

### اتصالات و مدارهای الکتریکی و محاسبات آنها

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- انواع سیم‌ها و اتصال آنها را توضیح دهد.
- لحیم کاری و انواع هویه‌ها را توضیح دهد.
- مدار الکتریکی و اجزای آن را توضیح دهد.
- اتصال مقاومت‌ها را توضیح دهد.
- مقاومت معادل مدارهای سری را محاسبه کند.
- توان و انرژی الکتریکی در یک مدار سری را محاسبه کند.
- مقاومت معادل مدارهای موازی را محاسبه کند.
- توان و انرژی الکتریکی در یک مدار موازی را محاسبه کند.
- طرز کار انواع کلیدها، پرز، جعبه تقسیم، لامپ و سربیس را بداند.
- اصول کار لامپ فلوروسنت را توضیح دهد.
- اصول کار زنگ اخبار را توضیح دهد.

### ۳-۱- شناسایی انواع سیم‌ها

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

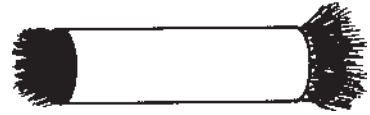
**سیم افشان:** سیم افشان از چند رشته‌ی نازک تشکیل شده که در داخل روپوش پلاستیکی جای می‌گیرد. از مزایای سیم‌های افشان قابلیت انعطاف آن را می‌توان نام برد. در شکل ۳-۱ الف یک نوع سیم افشان نشان داده شده است.

**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

مناسب اند (شکل ۳-۱-ب).



ب - سیم مفتولی دو لا



الف - سیم افشان



ب - سیم مفتولی

شکل ۳-۱- انواع سیم ها

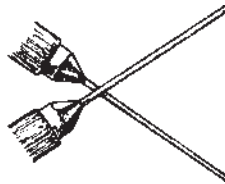
سیم های افشان و مفتولی به صورت یک لا و چند لا ساخته می شوند. در نوع چند لا معمولاً دو یا چند رشته سیم که خود عایق جداگانه ای دارند، در کنار هم در یک روپوش قرار داده می شوند. در شکل ۳-۱- پ سیم مفتولی دو لایه نشان داده شده است. جهت تفکیک انواع سیم ها از یکدیگر معمولاً سیم ها را با حروف و شماره های رمز مشخص می کنند و کد رمز مربوط به هر سیم را روی عایق آن می نویسند.

### ۳-۲- اتصال سیم ها به یکدیگر

در اکثر سیم کشی ها مواردی پیش می آید که باید دو سیم را به هم وصل کنیم. اتصال سیم ها به یکدیگر روش های مختلفی دارد که در زیر به آن ها اشاره می شود:  
\* اتصال سر به سر که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.



(ب)



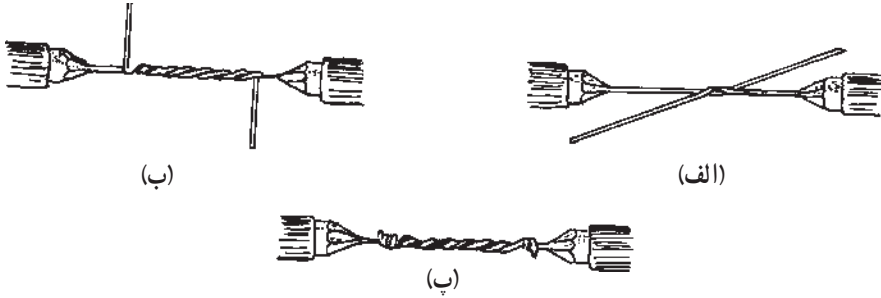
(ب)



(الف)

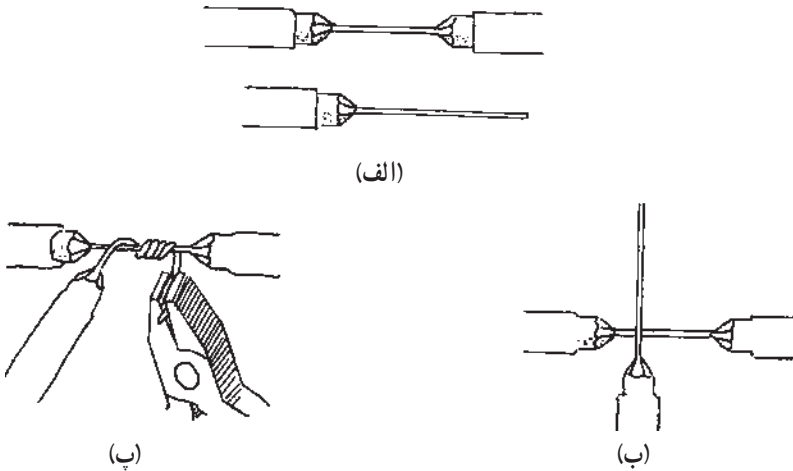
شکل ۳-۲- مراحل اتصال سر به سر

\* اتصال طولی که در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳

\* اتصال سه راهی یا اتصال انشعابی بدون قطع سیم که در شکل ۴-۳ نشان داده شده است.



شکل ۴-۳

### ۳-۳- لحیم کاری

منظور از لحیم کاری اتصال دو یا چند قطعه به یکدیگر است. این عمل به وسیله آلیاژی از قلع و سرب یا سایر فلزات که آن‌ها را لحیم می‌نامند، انجام می‌شود. برای انجام لحیم کاری 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.

### ۴-۳- مواد کمکی لحیم کاری

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

لحیم کاری 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 بین بردن این عوامل از مواد پاک کننده یا روغن لحیم استفاده می‌شود. این مواد علاوه بر آن که ترکیبات مزاحم سطوح قطعات را پاک می‌کنند، مانع از اکسید شدن محل اتصال در حین عمل لحیم کاری نیز می‌شوند. از این رو تمامی مواد پاک کننده که قادر هستند ترکیباتی نظیر اکسیدها و هیدرات‌ها را در خود حل کنند، می‌توانند در شمار روغن لحیم کاری به حساب آیند.

### ۳-۵- لحیم

لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه‌ی ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به صورت 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 ۳-۵ چند نوع سیم لحیم نشان داده شده است.



شکل ۳-۵

## ۳-۶- وسایل لحیم کاری

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

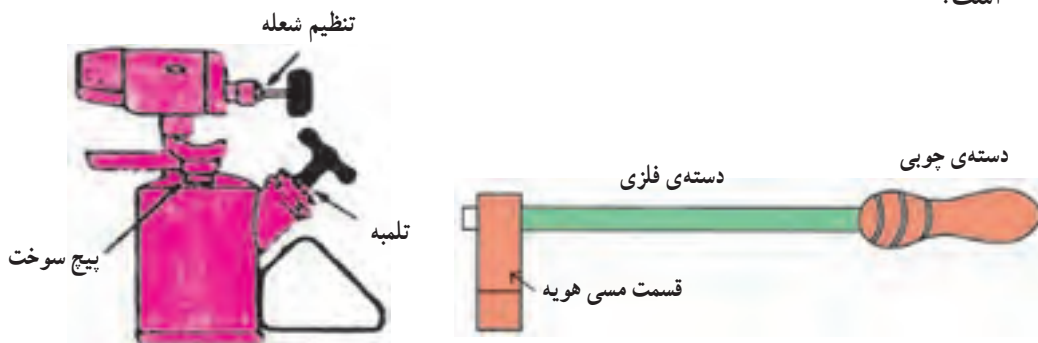
۳-۶-۱- هویه‌ی ساده: هویه‌ی ساده از سه قسمت تشکیل شده است:

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 به وسیله‌ی حرارت چراغ پرموس، گاز یا زغال گرم می‌شود و در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۳-۶ هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن نشان داده شده است.



شکل ۳-۶

۳-۶-۲- هویه‌ی برقی: هویه‌ی برقی بر دو نوع است: هویه‌ی قلمی (مقاومتی) و هویه‌ی

هفت تیری.

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

یا کرم آلومینیم استفاده می‌شود.

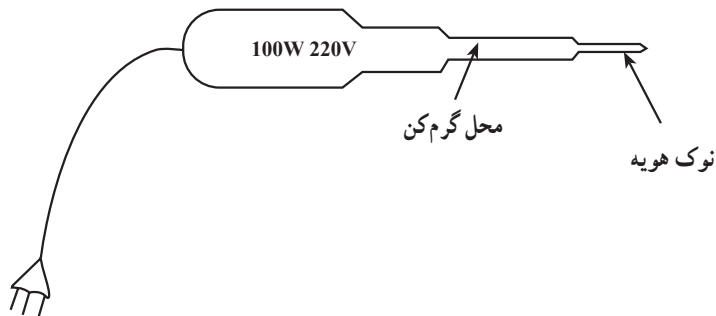
در این نوع هویه سیم گرم‌کن را روی عایقی از آجر نسوز که وسط آن خالی است می‌پیچند.

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

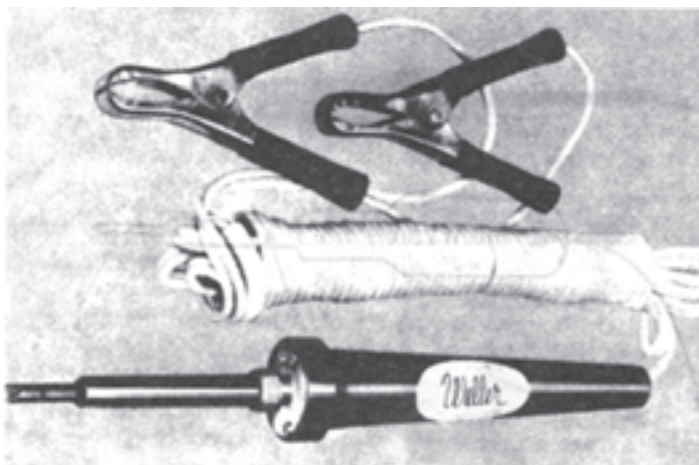
۳-۷ چند نمونه از این هویه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷

۳-۶-۳- هویه‌ی قلمی قابل کار با باتری: برای آن که بتوان عمل لحیم کاری 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 ۳-۸ نمونه‌ای از این نوع هویه را نشان می‌دهد.

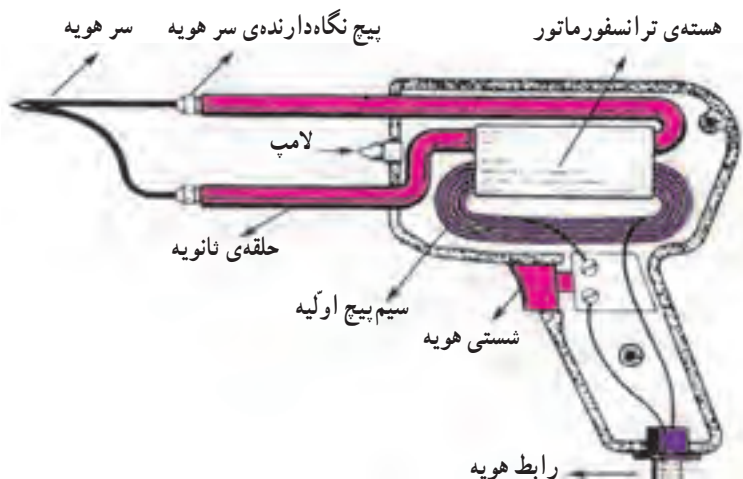


شکل ۳-۸

۳-۶-۴- هویه‌ی هفت تیری (ترانسفورماتوری): هویه‌ی هفت تیری براساس اصول کار ترانسفورماتور کار می‌کند. ترانسفورماتور یا ترانس دارای دو سیم پیچ به نام اولیه و ثانویه است. سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه بر روی هسته‌ای آهنی به شکل U یا E پیچیده شده‌اند. اولیه‌ی ترانسفورماتور از چندین حلقه سیم نازک تشکیل شده است. ثانویه‌ی ترانسفورماتور نیز از یک میله‌ی فلزی ساخته شده که دو انتهای آن به وسیله‌ی یک سیم مفتولی (نوک هویه) به هم مربوط می‌شود.

با فشار دادن شستی ماشه‌ای، جریان برقی که در سیم پیچ اولیه جاری می‌شود در سیم پیچ ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کند. این جریان باعث گرم شدن نوک هویه می‌شود. شکل ۳-۹ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت تیری را نشان می‌دهد.

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



شکل ۳-۹

### ۳-۷-۷- طریقه‌ی لحیم کاری

برای انجام لحیم کاری 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 می کند. برای انجام عمل لحیم کاری نکات زیر را رعایت کنید :

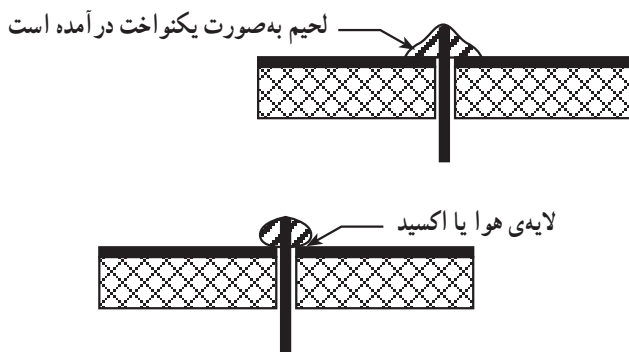
۱- از هویه‌ی با وات مناسب استفاده کنید. در لحیم کاری قطعات ظریف هویه‌های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم کاری مناسب‌اند.

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

۳- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

۴- 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.

۵- 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 لحیم کاری سرد به‌وجود می‌آید. شکل ۳-۱۰ نحوه‌ی لحیم کاری صحیح و لحیم کاری سرد را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۰

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 حرکت دادن اتصال قبل از سردشدن و نیز کثیف بودن 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 لحیم کاری 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



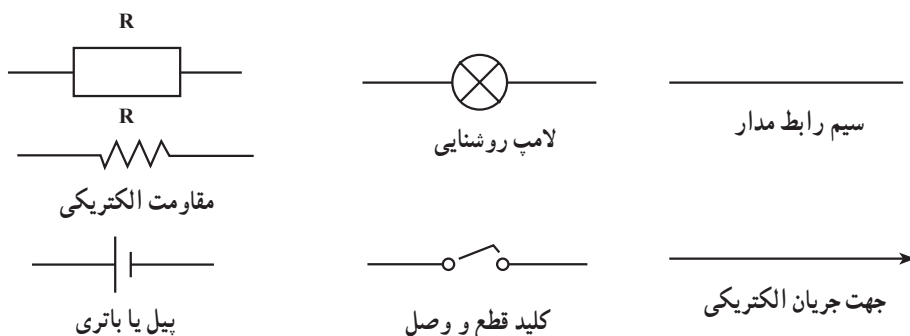
نبودن گرما در محل اتصال و در هنگام لحیم کاری است.

۶- اکثر قطعات الکترونیکی نظیر دیودها، ترانزیستورها و آی سی ها در مقابل افزایش حرارت مقاوم نیستند و این قطعات در اثر گرمای زیاد آسیب می بینند.

۷- یک اتصال لحیم کاری شده ی خوب علاوه بر دارا بودن استقامت مکانیکی و هدایت الکتریکی باید دارای سطحی براق و درخشان باشد.

### ۳-۸- علامت اختصاری چیست؟

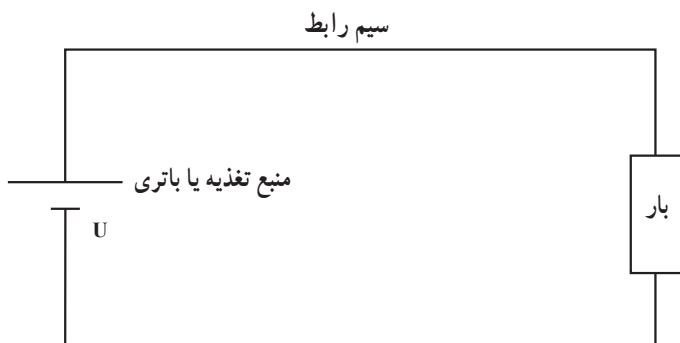
اگر بخواهیم در ترسیم نقشه های الکتریکی از تصویر ظاهری عناصر استفاده کنیم، نقشه شلوغ و ترسیم آن فوق العاده مشکل می شود. برای برطرف کردن این مسأله از علائم اختصاری استفاده می کنند. علامت اختصاری هر عنصر یا المان الکتریکی به وسیله ی سازمان های استاندارد بین المللی تعیین می شود. هر علامت اختصاری باید تا حد امکان ساده باشد و تا حدودی مشخصات کار عنصر مورد نظر را ارائه دهد. در شکل ۳-۱۱ چند نمونه علامت اختصاری ترسیم شده است.



شکل ۳-۱۱

### ۳-۹- مدار الکتریکی و اجزای آن

اجزای هر مدار الکتریکی به طور کلی عبارتند از: منبع ولتاژ، سیم های رابط و مصرف کننده 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 ۳-۱۲ یک مدار کامل و بسته را نشان می دهد.

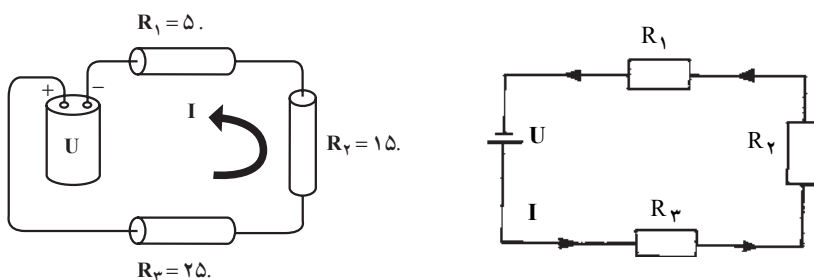


شکل ۱۲-۳

### ۳-۱۰- اتصال مقاومت‌ها

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

۳-۱۰-۱- اتصال سری مقاومت‌ها: هرگاه انتهای یک مقاومت به انتهای مقاومت دیگر وصل شود، مقاومت‌ها به صورت سری (متوالی و پشت سر هم) به یکدیگر متصل شده‌اند. توجه داشته باشید که در مدار سری هیچ‌گونه انشعابی وجود ندارد. شکل ۱۳-۳ اتصال سری مقاومت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۳

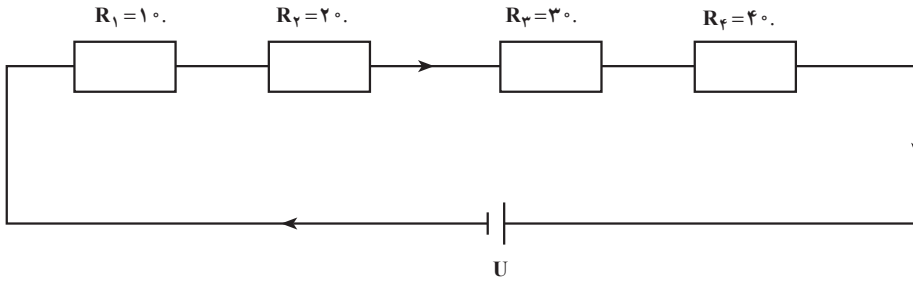
۳-۱۰-۲- مقاومت معادل در مدار سری: مقاومت معادل عبارت از مقاومتی است که می‌توان جایگزین کلیه مقاومت‌ها نمود. مقاومت معادل در مدار سری از مجموع تک تک مقاومت‌ها به دست می‌آید، مثلاً در شکل ۱۳-۳ مقاومت معادل برابر است با:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 5 + 15 + 25 = 45.$$

مثال:

در مدار شکل زیر مقاومت معادل چه قدر است؟



$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

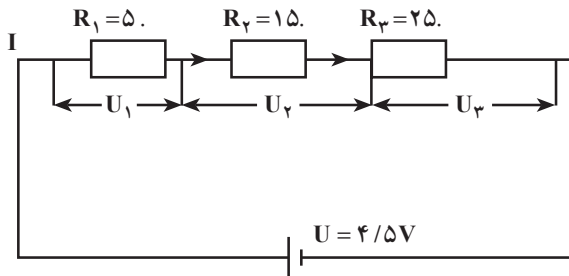
$$R = 10 + 20 + 30 + 40 = 100.$$

$R = 100.$

۳-۱۰-۳ 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 می شود. برای به دست آوردن شدت جریان ابتدا مقاومت معادل را محاسبه می کنیم؛ سپس از تقسیم اختلاف سطح بر مقاومت معادل شدت جریان را به دست می آوریم. برای محاسبه ی 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.



$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 5 + 15 + 25 = 45.$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4/5}{45} = 0/1A$$

$$U_1 = IR_1 = 5 \times 0/1 = 0/5V$$

$$U_2 = IR_2 = 15 \times 0/1 = 1/5V$$

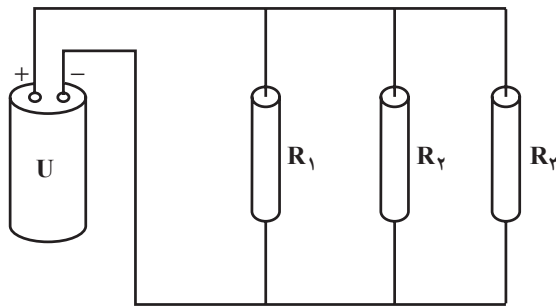
$$U_3 = IR_3 = 25 \times 0/1 = 2/5V$$

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

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 0/5 + 1/5 + 2/5 = 4/5$$

چون مجموع ولتاژها در دو سر مقاومت‌ها برابر با  $4/5$  ولت است؛ پاسخ به دست آمده صحیح است.

**۳-۱-۴** اتصال موازی مقاومت‌ها: اگر دو یا چند مقاومت را طبق شکل ۳-۱۴ طوری به هم ببندیم که دو انتهای مقاومت‌ها به یکدیگر وصل شوند، مقاومت‌ها به‌طور موازی به هم اتصال داده شده‌اند.

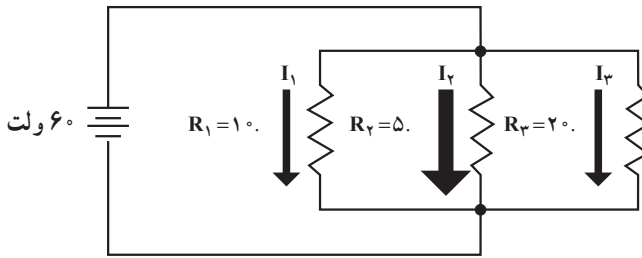


شکل ۳-۱۴

**۳-۱-۵** مقاومت معادل در مدار موازی: عکس مقاومت معادل در مدار موازی برابر است با مجموع عکس تک تک مقاومت‌ها؛ مثلاً در مورد شکل ۳-۱۵ داریم:

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

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{2+4+1}{20} = \frac{7}{20} \quad R = \frac{20}{7} \quad R = 2/85.$$



شکل ۳-۱۵

مثال:

در مدار شکل زیر، مقاومت معادل را به دست آورید:

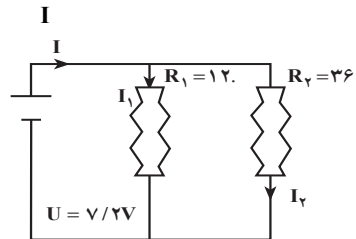
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{36}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{3+1}{36} = \frac{4}{36}$$

$$R = \frac{36}{4} = 9$$

$R = 9$



۳-۱۰-۶- شدت جریان و ولتاژ در مدارهای موازی: در مدار موازی اختلاف سطح

دو سر هر مقاومت برابر با اختلاف سطح کل مدار است و شدت جریان به نسبت مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. برای به دست آوردن 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 هر یک از مقاومت‌ها به دست می‌آید. بنابراین در مثال بالا خواهیم داشت:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{7/2}{9} = 0/88 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{7/2}{12} = 0/6 \text{ A}$$

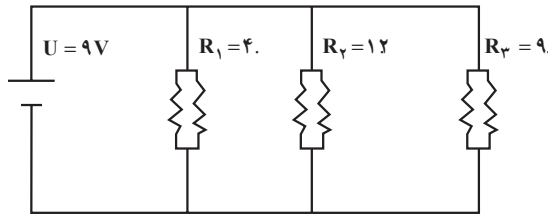
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{7/2}{36} = 0/2 \text{ A}$$

شدت جریان کل را می‌توان از مجموع شدت جریان هر یک از مقاومت‌ها نیز به دست آورد.

$$I = I_1 + I_2 = 0/6 + 0/2 = 0/8 \text{ A}$$

مثال:

در مدار شکل زیر، شدت جریان کل، مقاومت معادل و شدت جریان در هر شاخه را به دست آورید.



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

$$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{2/25} = 4A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{9}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{9}{4} = 2/25A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{9+3+4}{36}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{9}{12} = 0/75A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{16}{36} = \frac{4}{9}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{9}{9} = 1A$$

$$R = \frac{9}{4} = 2/25$$

$$R = 2/25.$$

شدت جریان کل از رابطه‌ی زیر نیز قابل تعیین است:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = 2/25 + 0/75 + 1 = 4A$$

نکات مهم:

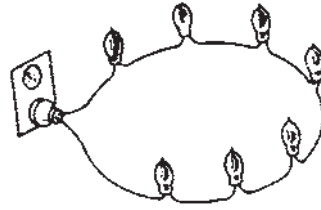
- ۱- در مدار سری همیشه مقاومت معادل از بزرگ‌ترین مقاومت مدار بزرگ‌تر است.
- ۲- در مدار موازی همیشه مقاومت معادل از کوچک‌ترین مقاومت موجود در مدار کوچک‌تر است.

۳- در شکل زیر اتصال لامپ‌ها را به صورت سری و موازی مشاهده می‌کنید.

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



اتصال لامپ‌ها به صورت موازی



اتصال لامپ‌ها به صورت سری

### ۱۱-۳- توان مصرفی در مدار سری

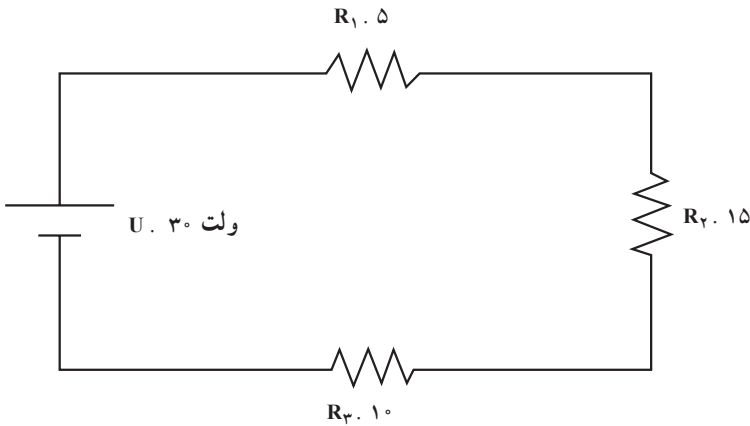
توان تولیدشده توسط منبع در یک مدار سری برابر با توانی است که به وسیله‌ی مقاومت‌ها مصرف می‌شود. از مجموع توان مصرف‌شده‌ی هریک از مقاومت‌ها می‌توان توان کل را به دست

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

آورد؛ یعنی

مثال:

توان مصرفی کل مدار شکل ۱۶-۳ را حساب کنید.



شکل ۱۶-۳

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 15 + 10 = 30$$

مقاومت کل  $R_t = 30$

$$\text{وات} \quad P_t = UI = 30 \times 1 = 30 \quad I = \frac{30}{30} = 1 \text{ A}$$

$$P_1 = U_1 \times I = R_1 I^2 = (5 \times 1^2) = 5 \text{ W}$$

$$P_2 = U_2 \times I = R_2 I^2 = (15 \times 1^2) = 15 \text{ W}$$

$$P_3 = U_3 \times I = R_3 I^2 = (10 \times 1^2) = 10 \text{ W}$$

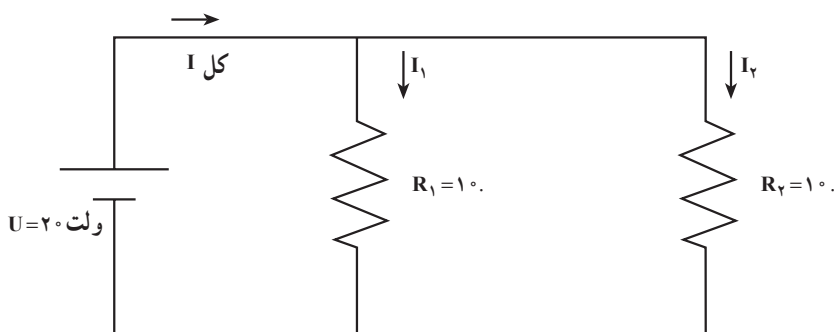
$$\text{کل } P = P_1 + P_2 + P_3 = 5 + 15 + 10 = 30 \text{ W}$$

### ۱۲-۳- توان در مدار موازی

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

مثال:

توان کل منبع در شکل ۱۷-۳ چقدر است؟



شکل ۱۷-۳

حل:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

$$\text{کل } I = I_1 + I_2 = 4 \text{ A}$$

$$\text{کل } P = UI = 20 \times 4 = 80 \text{ W}$$

$$P_1 = U \times I_1 = R_1 I_1^2 = (20 \times 2) = 40 \text{ W} \text{ و یا}$$

$$P_2 = U \times I_2 = R_2 I_2^2 = (20 \times 2) = 40 \text{ W}$$

$$\text{کل } P = P_1 + P_2 = 40 + 40 = 80 \text{ W}$$



### ۳-۱۳- شناسایی اجزای مدار

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

۳-۱۳-۱- 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.

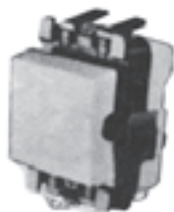
✱ **کلید یک پل یک راهه:** کلید یک پل یک راهه، کلیدی است که جهت قطع و وصل یک یا چند لامپ به کار می‌رود. این نوع کلید دارای دو پیچ یا ترمینال جهت اتصال سیم می‌باشد. در قسمت خارجی کلید یک دگمه یا شستی وجود دارد که می‌توان آن را در حالت خاموش یا روشن قرار داد. در داخل کلید تیغه‌ای وجود دارد که دو ترمینال خروجی را به هم وصل یا از هم جدا می‌کند. شکل ظاهری، ساختمان داخلی و شمای فنی کلید یک پل در شکل ۳-۱۸ نشان داده شده است.



شکل ظاهری کلید یک پل توکار



نوعی دیگر از کلید یک پل

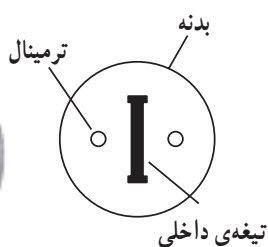


قسمت داخلی کلید یک پل

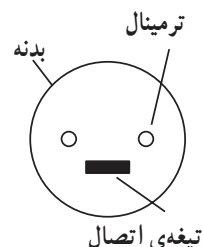


پشت کلید یک پل

کلید یک پل روکار



علامت اختصاری کلید یک پل دوراهه



تیغه‌ی اتصال

شکل ۳-۱۸- انواع کلید یک پل، ساختمان داخلی و علامت اختصاری آن

۳-۱۳-۲- سریپیچ: سریپیچ وسیله‌ای است که لامپ را به آن اتصال می‌دهند. بدنه‌ی سریپیچ را معمولاً از عایق می‌سازند. داخل سریپیچ شبیه مهره دنده شده است؛ به طوری که به آسانی می‌توان

لامپ را روی آن نصب کرد. در داخل سریپیچ دو زائده فلزی قرار دارد که یکی به ته لامپ و دیگری به قسمت فلزی لامپ متصل می‌شود. در انتهای سریپیچ دو ترمینال وجود دارد که سیم‌های برق را به آن اتصال می‌دهند. در شکل ۳-۱۹ سه نمونه سریپیچ را مشاهده می‌کنید. در نقشه‌ها، سریپیچ و لامپ را با هم مشخص می‌کنند.



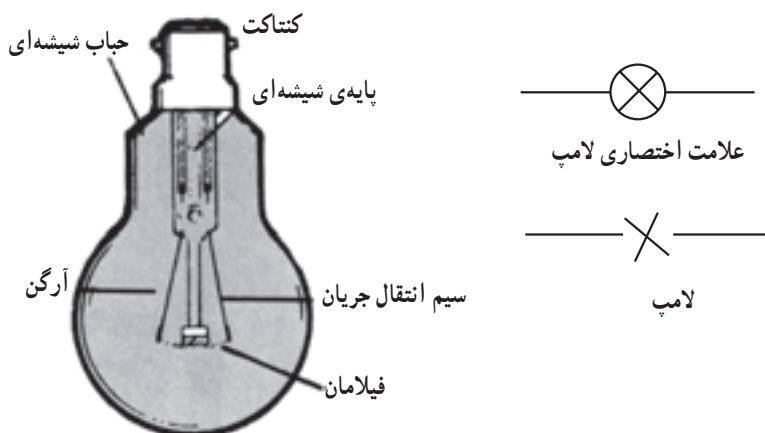
سریپیچ دیواری

سریپیچ آویز

سریپیچ آویز


شکل ۳-۱۹- انواع سریپیچ

۳-۱۳-۳ لامپ: همان‌طور که 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 اکسیدشدن 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 ۳-۲۰ تصویر ظاهری لامپ، ساختمان داخلی و علامت اختصاری آن نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۰- ساختمان داخلی لامپ و علامت اختصاری آن

### ۳-۱۳-۴- قوطی تقسیم: قوطی تقسیم را جهت دریافت اشعاب به کار می‌برند. معمولاً

در هر ساختمان تعدادی قوطی تقسیم وجود دارد که اشعابات 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 به صورت  است.

### ۳-۱۳-۵- 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

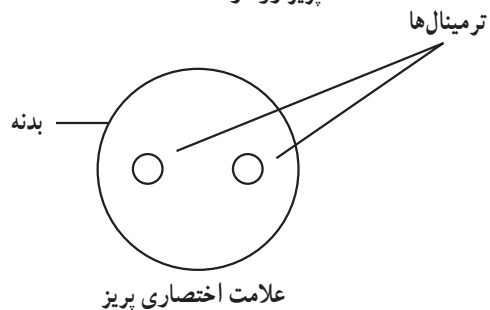
ترمینال است که دو ترمینال آن جهت اتصال سیم‌های فاز و نول و ترمینال سوم جهت اتصال به زمین (به منظور جلوگیری از برق‌گرفتگی) به کار می‌رود. در شکل ۳-۲۱ شکل ظاهری پریز یک‌فاز روکار و توکار و علامت اختصاری آن را مشاهده می‌کنید.



پریز توکار



پریز روکار



شکل ۳-۲۱- پریزهای توکار و روکار یک‌فاز و علامت اختصاری آن


\* پریز سه فاز: جهت مصرف انرژی الکتریکی سه فاز از پریزهای سه فاز استفاده می کنند. در شکل ۲۲-۳ شکل ظاهری پریز سه فاز را مشاهده می کنید.

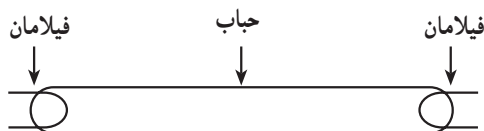


شکل ۲۲-۳- پریز سه فاز

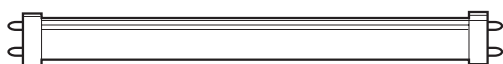
۳-۱۳-۶- لامپ فلورسنت (مهمتایی): چون قدرت مصرفی لامپ های فلورسنت نسبت به لامپ های معمولی کم است، این لامپ کاربرد فراوانی دارد. لامپ فلورسنت تقریباً در کلیه اماکنی که نیاز به نور دارند مشاهده می شود. قسمت های اصلی لامپ فلورسنت عبارت است از:

- ۱- حباب لامپ
- ۲- چُک یا ترانس
- ۳- استارتر
- ۴- پایه ها یا سوکت
- ۵- مدار لامپ

\* حباب لامپ فلورسنت: حباب های لامپ فلورسنت را به صورت استوانه ای دراز یا مدور می سازند. در هر انتهای حباب لامپ دو زائده وجود دارد که به فیلامان های لامپ متصل است. در شکل ۲۳-۳ حباب لامپ فلورسنت را مشاهده می کنید. لامپ های فلورسنت دراز و در اندازه های ۶۰ سانتی متری و ۱۰۰ سانتی متری ساخته می شوند. علامت اختصاری حباب لامپ به صورت  است.



علامت اختصاری



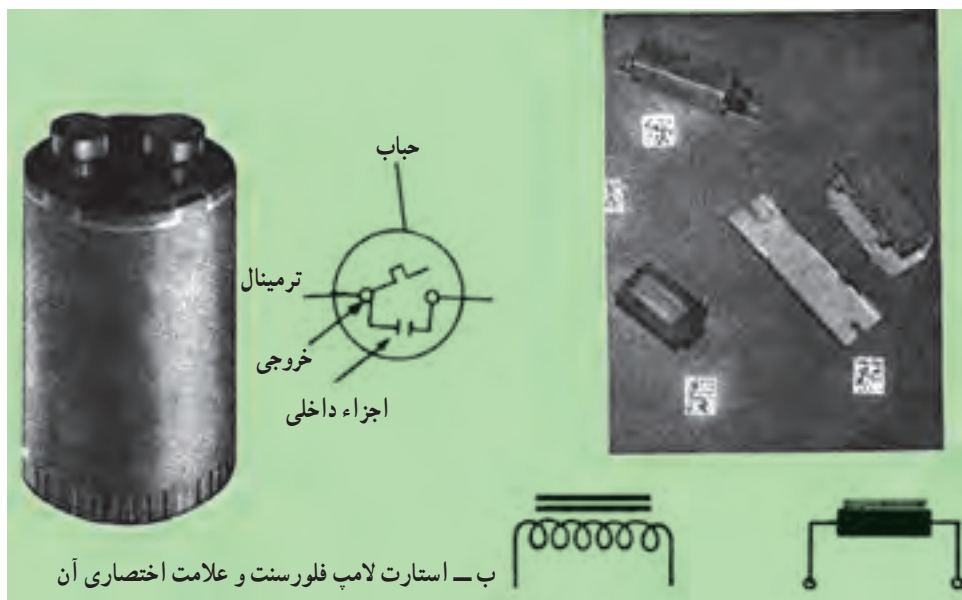
حباب

شکل ۲۳-۳- حباب لامپ فلورسنت

\* چک یا ترانس (Choke): چک لامپ مهتابی به صورت سری با فیلامان‌ها قرار می‌گیرد. کار این چک تولید ولتاژ زیاد در لحظه‌ی روشن شدن لامپ است. چک لامپ فلورسنت را در اصطلاح ترانس مهتابی نیز می‌نامند.

در شکل ۳-۲۴ الف - چک لامپ فلورسنت نشان داده شده است. چک دارای دو ترمینال جهت اتصال به لامپ است. علامت اختصاری چک به صورت  $\text{---} \overline{\text{---}} \text{---}$  یا  $\text{---} \text{---}$  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 ۳-۲۴ ب - شکل ظاهری استارتر را ملاحظه می‌کنید. علامت اختصاری استارتر به صورت  $\text{---} \text{---}$  است.



ب - استارتر لامپ فلورسنت و علامت اختصاری آن

الف - چک لامپ فلورسنت و علامت اختصاری آن

شکل ۳-۲۴

\* پایه‌های لامپ فلورسنت: برای اتصال دو انتهای جاب لامپ و استارتر 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 ۳-۲۵ انواع پایه‌های لامپ فلورسنت نشان داده شده است. البته در لامپ‌های فلورسنت گرد

به جای پایه از سوکت های مخصوص چهار ترمینالی استفاده می کنند. در نقشه های فنی پایه های لامپ را نشان نمی دهند.



پایه ی ساده و پایه ی استارتر



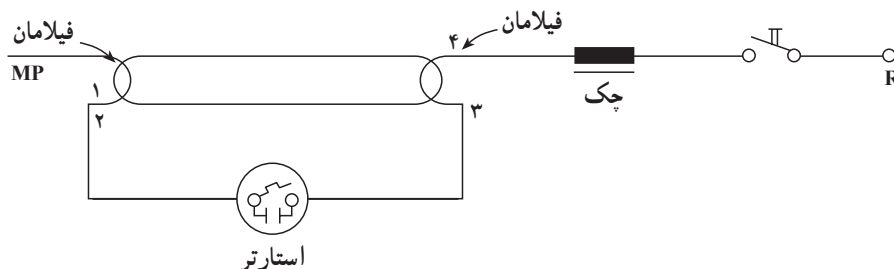
پایه ی ساده و پایه ی استارتر



پایه ی ساده

شکل ۳-۲۵- انواع پایه های لامپ فلورسنت

در شکل ۳-۲۶ مدار لامپ فلورسنت ترسیم شده است. همان طور که ملاحظه می کنید، سیم فاز از طریق کلید به چک و از طرف دیگر چک به پایه ی شماره ۴ (فیلامان) متصل می شود. پایه ی شماره ۳ فیلامان از طریق استارتر به پایه ی شماره ۲ در انتهای دیگر لامپ اتصال داده می شود. سیم نول نیز به پایه ی شماره ۱ وصل می شود.



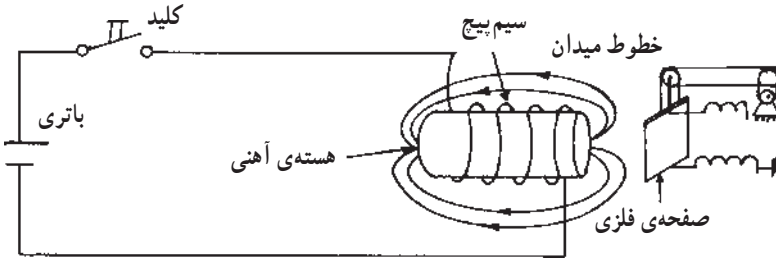
شکل ۳-۲۶- اتصال لامپ فلورسنت

۳-۱۳-۷- زنگ اخبار: زنگ اخبار در کلیه ی منازل به عنوان یک وسیله ی خبری به کار می رود و در انواع AC و DC ساخته می شود. ولتاژ کار زنگ اخبار AC ممکن است ۲۲۰ ولت یا کم تر (۶، ۱۲ و ...) باشد. زنگ اخبار در انواع ساده، بیانویی، بلبلی و ... ساخته می شود. جهت به کار انداختن زنگ اخبار از شستی استفاده می کنند. کار شستی شبیه کلید یک پل است، با این تفاوت که با برداشتن دست از روی دگمه مدار قطع می شود؛ زیرا در زیر دگمه یک فنر وجود دارد که دگمه را به حالت اولیه برمی گرداند. علامت اختصاری زنگ اخبار به صورت  $\left[ \right]$  و شستی به صورت  $\left[ \right]$

شست است. زنگ اخبار و شستی هرکدام دارای دو ترمینال خارجی جهت اتصال سیم می باشد.

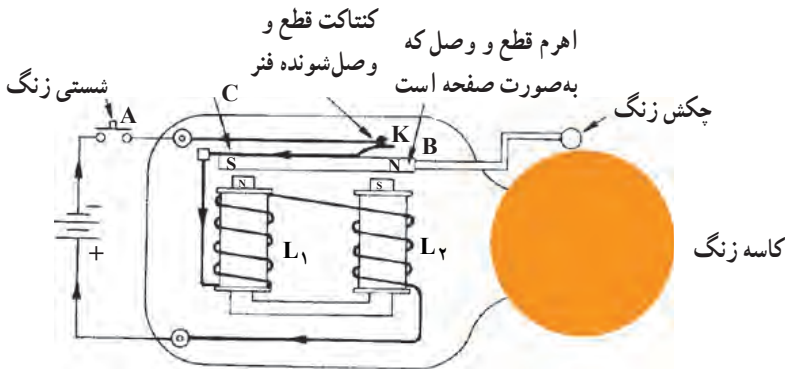
### \* اصول کار زنگ اخبار

**مغناطیس مصنوعی:** مدار شکل ۳-۲۷ را مورد بررسی قرار دهید. هنگامی که کلید وصل می شود، چه اتفاقی می افتد؟ در اثر عبور جریان از سیم پیچ، هسته ی آهنی تبدیل به آهن ربا شده صفحه ی فلزی را به سمت خود جذب می کند. بنابراین با استفاده از جریان الکتریکی توانسته ایم آهن ربا یا مغناطیس بسازیم. چنین آهن ربایی را آهن ربای مصنوعی می نامند. چنانچه کلید را قطع کنیم، خاصیت مغناطیسی از بین می رود و صفحه ی فلزی دوباره رها می شود. از آهن ربای مصنوعی در جرثقیل ها، رله ها، کنتاکتورها و زنگ های اخبار استفاده می شود. سیم پیچ یا هسته ی آهنی را بوبین یا سولنوئید نیز می نامند.



شکل ۳-۲۷- مغناطیس مصنوعی

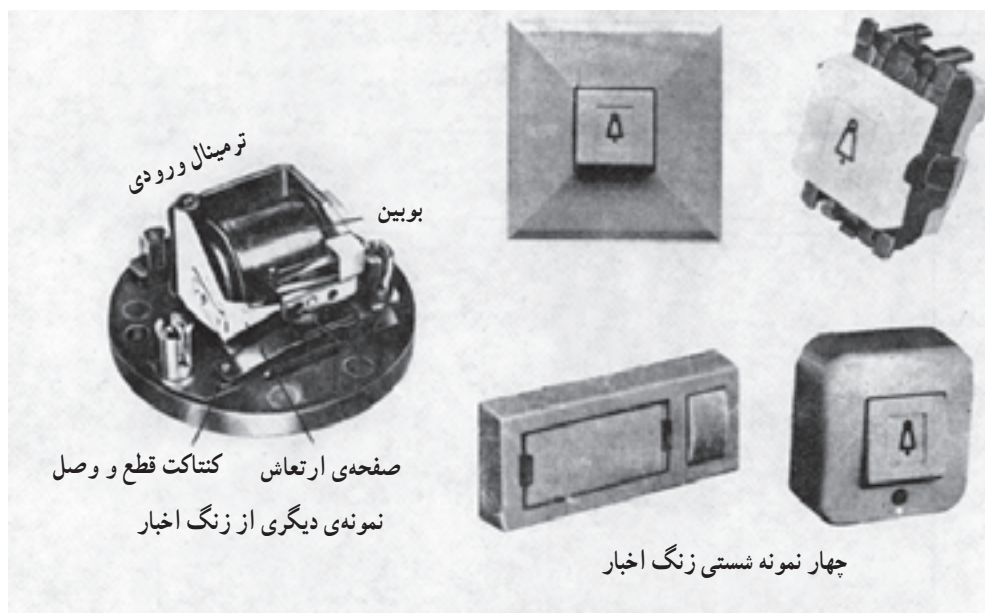
\* زنگ اخبار چگونه کار می کند؟ در شکل ۳-۲۸ ساختمان داخلی زنگ اخبار نشان داده شده است. با فشار دادن شستی A، جریان الکتریکی از طریق کنتاکت قطع و وصل K وارد سیم پیچ های  $L_1$  و  $L_2$  شده مدار بسته می شود. در اثر عبور جریان از بوبین های  $L_1$  و  $L_2$ ، هسته ی آهنی بوبین



شکل ۳-۲۸- ساختمان داخلی زنگ اخبار

مغناطیسی شده اهرم B را به سمت خود می کشد. در اثر حرکت اهرم، کنتاکت K قطع شده جریان بوبین قطع می گردد و خاصیت مغناطیسی هسته نیز از بین می رود. با از بین رفتن میدان مغناطیسی، فنر C دوباره اهرم را به محل اولیه باز می گرداند و کنتاکت را وصل می کند. با اتصال جریان به بوبین های  $L_1$  و  $L_2$  مراحل فوق دوباره تکرار می شود و تا وقتی که کلید A وصل است، اهرم B به طور متناوب به بالا و پایین می رود. به انتهای اهرم یک چکش وصل است که به کاسه زنگ ضربه می زند. به این ترتیب از این وسیله به عنوان یک خبردهنده یا هشداردهنده استفاده می شود.

در شکل ۳-۲۹ نمونه‌ی دیگری از زنگ اخبار و انواع شستی‌های روکار و توکار را نشان داده‌ایم. همیشه شستی‌های زنگ اخبار را به صورت موازی می بندند.

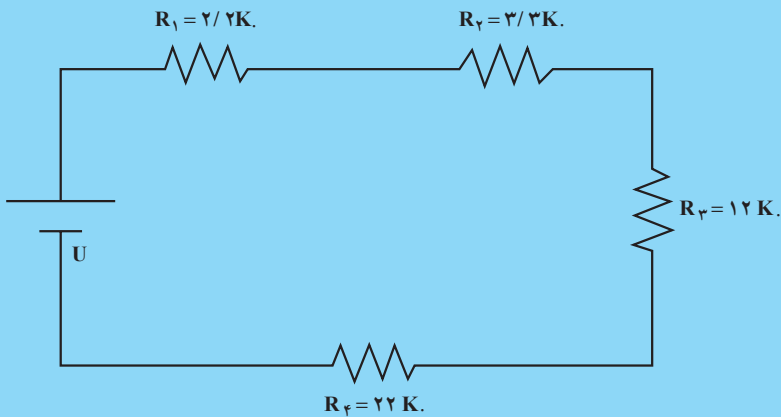


شکل ۳-۲۹- انواع شستی‌های زنگ اخبار و نمونه‌ی دیگری از زنگ اخبار

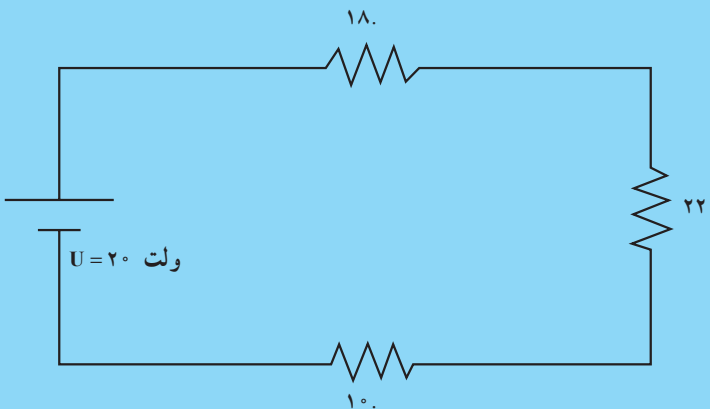


## پرسش

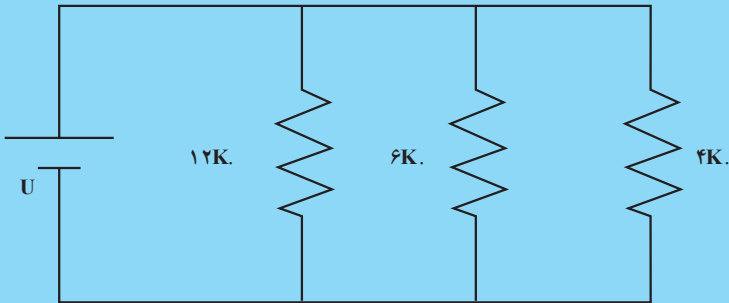
- ۱- انواع سیم را نام ببرید.
- ۲- روش‌های مختلف اتصال سیم‌ها به یکدیگر را شرح دهید.
- ۳- لحیم از چه عناصری تهیه می‌شود و درصد مناسب آلیاژ آن چیست؟
- ۴- طریقه‌ی لحیم‌کاری را شرح دهید.
- ۵- مقاومت کل مدار چه قدر است؟



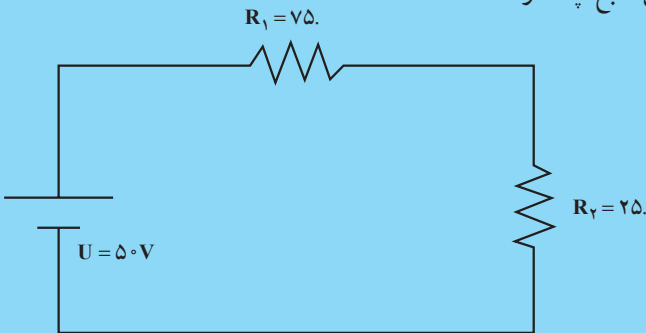
- ۶- جریان در مدار چه قدر است؟



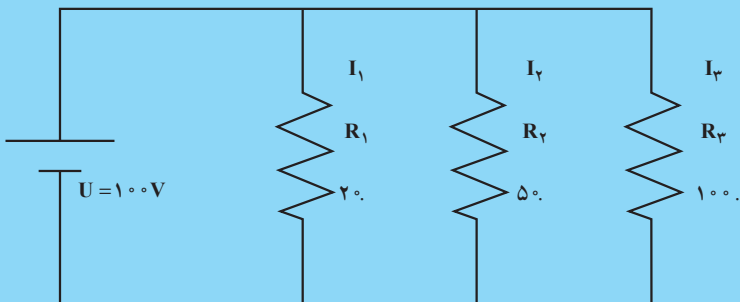
۷- مقاومت کل مدار چه قدر است؟



۸- توان کل منبع چه قدر است؟



۹- توان مصرفی هر مقاومت و توان کل داده شده توسط منبع چه قدر است؟



۱۰- قطعاتی که در سیم کشی ساختمان به کار می روند نام ببرید.

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

۱۲- اصول کار زنگ اخبار را شرح دهید.