فصل سوم

تجزیه و تحلیل و بستن مدارهای سری و موازی

هدف کلی : آشنایی با مدارهای سری، موازی و سری- موازی. اصول بستن پل وتستون و اصول کار با هویه

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که:

۱- خرابی در مدارهای سری را شرح دهد.

۲- عامل غیر مشترک در یک مدار موازی را توضیح دهد.

۳- ساختمان پل وتستون را شرح دهد.

۴- رابطه‌ی بین مقاومت‌ها را در پل وتستون، وقتی در حالت تعادل است را توضیح دهد.

۵- خصوصیات روغن لحیم را به اختصار شرح دهد.

۶- کاربرد لحیم‌های نوع A، B و C را توضیح دهد.

۷- چگونگی تشخیص لحیم‌کاری خوب را از بد شرح دهد.

۸- مدار پل وتستون را به طور عملی بررسی کند.

۹- اصول کار با هویه و قلع کش را به طور عملی تجربه کند.

۱۰- کلیه‌ی اهداف رفتاری در حیطه‌ی عاطفی که در فصل اول به آن اشاره شده است را در این فصل نیز به کار ببندد.

توانایی شماره	ساعت آموزش		
	نظری	عملی	جمع
۳	۸	۸	۱۶

پیش آزمون فصل (۳)

۱-در یک مدار سری، عامل مشترک کدام است؟

الف) ولتاژ　　ب) جریان

ج)مقاومت　　د)هیچکدام

۲- ولتاژ منبع در یک مدار سری به نسبت ..... مقدار مقاومت‌های آن مدار تقسیم می‌شود.

۳- در یک مدار سری با افزایش تعداد مقاومت‌ها، توان مصرفی مدار چه تغییری می کند؟

الف) افزایش می‌یابد.　　ب) کاهش می‌یابد.

ج)تغییر نمی کند.　　د) نصف می‌شود.

۴- در مدار سری، جریان صفر خواهد شد اگر.....

الف) منبع تغذیه قطع شود.

ب) سیم‌های رابط قطع شود.

ج) مقاومت مصرف‌کننده قطع شود.

د) هر سه مورد.

۵- قانون تقسیم جریان در چه مداری استفاده می‌شود؟

الف) سری　　ب) موازی

۶- کدام‌یک از روابط زیر صحیح نیست؟

الف) $I=\frac{R}{V}$　　ب) $R=\frac{V}{I}$

ج) $V=R.I$　　د) $I=\frac{V}{R}$

۷- کدامیک از جملات زیر در یک مدار موازی صحیح نیست؟

الف) جریان در هر شاخه به نسبت عکس مقاومت‌های هر شاخه تقسیم می‌شود.

ب) توان تولید شده‌ی منبع، با مجموع توان‌های مصرفی هر شاخه برابر است.

ج) مساوی بودن ولتاژ در مدار موازی به عنوان عامل غیر مشترک در نظر گرفته می‌شود.

د) آمپرمتر به صورت سری با مصرف‌کننده‌ها قرارمی گیرد.

۸- اساس کار پل وتستون را شرح دهید.

۹- روغن لحیم چه خصوصیاتی دارد؟

۱۰- چگونه می‌توان یک لحیم‌کاری خوب را از لحیم‌کاری بد تشخیص داد؟ شرح دهید.

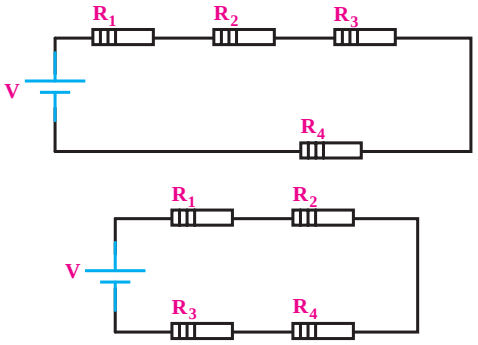
۱۱- دو مورد مهم در تعمیر و نگه‌داری هویه‌ی قلمی را شرح دهید.

۱۲- انواع هویه‌های قلمی را نام ببرید.

۱-۳ یادآوری مدار سری

همان‌گونه که قبلا گفته شد، اگر چند مقاومت پشت سر هم طوری به یکدیگر متصل شوند که فقط یک مسیر برای عبور جریان داشته باشند، یک مدار سری را تشکیل می‌دهند.

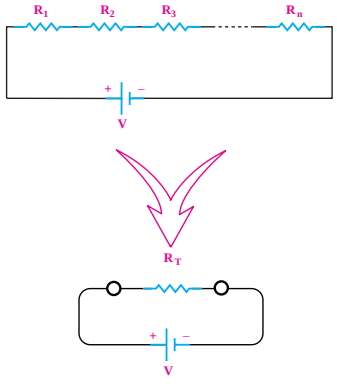
ترتیب قرار گرفتن مقاومت ها در مدار سری، در مقدار مقاومت معادل مدار تاثیری ندارد. چون دو طرف مقاومت از نظر قرار گرفتن در مدار با یکدیگر تفاوتی ندارد، برای آن‌ها ابتدا یا انتهایی فرضی در نظر می گیرند،شکل ۱-۳.



شکل ۱-۳ ترتیب قرار گرفتن مقاومت‌ها در دو نمونه مدار سری

۱-۱-۳ مقاومت معادل در مدار سری

مقاومت کل یا «مقاومت معادل» به مقاومتی گفته می‌شود که بتواند به تنهایی جایگزین همه‌ی مقاومت‌های موجود در مدار شود.در شکل ۲-۳ مقاومت معادل R_T می‌تواند جایگزین تمام مقاومت‌های موجود در مدار باشد.



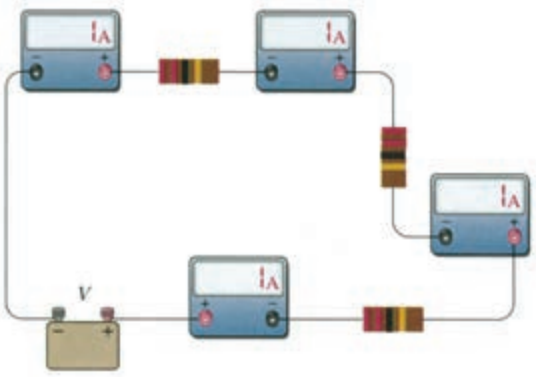
شکل ۲-۳ مقاومت معادل در مدار سری

با توجه به خصوصیت‌های ذکر شده در مورد مدارهای سری، رابطه‌ی نهایی مقاومت معادل R_T از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$R_T=R_1+R_2+R_3+ \dots +R_n$$

۲-۱-۳ عامل مشترک در مدار سری

چنان چه مداری را مطابق شکل ۳-۳ اتصال دهید، مشاهده می‌کنید که هر یک از آمپرمترها جریان‌های مساوی (یک آمپر) را نشان می‌دهند.



شکل ۳-۳ جریان در یک مدار سری

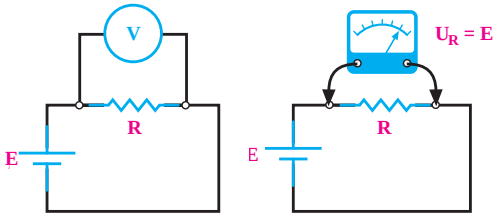
در مدار سری فقط یک مسیر برای عبور جریان الکتریکی وجود دارد. به عبارت دیگر در مدار سری، شدت جریان در همه‌ی نقاط مدار یکسان است. به همین دلیل در مدارهای سری، جریان به عنوان یک عامل مشترک برای تمام عناصر موجود در مدار فرض می‌شود.

برای جریان در مدار سری رابطه‌ی زیر صدق می کند:

$$I_{R_1}=I_{R_2}=I_{R_3}=I_{R_4}=I_T$$

۳-۱-۳ عامل غیر مشترک در مدار سری

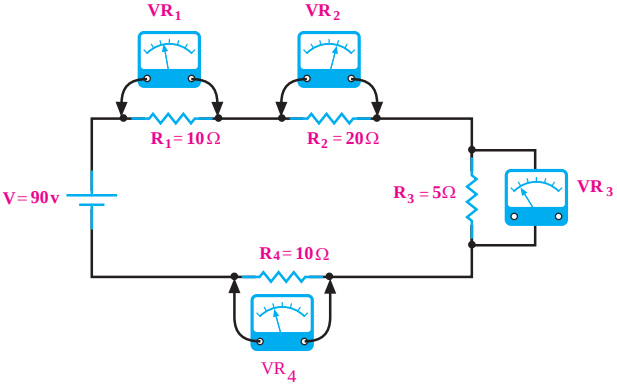
اگر به دو سر یک مقاومت ولتاژ مشخصی داده شود، تمام آن ولتاژ در دو سر مقاومت افت می کند، شکل ۴-۳.



شکل ۴-۳ ولتاژ در دو سر مقاومت

مقدار ولتاژ دو سـر مقاومت را به کمک ولت متر می‌توان اندازه گرفت. در واقع ولتاژ منبع با ولتاژ دو سـر مقاومت برابر است.

چنان‌چه در یک مدار سـری، چندین مقاومت با هم سری شـده باشند، ولتاژ به نسـبت مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. به طـوری که اگر با ولت‌متر، افت ولتاژهای دو سـر هر یک از مقاومت هـا را اندازه بگیریم و با هم جمع کنیم، ولتاژ منبع به‌دست می‌آید، شکل ۵-۳.

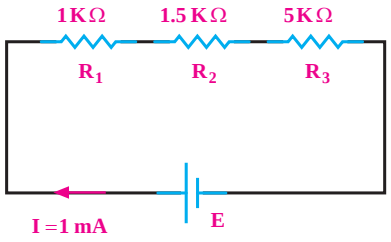


شکل ۵-۳ ولتاژ در مدار سری

$$V=V_1+V_2+V_3+V_4$$

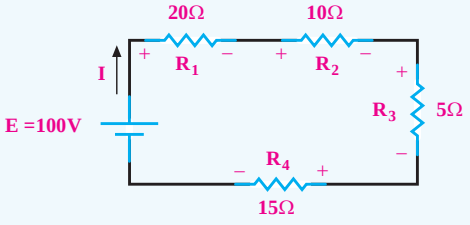
نکته: ولتاژ منبع در یک مدار سـری به نسـبت مسـتقیم مقدار مقاومت‌های آن مدار تقسیم می‌شود، یعنی مقاومت بیش‌تر ولتـاژ بیش‌تر و مقاومت کم‌تر دارای ولتاژ کم‌تری است.

تمرین کلاسـی ۱: در مدار شکل ۶-۳، ولتاژ منبع تغذیه و افت ولتاژ دو سر مقاومت ها را به دست آورید.



شکل ۶-۳

تمرین کلاسـی ۲: در مدار شکل ۷-۳، جریان کل مدار را حساب کنید.

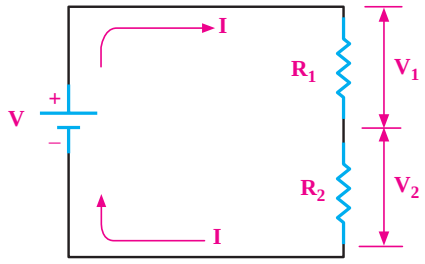


شکل ۷-۳

در یک مدار سری، جریان به عنوان یک عامل مشترک برای تمام عناصر موجود در مدار فرض می‌شود.

۳-۱-۴ تقسیم ولتاژ در مدار سری

دو مقاومت طبق شکل ۸-۳ به صورت سری بسته شده اند.



شکل ۸-۳ افت ولتاژ در یک مدار سری

مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت ها را از روابط زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$V_1 = V\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

بر همین اساس برای محاسبه‌ی ولتاژ V_2 نیز می‌توانیم بنویسیم:

$$V_2 = V\frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

تمرین کلاسی ۳: در صورتی که دو لامپ با مقاومت ۴Ω به صورت سری به باتری ۱/۵ ولت اتصال یابند، افت ولتاژ در سر هر لامپ چند ولت است؟

۳-۱-۵ مفهوم توان در مدار سری

توان کل در یک مدار سری، از مجموع توان‌های مصرف شده در هر یک از مقاومت‌ها به دست می‌آید. اگر مداری شامل n مقاومت سری باشد، توان کل برابر است با:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_n$$

برای محاسبه‌ی توان هر یک از مقاومت‌ها و یا توان کل مدار، باید یکی از روابط توان را به کار ببریم که این روابط عبارتند از:

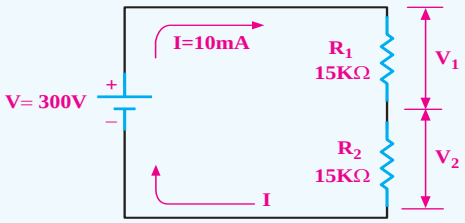
$$P = V.I \quad \text{و} \quad P = \frac{V^2}{R} \quad \text{و} \quad P = RI^2$$

تمرین کلاسی ٤: در مدار شکل ۹-۳ مطلوب است:

الف) افت ولتاژ مقاومت‌ها

ب) توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها

ج) توان کل مدار



شکل ۹-۳

نکته: توان تولید شـده توسط منبع، برابر مجموع توان‌های مصرف شده در اجزای مدار است.

۶-۱-۳ خرابی در مدارهای سری

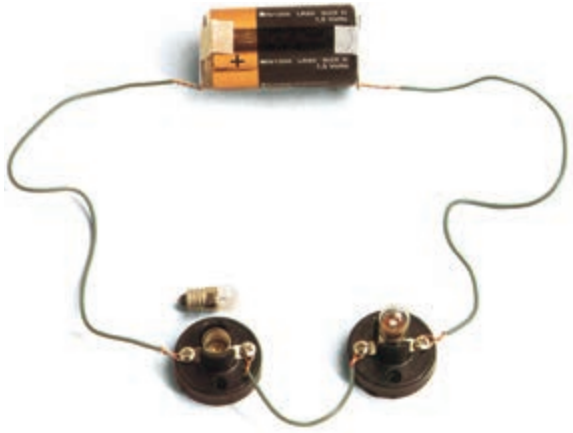
■ **قطع شدن مسـیر عبور جریان:** در صورتی که در مدار سـری به خاطر هر یک از دلایل زیر، مسیر جریان قطع شود، جریان مدار صفر می‌شود.

۱- قطع منبع تغذیه(خالی شدن باتری یا پیل)

۲- قطع شدن سیم‌های رابط (پارگی سیم)

۳- قطع شدن مقاومت مصرف کننده.

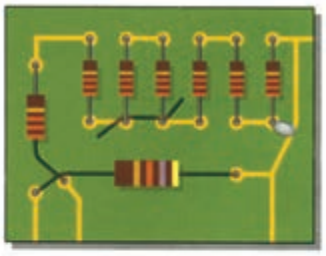
شکل ۱۰-۳ یک نمونه از حالات بالا را نشان می‌دهد. در این مدار، لامپ قطع شده است.



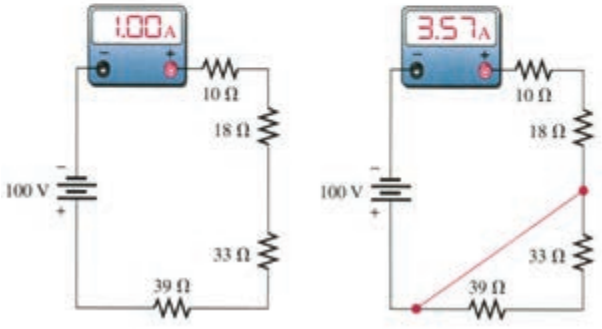
شکل ۱۰-۳ قطع سیم یا لامپ موجب قطع شدن مدار سری می‌شود.

■ **اتصال کوتاه در مدار سری**

در صورتی که در یک مدار سری، اتصال کوتاه رخ دهد، جریان مدار در مقایسه با مقدار اولیه، متناسب با تعداد(مقدار) مقاومت‌های اتصال کوتاه شده، افزایش می یابد. شکل ۱۱-۳ این حالت را نشان می‌دهد.



الف- حالت‌های مختلف اتصال کوتاه روی برد مدار چاپی



ب- جریان مدار در حالتی که دو مقاومت اتصال کوتاه شده‌اند.

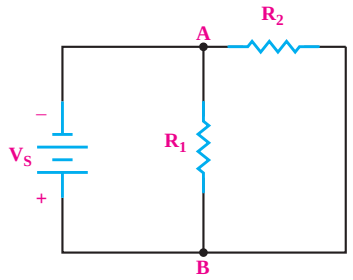
ج - جریان مدار در حالت عادی

شکل ۱۱-۳- وضعیت مدار در حالت عادی و اتصال کوتاه

خوب گوش دادن یک هنر اسـت، سعی کنید خوب گوش دهید تا مطالب درسی را به آسانی یاد بگیرید.

۲-۳ یادآوری مدار موازی

اگر دو یا n مقاومت به صورت شـکل ۱۲-۳ به هم وصل شوند، اتصال موازی شکل می گیرد.



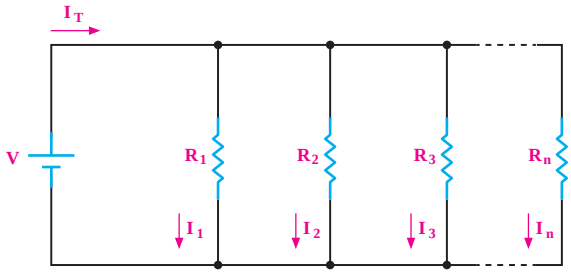
شکل ۱۲-۳ نمونه‌ای از مدار موازی

در مدار شـکل ۱۲-۳ یک طرف مقاومت‌ها در نقطه‌ی A و طرف دیگر مقاومت‌ها در نقطه‌ی B به هم وصل شده‌اند.

۱-۲-۳ مقاومت معادل در مدار موازی

برای محاسـبه‌ی مقاومـت معادل در مدار موازی شـکل ۱۳-۳ می‌تـوان از رابطه‌ی نهایی R_T که در زیر آمده اسـت استفاده کرد:

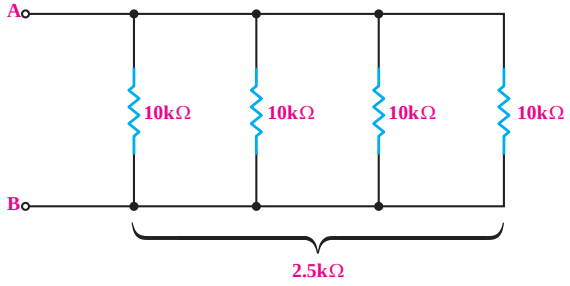
$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}+...+\frac{۱}{R_n}$$



شکل ۱۳-۳ مقاومت معادل در مدار موازی

اگـر چنـد مقاومت مسـاوی مطابق شـکل ۱۴-۳ به طور موازی به یکدیگر اتصال داده شوند، مقدار مقاومت معادل از رابطه ی زیر به دست می‌آید:

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



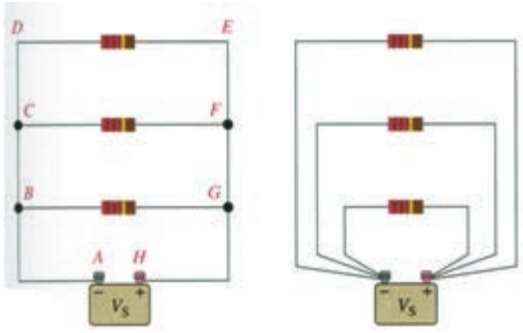
شکل ۱۴-۳ چند مقاومت مساوی به صورت موازی

در رابطـه‌ی بالا،R مقدار یکـی از مقاومت‌ها، و n تعداد مقاومت‌ها می‌باشد.

$$R_T=\frac{R}{n}=\frac{۱۰}{۴}=۲/۵\,K\Omega$$

۲-۲-۳ عامل مشترک در مدار موازی

در مدارهای موازی چون دو سر هر مقاومت مستقیما به دو سر باتری متصل است، بنابراین ولتاژ دو سر همه‌ی مقاومت‌ها با هم مسـاوی است. **مساوی بودن ولتاژ** در مدار موازی به عنـوان **عامل مشترک** مدار در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۱۵-۳، تساوی ولتاژها در مدار موازی دیده می شود.



شکل ۱۵-۳ در مدار موازی، ولتاژ ثابت است.

برای مدارهای موازی، رابطه‌ی زیر صدق می کند:

$$V_۱=V_۲=V_۳=....=V_S$$

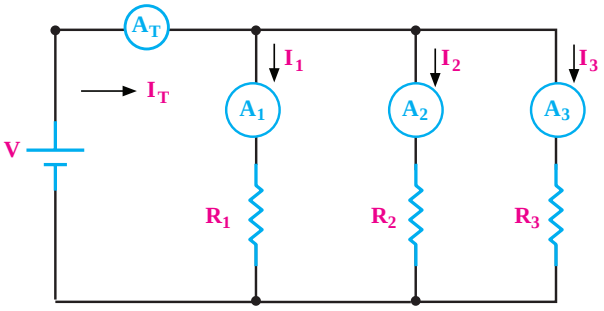
به بیانی دیگر :

$$V_{R۱}=V_{R۲}=V_{R۳}=....=V_S$$

۳-۲-۳ عامل غیر مشترک در مدار موازی

عاملی کـه در مدارهای موازی دارای مقـدار ثابتی برای تمام عناصر مدار نیسـت را «**عامل غیر مشترک**» می‌نامیم. **جریان در هر شـاخه‌ی یک مدار موازی** به نسـبت عکس مقدار مقاومت‌های هر شـاخه تقسیم می‌شود زیرا طبق قانون اهم $I=\frac{V}{R}$ است.

مطابق شکل ۱۶-۳ در هر شاخه از مدار یک آمپرمتر قرار داده شده است:

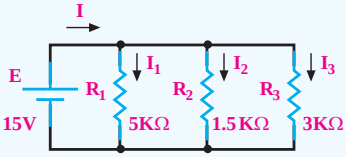


شکل ۱۶-۳ بررسی جریان‌ها در مدار موازی

جریان کل I_T که به وسیله ی آمپرمتر A_T نشان داده می‌شود. از قانون KCL پیروی می کند و مقدار آن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$I_{A_T}=I_{A_1}+I_{A_2}+I_{A_3}$$
$$I_T=I_1+I_2+I_3$$

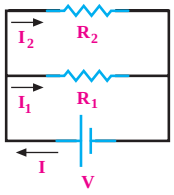
تمرین کلاسی ۵: در مدار شکل ۱۷-۳، شدت جریان هر شاخه و شدت جریان کل را به دست آورید.



شکل ۱۷-۳

۳-۲-۴ تقسیم جریان در مدار موازی

با توجه به شکل ۱۸-۳ و استفاده از قانون اهم برای هر شاخه از مدار موازی و مقاومت معادل در مدار موازی می‌توان روابط زیر را به دست آورد:

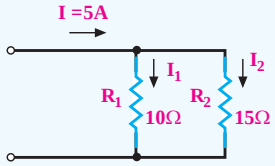


شکل ۱۸-۳

$$I_1 = I\frac{R_2}{R_1+R_2}$$
$$I_2 = I\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

طبق قانون تقسیم جریان، جریان کل در شاخه‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌های شاخه‌ها تقسیم می‌شود.

تمرین کلاسی ۶: شدت جریان هر شاخه از مدار شکل ۱۹-۳ را به دست آورید.



شکل ۱۹-۳

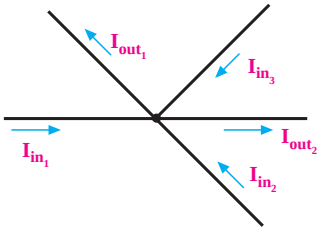
ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند: نحوه‌ی به دست آوردن رابطه‌ی $I_1 = I\frac{R_2}{R_1+R_2}$ را در شکل ۱۸-۳ تحقیق کنید.

۵-۲-۳ جهت جریان در شاخه‌های موازی

در هر شبکه، انشعاب‌هایی وجود دارد. محل اتصال بیش از دو شاخه یا بیشتر را نقطه‌ی گره یا نقطه‌ی انشعاب می‌گویند.

طبق قانون جریان کریشهف: مجموع جریان‌های وارد شده به هر نقطه‌ی گره با مجموع جریان‌های خارج شده از آن نقطه برابر است.

طبق قانون جریان کریشهف برای شکل ۲۰-۳ می‌توانیم رابطه‌ی زیر را بنویسیم:



شکل ۲۰-۳

$$I_{in1}+I_{in2}+I_{in3}=I_{out1}+I_{out2}$$

رابطه‌ی بالا را می‌توانید به صورت رابطه‌ی زیر بنویسید:

$$I_{in1}+I_{in2}+I_{in3}-I_{out1}-I_{out2}=0$$

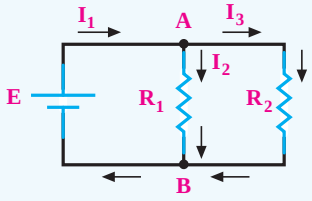
براساس رابطه‌ی بالا، جمع جبری جریان‌ها در یک گره، برابر صفر است.

در این رابطه، جریان‌هایی را که به گره وارد می‌شوند، مثبت و جریان‌هایی را که از گره خارج می‌شوند، منفی در نظر می‌گیریم:

تمرین کلاسی ۷: در مدار شکل ۲۱-۳ تعیین کنید:

الف- تعیین تعداد نقطه‌ی گره

ب- رابطه‌ی جریان در گره‌های A و B را بنویسید.



شکل ۲۱-۳

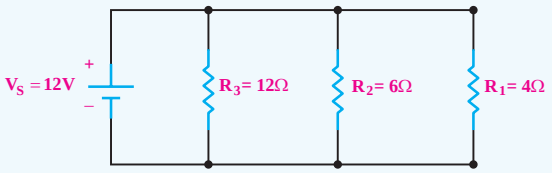
۶-۲-۳ توان مصرفی در مدار موازی

با استفاده از روابط محاسبه‌ی توان که قبلا گفته شده است، می‌توانیم مقدار توان را در مدارهای موازی به دست آوریم این روابط عبارتند از:

$$P = V.I \quad و \quad P = R.I^2 \quad و \quad P = \frac{V^2}{R}$$

نکته: توان تولید شده توسط منبع با مجموع توان‌های مصرفی شاخه‌های موازی برابر است.

تمرین کلاسی۸: توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها و توان کل مدار شکل ۲۲-۳ را به دست آورید.



شکل ۲۲-۳

تحقیق کنید:

حالت‌های اتصال کوتاه و قطع را در مدار موازی بررسی کنید و مثال‌های دیگری را در این زمینه بیان کنید.

۷-۲-۳ خرابی در مدارهای موازی

در مدارهای موازی نیز دو نوع خرابی متداول است:

الف- خرابی در اثر قطع شدن.

ب- خرابی در اثر اتصال کوتاه.

الف- در مدار موازی عناصری مانند منبع تغذیه، مقاومت و سیم‌های ارتباطی می‌توانند قطع شوند.

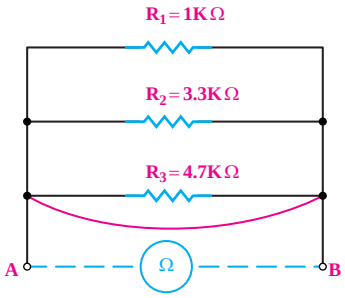
- در صورتی که منبع تغذیه قطع شود، جریان در سرتاسر مدار قطع می‌شود.
- چنان‌چه سیم رابط یا مقاومت یکی از شاخه‌ها قطع شود، جریان آن شاخه قطع خواهد شد ولی سایر قسمت‌های مدار به کار خود ادامه می‌دهند.

همان طور که می‌دانید، در سیم‌کشی منازل و اماکن تجاری، مصرف کننده‌ها به صورت موازی متصل می‌شوند. فرض کنید در داخل منزل مشغول تماشای تلویزیون هستید و سیم رابط تلویزیون قطع می‌شود. در این حالت فقط تلویزیون از کار می‌افتد و سایر سامانه‌های برقی منزل به کار خود ادامه می‌دهند.

ب- خرابی در اثر اتصال کوتاه

در مدارهای موازی در صورتی که اتصال کوتاهی برای منبع تغذیه یا یکی از عناصر موازی رخ دهد، مدار به طور کامل از کار می‌افتد.

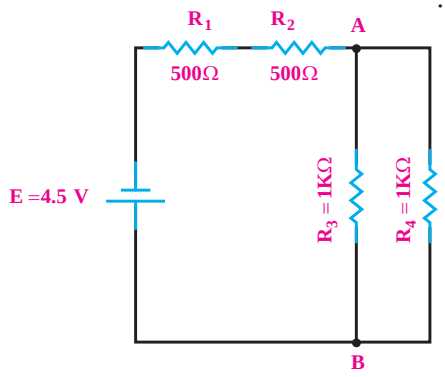
برای مثال فرض کنید در داخل خانه، یکی از پریزها اتصال کوتاه شود، بلافاصله فیوز کنتور اصلی یا تابلوی برق قطع می‌شود و کل سیستم مرتبط با آن مجموعه را از کار می‌اندازد، شکل ۲۳-۳.



شکل ۲۳-۳ اتصال کوتاه در مدار موازی

۳-۳ مدارهای سری- موازی

مدار سری- موازی به مداری گفته می‌شود که در آن ترکیبی از مقاومت‌های سری و موازی وجود داشته‌باشد. در شکل ۲۴-۳ یک نمونه‌ی مدار سری- موازی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۴-۳

مدارهای سری- موازی از قوانین مربوطه‌ی مدار سری و مدار موازی تبعیت می‌کند. مثلا در شکل ۲۴-۳ مقاومت‌های R_1 و R_2 سری هستند و مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند.

تمرین کلاسی ۹ : در مدار شکل ۲۴-۳ مطلوب است:

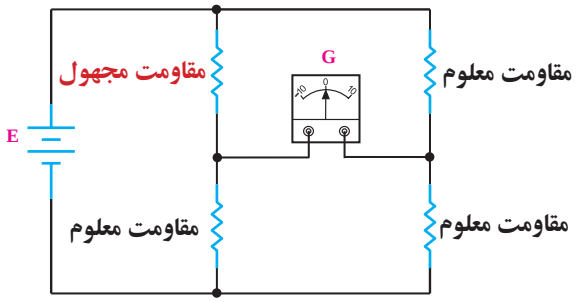
الف- مقاومت معادل مدار.

ب- جریان کل مدار.

۳-۴- پل مقاومت وتستون

۳-۴-۱ ساختمان پل مقاومتی وتستون

یکی دیگر از روش‌های اندازه‌گیری مقاومت اهمی، روش مقایسه است. در این روش مقاومت مجهول را با یک سری از مقاومت‌های معلوم و استاندارد مقایسه می‌کنند. اساس کار پل وتستون که برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی به کار می‌رود، بر مبنای مقایسه‌ی مقاومت مجهول با مقاومت‌های معلوم و استاندارد است. در شکل ۲۵-۳ مدار الکتریکی پل مقاومتی وتستون نشان داده شده است.



شکل ۲۵-۳- مدار الکتریکی پل وتستون

در شکل ۲۵-۳، G علامت قراردادی یک گالوانومتر صفر وسط است که نمونه‌ای از آن در شکل ۲۶-۳ نشان داده شده است.

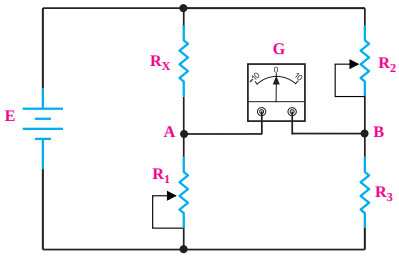
گالوانومتر دستگاه گران قیمت آزمایشگاهی است. برای اجرای آزمایش پل وتستون از مولتی‌متر دیجیتالی استفاده کنید.

شکل ۲۶-۳- یک نمونه گالوانومتر صفر وسط

با توجه به جهت جریان اعمالی به گالوانومتر (صفر وسط)، عقربه‌ای از وسط به سمت چپ یا راست منحرف می‌شود.

در شکل ۲۷-۳، اگر پتانسیل نقطهٔ A با پتانسیل نقطهٔ B برابر باشد جریانی از گالوانومتر عبور نمی‌کند. در این حالت پل درحال تعادل بوده و رابطهٔ زیر برقرار است:

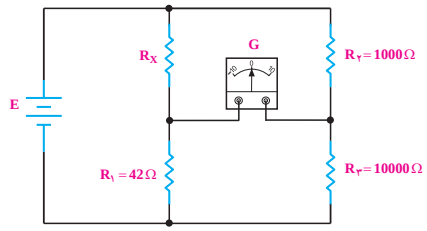
$$R_X.R_3 = R_1.R_2$$
$$R_X = \frac{R_1.R_2}{R_3}$$



شکل ۲۷-۳- مدار الکتریکی پل وتستون

در عمل مقاومت‌های R_1 و R_2 را متغیر انتخاب می‌کنند و این مقاومت را به قدری تغییر می‌دهند تا از گالوانومتر جریانی عبور نکند (عقربهٔ گالوانومتر دقیقاً روی عدد صفر باشد) در ضمن مقادیر مقاومت‌های R_1 و R_2 به وسیلهٔ صفحه مدرج و یا وسایل مشابه در هر لحظه مشخص می‌شود. بنابراین با معلوم بودن R_1 و R_2 و R_3 می‌توان مقدار R_X را محاسبه کرد.

مثال ۱۰: در شکل ۲۸-۳ از گالوانومتر جریانی عبور نمی‌کند. R_X چند اهم است؟



شکل ۲۸-۳- پل وتستون در حالت تعادل

حل:

اگر از گالوانومتر جریانی عبور نکند می‌گوییم پل در حالت تعادل قرار دارد. اگر پل در حالت تعادل باشد. رابطهٔ زیر در آن صادق است:

$$R_X.R_3 = R_1.R_2$$
$$R_X = \frac{R_1.R_2}{R_3}$$

مقادیر را در رابطه قرار می‌دهیم و R_X را محاسبه می‌کنیم:

$$R_X = \frac{۴۲ \times ۱۰۰۰}{۱۰۰۰۰} = ۴/۲\Omega$$

آندره ماری آمپر (۱۸۳۶-۱۷۷۵) فیزیکدان و ریاضیدان فرانسوی که واحد شدت جریان به نام او ثبت شده است.

۵-۳- آزمایش شماره ۱

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

پل مقاومتی وتستون

۱-۵-۳ هدف آزمایش:

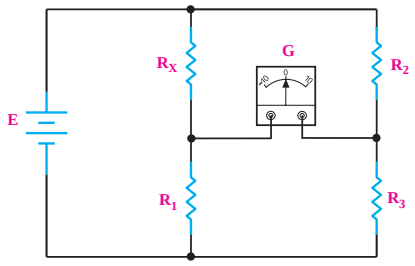
بررسی طرز کار پل مقاومتی وتستون

۲-۵-۳- تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

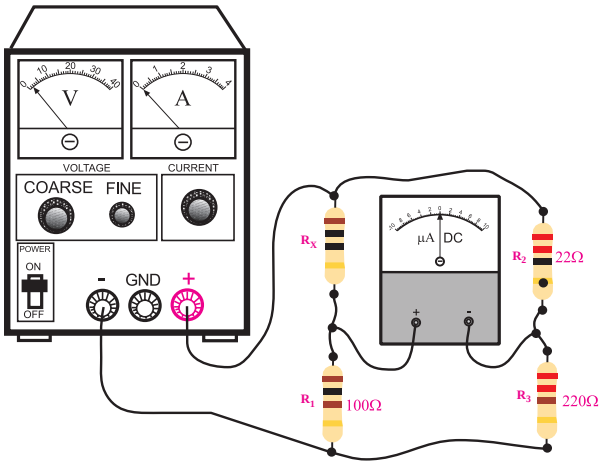
ردیف	نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱	منبع تغذیه ۱۵V - ۰	یک دستگاه
۲	گالوانومتر صفر وسط	یک دستگاه
۳	مقاومت های ۱۰Ω، ۲۲Ω، ۱۰۰Ω، ۱۵Ω، ۲۲۰Ω و ۵/۶ Ω	از هر کدام یک عدد
۴	سیم های دو سر گیره سوسماری	شش رشته
۵	سیم های یک سر گیره سوسماری	شش رشته
۶	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

۳-۵-۳- مراحل اجرای آزمایش:

- مقاومت ۱۰Ω را R_X و مقاومت ۱۰۰ Ω را R_1، مقاومت ۲۲Ω اهم را R_2 و ۲۲۰Ω را R_3 نام‌گذاری کنید.
- مدار شکل ۲۹-۳ را ببندید.
- در صورت عدم دسترسی به گالوانومتر صفر وسط، از مولتی‌متر دیجیتالی استفاده کنید و آن را روی رنج میکروآمپرمتر قرار دهید.



الف)نقشه فنی مدار

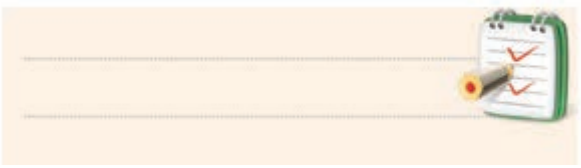


ب) مدار عملی

شکل ۲۹-۳

- منبع تغذیه را روی ۱/۵ ولت تنظیم کنید.
- در پل وتستون شکل ۲۹-۳ رابطه‌ی $R_X.R_3=R_1.R_2$ برقرار است. لذا مولتی‌متر دیجیتالی باید صفر را نشان دهد.
- منبع تغذیه را قطع کنید.
- مقدار R_X را از مقدار ۱۰ Ω به ۱۵ Ω تغییر دهید.
- ولتاژ منبع تغذیه را روی ۱ ولت تنظیم کنید و به مدار اتصال دهید.
- در این حالت نیز، مولتی‌متر دیجیتالی که روی رنج میکروآمپرمتر قرار دارد، عدد معینی را نشان می‌دهد.
- منبع تغذیه را قطع کنید.

سوال ۱: چرا وقتی به جای R_X=۱۰Ω مقاومت R_X را ۱۵Ω قرار می‌دهیم، مولتی‌متر مقداری را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.



■ بـه جای مقاومـت $R_X=15\Omega$، مقاومت $5/6\Omega$ را قرار دهید.

■ منبع تغذیه را روی ۱ ولت تنظیم کنید و به مدار اتصال دهید.

■ در ایـن حالت نیـز مولتی‌متر دیجیتالـی که روی رنج میکروآمپرمتر قرار دارد، باز هم عدد معینی را نشان می‌دهد.

سوال ۲: چرا وقتی به جای مقاومت $R_X=15\Omega$ ، مقاومت $5/6\Omega$ را قرار می‌دهیم، مولتی‌متر دیجیتالی به جای صفر عدد معینی را روی صفحه نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

۳-۵-۴ نتایج آزمایش:

آن‌چه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

۳-۶ اطلاعات مقدماتی لحیم‌کاری

منظـور از لحیـم‌کاری اتصـال دو یا چند قطعـه‌ی فلز به یکدیگر اسـت. این عمل به‌وسـیله‌ی آلیاژی از قلع و سـرب گاهی همراه با سـایر فلزات که آن‌هـا را لحیم می‌نامند انجام می‌شـود. برای انجـام لحیم کاری، ابتدا محـل اتصال دو فلز را با وسـیله‌ای در حدی گرم می‌کنیم کـه دمای آن محل به نقطه‌ی ذوب لحیم برسـد و لحیم در محل اتصال ذوب شود. در نتیجه، پس از سرد شدن محل اتصال دو قطعه به هم متصل می‌شوند.

۳-۶-۱ انواع لحیم کاری

برای ایجـاد یک اتصـال معمولا از دو نـوع لحیم‌کاری سـخت و لحیم‌کاری نرم اسـتفاده می‌شـود. در لحیم کاری سخت (خشن) درجه حرارت کار بالا است و در لحیم کاری نرم(سست) درجه حرارت کار نسبتا پایین است.

۳-۶-۲ روغن لحیم

یکی از مهم‌ترین موادی که در عملیات لحیم‌کاری از آن استفاده‌می‌شود روغن لحیم است.

تمام فلزاتی که می‌خواهند به یکدیگر متصل شوند ممکن اسـت در اثر عوامل جوی اکسید شـوند و یا سطوح خارجی آن‌ها کثیف و آلوده باشد. برای از بین بردن این عوامل از مواد پاک‌کننده(روغن لحیم) اسـتفاده می‌شود. این مواد علاوه بر آن‌که آلودگی سطوح قطعات را پاک می‌کنند مانع از اکسیده شـدن محل اتصال در خلال عمل لحیم‌کاری نیز می‌شـوند، لذا تمام مـواد پاک‌کننده‌ای را کـه می‌توانند ترکیباتی نظیر اکسـیدها را در خود حل کنند، در ردیف روغن‌های لحیم به شـمار می‌آورند. به این روغن‌ها، روغن‌های کروسیو (corrosive) یا ساینده می‌گویند. از روغن‌های کروسیو

عموماً برای لحیم کاری خشن و قطعات بزرگ و حجیم استفاده می‌شود. معمولا در لحیم‌کاری عناصر الکترونیکی این نوع روغن‌ها را به کار نمی‌برند، ضمن این که با استفاده از این نوع روغن لحیم عمل لحیم کاری راحت‌تر انجام می‌شود. دلیل استفاده نکردن از این روغن‌ها در لحیم‌کاری الکترونیک، درجه حرارت پایین لحیم‌کاری در صنایع الکترونیک است. در این درجه حرارت روغن لحیم تجزیه و تبخیر نمی‌شودو در محل اتصال باقی‌می‌ماند و در نهایت سبب خورده شدن محل اتصال می‌شود.

در کارهای الکترونیکی(لحیم‌کاری نرم) از روغن‌های نان‌کروسیو یا غیرساینده استفاده می کنند که از نوع مواد آلی(کربنی) هستند.

این مواد در خلال عمل لحیم کاری تجزیه و تبخیر می‌شوند و در نتیجه مواد زاید و اکسیدها را در محل اتصال از بین می‌برند.

ویژه‌ی هنرجویان علاقمند:

در صورتی که تمایل دارید، ترکیب روغن لحیم نان‌کروسیو را پیدا کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۳-۶-۳ خواص روغن لحیم

روغن لحیم باید دارای خصوصیاتی به شرح زیر باشد:

۱- نقطه‌ی ذوب روغن لحیم باید کم‌تر و پایین‌تر از نقطه‌ی ذوب لحیم باشد تا زودتر ذوب شود و سطح فلز را پاک کند.

۲- روغن لحیم ذوب شده باید قدرت نفوذ و گسترش در سطح فلز را داشته باشد ولی نباید روی سطح فلز پخش شود.

۳- روغن لحیم نباید با فلزات به صورت ترکیب درآید.

۴- روغن لحیم باید اکسیدها را به آسانی درخود حل کند.

۵- اثر روغن لحیم باید تا پایان عمل لحیم‌کاری باقی‌بماند و درضمن عمل لحیم‌کاری از اکسید شدن سطح اتصال جلوگیری کند.

۴-۶-۳ لحیم

لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه‌ی ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به صورت سیم‌های مفتولی با قطرهای محدود ۰/۵ تا ۴ میلی‌متر می‌سازند. در داخل اغلب این سیم‌ها معمولا سوراخی سرتاسری وجود دارد که روغن لحیم در داخل آن 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 معمولا با آلیاژهای ۶۰/۴۰، ۵۰/۵۰ و ۴۰/۶۰ می‌سازند. لحیم ۶۰/۴۰ آلیاژی است که در آن به نسبت ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب وجود دارد. هرچه درصد قلع بیش‌تر باشد لحیم در درجه حرارت کم‌تری ذوب می‌شود. مثلا لحیم ۶۰/۴۰ در درجه حرارت حدود ۱۹۰°C ذوب می‌شود. در صورتی که لحیم ۴۰/۶۰ برای ذوب شدن به حداقل ۲۳۵°C حرارت نیاز دارد. چون حرارت زیاد سبب معیوب شدن وسایل نیمه‌هادی نظیر دیود، ترانزیستور و آی‌سی و خرابی مدارهای چاپی می شود لذا برای انجام لحیم کاری قطعات الکترونیکی لحیم با درصد قلع بیش‌تر(حداکثر ۶۰ درصد) مناسب‌تر است که البته گران‌تر

اســت. بهترین لحیــم برای عمل لحیــم کاری در الکترونیک آلیاژ ۶۳/۳۷ (۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب) است.

در شــکل ۳۰-۳ قرقره‌های مختلف لحیــم با درصد قلع و سرب و قطر سیم مختلف نشان داده شده است.

شکل ۳۰-۳ قرقره‌های مختلف لحیم

شکل ۳۱-۳ میله‌ی لحیم را نشان می‌دهد. اگر میله ی لحیم دارای ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب باشد نقطه‌ی ذوب آن حدود ۱۸۳ تا ۱۹۰°C است.

شکل ۳۱-۳ میله لحیم

شکل ۳۲-۳ قرقره‌ی لحیم را روی پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن برای میز کار نشان می‌دهد.

شکل ۳۲-۳- قرقره‌ی لحیم و پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن

آلیاژ لحیم ممکن است دارای ۶۰ درصد قلع و ۳۸ درصد ســرب و ۲ درصد مس باشــد. قطر ســیم لحیم ممکن اســت ۰/۶mm، ۰/۸mm، ۱mm، ۱/۵mm یــا ۲mm و بیش‌تر باشد.

نکته‌ی مهم:

با توجه به پیشــرفت تکنولوژی در صنایع الکترونیک و گستردگی قطعات الکترونیکی، امروزه تنوع روغن لحیم و لحیم نیز بسیار زیاد شده است. برای کسب اطلاعات بیش‌تر می‌توانید با اســتفاده از کلمات Desoldering، Soldering Rewerk ، یــا Soldering paste در یکــی از موتورهــای جست‌وجو در اینترنت به اطلاعات بیش‌تری دسترسی پیدا کنید.

۳-۷ وسایل لحیم کاری

بــرای لحیم‌کاری دو یا چند قطعه‌ی فلزی به یکدیگر باید ابتدا نقاط مــورد نظر آن‌ها را گرم کنید و ســپس عمل لحیم کاری را انجام دهید. وســیله‌ای که حرارت مورد نیاز را برای لحیــم‌کاری تامین می‌کنــد **هویه** نام دارد. هویــه بر دو نوع است. هویه‌ی ساده و هویه‌ی برقی.

۳-۷-۱ هویه‌ی ساده:

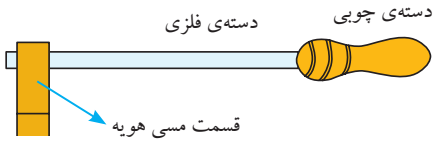
هویه‌ی ساده از سه قسمت تشکیل شده است.

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

ب- دسته‌ی هویه که مفتولی از آهن است.

ج- دســته‌ی چوبی هویه که در انتهای دسته‌ی فلزی قرار دارد.

در شــکل ۳۳-۳ یک نمونه هویه‌ی ســاده نشان داده شده است.



شکل ۳۳-۳ یک نمونه هویه‌ی ساده

برای تمیز کردن نوک هویه، از دستورالعمل داده شده توسط کارخانه‌ی سازنده استفاده کنید و هرگز با سمباده اقدام به تمیز کردن نوک هویه نکنید.

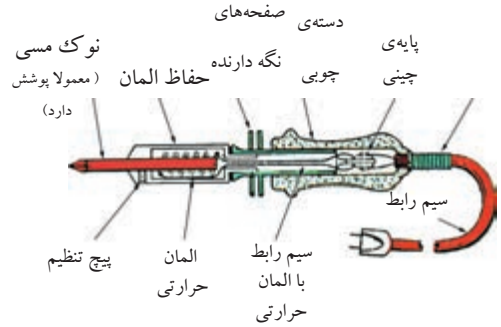
۳-۷-۲ هویه‌ی برقی

هویه‌ی برقی بر دو نوع است، هویه‌ی قلمی(مقاومتی) و هویه‌ی هفت‌تیری.

■ **هویه‌ی قلمی:** در ساختمان این نوع هویه‌ها معمولاً از سیم‌های حرارتی مانند کرم نیکل یا کرم آلومینیوم استفاده می‌شود.

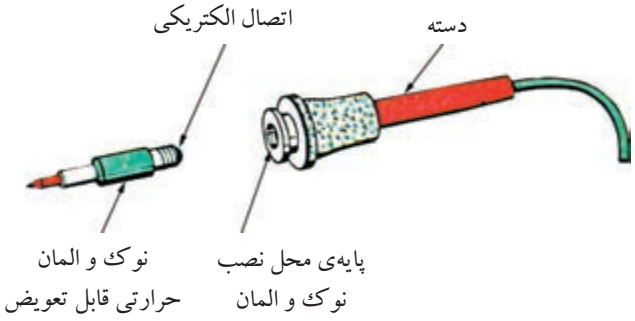
در این نوع هویه سیم گرم کننده را روی عایقی از آجرنسوز که وسط آن خالی است می‌پیچند. یک میله‌ی مسی که همان نوک هویه است در داخل محفظه‌ی خالی قرار می‌گیرد. در اثر عبور جریان از سیم گرم کننده حرارت ایجاد می‌شود. حرارت به میله ی مسی انتقال می‌یابد.

شکل ۳۴-۳ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی را که از نوک هویه، المان گرم کننده، حفاظ، دسته‌ی چوبی و سیم رابط و غیره تشکیل شده است نشان می‌دهد.



شکل-۳۴-۳ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

در بعضی از انواع هویه‌های قلمی نوک و المان حرارتی آن قابل تعویض است. شکل ۳۵-۳ این نوع هویه را نشان می‌دهد.



شکل ۳۵-۳ هویه‌ی قلمی با نوک و المان حرارتی قابل تعویض

۳-۷-۳ انواع هویه‌های قلمی

هویه‌های قلمی در اندازه‌های کوچک با توان ۱۰ وات تا اندازه‌های بزرگ با توان ۵۰۰ وات ساخته می‌شوند. شکل ۳۶-۳ چند نمونه از این هویه‌ها را در توان‌ها و اندازه‌های مختلف نشان می دهد.

شکل ۳۶-۳ چند نمونه هویه

■ **هویه‌ی قلمی کوچک:** برای لحیم کاری بسیار ظریف و دقیق در مدارهای الکترونیکی بسیار کوچک، مثلاً

در تولید و تعمیر ساعت الکترونیکی یا مهندسی پزشکی و دندانپزشکی، از هویه‌ی قلمی کوچک استفاده می‌کنند. شکل ۳-۳۷ چند نمونه از این هویه‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۳۷ هویه‌های قلمی کوچک

این هویه‌ها در توان ۵W ساخته‌می‌شوند و با ولتاژ کم مانند باتری ۶ ولتی یا ترانسفورماتور ۶ ولتی کار می‌کنند.

۳-۷-٤- هویه‌ی سرعت بالا: این هویه معمولا برای تعمیر به‌کار می‌رود. با اتصال هویه به برق بلافاصله حرارت نوک آن بالا می رود. به علت اینکه مقاومت حرارتی این نوع هویه‌ها دارای ضریب حرارتی مثبت (PTC) است، با گرم شدن مقاومت حرارتی، اهم آن افزایش می‌یابد که سبب می‌شود جریان عبوری کم شود و در نتیجه حرارت نوک هویه کاهش یابد. در شکل ۳-۳۸ نوعی از این هویه‌ی سرعت بالا نشان داده شده است. این نوع هویه در حالت سرد دارای توان ۱۵۰W و در حالت گرم دارای توان ۶۰ وات است.

شکل ۳-۳۸ دو نمونه هویه‌ی سرعت بالا

۳-۷-۵- هویه با کنترل الکترونیکی درجه حرارت: در بعضی از هویه‌ها درجه حرارت هویه درضمن کار قابل کنترل است. شکل ۳-۳۹ این نوع هویه را نشان می‌دهد. المنت(عنصر حرارتی) به کار رفته در این هویه مانند یک پروب حرارتی عمل می‌کند. درجه حرارت کار هویه‌ی نشان داده شده در این شکل از ۲۰۰ تا ۴۴۰ درجه سانتی‌گراد قابل تغییر است.

شکل ۳-۳۹ هویه با کنترل الکترونیکی

۳-۷-۶ هویه‌ی گازی

برای انجام عمل لحیم کاری در مواردی که برق وجود ندارد می‌توان از هویه‌ی گازی استفاده کرد. جرقه‌زن‌های پیزوالکتریک، گاز را مشتعل کرده و حرارت آن نوک هویه را گرم می‌کند.

شکل ۳-۴۰ یک نوع هویه‌ی گازی را نشان می‌دهد. این هویه دارای توان ۸۰ تا ۱۵۰ وات است و مخزن گاز آن با گاز بوتان پر می‌شود. یک مخزن گاز می تواند تا ۱۸۰ دقیقه کار کند.

شکل ۳-۴۰ یک نمونه هویه‌ی گازی

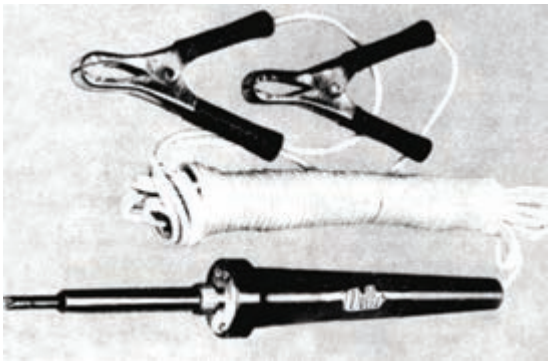
نوع دیگـری از هویه‌ی گازی وجـود دارد که نوک آن قابل تعویض اسـت. از این جهت با تعویض نوک آن می‌توان استفاده‌های مختلفی از آن به عمل آورد. شکل ۴۱-۳این نوع هویه کار نوک‌های مختلف آن را نشان می‌دهد.

شکل ۴۱-۳ هویه‌ی گازی با نوک قابل تعویض

توان این نوع هویه‌ها معمولا از ۲۵ تا ۱۲۵ وات اسـت و با گاز بوتان کار می‌کند. یک مخزن گاز می‌تواند حداکثر ۱۲۰ دقیقه سرویس دهد.

۳-۷-۷ هویه‌ی قلمی باتری دار

برای آن‌که بتوان عمل لحیم کاری را در موقعیت‌هایی که برق شـهری وجود ندارد نیز انجام داد، از هویه‌ی قلمی باتری دار اسـتفاده می کنند. این هویه طوری طراحی شده است که می‌تواند با باتری اتومبیل نیز کار کند. شـکل ۴۲-۳ نمونه ای از این نوع هویه را نشان می‌دهد.

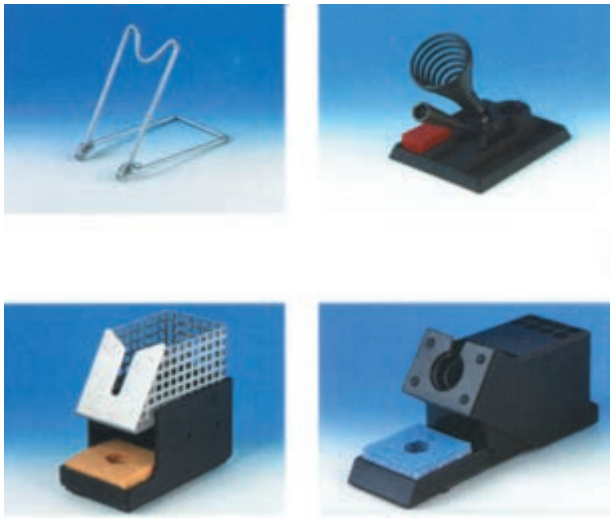


شکل ۴۲-۳ هویه‌ی قلمی باتری‌دار

۳-۷-۸ پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه

چون حرارت هویه ممکن اسـت ناخواسـته به محیط کار آسـیب برسـاند، هنگام کار با هویه گرمی که از آن استفاده نمی‌کنیـم بایـد آن را روی پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی مناسـب قرار دهیم. برخی از پایه‌های نگه‌دارنده دارای اسـفنج نرم نسوز نیز می‌باشند که می‌توان با نم‌دار کردن اسفنج، نوک هویه را تمیز کرد.

در شکل ۴۳-۳ چند نوع پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه‌ی قلمی نشان داده شده است.



شکل ۴۳-۳ چند نمونه پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه‌ی قلمی

۹-۷-۳ نکات مهم در تعمیر و نگه‌داری هویه‌های قلمی

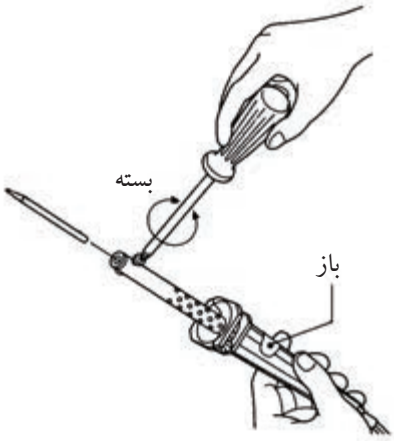
اگـر یک هویه‌ی قلمی به طریق صحیـح و فنی نگه‌داری شـود می‌تواند سال‌های متوالی کار کند. برای این منظور باید نکات زیر را رعایت کنید.

■ همیشـه نوک هویه را قلع اندود کنید. اگر نوک هویه خیلی کثیف اسـت ابتدا به وسـیله‌ی یک سوهان یا سمباده‌ی نرم آن را تمیز کنید، سـپس آن را به گونه‌ای قلع اندود کنید که نوک هویه کاملا براق و درخشـان شود. پس از اتمام کار کمی قلع روی نوک هویه قرار دهید و پس از ذوب شدن، آن را به‌وسـیله‌ی اسـفنج نرم یا پارچه‌ی نم‌دار تمیز کنید. بعضی از نوک‌ها دارای پوشـش فلزی ضد اکسید هستند. برای تمیز کردن این قبیل نوک‌ها نباید سطح نوک را سوهان زد.

■ هنگامی که از هویه اسـتفاده نمی‌کنید دو شاخه‌ی آن را از برق بکشـید زیرا اتصال مداوم هویه به برق سـبب ایجاد حرارت بیش از اندازه در نوک آن می‌شـود و آن را اکسـید می‌کند. اکسید شدن نوک هویه سبب از بین رفتن آن می‌شود. بعضی از هویه‌های قلمی دارای ترموستات هستند. ترموستات حرارت نوک هویه را به‌طور خودکار تنظیم می‌کند.

■ اگر دیدید هویه داغ نمی‌شود، ابتدا پریز را با استفاده از لامپ یا به وسـیله‌ی ولت‌متر AC آزمایـش کنید. پس از اطمینان از وجود برق در پریز، سیم رابط و اتصال آن را به دو شـاخه، کنترل کنید. اگر سـیم‌های رابط سالم بود به وسیله‌ی اهم‌متری مقاومت سـیم حرارتی را اندازه بگیرید. در صورت قطع بودن رشته‌ی حرارتی، اهم‌متر مقاومت بی‌نهایت را نشان می‌دهد. یک هویه‌ی سـالم دارای مقاومـت کمی در حدود چند کیلو اهم است.

اگر سیم حرارتی(المنت) هویه سـوخته باشد می‌توانید با تعویـض آن با یـک قطعه گرم‌کننده‌ی سـالم، هویه را تعمیر کنید. شـکل ۴۴-۳ نحوه‌ی بیـرون آوردن و تعویض قطعه‌ی گرم‌کننده را نشان می‌دهد.



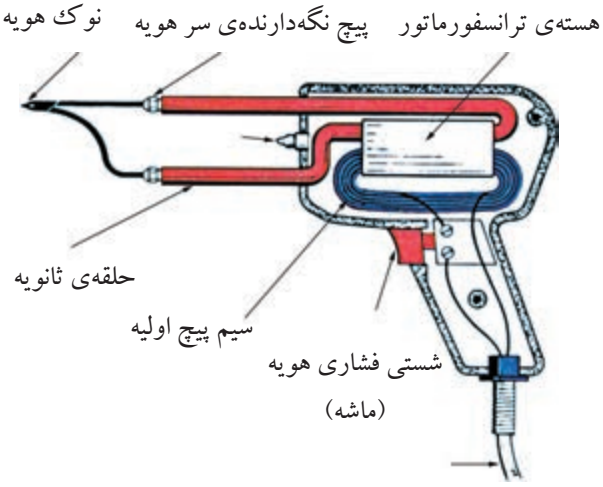
شکل ۴۴-۳ نحوه‌ی بیرون آوردن و تعویض قطعه‌ی گرم کننده در هویه‌ی قلمی

۱۰-۷-۳ هویه‌ی هفت‌تیری (ترانسفورماتوری)

هویـه‌ی هفت‌تیری بر اسـاس اصول کار ترانسـفورماتور کار می‌کند. ترانسفورماتور یا ترانس دارای دو سیم‌پیچ به نام اولیه و ثانویه است. سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه بر روی هسته‌ی آهنی به شـکل U یا E پیچیده شـده‌اند. با توجـه به رابطه‌ی $\frac{N_1}{N_2}=\frac{E_1}{E_2}=\frac{I_2}{I_1}$ چنانچه دور سـیم‌پیچ ثانویه کم‌تر باشـد ترانسفورماتور از نوع کاهنده است و جریان در سیم‌پیچ ثانویه بیش‌تر می‌شود.

هویه‌ی هفت‌تیری بر اسـاس ترانسفورماتوری که سیم‌پیچ ثانویه‌ی آن اتصال کوتاه شـده اسـت کار می‌کنـد. اولیه‌ی ترانسفورماتور از چندین حلقه ی سیم نازک تشکیل شده‌است. ثانویه ی ترانسفورماتور از یک میله‌ی فلزی ساخته شده که دو انتهای آن به‌وسـیله‌ی یک سـیم مفتولی (نوک هویه) به هم مربوط می‌شوند.

با فشـار دادن شستی ماشه‌ای، جریان برقی که در سیم پیچ اولیه جاری می‌شود، در سیم‌پیچ ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کنـد. این جریان باعث گرم شـدن نوک هویه می‌شـود. شکل ۴۵-۳ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت‌تیری را نشان می دهد. فرق هویه‌ی هفت‌تیری با هویه‌قلمی در این است که هویه‌ی هفت‌تیری در مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود. این هویه‌ها برای تولید توان‌های بالا ساخته‌می‌شوند.



شکل ۴۵-۳ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت‌تیری

۳-۸ قلع‌کش

قلع‌کش وسـیله‌ای اسـت که بـا آن می‌توان لحیـم را از محـل اتصال جدا کـرد. قلع‌کش‌ها در انواع مختلفی سـاخته می‌شوند.

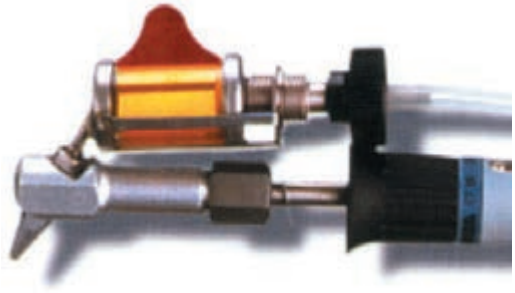
۳-۸-۱ قلع‌کش پیستونی

این قلع‌کش دارای سیلندر و پیسـتون است. با فشار دادن روی دسـته‌ی قلع‌کش، پیسـتون به داخل سیلندر وارد شده و در نقطه‌ی انتهایی قفل می‌شـود. برای برداشـتن قلـع، ابتدا با هویـه لحیم (قلع) محل اتصال را ذوب کرده و نوک قلع‌کش پیسـتونی را به آن نزدیک می‌کنند. سـپس با فشار دادن روی دکمه، فنر آزاد شده و پیستون به عقب کشیده می‌شود و لحیم را به داخل سـیلندر می‌مکد. شکل ۴۶-۳ چند نوع از این قلع کش‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۴۶-۳ چند نمونه از قلع کش پیستونی

۳-۸-۲ قلع‌کش حرارتی

ایـن قلع کش در واقع نوعی هویه اسـت، که خود، لحیم محل اتصال را ذوب می‌کند. سـپس آن را با پمپ دسـتی یا دسـتگاه مکنده‌اش می‌مکد. شـکل ۴۷-۳ نوک این قلع‌کش را نشان می‌دهد.



شکل۴۷-۳ نوک قلع‌کش حرارتی

نـوک در محل لحیم مانند شـکل ۴۸-۳ قـرار می‌گیرد، سپس دستگاه مکنده، قلع ذوب شده را مکش می‌کند.

شکل ۴۹-۳ قلع‌کش با دستگاه مکنده را نشان می دهد.

۹-۳ طریقه‌ی لحیم‌کاری

برای انجام لحیم‌کاری ابتدا نوک هویه را که در اثر کار کردن کثیف شده است با برس سیمی یا سمباده‌ی نرم تمیز کنید. سپس هویه را به برق وصل کنید تا گرم شود. بعد از این که نوک هویه به درجه حرارت ذوب لحیم رسید مقداری لحیم روی آن قرار دهید تا نوک هویه آغشته به یک لایه‌ی نازک لحیم شود. این عمل از اکسید شدن نوک هویه جلوگیری می کند. برای انجام عمل لحیم‌کاری نکات زیر را رعایت کنید.

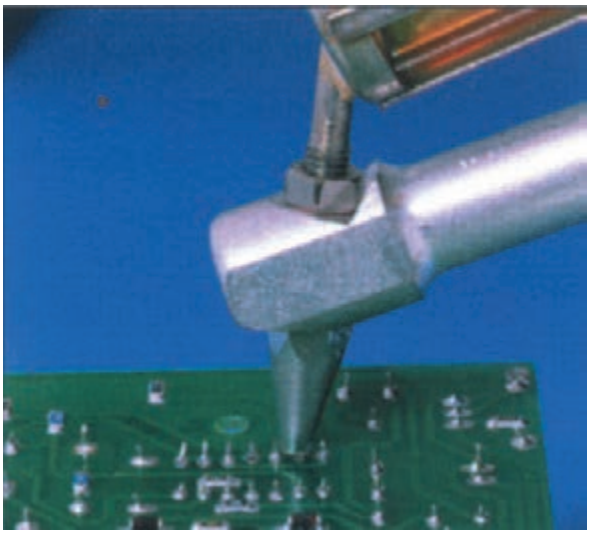
۱- از هویه با وات مناسب استفاده کنید. در الکترونیک هویه‌های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم کاری مناسب‌اند.

۲- نقاطی را که می‌خواهید لحیم‌کاری کنید با سمباده‌ی نرم یا پارچه‌ی زبر تمیز کنید، زیرا عمل لحیم‌کاری روی سیم‌های کثیف و اکسید شده انجام نمی‌گیرد.

۳- نوک هویه را کاملا 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 کاملا بپوشاند.

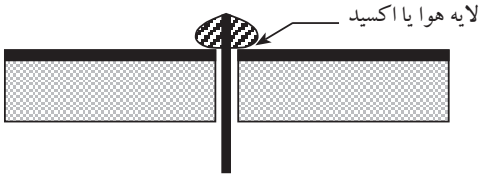
۵- هویه را به‌طور پی‌درپی از سطح کار جدا نکنید، زیرا این عمل علاوه بر صرف وقت زیاد موجب لحیم بد در محل اتصال می‌شود، یعنی در این حالت لحیم در محل اتصال به‌طور کامل پخش نمی‌شود و یک اتصال با لحیم‌کاری سرد به‌وجود می‌آید. شکل ۵۰-۳ لحیم‌کاری صحیح و لحیم‌کاری سرد را نشان می‌دهد.



شکل ۴۸-۳ نحوه‌ی قرارگیری قلع‌کش حرارتی

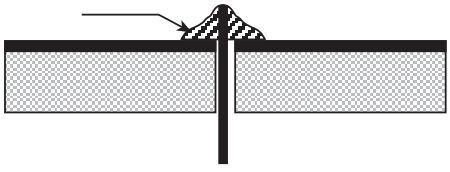
شکل ۴۹-۳ قلع‌کش با دستگاه مکنده

در صورتیکه برای پاک کردن نوک هویه از قلع‌های اضافه، مجبور شدید از قلع کش استفاده کنید، مراقب باشید که ذرات قلع روی لباس و بدن شما یا اطرافیان پرتاب نشود.



الف) لحیم کاری سرد (غلط)

لحیم به صورت یک نواخت درآمده است.



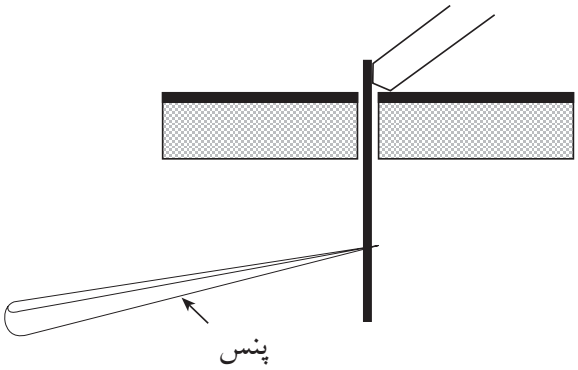
ب) لحیم کاری صحیح

شکل ۵۰-۳ لحیم‌کاری غلط و صحیح

در اتصال با لحیم سرد اگرچه مقدار قلع ظاهرا کافی به‌نظر می‌رسد ولی در زیر لحیم قشری از هوا به‌وجود می‌آید که مانع برقراری اتصال الکتریکی می‌شود. لحیم سرد ممکن است در اثر عوامل دیگری نیز به‌وجود آید. مثلا حرکت دادن اتصال قبل از سرد شدن و نیز کثیف بودن محل اتصال سبب ایجاد لحیم سرد می‌شود. همچنین بیش از حد گرم شدن، 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.

۶- اکثر قطعات الکترونیکی نظیر دیودها، ترانزیستورها و آی‌سی‌ها در مقابل افزایش حرارت مقاوم نیستند و این قطعات در اثر حرارت ناشی از لحیم‌کاری ممکن است آسیب ببینند. برای لحیم‌کاری این عناصر، باید زمان اعمال حرارت در خلال لحیم‌کاری دقیقا تنظیم شود. در هنگام لحیم‌کاری پایه‌ی این قطعات را با پنس یا دم‌باریک، یا هر وسیله ی فلزی دیگر که سبب انتشار حرارت می شود نگه‌دارید.

در شکل ۵۱-۳، پنس پایه‌ی قطعه را گرفته است. در این حالت حرارت پایه به پنس منتقل می‌شود و آسیبی به قطعه‌ی الکترونیکی نمی‌رسد.



شکل ۵۱-۳ نحوه‌ی لحیم‌کاری قطعات الکترونیکی

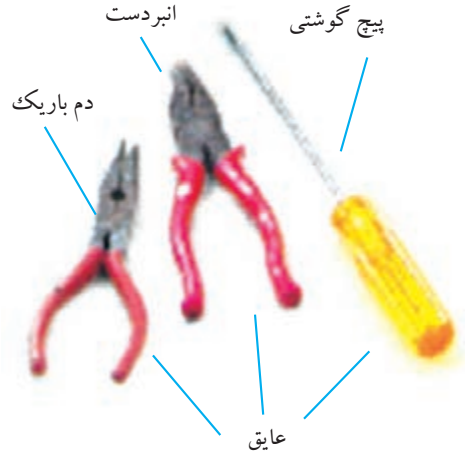
نوک هویه را هنگامی عوض کنید که هویه کاملا سرد باشد.

قبل از لحیم‌کاری، اطمینان حاصل کنید که قطعات مورد لحیم‌کاری کاملا تمیز باشد.

۳-۱۰ نکات ایمنی این آزمایش

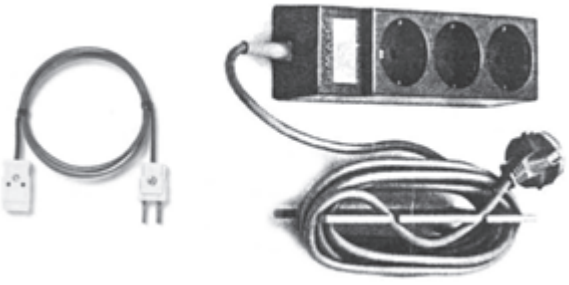
■ لازم است برای اجرای کارهای عملی به دستورات حفاظتی و ایمنی کاملا توجه کنید تا از خطرات احتمالی برق‌گرفتگی یا آسیب رساندن به قطعات و تجهیزات جلوگیری به‌عمل آید.

۳-۱۰-۱ همیشه از ابزار کار استاندارد استفاده کنید. ابزار استاندارد نظیر پیچ‌گوشتی، دم‌باریک و سیم‌چین باید دارای دسته‌ی عایق باشند، شکل ۳-۵۲.



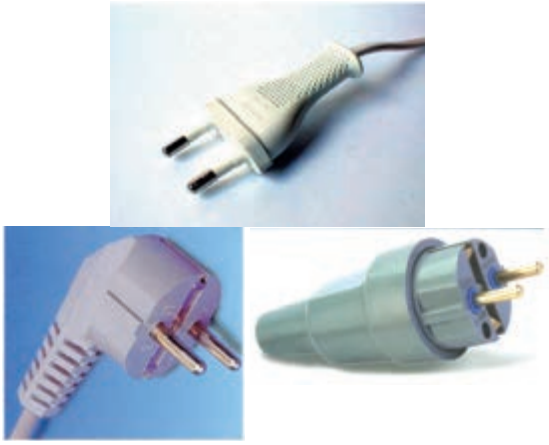
شکل ۳-۵۲ تعدادی ابزار کار استاندارد

۳-۱۰-۲ سیم‌رابط هر دستگاهی را که به برق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنید کاملا بررسی کنید تا قسمتی از سیم لخت نباشد. شکل ۳-۵۳ سیم رابط سالم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵۳ دو نمونه سیم رابط سالم

۳-۱۰-۳ دوشاخه‌ی متصل شده به سیم‌های رابط دستگاه‌ها را بررسی کنید تا شکستگی نداشته‌باشد. شکل ۳-۵۴ چند نمونه دوشاخه‌ی سالم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵۴ چند نمونه دوشاخه سالم

۳-۱۰-۴ هنگام جا زدن و یا کشیدن دوشاخه از برق از سیم‌های متصل به آن استفاده نکنید و دوشاخه را مانند شکل ۳-۵۵ به‌طور صحیح در دست بگیرید و مراقب باشید دست شما با قسمت‌های فلزی دوشاخه تماس پیدا نکند.

شکل ۳-۵۵ در دست گرفتن صحیح دوشاخه

۳-۱۰-۵ برای برداشتن قسمت عایق سیم‌ها به منظور لحیم‌کاری از سیم لخت‌کن استفاده کنید. شکل ۳-۵۶- الف و ب دو نوع سیم لخت‌کن ساده و اتوماتیک را نشان می دهد.

(الف)

(ب)

شکل ۵۶-۳- سیم لخت‌کن ساده و اتوماتیک

۶-۱۰-۳ هویه‌ی گرم را روی پایه‌ی مخصوص هویه قرار دهید تا مانع آتش‌سوزی یا سوانح دیگر شود. شکل ۵۷-۳ یک نمونه پایه‌ی هویه‌ی مناسب را نشان می‌دهد.

شکل ۵۷-۳

۷-۱۰-۳ هنگام لحیم‌کاری مراقب باشید هویه‌ی گرم با لباس یا بدن شما تماس پیدا نکند.

۸-۱۰-۳ هنگام لحیم‌کاری مانند سایر موارد، نظم و انضباط مقرر را به‌طور دقیق رعایت کنید.

۹-۱۰-۳ کارگاه باید مجهز به وسایل اطفاء حریق باشد و این وسایل باید به راحتی در دسترس قرار گیرد. شکل ۵۸-۳ وسایل اطفاء حریق را نشان می‌دهد.

شکل ۵۸-۳ وسایل اطفاء حریق

نکته‌ی مهم:

برای انجام کارهای عملی لحیم‌کاری، توصیه می‌کنیم از سیم‌های دورریز موجود در آزمایشگاه استفاده نمایید.

۳-۱۱ آزمایش شماره‌ی (۲):

اصول کار با هویه و قلع کش

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۳-۱۱-۱ هدف آزمایش:

مونتاژ (سوار کردن) و دمونتاژ (پیاده کردن) قطعات از روی برد مدار چاپی و لحیم‌کاری صحیح.

۳-۱۱-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

ردیف	نام و مشخصات دستگاه‌ها و قطعات	تعداد / مقدار
۱	هویه قلمی	یک عدد
۲	انبردست	یک عدد
۳	سیم‌چین	یک عدد
۴	دم باریک	یک عدد
۵	سیم لخت‌کن	یک عدد
۶	سیم لحیم	به مقدار لازم
۷	پایه‌ی هویه	یک عدد
۸	سیم مفتولی	به مقدار لازم
۹	قلع‌کش پیستونی	یک عدد
۱۰	مدار چاپی	یک فیبر

۳-۱۱-۳ مراحل اجرای آزمایش:

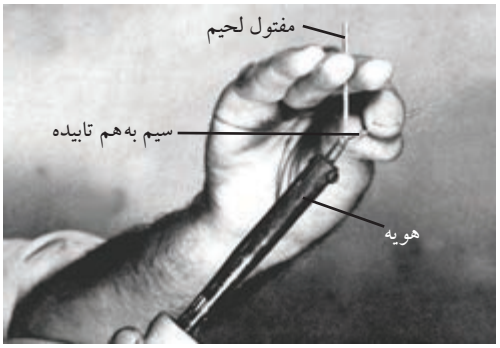
الف- لحیم‌کاری صحیح

■ چند قطعه سیم مفتولی با سطح مقطع ۱/۵ میلی‌متر مربع روپوش‌دار انتخاب کنید.

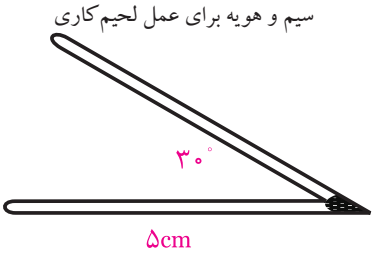
■ دو سر سیم‌ها را، با استفاده از سیم لخت‌کن، به اندازه‌ی یک سانتی‌متر لخت کنید.

■ دو سر سیم‌ها را سمباده‌ی نرم بکشید و آن‌ها را قلع اندود کنید.

■ هر دو سیم را با زاویه‌ی ۳۰° نسبت به هم در دست بگیرید و نوک هویه را در زیر تقاطع آن‌ها قرار دهید. سیم‌ها باید به هم متصل شوند، شکل ۵۹-۳. یک لحیم‌کاری خوب باید مطابق شکل ۶۰-۳ باشد.

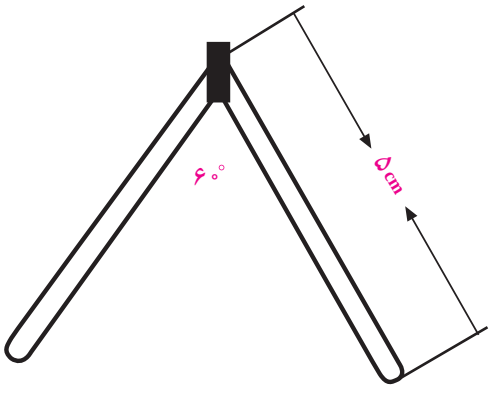


شکل ۵۹-۳- نحوه‌ی صحیح در دست گرفتن



شکل ۶۰-۳- نمونه‌ی صحیح ساختن زاویه‌ی ۳۰°

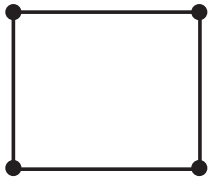
■ مراحل قبلی آزمایش را برای ساختن زاویه‌ی ۶۰° تکرار کنید. کار در این تمرین باید مطابق شکل ۶۱-۳ باشد.



شکل ۶۱-۳- نمونه‌ی صحیح ساختن زاویه‌ی ۶۰°

ساختن مربع

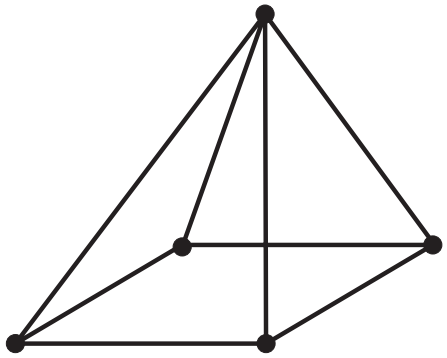
■ با استفاده از ۴ قطعه سیم طبق شکل ۶۲-۳ یک مربع بسازید.



شکل ۶۲-۳ نمونه‌ی صحیح ساختن مربع

ساختن هرم

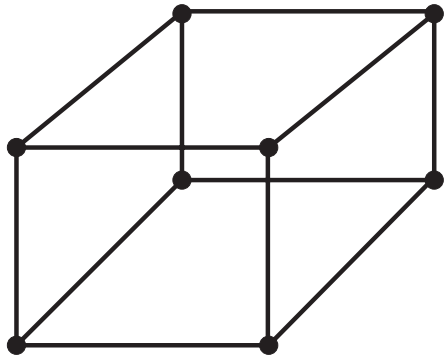
■ با استفاده از چند قطعه سیم، شکل ۶۳-۳ را بسازید.



شکل ۶۳-۳ نمونه‌ی صحیح ساختن هرم

ساختن مکعب با استفاده از چند قطعه سیم

■ شکل ۶۴-۳ را بسازید.



شکل ۶۴-۳ نمونه‌ی صحیح ساختن مکعب

ب- پیاده‌کردن قطعات از روی فیبر مدار چاپی

■ فیبر مدار چاپی را مورد بازبینی قرار دهید و تا حد امکان قطعات روی آن را شناسایی کنید.

■ دستگاه هویه‌ی قلمی را بررسی کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

■ قلع کش را آزمایش کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

■ هویه را به برق بزنید تا گرم شود.

■ قطعه‌ی تعیین شده توسط مربی یا استادکار را با استفاده از هویه و قلع کش از روی برد بیرون بکشید و آن را به مربی نشان دهید.

■ مرحله‌ی قبل را تکرار کنید تا مهارت لازم را در بیرون آوردن قطعات به دست آورید.

■ هنگامی که مهارت لازم را به دست آوردید از مربی یا استادکار بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

ج- سوار کردن قطعات روی فیبر مدار چاپی

■ نوک هویه را بررسی و در صورت نیاز آن را کاملا تمیز کنید.

■ قطعاتی را که مربی یا استادکار برای شما تعیین می‌کند روی یک فیبر اوراقی سوار کنید.

■ مرحله‌ی قبل را آن‌قدر تکرار کنید تا مهارت لازم را به‌دست آورید.

■ پس از اطمینان از کسب مهارت کافی از استادکار بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

۴-۱۱-۳ نتایج آزمایش:

آن‌چه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

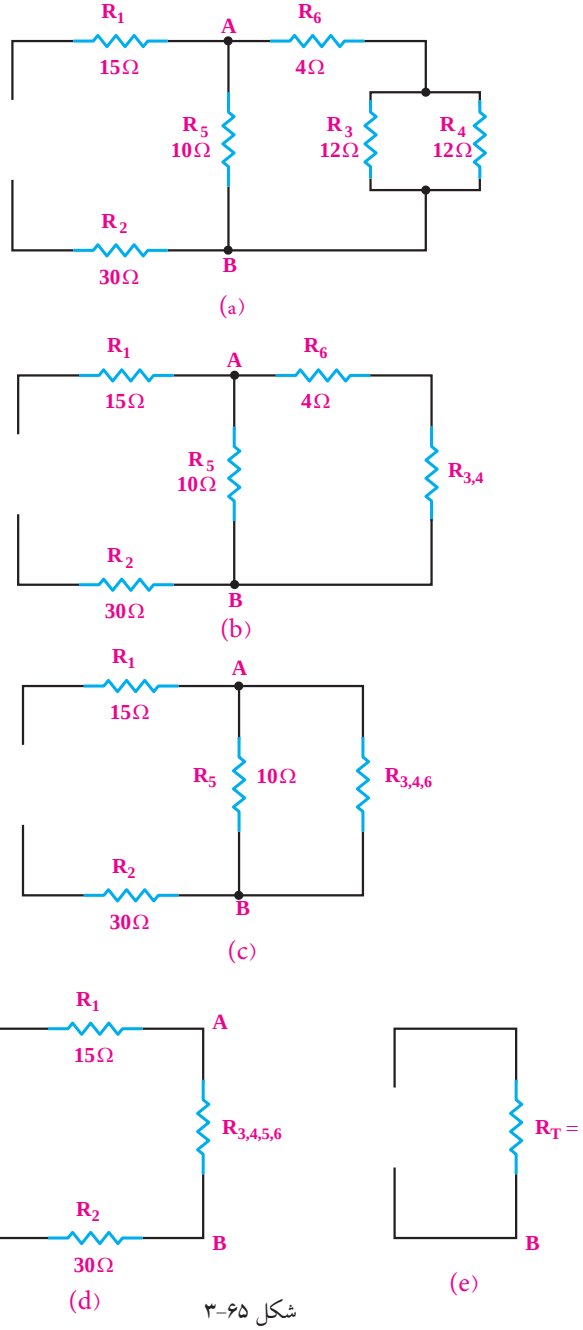
الف:

ب :

ج:

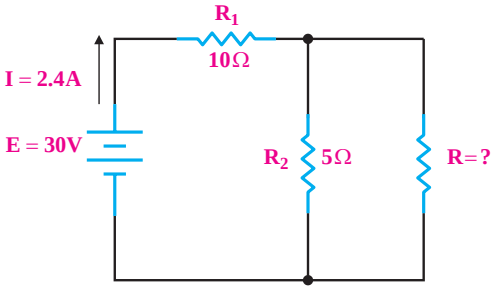
آزمون پایانی فصل (۳)

۱- در شکل ۶۵-۳ مدار (a) داده شده است. مدارهای (b) تا (e) ساده شده‌ی مدار (a) هستند. در روی این شکل‌ها، مقادیر مقاومت معادل‌هایی که مقدار آن‌ها نوشته نشده است را به ترتیب در هر شکل با توجه به شکل قبلی محاسبه کنید و بنویسید.



شکل ۶۵-۳

۲- در شکل ۶۶-۳ مقدار R چند اهم باید باشد؟

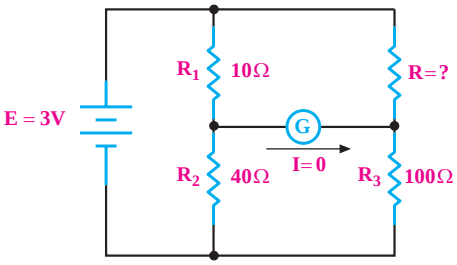


شکل ۶۶-۳

الف) ۵ ب) ۳/۳۳۰

ج) ۱۵ د) ۱۰

۳- در شکل ۶۷-۳ مقدار R چند اهم است؟



شکل ۶۷-۳

الف) ۲۵ ب) ۲۶

ج) ۲۸ د) ۲۹

۴- یک هویه‌ی ساده از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟ نام ببرید.

۵- روش صحیح نگه‌داری هویه‌ی قلمی را شرح دهید.

۶- بهتریـن لحیم برای عمل لحیـم‌کاری در الکترونیک، آلیاژ ۶۳/۳۷ است.

صحیح ❐ غلط ❐

۷- اساس کار پل وتستون را شرح دهید.

۸- کدامیک از جملات زیر صحیح نیست؟

الف) توان مصرفی در مدارهای موازی با مجموع توان‌های مصرف کننده‌ها برابر است.

ب) جریان در شـاخه‌های موازی مدار، به نسـبت عکس مقاومت‌های شاخه‌ها تقسیم می‌شود.

ج) قطع شدن سـیم‌های رابط باعث صفر شدن جریان در مدار سری است.

د) تـوان مصرفی در مدار سـری برابر با تـوان هر یک از مصرف کننده‌ها است.

۹- مدار سری- موازی را با رسم شکل شرح دهید.

۱۰- خواص روغن لحیم را شرح دهید.