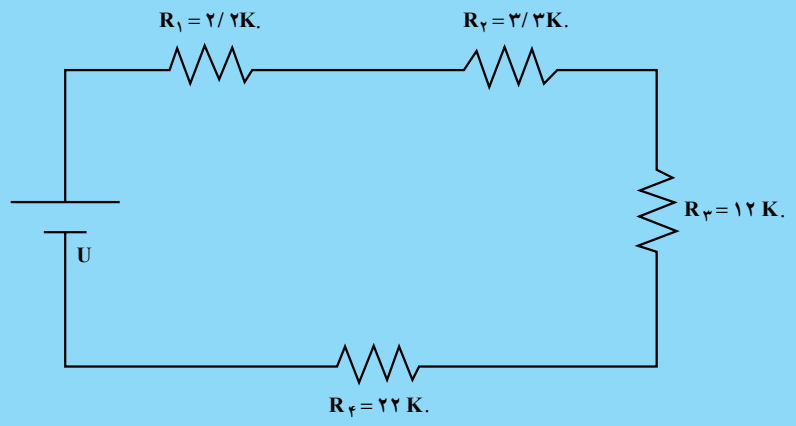
۱ــ انواع سیم را نام ببرید.

۲ــ روش‌های مختلف اتصال سیم‌ها به یکدیگر را شرح دهید.

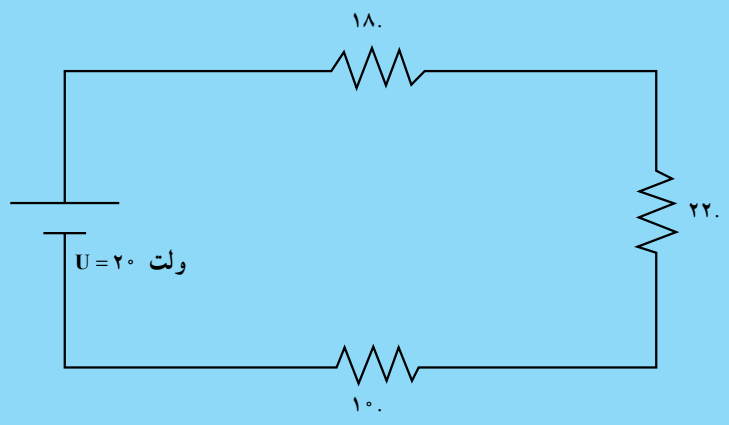
۳ــ لحیم از چه عناصری تهیه می‌شود و درصد مناسب آلیاژ آن چیست؟

۴ــ طریقه‌ی لحیم‌کاری را شرح دهید.

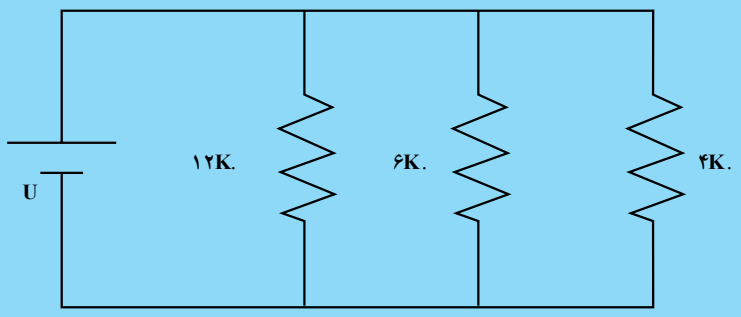
۵ــ مقاومت کل مدار چه‌قدر است؟



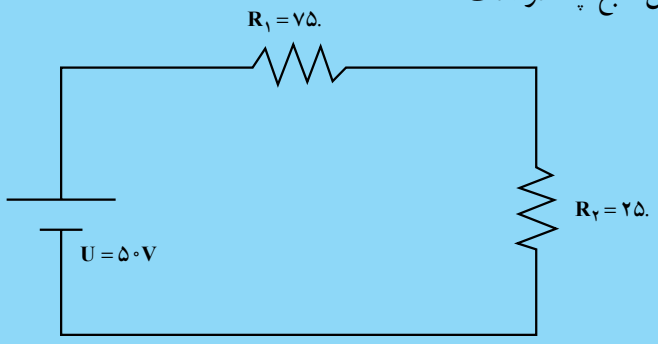
۶ــ جریان در مدار چه‌قدر است؟



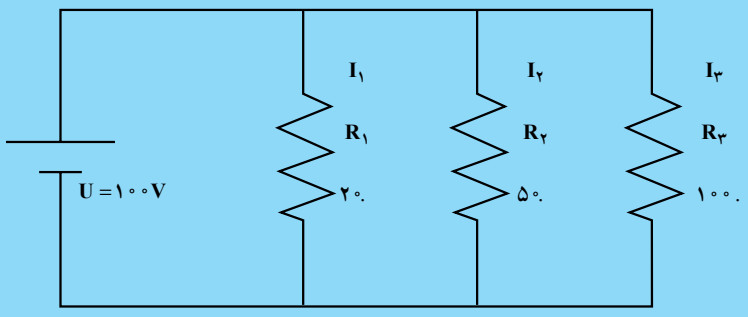
۷ــ مقاومت کل مدار چه‌قدر است؟



۸ــ توان کل منبع چه‌قدر است؟



۹ــ توان مصرفی هر مقاومت و توان کل داده شده توسط منبع چه‌قدر است؟



۱۰ــ قطعاتی که در سیم‌کشی ساختمان به‌کار می‌روند نام ببرید.

۱۱ــ طرز کار لامپ فلورسنت را شرح دهید و مدار الکتریکی آن را رسم کنید.

۱۲ــ اصول کار زنگ اخبار را شرح دهید.