بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

مبانی برق و الکترونیک در خودرو

پایهٔ یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

شاخهٔ : کاردانش

زمینهٔ : صنعت

گروه تحصیلی : مکانیک

رشته مهارتی : تعمیر موتور و برق خودرو

نام استاندارد مهارتی مبنا : تعمیر برق خودرو درجهٔ (۲)

کد استاندارد متولی ۸ـ۵۵/۴۲/۲/۴

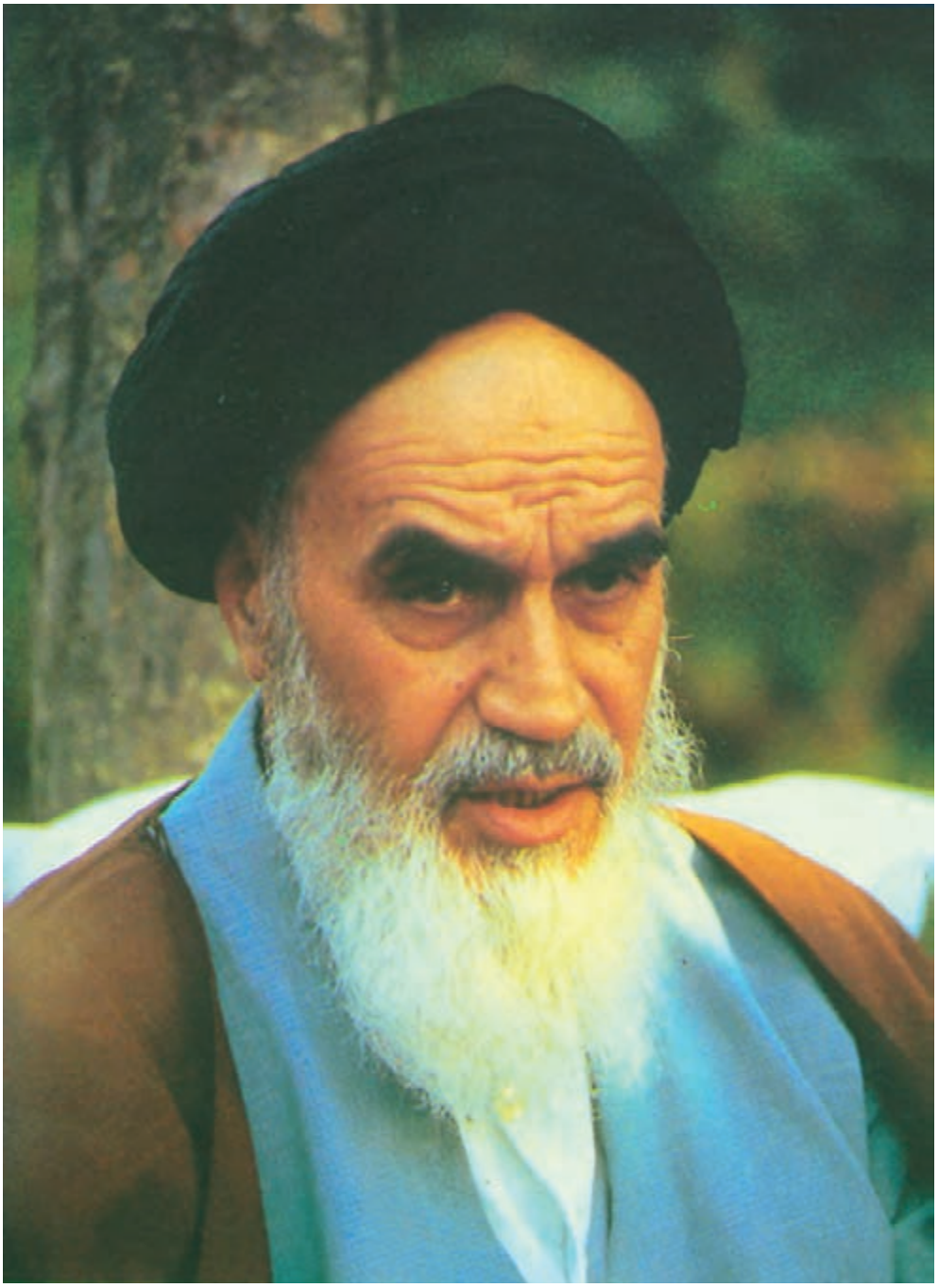
عنوان و نام پدیدآور	:	مبانی برق و الکترونیک در خودرو، شاخهٔ : کاردانش، زمینهٔ : صنعت، گروه تحصیلی مکانیک، رشته مهارتی : تعمیر موتور و برق خودرو [کتاب‌های درسی] : برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلفان : داود نجف‌زاده نوبر، سیدمحمود صموتی.
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۱ ص. : مصور : (رنگی)، جدول (رنگی).
شابک	:	۹۶۴ـ۰۵ـ۱۷۰۰ـ۳
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتاب‌نامه
موضوع	:	۱ـ اتومبیل‌ها ـ تجهیزات الکترونیکی ۲ـ اتومبیل‌ها ـ تجهیزات برقی
شناسه افزوده	:	نجف‌زاده نوبر، داود ـ صموتی، سیدمحمود، ۱۳۲۸. الف ـ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ب ـ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ج ـ ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
رده‌بندی کنگره	:	۲م۲ ۱۳۹۲/۲۷۲/۵TL
رده‌بندی دیویی	:	۳۷۳ ک ۶۰۸ ۱۳۹۲
شمارهٔ کتاب‌شناسی ملی	:	۳۱۱۷۴۲۱

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : مبانی برق و الکترونیک در خودرو ـ ۳۱۱۱۲۰
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : داود نجف‌زاده نوبر، سید محمود صموتی (اعضای گروه تألیف)ـ شهرام امینیان (ویراستار فنی) ـ حسین داودی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : زهره بهشتی‌شیرازی (صفحه‌آرا) ـ محمّدحسن معماری (طراح جلد)ـ داود نجف‌زاده نوبر (رسام)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ هفتم ۱۴۰۲

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۳-۰۰-۱۷۰۰-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1700-3



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف‌کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

مقدمه ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخهٔ کاردانش» بر مبنای استانداردهای «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کاردانش، مجموعه‌ی هشتم» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Power Harmonic) مورد مطالعه و بررسی قرارگرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخهٔ کاردانش» چاپ سپاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت بـه تعدادی پودمـان مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. به‌طوری که هنرجویان در پایان آموزش واحدهای کار (مجموع توانایی‌های استاندارد مربوطه) و کلیه پودمان‌های هر استاندارد، تسلط و مهارت کافی در بخش نظری و عملی را به گونه‌ای کسب خواهند نمود که آمادگی کامل را برای شرکت در آزمون جامع نهایی جهت دریافت گواهینامه مهارت به‌دست آورند.

بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخهٔ کاردانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و
حرفه‌ای و کاردانش

P=Power U=Unit M=Module

مقدمه

حمد و سپاس خداوند تبارک و تعالیٰ را که از کثرت الطافش بی‌خبریم و حمدش را با اذن او بر زبان جاری می‌سازیم. و امر او را اطاعت می کنیم وگرنه ما را توان حمدگویی آن قیوم بی‌همتا نمی‌باشد.

پودمان حاضر در ارتباط با تجزیه و تحلیل مبانی برق و الکترونیک و اصول سیم کشی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی و چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی و الکترونیکی منطبق براهداف آموزشی شاخه کاردانش بر مبنای توانایی شماره ۱۰ و ۱۲ استاندارد مهارت و آموزشی تعمیرکار درجه ۲ برق خودرو به شماره کد ۱,۲,۴۲,۵۵ــ۸ گروه مکانیک خودرو تألیف شده است که می تواند علاوه بر هنرجویان شاخه کاردانش برای سایر علاقمندانی که فعالیت‌های آن‌ها در ارتباط با سیستم‌های الکتریکی خودرو می‌باشد مفید واقع شود پرسش‌های پیش‌آزمون به منظور ایجاد انگیزه و علاقمندی و فراهم نمودن بستر مناسبی برای یادگیری و سؤالات آزمون پایانی برای ارزیابی آموخته‌های مخاطبین طراحی و در ابتدا و انتهای هر واحد کار آورده شده است بدیهی است که بیان نکته نظرها و رهنمودهای تمامی عزیزانی که در امر توسعه‌ی آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند چراغ راه مؤلفان خواهد بود.

با تشکر ــ مؤلفان

فهرست

واحد کار اول ــ توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق ۱

پیش‌آزمون(۱) ۳

۱ــ آشنایی با الکتریسیته ۷

۱ــ۱ــ ساختمان ماده ۷

۱ــ۲ــ ساختمان اتم و اجزای تشکیل‌دهنده آن ۸

۱ــ۳ــ ویژگی‌های اتم و ذرات آن ۹

۱ــ۴ــ اتم‌های باردار ۱۰

۱ــ ۵ــ هدایت الکتریکی ۱۱

۱ــ۶ــ آشنایی با کمیت‌های الکتریکی ۱۵

۱ــ۷ــ عوامل مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی ۱۹

۱ــ ۸ــ قانون اهم ۲۰

۱ــ۹ــ اهم‌متر ۲۱

۱ــ۱۰ــ ولتاژ الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن ۲۴

۱ــ۱۱ــ جریان الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن ۲۸

۱ــ۱۲ــ اجزای مدار الکتریکی ۳۲

۱ــ۱۳ــ انواع مدارهای الکتریکی ۳۵

۱ــ۱۴ــ اتصال باتری‌ها ۳۷

۱ــ۱۵ــ سیم‌کشی اجزای مدارالکتریکی در خودرو ۳۹

۱ــ۱۶ــ انواع سوئیچ های بکاررفته در مدارهای الکتریکی خودرو ۴۰

۱ــ۱۷ــ آشنایی با نقشه و علائم مدارهای الکتریکی ۴۲

۱ــ۱۸ــ آشنایی با انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو ۴۶

۱ــ۱۹ــ آشنایی با سرسیم و کانکتورها ۵۰

۱ــ۲۰ــ ابزارهای مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکترونیکی خودرو ۵۷

۲۱ـ۱ـ ابزار و وسایل عایق کاری ۵۹
۲۲ـ۱ـ لحیم کاری ۶۲
۲۳ـ۱ـ اصول و روش اتصال سرسیم به سیم و کابل ۶۴
۲۴ـ۱ـ دستورالعمل لحیم کاری و عایق کاری در سیم کشی مدارهای الکتریکی خودرو ۶۷
۲۵ـ۱ـ دستورالعمل سیم کشی مدارهای الکتریکی ۷۳
۲۶ـ۱ـ دستورالعمل کاربرد مولتی‌متر برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در خودرو ۷۵
خودآزمایی ۷۹
۲۷ـ۱ـ مغناطیس و الکترومغناطیس ۸۳
آزمون پایانی (۱) ۸۶

واحد کار دوّم ــ توانایی سیم کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو ۹۱
پیش آزمون (۲) ۹۲
۱ـ۲ـ آشنایی با اصول الکترونیک (آنالوگ ــ دیجیتال) ۹۳
۲ـ۲ـ آشنایی با اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی ۹۴
۳ـ۲ـ آشنایی با لوازم اندازه‌گیری و آزمایش مدارهای الکترونیکی ۱۱۶
۴ـ۲ـ رعایت نکات ایمنی ۱۲۰
۵ـ۲ـ استفاده از دفترچه راهنما ۱۲۵
۶ـ۲ـ آشنایی با کاربرد الکترونیک در خودرو ۱۶۶
۷ـ۲ـ آشنایی با اصول طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی ۱۶۷
۸ـ۲ـ شناسایی مبانی طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی ۱۷۰
۹ـ۲ـ حسگرها و عملگرها (محرک‌ها) ۱۸۸
۱۰ـ۲ـ عیب‌یابی و رفع عیب انواع حسگرها و عملگرها ۱۹۱
آزمون پایانی (۲) ۱۹۸

هدف کلی پودمان

تجزیه و تحلیل مبانی برق و الکترونیک و اصول سیم‌کشی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو

واحد کار	شماره توانایی	عنوان توانایی	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	۱۲	توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق	۸	۳۲	۴۰
۲	۱۰	توانایی سیم‌کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو	۴۰	۶۰	۱۰۰
		جمع	۴۸	۹۲	۱۴۰

واحد کار اول

توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق

هدف کلی

تجزیه و تحلیل مبانی برق

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود :

۱ــ اصول الکتریسیته را توضیح دهد.

۲ــ کمیت‌های الکتریکی را نام ببرد.

۳ــ کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد و آن‌ها را محاسبه کند.

۴ــ طرز کار و کاربرد دستگاه‌های اندازه‌گیر کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد.

۵ــ کمیت‌های الکتریکی را اندازه‌گیری کند.

۶ــ اجزای مدار الکتریکی را توضیح دهد.

۷ــ انواع مدارهای الکتریکی را توضیح دهد.

۸ــ نقشه‌ی مدار الکتریکی را توضیح دهد.

۹ــ انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو را توضیح دهد.

۱۰ــ انواع سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.

۱۱ــ کد رنگ سیم‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهد.

۱۲ــ اصول و روش‌های اتصال سیم‌ها و سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.

۱۳ــ ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی خودرو نام ببرد.

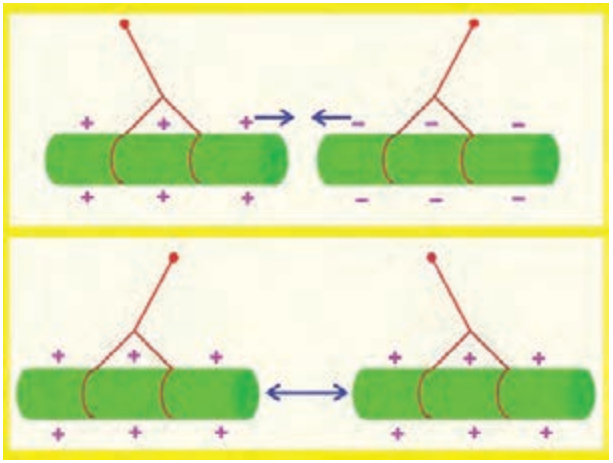
۱۴ــ وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودرو را نام ببرد و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد.

۱۵ــ سرسیم‌ها را به سرسیم متصل کند و محل اتصال را عایق‌بندی نماید.
۱۶ــ مدار الکتریکی را سیم‌کشی و عایق‌بندی کند.
۱۷ــ مغناطیس و الکترومغناطیس را توضیح دهد.

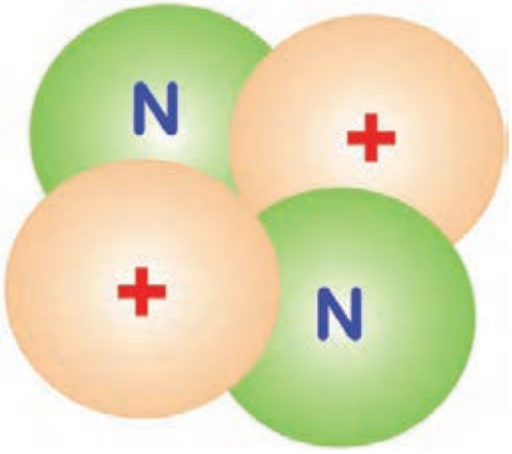
ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۸	۳۲	۴۰

پیش‌آزمون (۱)

۱ــ آن‌چه را که در مورد شکل روبه‌رو می‌دانید توضیح دهید.

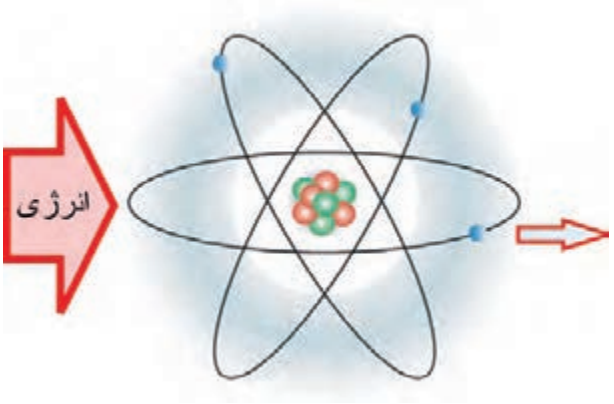


۲ــ در مورد شکل روبه‌رو آن‌چه می‌دانید توضیح دهید.

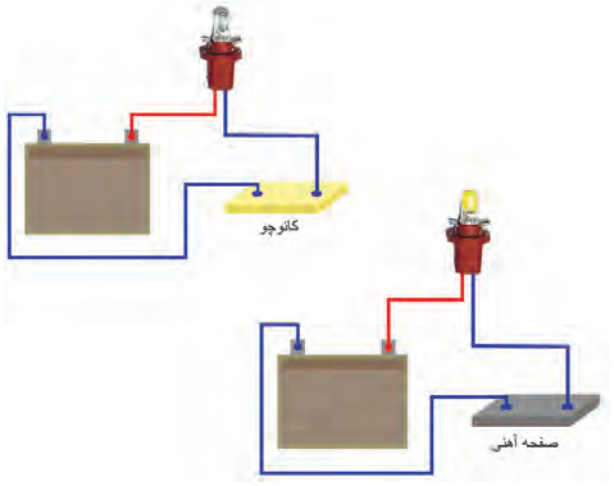


۳ــ دریافت خود را از شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۴ــ شکل روبه‌رو را توضیح دهید.

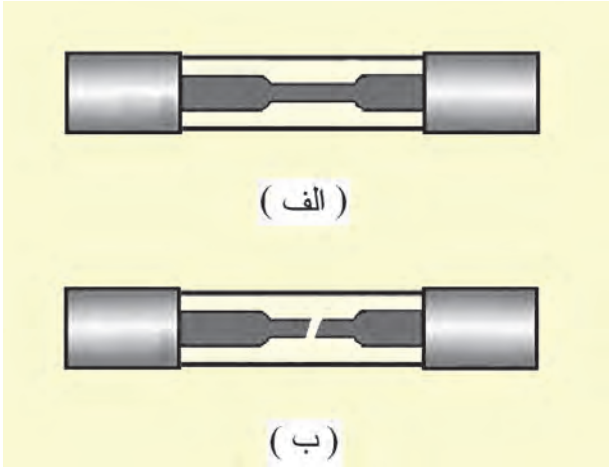


۵ــ دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و دلیل روشن‌بودن لامپ را توضیح دهید.

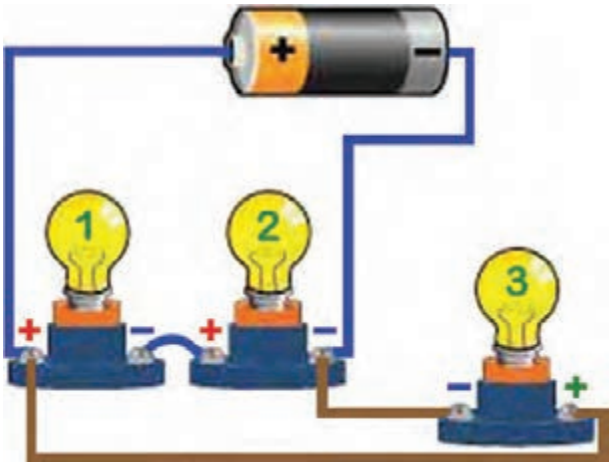


۶ــ در شکل مقابل نام و تفاوت دو دستگاه اندازه‌گیر را توضیح دهید.

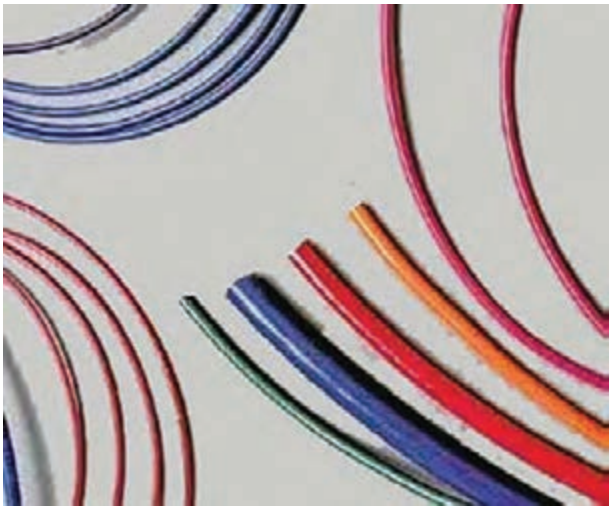
۷ــ دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و نتیجه را توضیح دهید.



۸ــ روش سیم‌کشی در مدار شکل روبه‌رو را توضیح دهید.



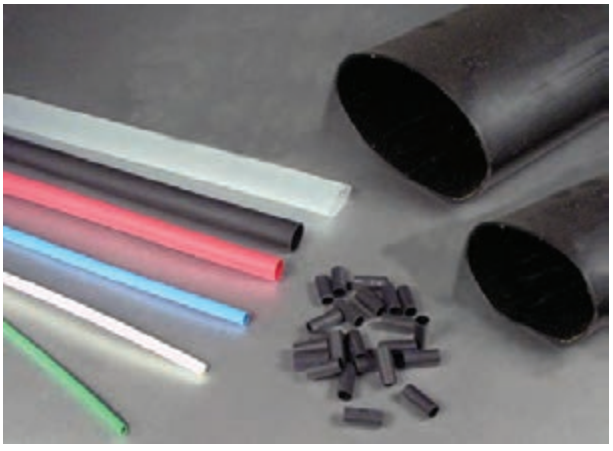
۹ــ رنگ‌بندی روکش عایق سیم‌ها به چه منظوری انجام می‌شود؟ توضیح دهید.



۱۰ــ نام و کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۱۱ــ کاربرد ابزار نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۱۲ــ کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۱۳ــ در کدام یک از شرایط زیر، اطراف سیم هادی جریان الکتریکی حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد می‌شود :

الف) قراردادن آهن‌ربا در کنار سیم

ب) پیچاندن سیم دور میله‌ی آهنی

ج) عبور جریان الکتریکی از سیم

د) هر سه مورد

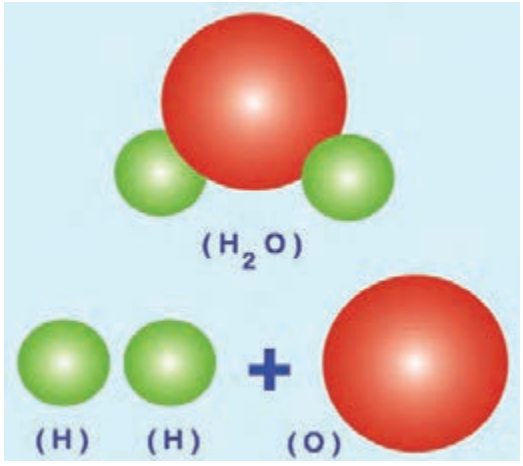
۱ــ آشنایی با الکتریسیته

شکل ۱ــ۱ــ کهربا

الکتریسیته پدیده‌ای است که در حدود دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها کشف شد. آنان متوجه شدند که وقتی جسمی به نام کهربا[1] به جسم دیگری مالش داده می‌شود نیروی مرموز و خاصی در آن به‌وجود می‌آید که می‌تواند اجسامی مانند برگ‌های خشک و براده‌های چوب و ... را جذب نماید. در آن دوران تمامی اجسامی که مانند کهربا عمل می‌کردند «الکتریک» نام‌گذاری شد ولی بعدها دریافتند که بعضی از اجسام پس از مالش‌دادن یکدیگر را جذب و برخی همدیگر را دفع می‌نمایند. در شکل ۱ــ۱ شماتیک کهربا نشان داده شده است.

۱ــ۱ــ ساختمان ماده

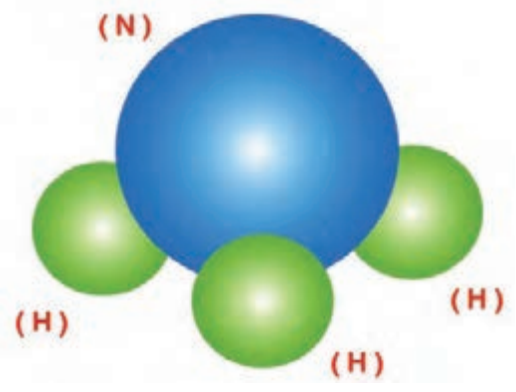
ماده در طبیعت به سه شکل جامد، مایع، گاز یافت می‌شود ماده اگر از یک عنصر تشکیل شده باشد «ماده‌ی ساده» و در صورتی که از دو یا چند عنصر به‌وجود آمده باشد «ماده‌ی مرکب» نامیده می‌شود. برای مثال هیدروژن (H) یا اکسیژن (O) مواد ساده هستند اما از ترکیب آن‌ها ماده‌ای به نام آب (H_2O) حاصل می‌شود که «ماده‌ی مرکب» است (شکل ۲ــ۱).



شکل ۲ــ۱ــ ترکیب عناصر

کوچک‌ترین جزء یک ماده را ملکول می‌نامند. در شکل شماتیک ۳ــ۱ یک ملکول آمونیاک نشان داده شده که از به هم پیوستن سه اتم هیدروژن و یک اتم نیتروژن حاصل شده است.

بر همین اساس به کوچک‌ترین جزء یک ملکول نیز اتم گفته می شود.



شکل ۳ــ۱ــ ملکول

۱ــ کهربا ماده‌ای است سخت و سنگ مانند که به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای یافت می‌شود.

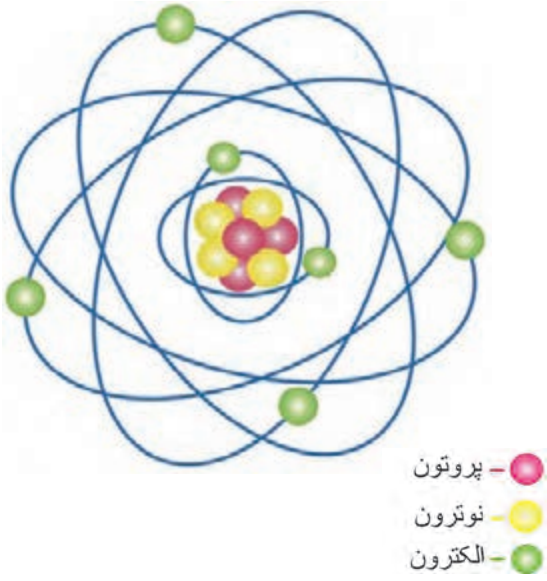
۲ــ۱ــ ساختمان اتم و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن

ساختمان اتم هر عنصر از دو قسمت تشکیل شده است :

ــ هسته

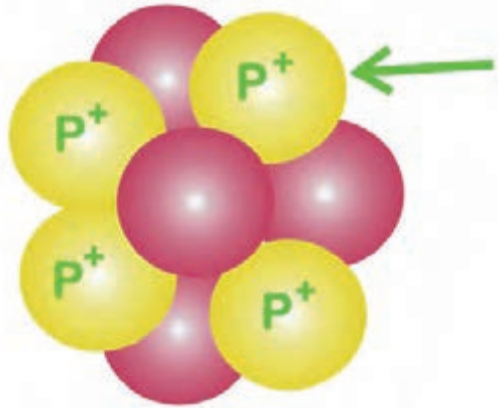
ــ مدارهای الکترونی

هسته‌ی اتم متشکل از ذرات کوچکی به نام پروتون[۱] و نوترون[۲] است که ذره‌های کوچک دیگری به نام الکترون[۳] در مدارهای مشخصی به دور آن گردش می‌کنند. مدل اتمی عناصر مانند منظومه‌ی بسیار کوچک خورشیدی است که هسته‌ی اتم مانند خورشید و الکترون‌ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می‌چرخند. در شکل شماتیک ۴ــ۱ اجزای ساختمان اتم نشان داده شده است.



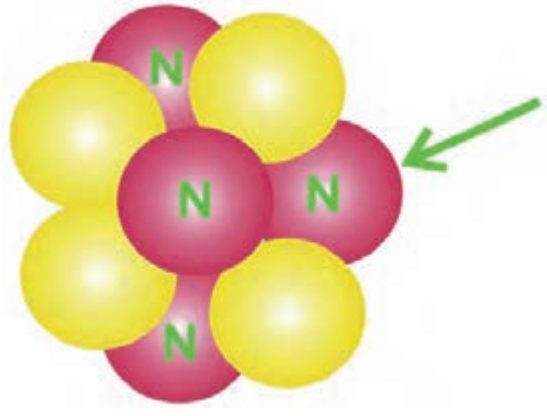
شکل ۴ــ۱ــ مدل اتم

۱ــ۲ــ۱ــ پروتون: پروتون ذره‌ای است که بار الکتریکی آن مثبت است (P^+) جرم این ذرّه ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون است و در هسته‌ی اتم قرار دارد. پروتون‌ها به دلیل بالا بودن جرم‌شان فاقد حرکت‌اند. از این‌رو، در هدایت جریان الکتریکی نقش ندارند. به پروتون‌های داخل هسته عدد اتمی گفته می‌شود. در شکل ۵ــ۱ تصویر شماتیک پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم دیده می‌شوند.



شکل ۵ــ۱ــ پروتون‌های داخل هسته

۲ــ۲ــ۱ــ نوترون: نوترون جزء دیگری از اتم است که به همراه پروتون‌ها در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد. این ذره بار الکتریکی مشخصی ندارد و به همین سبب آن را ذره‌ی خنثا نیز می‌نامند. به مجموعه‌ی تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم، **عدد جرمی** گفته می‌شود. در شکل شماتیک ۶ــ۱ نوترون‌های داخل هسته‌ی اتم نشان داده شده است.

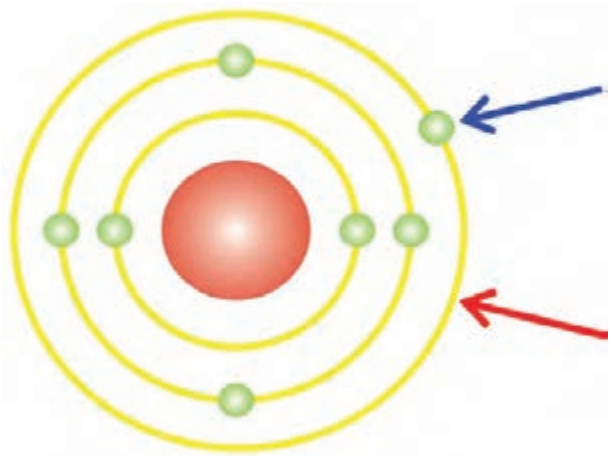


شکل ۶ــ۱ــ نوترون‌های داخل هسته

۱ــProton ۲ــNeutron ۳ــElectron

۳ــ۲ــ۱ــ الکترون : الکترون نیز یکی از اجزای اساسی تشکیل‌دهنده‌ی اتم است. این ذره دارای بار الکتریکی منفی است (e^-). الکترون‌ها بر روی مدارهایی به نام اوربیتال در اطراف هسته‌ی اتم دائماً می‌چرخند.

الکترون‌ها با تعداد مشخص و نظم خاصی بر روی این لایه‌های الکترونی قرار گرفته‌اند. مدار خارجی هر اتم را لایه‌ی والانس و الکترون‌های روی این مدار را «الکترون‌های والانس» یا الکترون‌های ظرفیت می‌نامند. این الکترون‌ها در تعیین خواص هدایت الکتریکی مواد، نقشی اساسی دارند. در شکل ۷ــ۱ لایه‌ی والانس با فلش قرمز رنگ و الکترون والانس با فلش آبی رنگ نشان داده شده است. تعداد الکترون‌های مدار والانس هر اتم حداقل یک عدد و حداکثر هشت الکترون است.



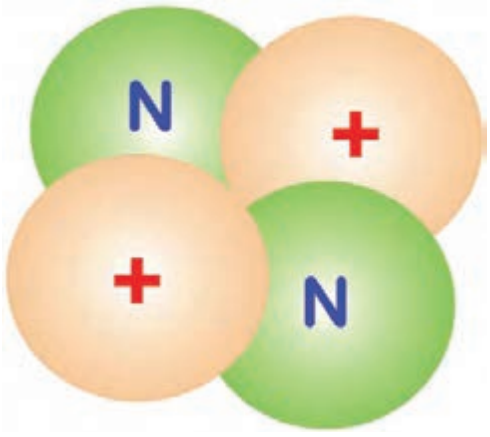
شکل ۷ــ۱ــ مدار والانس (ظرفیت)

۳ــ۱ــ ویژگی‌های اتم و ذرات آن

ــ پروتون دارای بار مثبت است و در هسته‌ی اتم قرار دارد.

ــ نوترون بدون بار است و مانند پروتون در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد.

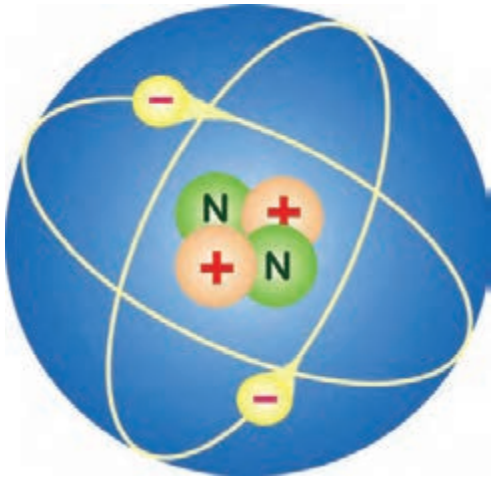
در شکل ۸ــ۱ نوترون و پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم به‌صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۸ــ۱ــ پروتون با بار مثبت و نوترون داخل هسته‌ی اتم

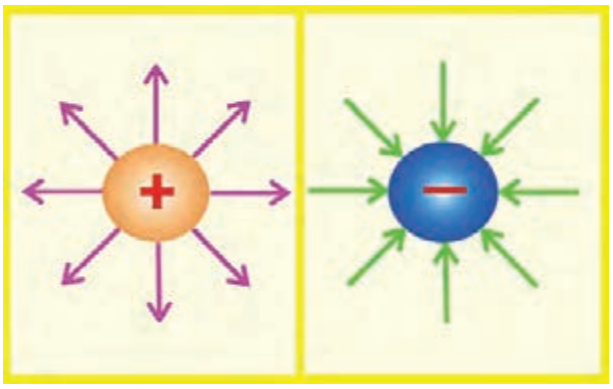
ــ الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته‌ی اتم می‌چرخد (مدار الکترون‌ها بیضوی است). در شکل ۹ــ۱ شماتیک مدار الکترون‌ها دیده می شود.

گفتنی است که در حالت عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم با هم برابرند.



شکل ۹ــ۱ــ الکترون و مدار چرخش آن

ـ جهت خطوط نیروی بارهای منفی در ذرات باردار به سمت داخل و جهت خطوط نیروی بارهای مثبت به سمت خارج قرار داده شده است. در شکل ۱۰ـ۱ جهت خطوط نیرو در ذرات داخل هسته‌ی اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۱۰ـ۱

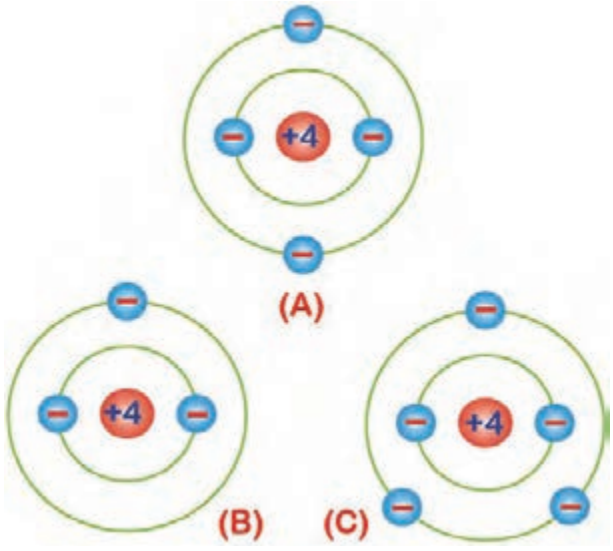
۴ـ۱ـ اتم‌های باردار

همان‌طور که ذکر شد، تعداد الکترون‌های یک اتم در شرایط عادی با تعداد پروتون‌های آن مساوی است. به این حالت وضعیت خنثا گفته می‌شود. حال چنان‌چه اتم، الکترون از دست بدهد، به دلیل این‌که الکترون دارای بار منفی است به علّت کم‌بود الکترون دارای بار مثبت خواهد شد و در صورتی که اتمی الکترون به دست آورد دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. اتم‌های باردار «یون» نامیده می‌شوند. در شکل شماتیک ۱۱ـ۱ حالت‌های مختلف یک اتم دیده می‌شود :

a ـ اتم خنثا

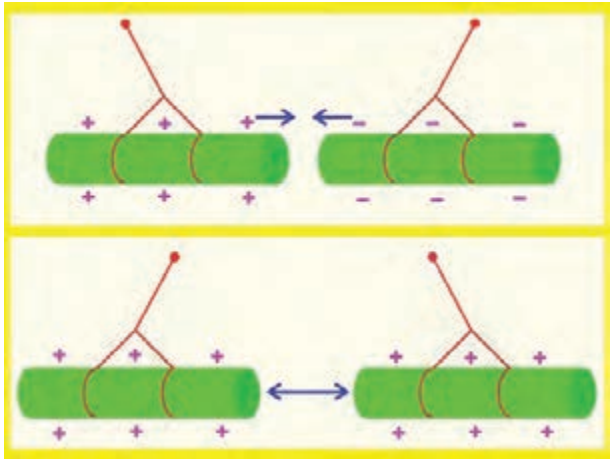
b ـ اتم یا یون مثبت

c ـ اتم یا یون منفی



شکل ۱۱ـ۱ـ حالت‌های مختلف اتم

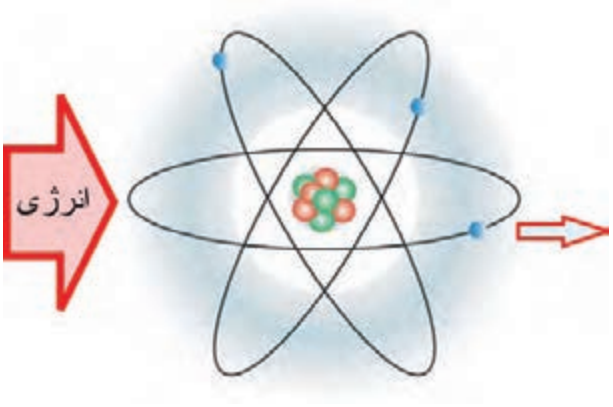
توجه: به خاطر داشته باشید که بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای غیرهم‌نام یکدیگر را جذب می‌نمایند. در شکل ۱۲ـ۱ اثر بارهای استاتیکی بریکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۱۲ـ۱

۵ــ۱ــ هدایت الکتریکی

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند به دلیل این‌که الکترون‌های مدار آخر (والانس) نسبت به هسته‌ی اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه‌ی کم تری از طرف هسته به آن‌ها اثر می کند. در این صورت، با دریافت انرژی کم‌تری می‌توانند از مدار خود خارج شوند و انتقال یابند. تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر در میزان هدایت جریان الکتریکی نقش اساسی دارند و به‌طور کلّی هر چه الکترون‌های این لایه کم‌تر باشند ماده الکترون‌هایش را با دریافت انرژی کم‌تری آزاد می کند (شکل ۱۳ــ۱). مواد از لحاظ هدایت الکتریکی به سه دسته تقسیم می‌شوند :



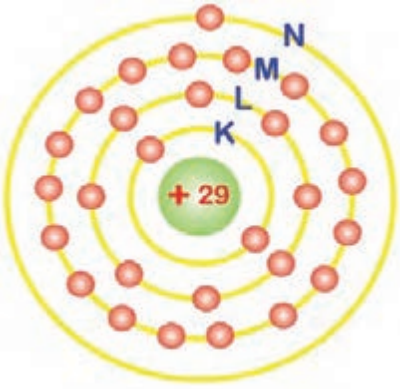
شکل ۱۳ــ۱

ــ هادی‌ها

ــ عایق‌ها

ــ نیمه‌هادی‌ها

۱ــ۵ــ۱ــ هادی‌ها :به موادی که الکترون‌های مدار آخر آن‌ها (مدار والانس) به راحتی آزاد و منتقل می‌شوند هادی یا رسانا گفته می‌شود. تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر هادی‌ها کم‌تر از چهارند و معمولاً (۱)، (۲) یا (۳) الکترون دارند. مدارهای الکترونی اتم‌ها را به ترتیب با حروف اختصاری : K، L، M، N، O و ... مشخص می کنند. در شکل شماتیک ۱۴ــ۱ ساختمان اتمی عنصر مس با تعداد الکترون های لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است.



تعداد الکترون در مدارها

K=2

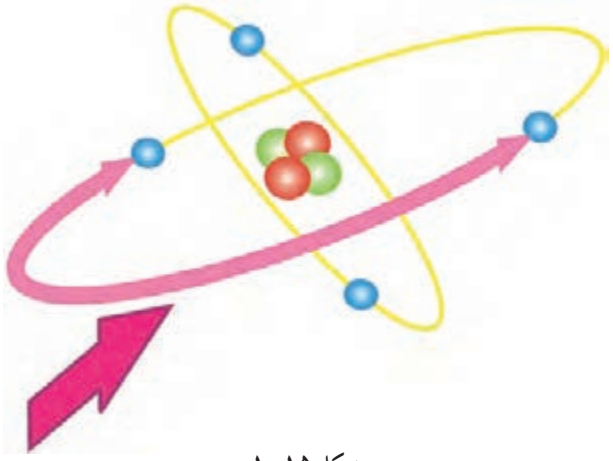
L=8

M=18

N=1

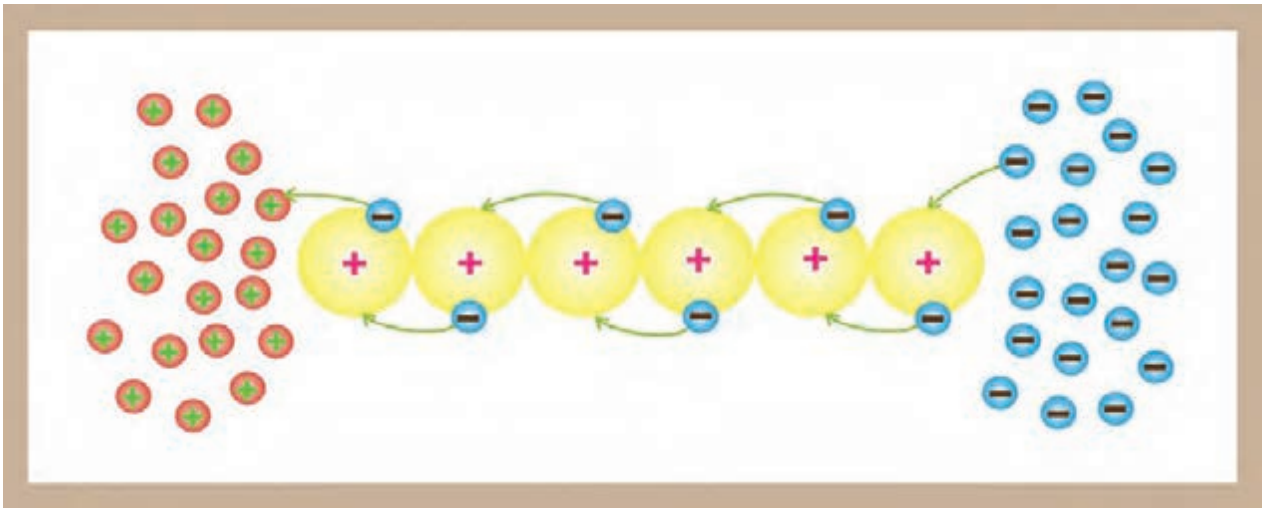
شکل ۱۴ــ۱ــ ساختمان اتمی عنصر مس

هرگاه به اتم‌های یک هادی انرژی داده شود بین الکترون‌های آن تقسیم می‌شود و در اتم‌هایی که تعداد الکترون‌های والانس آن کم‌تر باشد انرژی بیش‌تری به هر الکترون می‌رسد. در شکل ۱۵ــ۱ اثر انرژی خارجی به الکترون‌های لایه‌ی آخر اتمی، به صورت شماتیک، نشان داده شده است.



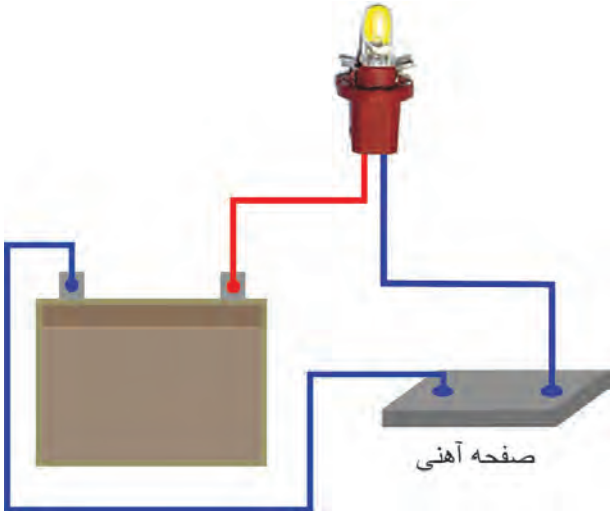
شکل ۱۵ــ۱

مواد هادی جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. یعنی الکترون‌ها به آسانی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شوند. از هادی‌های خوب می‌توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. مس به دلیل ارزانی و فراوانی در تهیه و ساخت سیم‌ها و کابل‌های صنعت برق کاربرد بیش‌تری دارد. جریان الکتریکی از اتم به اتم ماده‌ی رسانا (هادی) در شکل شماتیک ۱۶ــ۱ دیده می‌شود.



شکل ۱۶ــ۱ــ انتقال الکترون‌ها از اتم‌های ماده‌ی هادی

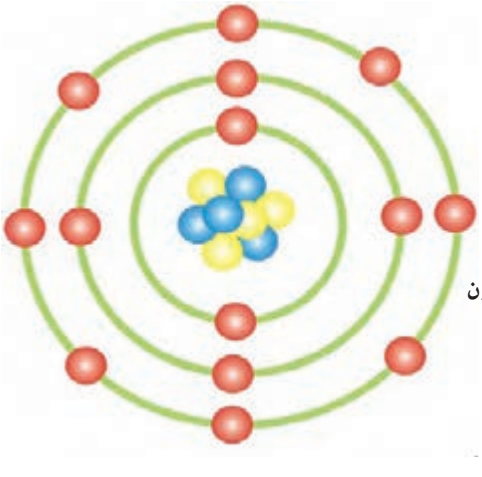
آهن نیز از جمله موادی است که هادی جریان الکتریسیته است و الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر آهن منتقل می‌شوند. در آزمایش شکل ۱۷ــ۱، اثر هدایت صفحه‌ی آهنی در برقراری جریان الکتریکی مدار لامپ نشان داده شده است. در صنعت خودرو، شاسی و بدنه‌ی خودروها از آلیاژ آهن طراحی و ساخته می‌شود تا از خاصیت هدایت الکتریکی آن در برقراری مدارهای الکتریکی خودرو استفاده شود.



شکل ۱۷ــ۱ــ صفحه آهنی صفحه آهنی

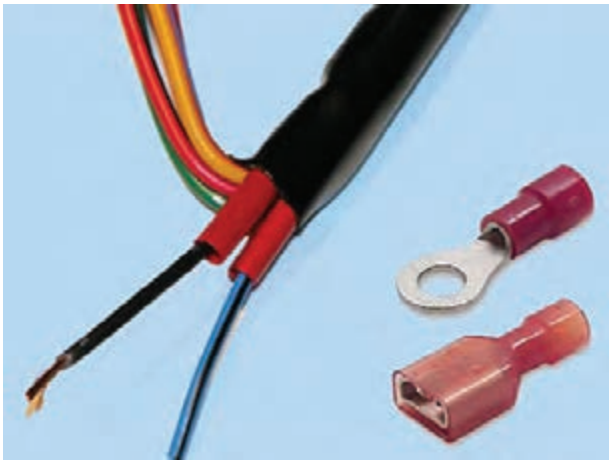
۲ــ۵ــ۱ــعایق‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار والانس اتم آن‌ها تمایل به ماندن در مدار خود داشته باشند مواد عایق گویند. در مواد عایق آزادکردن الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم‌ها بسیار مشکل است و در نتیجه این مواد نمی‌توانند به راحتی جریان الکتریکی را از خود عبور دهند. لایه‌ی آخر اتم‌های عایق‌ها ۵، ۶، ۷ یا ۸ الکترون دارند. در شکل شماتیک ۱۸ــ۱ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی عایق نشان داده شده است.

عایق‌هایی که در صنعت مورد استفاده قرارمی‌گیرند اغلب از ترکیب مواد مختلف حاصل می‌شوند موادی مانند میکا، کائوچو و انواع لاستیک‌ها عایق‌های خوبی به‌شمار می‌روند.



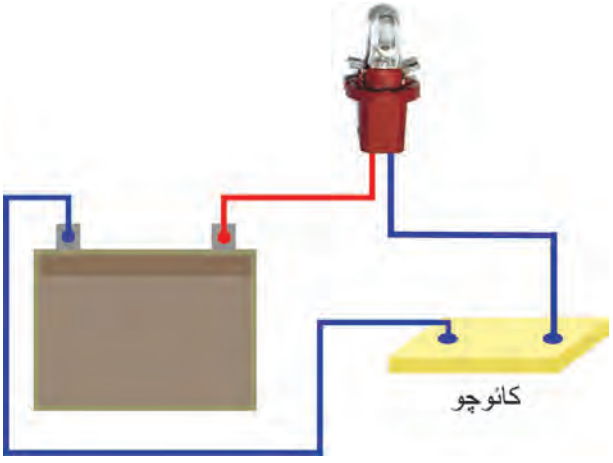
شکل ۱۸ــ۱ــ آرایش الکترونی یک‌نوع عایق

از مواد عایق الکتریسیته برای روکش‌کردن سیم‌ها، کابل‌ها، اتصالات الکتریکی و ... استفاده می شود. در شکل ۱۹ــ۱، کاربرد این نوع مواد برای عایق کاری سیم‌ها و اتصالات الکتریکی مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود.



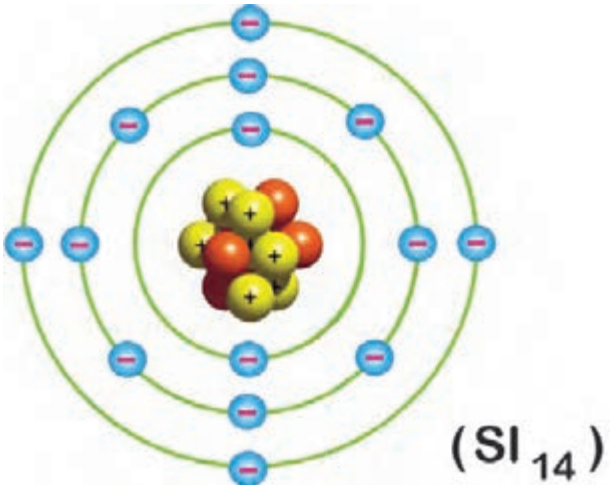
شکل ۱۹ــ۱ــ کاربرد مواد عایق

مقاومت مواد عایق را، در مقابل عبور جریان الکتریکی می‌توان به کمک یک قطعه کائوچو، باتری خودرو، لامپ ۱۲ ولتی آزمایش نمود. لامپ و قطعه‌ی کائوچو را، مطابق شکل ۲۰ــ۱، در مدار الکتریکی باتری قرار دهید و سیم‌های ترمینال منفی باتری و یکی از ترمینال‌های لامپ را به کائوچو متصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ به دلیل عایق بودن کائوچو روشن نخواهد شد.



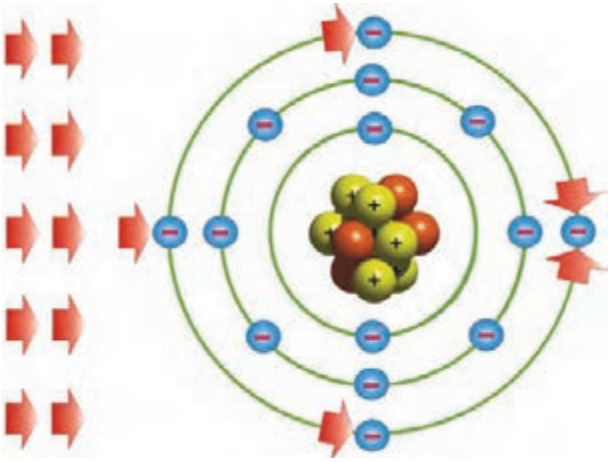
شکل ۲۰ــ۱

۳ــ۵ــ۱ــ نیمه‌هادی‌ها : نیمه‌هادی‌ها موادی هستند که از نظر آزاد کردن الکترون والانس (الکترون لایه‌ی آخر اتم) در حدّ فاصل عایق‌ها و هادی‌ها قرار دارند. این نوع مواد در شرایط عادی خنثا هستند و برای افزایش میزان هدایت الکتریکی معمولاً آن‌ها را با مواد دیگری ترکیب می کنند. تعداد الکترون‌های والانس نیمه هادی‌ها چهار الکترون است. در شکل شماتیک ۲۱ــ۱ آرایش الکترونی یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۱ــ۱ــ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی نیمه هادی

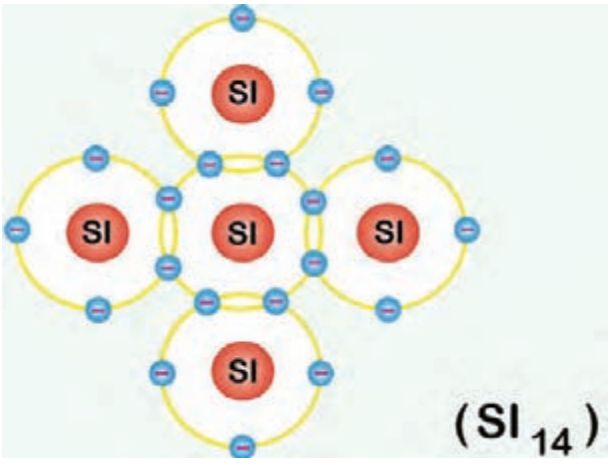
مواد نیمه‌هادی تمایلی به از دست‌دادن یا دریافت‌کردن الکترون ندارند ولی در صورتی که انرژی خارجی به آن‌ها وارد شود می‌توانند الکترون آزاد کنند. انرژی وارد شده به نیمه هادی مابین الکترون‌های والانس (الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم) تقسیم می‌شود. در شکل شماتیک ۲۲ــ۱، تقسیم انرژی بین الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۲ــ۱

از نیمه‌هادی‌هایی که در الکتریسیته کاربرد دارند می‌توان سیلیسیم (SI) و ژرمانیوم (Ge) را نام برد. هر اتم سیلیسیم دارای ۱۴ الکترون است، که به ترتیب در لایه‌ی اول ۲ الکترون، در لایه‌ی دوم ۸ الکترون و در لایه‌ی والانس ۴ الکترون قرار دارند. در اتم ژرمانیوم نیز تعداد ۳۲ الکترون وجود دارد، که به ترتیب، در لایه‌ی اول ۲ الکترون، در لایه‌ی دوم ۸ الکترون ، در لایه‌ی سوم ۱۸ الکترون و در لایه‌ی والانس ۴ الکترون قرار گرفته است.

نحوه‌ی قرارگرفتن اتم‌های نیمه‌هادی‌ها در کنار یکدیگر به صورت اشتراکی است و از اشتراک الکترون‌های والانس در نیمه‌هادی‌ها شبکه‌ای حاصل می‌شود که آن را شبکه‌ی کریستالی گویند. در شکل ۲۳ــ۱، شبکه‌ی اشتراکی اتم‌های نیمه‌هادی سیلیسیم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۲۳ــ۱ــ شبکه‌ی کریستالی اتم های سیلیسیم

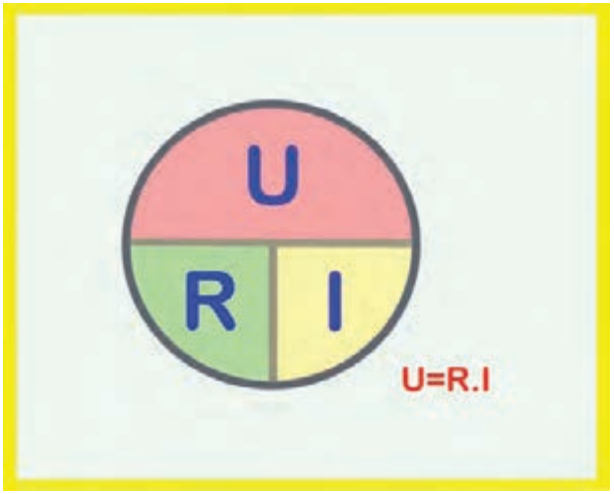
۶ــ۱ــ آشنایی با کمیت‌های الکتریکی

ــ شدت جریان

ــ ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی

ــ مقاومت الکتریکی

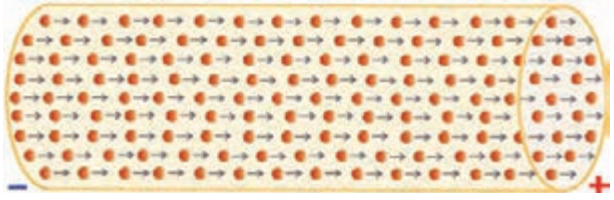
در شکل ۲۴ــ۱ رابطه‌ی ریاضی کمیت‌های الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۲۴ــ۱

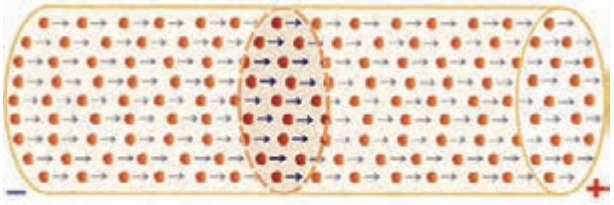
۱ــ ۶ــ۱ــ شدت جریان الکتریکی : در صورتی که با اعمال انرژی به مدار والانس یک اتم الکترون های آن را آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم جریان الکتریکی به‌وجود می‌آید.

انرژی الکترون‌های آزادی که در یک جهت قراردارند با هم جمع می‌شوند و انرژی آزاد بیش‌تری را ایجاد می‌کنند. در شکل شماتیک ۲۵ــ۱، جریان الکتریکی حاصل از الکترون‌های آزاد جاری از سیم مسی دیده می‌شود.



شکل ۲۵ــ۱

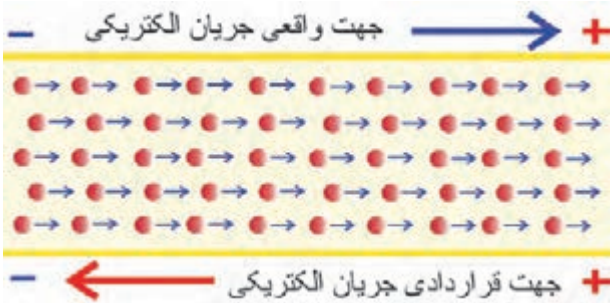
بنا بر تعریف، مقدار الکترون‌های آزادی را که از یک مقطع در فاصله‌ی زمان معینی عبور می‌کند شدت جریان الکتریکی می‌گویند. شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند، که بر حسب‌آمپر (A) سنجیده می‌شود (شکل ۲۶ــ۱). یک آمپر شدت جریانی است که در اثر عبور $۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۸}$ الکترون در واحد زمان (۱ ثانیه) از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.



سطح فرضی سیم یا کابل

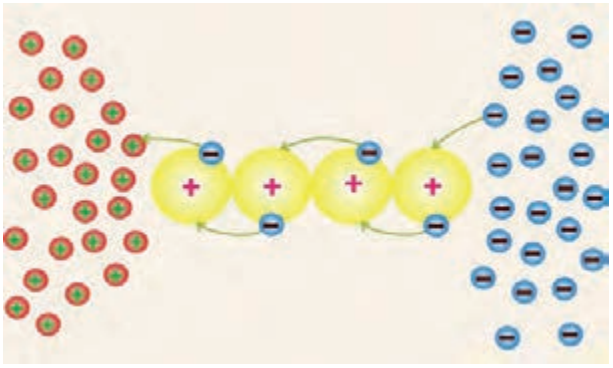
شکل ۲۶ــ۱

با توجه به این‌که عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی الکترون‌ها هستند و این ذرات بار منفی دارند، لذا جهت واقعی جریان الکتریکی از قطب منفی به سمت قطب مثبت است، ولی برحسب قرارداد، جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت به طرف قطب منفی در نظر گرفته می‌شود. در شکل شماتیک ۲۷ــ۱، جهت جریان الکتریکی نشان داده شده است.



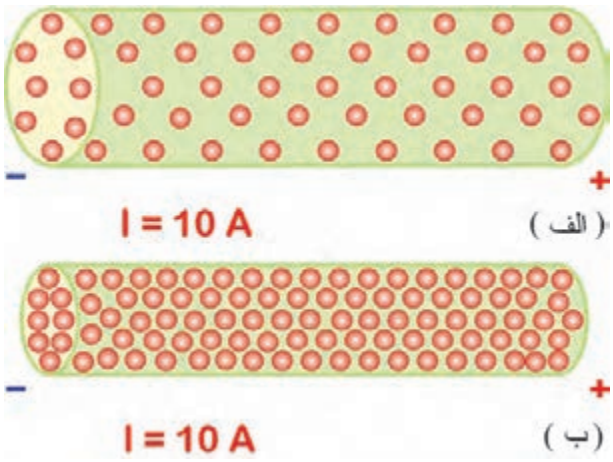
شکل ۲۷ــ۱ــ جهت حرکت واقعی و قراردادی جریان الکتریکی

حرکت الکترون‌های آزاد در درون ماده‌ی هادی (برای مثال سیم مسی) به صورت «ضربه‌ای» صورت می‌گیرد. یعنی در مدارهای والانس، الکترون‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند و از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. (ضربه‌های انرژی را، که از یک الکترون به الکترون دیگری وارد و باعث جابه‌جایی آن می‌شود، جریان الکتریکی می‌نامند). در شکل شماتیک ۲۸ــ۱، حرکت الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر نشان داده شده است.



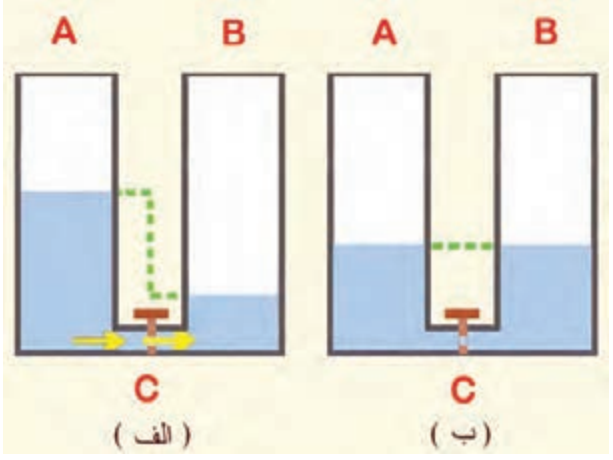
شکل ۲۸ــ۱

تراکم و فشردگی الکترون‌های جاری در یک هادی به سطح مقطع آن بستگی دارد. برای مثال در صورتی که شدت جریانی معادل ۱۰ آمپر از دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوتی عبور کند تراکم الکترون‌ها در سیمی که سطح مقطع آن بزرگ‌تر است کم‌تر خواهد بود. در شکل شماتیک ۲۹ــ۱، تراکم الکترون‌ها در دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۲۹ــ۱

۲ــ۶ــ۱ــ اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ): فرض کنید دو مخزن (A) و (B) به وسیله‌ی لوله‌ی (C) به یکدیگر متصل شده است. چنان‌چه ارتفاع مایع داخل مخزن (A) بیش‌تر از ارتفاع مایع مخزن (B) باشد، پس از برقرارکردن ارتباط دو مخزن، بر اثر فشار وارد بر سطح مایع مخزن A و به دلیل اختلاف سطح مایع در دو مخزن (شکل الف ــ ۳۰ــ۱) مایع از مخزن A به طرف مخزن (B) جریان می‌یابد. جریان مایع از لوله‌ی (C) تا زمانی ادامه می‌یابد که سطح مایع در هر دو مخزن یک‌سان شود (شکل ب ــ ۳۰ــ۱) همان‌طور که برای به حرکت درآوردن مایع درون مخزن به اعمال فشار نیازاست برای به حرکت درآوردن الکترون‌ها نیز فشار الکتریکی مورد نیاز است تا جریان الکتریکی ایجاد شود. نیرویی را که باعث به‌وجود آمدن جریان الکتریکی در مدار می‌شود. نیروی **محرکه الکتریکی** می‌نامند.



شکل ۳۰ــ۱

فشار الکتریکی توسط یک منبع انرژی تأمین می‌شود. منبع بخشی از مدار الکتریکی است که موجب حرکت الکترون‌ها در مدار می‌گردد. به همین دلیل منبع را عامل به‌وجود آورنده‌ی نیروی محرکه‌ی الکتریکی می‌گویند (E.M.F)[1]. در خودروها باتری به عنوان منبع الکتریکی به شمار می‌رود (شکل ۳۱ــ۱).

شکل ۳۱ــ۱ــ باتری خودرو

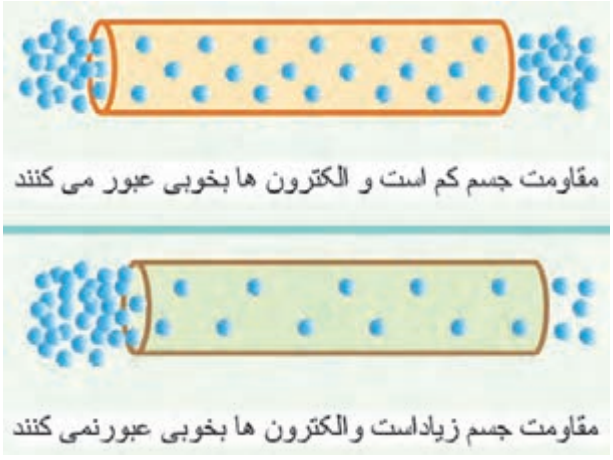
جدول ۱ــ۱

اضعاف		اجزاء		واحد اصلی	
MV	KV	mV	μV	V	علامت
مگا ولت	کیلوولت	میلی‌ولت	میکروولت	ولت	نام واحد فرعی
۱×۱۰^{۶}	۱×۱۰^{۳}	۱×۱۰^{-۳}	۱×۱۰^{-۶}	۱	ضریب

* اختلاف پتانسیل الکتریکی باعث اعمال نیرو بر الکترون‌ها می‌شود و الکترون‌ها از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر حرکت می‌کنند.

اختلاف پتانسیل یا ولتاژ با حرف V یا u نشان داده می‌شود. و واحد اصلی آن ولت (V) است. در جدول ۱ــ۱ اجزاء و اضعاف ولت نشان داده شده است.

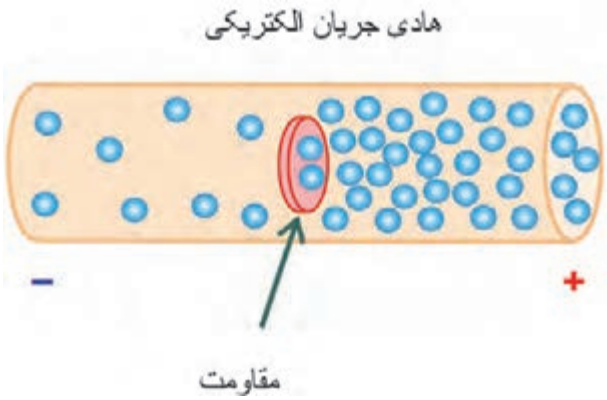
۳ــ۶ــ۱ــ مقاومت الکتریکی : با توجه به این‌که تعداد الکترون‌های لایه‌ی والانس (لایه‌ی آخر) مواد مختلف نسبت به هم متفاوت‌اند میزان هدایت آن‌ها نیز با یک‌دیگر متفاوت است و نمی‌توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند. بنابراین، هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد باشد مقاومت الکتریکی کم‌تری دارد. و هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن کم باشد مقاومت الکتریکی زیادتری دارد. در شکل شماتیک ۳۲ــ۱، میزان هدایت دو جسم مختلف نشان داده شده است.



شکل ۳۲ــ۱

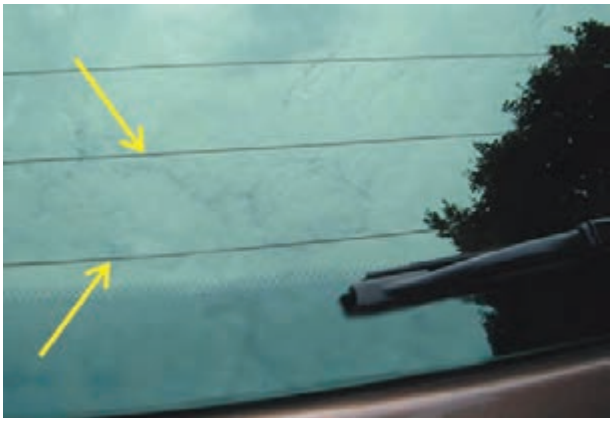
1 ــ E.M.F= Electro Motive Force

به‌طور کلّی خاصیت مخالفت در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت نامیده می‌شود و آن را با حرف (R) نمایش می‌دهند. واحد سنجش مقاومت الکتریکی اهم است که با علامت (Ω) نشان داده می‌شود. یک اهم مقاومتی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، جریانی معادل یک آمپر را از خود عبور می‌دهد. در شکل شماتیک ۳۳ــ۱، مقاومت در مقابل جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۳۳ــ۱

مقاومت الکتریکی بعضی مواقع به صورت ناخواسته و مزاحم، در مدارهای الکتریکی (مانند مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط بین اجزای مدار الکتریکی) وجود دارد که این نوع مقاومت باعث ایجاد تلفات الکتریکی می‌شود (افت ولتاژ در مدار). در مواردی نیز مقاومت می‌تواند جزئی از مدار الکتریکی باشد که به صورت یک مصرف‌کننده در مدار قرار گیرد. در این حالت، نه تنها مزاحم نیست، بلکه علاوه بر کنترل جریان الکتریکی باعث تولید حرارت نیز می‌شود. برای مثال، می‌توان از مقاومت الکتریکی به‌کار رفته در گرمکن شیشه عقب یا آیینه‌های جانبی خودرو نام برد. در شکل ۳۴ــ۱، المنت‌های حرارتی نصب شده در روی شیشه‌ی عقب خودرویی با فلش نشان داده شده است.


شکل ۳۴ــ۱

۷ــ۱ــ عوامل مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی

مقدار طول و سطح مقطع هر سیم هادی جریان الکتریکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان مقاومت آن به شمار می‌رود. در صورتی که مقاومت سه قطعه سیم با مشخصات (شکل ۳۵ــ۱) :

ــ سیم الف به طول (L) و سطح مقطع (A).

ــ سیم ب به طول (L) و سطح مقطع ($\frac{A}{۲}$).

ــ سیم ج به طول ($\frac{L}{۲}$) و سطح مقطع (A).

و از یک جنس را اندازه‌گیری کنیم نتایج زیر حاصل می‌شود :

ــ مقدار مقاومت سیم (الف) برابر با R است، که آن را مقدار مقاومت مبنا در نظر می‌گیریم.

ــ مقدار مقامت سیم (ب) که سطح مقطع آن نصف سطح مقطع سیم (الف) است و برابر با ۲R خواهد بود.

ــ مقدار مقاومت سیم (ج) نیز که طول آن نصف طول سیم (الف) است برابر با $\frac{R}{۲}$ اندازه‌گیری می‌شود.

با مقایسه و بررسی نتایج اندازه‌گیری به‌دست آمده می‌توان گفت که مقاومت یک سیم هادی با طول آن رابطه‌ی مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد.

مقاومت الکتریکی از فرمول $R = \frac{L}{A}$ محاسبه می‌شود

که در آن :

R مقاومت الکتریکی برحسب اهم (Ω)

L طول سیم یا کابل برحسب متر (m)

A سطح مقطع سیم یا کابل برحسب میلی‌متر مربع ($mm^۲$)

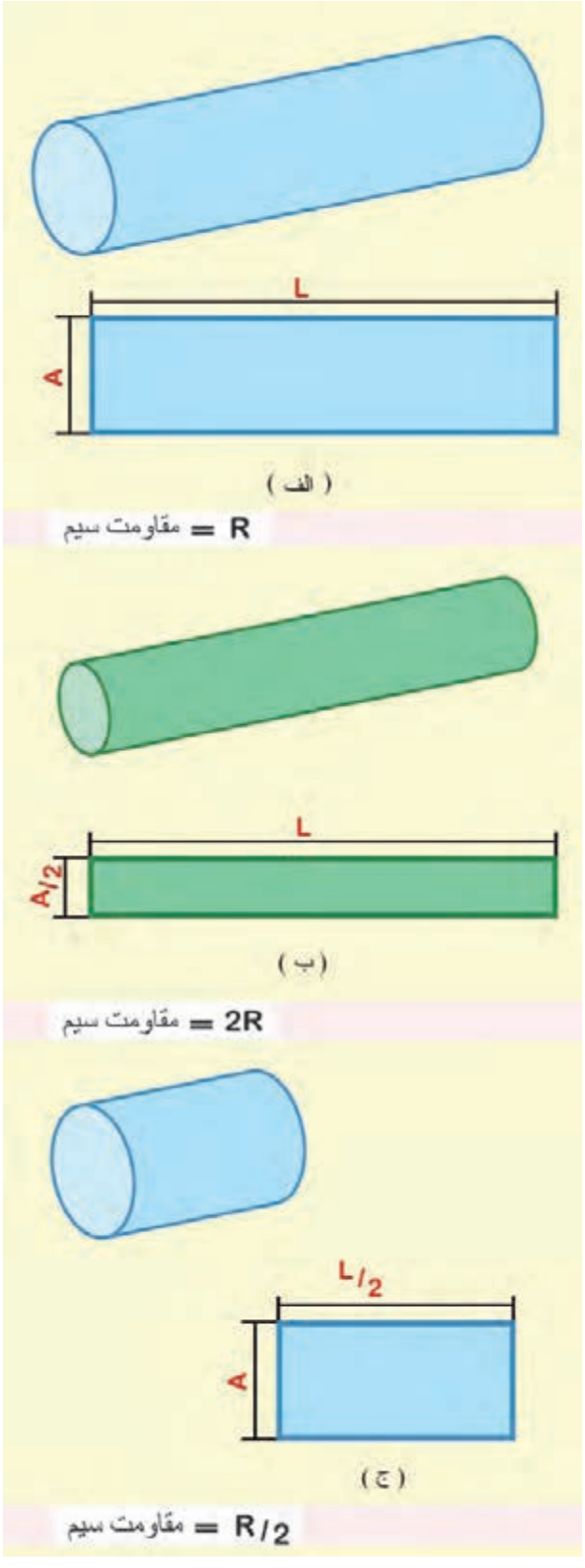
مقاومت مخصوص جنس سیم یا کابل برحسب اهم میلی‌متر مربع بر متر ($\frac{\Omega mm^۲}{m}$)

سطح مقطع سیم یا کابل برابر است با :

$$A = n.A_۱$$

$A_۱$ سطح مقطع یک رشته از سیم

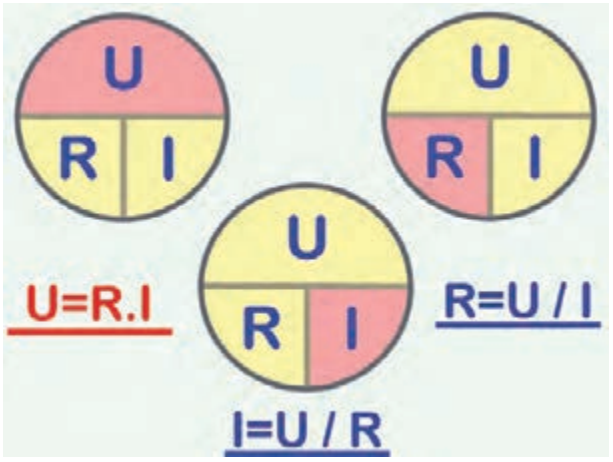
n تعداد رشته‌های سیم



شکل ۳۵ــ۱

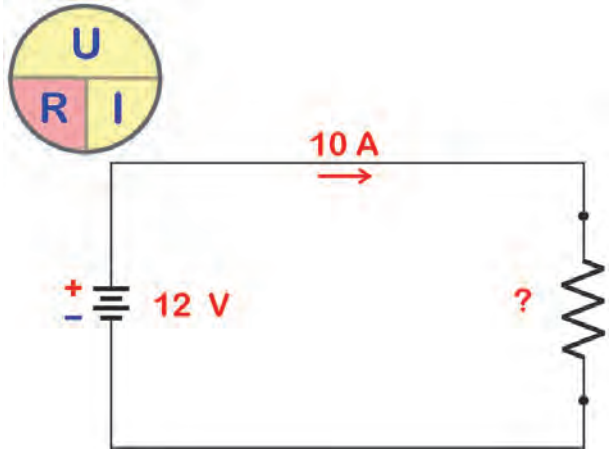
۸ــ۱ــ قانون اهم

رابطه‌ی بین ولتاژ (V)، شدت جریان (I) و مقاومت الکتریکی (Ω) را برای اولین بار دانشمندی به نام **اهم** کشف کرد. او متوجه شد که اگر مقاومت یک مدار ثابت باشد و ولتاژ منبع تغذیه افزایش یابد شدت جریان نیز افزایش می‌یابد و در صورتی که ولتاژ منبع تغذیه ثابت باشد و مقدار مقاومت مدار افزایش یابد شدت جریان در مدار کاهش می‌یابد در شکل ۳۶ــ۱ رابطه‌ی بین ولتاژ، شدت جریان و مقاومت الکتریکی دیده می‌شود.



شکل ۳۶ــ۱

مثال ــ در مدار الکتریکی نشان داده شده در شکل ۳۷ــ۱ مقدار مقاومت چند اهم است؟



شکل ۳۷ــ۱

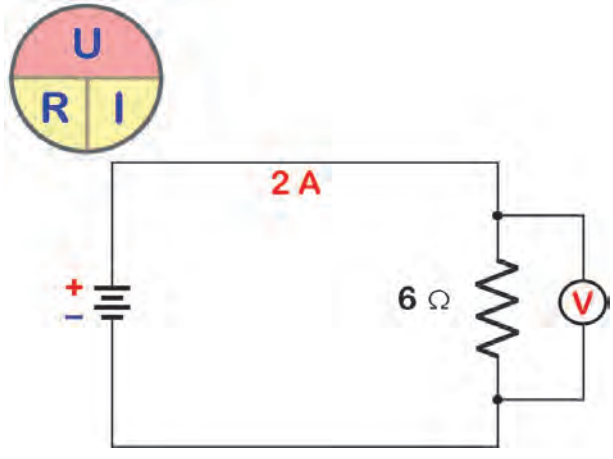
حل:

$$R = \frac{u}{I}$$

$$R = \frac{۱۲}{۱۰}$$

$R = ۱/۲$ اهم

مثال ــ ولتاژ در مدار الکتریکی شکل ۳۸ــ۱ چند ولت است؟



شکل ۳۸ــ۱

حل:

$$u = R.I$$

$u = ۶ \times ۲ = ۱۲v$ ولت

توان الکتریکی را با علامت (P) نشان می‌دهند که بر حسب وات (W) محاسبه می‌شود. توان الکتریکی از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$P = u.I$$

P توان الکتریکی برحسب وات (W)

u اختلاف سطح بر حسب ولت (V)

I شدت جریان برحسب آمپر (A)

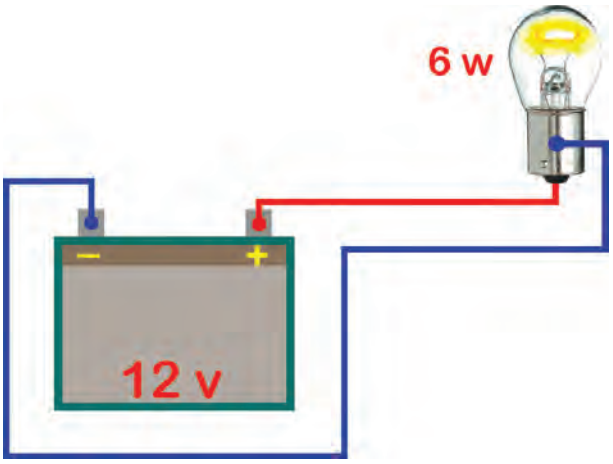
مثال: در مدار شکل ۳۹ــ۱، شدت جریان مصرفی لامپ چند آمپر است؟

حل:

$$P = u.I$$

$$۶ = ۱۲ \times I$$

$$I = ۰/۵(A) \quad \text{آمپر}$$



شکل ۳۹ــ۱

۹ــ۱ــ اهم‌متر

برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی از دستگاهی به نام اهم‌متر (ohmmeter) استفاده می‌کنند.

دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیّت‌های الکتریکی در دو نوع آنالوگ (Analogve ــ عقربه‌ای) و دیجیتال (Digital) ساخته می‌شوند. دستگاه‌های آنالوگ مقدار کمیّت را از طریق انحراف عقربه نشان می‌دهند.

در دستگاه‌های دیجیتال اندازه‌گیری کمیّت با عدد دو رقم مشخص می‌شود : در شکل ۴۰ــ۱، دو نوع اهم‌متر آنالوگ و دیجیتال را ملاحظه می‌کنید.

آنالوگ

دیجیتال

شکل ۴۰ــ۱ــ اهم‌متر آنالوگ و دیجیتال

نکته‌ی ایمنی:

دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در مقابل ضربه آسیب‌پذیر هستند. لذا هنگام استفاده از آن‌ها مراقبت لازم را به عمل آورید. زیرا واردشدن هر نوع ضربه موجب اختلال در عمل‌کرد دستگاه شده و آن را معیوب می‌کند.

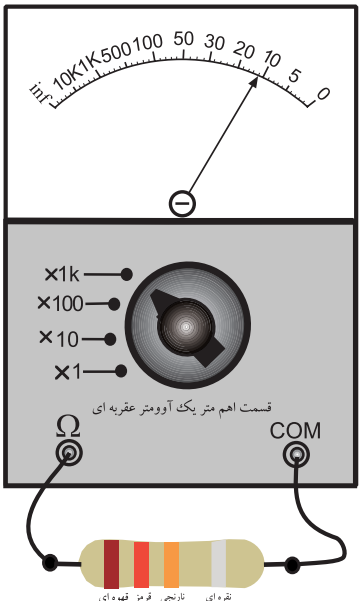
توجه : امروز دستگاه های اندازه گیری کمیّت های الکتریکی را به صورت ترکیبی می سازند. یعنی یک دستگاه می تواند چندین کمیت الکتریکی را اندازه بگیرد. این نوع دستگاه ها را مولتی متر یا چند اندازه گیر (multimeter) می نامند. مولتی مترها نیز در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می شوند. در شکل ۴۱ــ۱، چند نمونه مولتی متر آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می کنید.

شکل ۴۱ــ۱ــ مولتی متر آنالوگ و دیجیتال

۱ــ۹ــ۱ــ اندازه گیری مقاومت الکتریکی با اهم متر

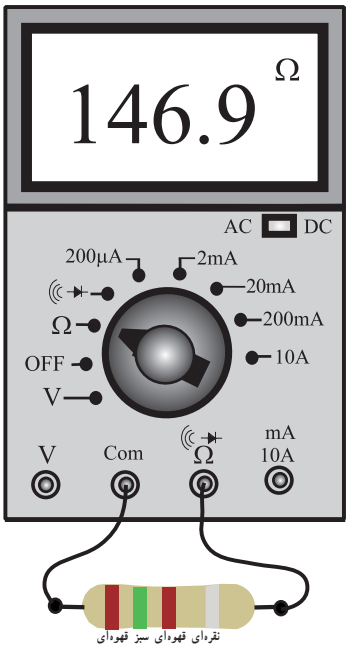
اهم متر : با استفاده از اهم متر می توانیم مقاومت الکتریکی را اندازه بگیریم. در شکل ۴۲ــ۱ یک مقاومت ۱۰ کیلو اهمی توسط اهم متر عقربه ای اندازه گیری شده است. ($R=12\times1K\Omega$ ۱۲KΩ) برای خواندن مقاومت کافی است عدد نشان داده شده توسط عقربه را در ضریب یک کیلو اهم ضرب کنیم. توجه داشته باشید که پایانه های (ترمینال ها) اهم متر از طریق سیم رابط اهم متر به دو انتهای مقاومت وصل شده است.

سیم رابط اهم متر را اصطلاحاً پروب (probe) می نامند.



شکل ۴۲ــ۱ــ اندازه گیری مقاومت توسط اهم متر آنالوگ

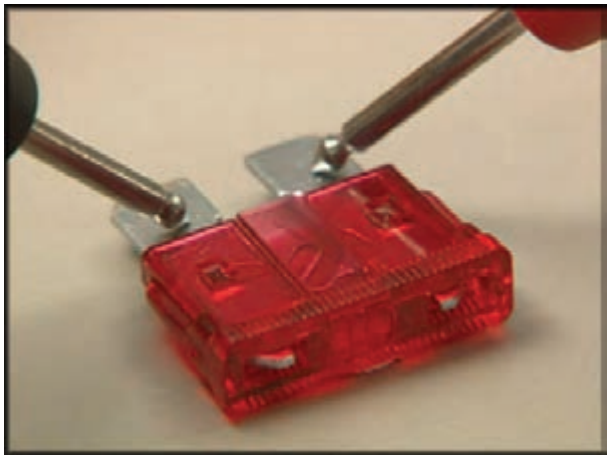
در شکل ۴۳ــ۱ اندازه‌گیری مقاومت توسط مولتی‌متر دیجیتال نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مولتی‌متر دیجیتال مقدار مقاومت را ۱۴۶/۹ اهم نشان می‌دهد. مقدار مقاومت با استفاده از کد رنگی ۱۵۰ اهم است که مقدار تفاوت ظاهر شده، مربوط به تولرانس (خطا) مقاومت و خطای دستگاه اندازه‌گیری است.



شکل ۴۳ــ۱ــ اندازه‌گیری مقاومت توسط مولتی‌متر دیجیتال

نکته‌ی مهم: هنگام اتصال اهم‌متر به مدار، باید جریان برق مدار (ولتاژ تغذیه) را قطع کنید. در غیر این صورت به دستگاه آسیب وارد می‌شود.

از اهم‌متر می‌توانید برای آزمایش سالم بدون فیوز، اتصال کوتاه بودن مدار، یا قطع بودن مدار استفاده کنید. در شکل ۴۴ــ۱ نحوه‌ی اتصال رابط فلزی سیم‌های دستگاه اهم‌متر به پایه‌های یک نوع فیوز نشان داده شده است.



شکل ۴۴ــ۱ــ آزمایش فیوز توسط اهم‌متر

زمان	۳ ساعت

۲ــ۹ــ۱ کار عملی کار با اهم‌متر

تجهیزات و قطعات مورد نیاز:

ــ اهم‌متر یا مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال از هر کدام یک عدد.

ــ تعداد حداقل ۵ نمونه مقاومت، ۵ نمونه فیوز سالم و معیوب و سیم رابط

مراحل اجرای کار عملی

ــ مقدار مقاومت‌ها را با اهم‌متر آنالوگ و دیجیتال اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۲ یادداشت کنید.

ــ مقادیر مقاومت‌های اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید و نتیجه را در جدول ۲ یادداشت کنید.

ــ چرا مقدار مقاومت‌ها با هم کمی تفاوت دارند؟ به‌طور خلاصه توضیح دهید.

ــ فیوزها را با اهم‌متر دیجیتال و آنالوگ آزمایش کنید. سپس فیوزهای سالم و معیوب را از هم جدا سازید و نتایج را در جدول ۳ بنویسید.

جدول ۲ــ۱ــ اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌متر

شماره‌ی مقاومت	مقدار اندازه‌گیری شده		آیا مقادیر با هم تطبیق دارند؟
	دیجیتال	آنالوگ	
R_1			
R_2			
R_3			
R_4			
R_5			

جدول ۳ــ۱ــ آزمایش فیوز

شماره‌ی فیوز	رنگ فیوز	آیا فیوز سالم است	
		بلی	خیر
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

۱۰ــ۱ــ ولتاژ الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن

ولتاژ یا پتانسیل الکتریکی را با V یا U نشان می‌دهند. بین قطب مثبت و منفی باتری اتوموبیل اختلاف پتانسیلی برابر با ۱۳/۲ ولت وجود دارد. برای اندازه‌گیری ولتاژ از دستگاهی به نام ولت‌متر استفاده می‌کنند. ولت‌مترها نیز به صورت آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند (شکل ۴۵ــ۱).

شکل ۴۵ــ۱ــ ولت‌متر آنالوگ و دیجیتال

در قسمت مربوط به نشان‌دهنده‌های خودروها از انواع ولت‌مترهای آنالوگ و دیجیتال استفاده می‌کنند. برای مثال، نشان دهنده‌ی درجه‌ی حرارت آب، کیلومتر شمار مسافت، ساعت دیجیتالی خودرو، دورسنج، سرعت‌سنج و ... همگی به نوعی ولت‌متر (یا آمپرمتر) هستند. در شکل ۴۶ــ۱، چند نمونه ولت متر یا (آمپرمتر) را، که در خودرو به کار می‌رود، ملاحظه می‌کنید.

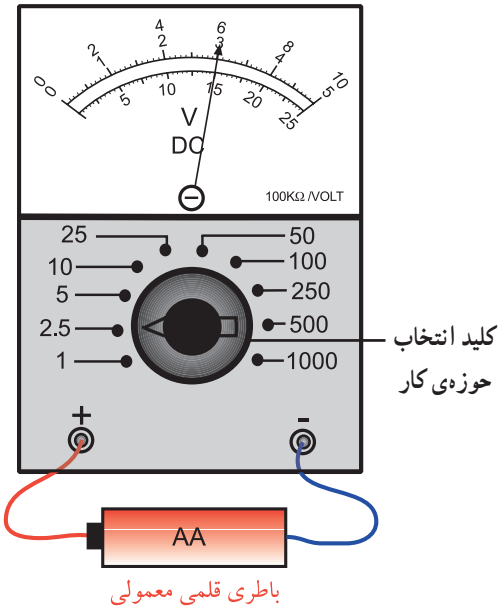
ولت‌مترها در دو نوع جریان مستقیم (DC) و جریان متناوب (AC) ساخته می‌شوند. معمولاً ولت‌مترهایی که در خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع مستقیم‌اند.

شکل ۴۶ــ۱ــ ولت‌متر آنالوگ و دیجیتال که در خودرو به کار می‌رود

۱ــ۱۰ــ۱ــ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از ولت‌متر: ولت‌متر دارای دو پایانه (ترمینال) است. هنگام اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم (DC) باید دو پایانه‌ی (ترمینال‌های) ولت‌متر را با قطب‌های صحیح به دو نقطه‌ی مورد اندازه‌گیری متصل کنیم.

نکته‌ی ایمنی: هنگام اندازه‌گیری ولتاژ به حوزه‌ی کار (رنج ــ Range) دستگاه دقت کنید. توجه داشته باشید که توسط کلید حوزه‌ی کار می‌توانید حداکثر ولتاژ مورد اندازه‌گیری را مشخص کنید.

شکل ۴۷ــ۱ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ را توسط ولت‌متر آنالوگ نشان می‌دهد. در این شکل کلید حوزه‌ی کار روی ۲/۵ قرار دارد و عقربه‌ی ولت‌متر ولتاژ ۱/۵ ولت را نشان می‌دهد.



شکل ۴۷ــ۱ــ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ توسط ولت‌متر آنالوگ

۲ــ۱۰ــ۱ــ نحوه‌ی خواندن ولتاژ از روی صفحه‌ی مدرج ولت‌متر آنالوگ: برای به‌دست آوردن مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده باید ضریب صفحه‌ی مدرج را با توجه به حوزه‌ی کار به دست آوریم. به شکل ۴۸ــ۱ توجه کنید.

در این شکل حوزه‌ی کار روی ۲/۵ قرار دارد. حال به صفحه‌ی مدرج نگاه می‌کنیم در سمت راست آن اعداد ۱۰، ۵ و ۲۵ وجود دارد.

نکته‌ی مهم: انتخاب عدد ۲۵ صرفاً برای سادگی محاسبات است. اگر اعداد ۵ یا ۱۰ را نیز انتخاب کنید به همان عدد خواهید رسید. در شکل ۹، با اعداد ۵ و ۱۰ تمرین کنید.

چون عدد ۲۵ از نظر ظاهری مشابه عدد ۲/۵ است، این تقسیم‌بندی را برای اندازه‌گیری انتخاب می‌کنیم. از حاصل تقسیم حوزه‌ی کاربر عدد ۲۵ ضریب صفحه‌ی مدرج به دست می‌آید.

$$\text{ضریب صفحه‌ی مدرج} = \frac{\text{عدد حوزه‌ی کار}}{\text{عدد صفحه‌ی مدرج}} = \frac{۲/۵}{۲۵} = \frac{۱}{۱۰}$$

ضریب صفحه‌ی مدرج ۰/۱ است. حال برای به‌دست آوردن مقدار واقعی باید عددی را که عقربه روی آن قرار دارد در ضریب صفحه‌ی مدرج ضرب کنیم.

$$\text{مقدار ولتاژ واقعی} = ۱۵ \times \frac{۱}{۱۰} = ۱/۵ \quad \text{ولت}$$

تمرین: در شکل‌های الف ــ ۴۹ــ۱ و ب ــ ۴۹ــ۱ ولت‌مترها چه مقادیری را اندازه می‌گیرند. مراحل محاسبه‌ی ضریب صفحه‌ی مدرج را بنویسید.

۲۵ = حوزه‌ی کار

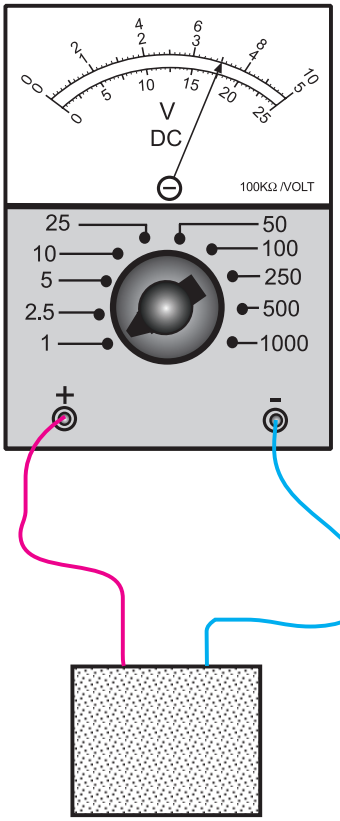
۲۵ = عدد انتخابی از سمت راست صفحه‌ی مدرج

$$\text{ضریب صفحه‌ی مدرج} = \frac{۲/۵}{۲۵} = \frac{۱}{۱۰}$$

۱۵ = مقداری که عقربه نشان می‌دهد

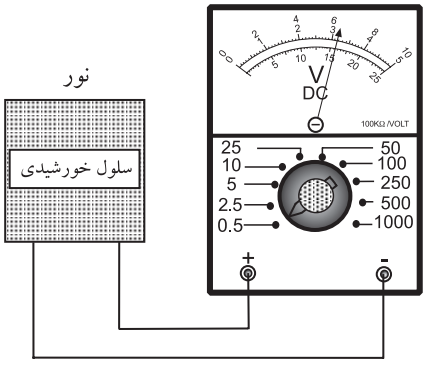
$$\text{مقدار واقعی ولتاژ} = ۱۵ \times \frac{۱}{۱۰} = ۱/۵$$

شکل ۴۸ــ۱ــ نحوه‌ی محاسبه‌ی ضریب صفحه‌ی مدرج و خواندن مقدار ولتاژ واقعی



الف

سلول خورشیدی



ب

شکل ۴۹ــ۱ــ خواندن مقدار ولتاژ از روی صفحه‌ی مدرج

۳ــ۱۰ــ۱ــ نحوه‌ی خواندن ولتاژ از روی صفحه‌ی نمایشگر ولت‌متر دیجیتالی: اتصال ولت‌متر دیجیتالی به مدار مشابه اتصال ولت‌متر عقربه‌ای به مدار است. قبل از اتصال ولتاژ تغذیه به مدار، حوزه‌ی کار مناسب را انتخاب کنید. مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری روی صفحه‌ی نمایش ولت‌متر به صورت عدد و رقم ظاهر می‌شود (شکل ۵۰ــ۱).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از ولت‌متر دیجیتالی بسیار ساده‌تر از ولت‌متر آنالوگ است، زیرا مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری با عدد روی صفحه‌ی نمایش ولت‌متر ظاهر می‌شود.

شکل ۵۰ــ۱ــ اندازه‌گیری ولتاژ با ولت‌متر دیجیتال

۴ــ۱۰ــ۱ــ کار عملی: کار با ولت‌متر

قطعات و تجهیزات مورد نیاز:

ــ ولت‌متر آنالوگ و دیجیتال از هر کدام یک عدد ؛

ــ باتری اتومبیل، باتری قلمی و باتری ۹ ولتی از هر کدام یک عدد.

مراحل اجرای کار عملی:

ــ با استفاده از مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال مقدار ولتاژ باتری اتومبیل، قلمی و ۹ ولتی را اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۴ یادداشت کنید.

ــ نتایج به‌دست آمده را با یکدیگر مقایسه کنید. توضیح دهید چرا مقادیر اندازه‌گیری شده با مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال، کمی با هم تفاوت دارند؟

ــ در صورت امکان، ولتاژ نقاط مختلف یک خودرو، مانند لامپ‌ها، و ...، را با مولتی‌متر دیجیتال اندازه بگیرید.

زمان	۲/۵ ساعت

جدول ۴ــ۱ــ اندازه گیری ولتاژ انواع باتری‌ها با استفاده از ولت‌متر دیجیتال و آنالوگ

نوع باتری	ولتاژ اندازه‌گیری شده با مولتی‌متر	
	دیجیتال	آنالوگ
اتومبیل		
قلمی		
۹ ولتی		

چرا مقادیر اندازه گیری شده با مولتی‌متر دیجیتال و آنالوگ کمی تفاوت دارند؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۱۱ــ۱ــ جریان الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن

هنگامی که یک مدار کامل تشکیل می‌شود و ولتاژی به آن مدار متصل می‌گردد، در آن مدار جریان الکتریکی برقرار می‌شود. جریان الکتریکی را با I نشان می‌دهند. واحد جریان الکتریکی آمپر است و آن را با A مشخص می‌کنند. میلی‌آمپر و میکرو آمپر واحدهای کوچک‌تر از آمپرند، که به ترتیب برابر با یک هزارم و یک میلیونیم آمپر است. میلی‌آمپر را با mA و میکروآمپر را با μA نشان می‌دهند. دستگاهی که آمپر را اندازه‌گیری می‌کند آمپرمتر نامیده می‌شود. آمپرمترها به دو صورت آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند.

در شکل ۵۱ــ۱، چند نمونه آمپرمتر آنالوگ و دیجیتال را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می شود، در نشانگرهای خودرو نیز از میلی‌آمپرمتر استفاده می‌کنند.

شکل ۵۱ــ۱ــچند نمونه آمپر متر آنالوگ و دیجیتال

۱ــ۱۱ــ۱ــ اتصال آمپرمتر به مدار: آمپرمتر باید به صورت سری در مدار قرار گیرد، یعنی باید قسمتی از مدار قطع شود و آمپر متر به محل قطع‌شدگی سیم‌ها متصل شود. در شکل ۱ــ۵۲، نحوه‌ی اتصال آمپرمتر به مدار را ملاحظه می‌کنید، همان‌طور که مشاهده می‌شود، سیم منفی باتری از سر باتری جدا گردیده و به ترمینال منفی آمپرمتر وصل شده است. هم‌چنین، قطب منفی باتری خودرو به ترمینال مثبت آمپرمتر اتصال دارد.

شکل ۱ــ۵۲ــ اتصال آمپرمتر به صورت سری

(آمپرمتر دارای صفر وسط است و جابجایی سیم‌ها اشکالی در اندازه‌گیری به وجود نمی‌آورد).

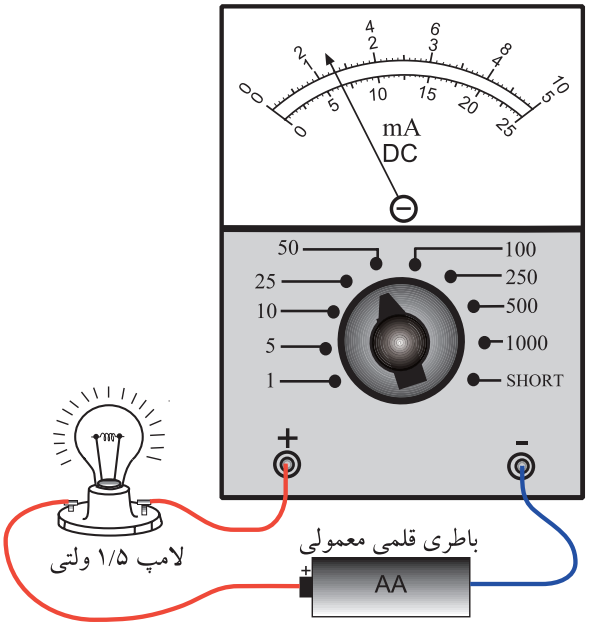
در شکل ۱ــ۵۳ یک نمونه میلی‌آمپرمتر عقربه‌ای را ملاحظه می‌کنید. حوزه‌ی کار این دستگاه روی عدد ۵۰mA قرار دارد. برای خواندن مقدار اندازه‌گیری شده روی صفحه‌ی مدرج، مشابه ولت‌متر عقربه‌ای عمل می‌کنیم. به این ترتیب که ابتدا ضریب ثابت صفحه ی مدرج را به دست می‌آوریم. (چون حوزه‌ی کار روی ۵۰ قرار دارد، برای سادگی کار، از روی صفحه‌ی مدرج درجه‌بندی صفر تا ۵ را انتخاب می‌کنیم و ضریب صفحه‌ی مدرج را به دست می‌آوریم).

$$\text{ضریب صفحه‌ی مدرج} = \frac{\text{عدد حوزه‌ی کار}}{\text{عدد انتخابی روی صفحه‌ی مدرج}} = \frac{۵۰}{۵} = ۱۰$$

چون عقربه روی عدد ۱/۳ قرار دارد، عدد ۱/۳ را در ضریب صفحه‌ی مدرج ضرب می‌کنیم. مقدار جریان برحسب میلی‌آمپر به دست می‌آید.

مقدار واقعی جریان = ضریب صفحه‌ی مدرج × ۱/۳

$۱/۳ \times ۱۰ = ۱۳\ mA$



شکل ۱ــ۵۳ــاندازه‌گیری جریان با میلی‌آمپرمتر عقربه‌ای

تمرین: در شکل ۵۴ــ۱، آمپرمتر چه مقداری را نشان می‌دهد؟ مراحل محاسبه‌ی ضریب ثابت صفحه‌ی مدرج را بنویسید.

شکل ۵۴ــ۱ــ تمرین برای محاسبه جریان ولت‌متر آنالوگ

نکته‌های بسیار مهم ایمنی:

ــ در صورتی که آمپرمتر به صورت موازی با مدار بسته شود قطعاً آسیب می‌بیند.

ــ در صورتی که حوزه‌ی کار ولت‌متر یا آمپرمتر کم‌تر از حد مورد اندازه‌گیری باشد، حتماً آسیب خواهند دید.

حوزه ی کار = ...

درجه‌بندی انتخابی از صفحه‌ی مدرج = ...

ضریب ثابت صفحه = ——— = ...

مقدار واقعی جریان =—— × .....

مقدار واقعی جریان = ... mA

۲ــ۱۱ــ۱ــ کار عملی اندازه‌گیری جریان توسط آمپرمتر

زمان	۲/۵ ساعت

قطعات و تجهیزات مورد نیاز:

ــ باتری قلمی ؛

ــ مقاومت ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۳۰، ۴۷۰ اهمی ؛

ــ آمپرمتر آنالوگ (حوزه‌ی کار ۵۰ میلی‌آمپر)

ــ آمپرمتر دیجیتال ؛

ــ سیم رابط ؛

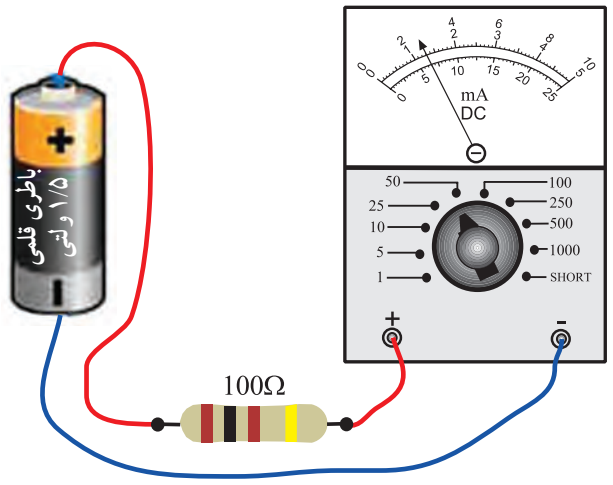
ــ لامپ و سرپیچ (۱/۵ ولتی)

مراحل اجرای آزمایش

مدار را مطابق شکل ۵۵ــ۱ ببندید.

ــ باتری را به مدار اتصال دهید.

ــ جریان عبوری از مقاومت را با استفاده از آمپرمتر عقربه‌ای اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۵ ــ۱ یادداشت کنید.



شکل ۵۵ــ۱ــ اندازه‌گیری جریان

ــ با استفاده از آمپرمتر دیجیتال شدت جریان را اندازه بگیرید و در جدول ۵ــ۱ یادداشت کنید.

ــ مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. چرا مقادیر اندکی با هم تفاوت دارند؟ شرح دهید.

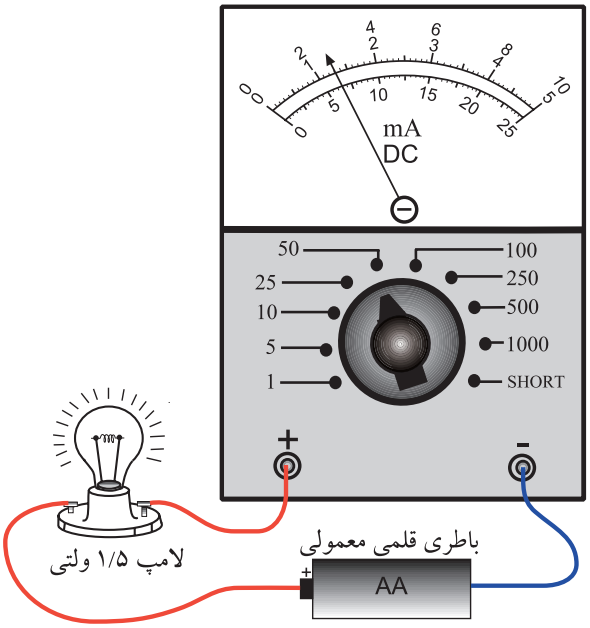
(آزمایش را با مقاومت‌های ۱۵۰ و ۲۳۰ و ۴۷۰ اهمی تکرار کنید).

جدول ۵ــ۱

مقدار مقاومت	جریان اندازه‌گیری شده با آمپرمتر		آیا مقادیر تقریباً با هم برابر است	
	آنالوگ	دیجیتال	بله	خیر
۱۰۰ Ω				
۱۵۰ Ω				
۲۳۰ Ω				
۴۷۰ Ω				

نکته‌ی ایمنی: هنگام اجرای آزمایش به حوزه کار آمپرمتر و نحوه‌ی اتصال آن به مدار توجه کنید.

ــ مدار شکل ۵۶ــ۱ را ببندید و مقدار جریان را با استفاده از مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتال اندازه بگیرید.



شکل ۵۶ ــ ۱

ــ با استفاده از یک دستگاه آمپرمتر با حوزه‌ی کار ۲۰ آمپر جریان مصرفی اتوموبیل را در دو حالت چراغ‌ها خاموش و چراغ‌ها روشن اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۶ــ۱ بنویسید.

جدول ۶ــ۱

وضعیت خودرو	جریان مصرفی
چراغ‌ها خاموش	
چراغ‌ها روشن	

نکته‌ی مهم: هنگام اجرای این آزمایش، باید خودرو روشن باشد.

۱۲ــ۱ــ اجزای مدار الکتریکی

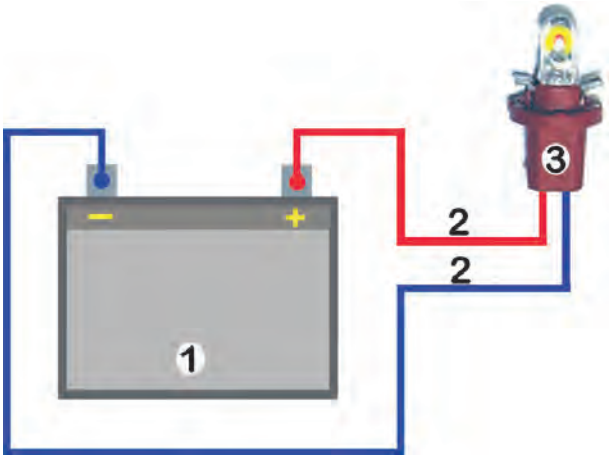
مدار الکتریکی مسیری است که در آن الکترون‌ها می‌توانند حرکت کنند و موجب جاری شدن جریان الکتریسیته شوند. مدار الکتریکی دارای اجزای اصلی زیر است :

ــ منبع تغذیه یا مولّد جریان الکتریکی (شماره‌ی ۱)

ــ سیم‌های رابط (شماره‌ی ۲)

ــ مصرف‌کننده (شماره‌ی ۳)

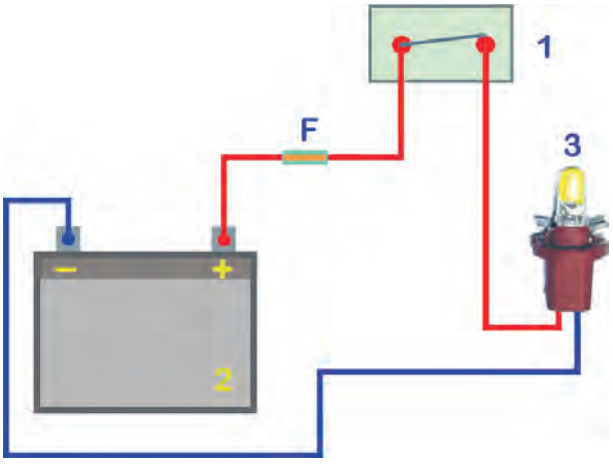
در شکل ۵۷ــ۱، مدار الکتریکی و اجزای اصلی در آن نشان داده شده است.



شکل ۵۷ ــ ۱

در هر مدار الکتریکی، علاوه بر سه عامل اصلی، لازم است که از اجزای دیگری نیز استفاده شود. از جمله‌ی این اجزا می‌توان از سوئیچ‌ها (کلید)، فیوزها و وسایل اندازه‌گیری نام برد.

لازم به توضیح است که در طراحی مدارهای الکتریکی کاربردی استفاده نکردن از اجزای فوق کنترل و حفاظت مدار را دچار مشکل می‌کند. در شکل ۵۸ــ۱، اجزای مدار روشنایی مورد استفاده در خودرو به‌صورت شماتیک دیده می‌شود.



شکل ۵۸ ــ ۱

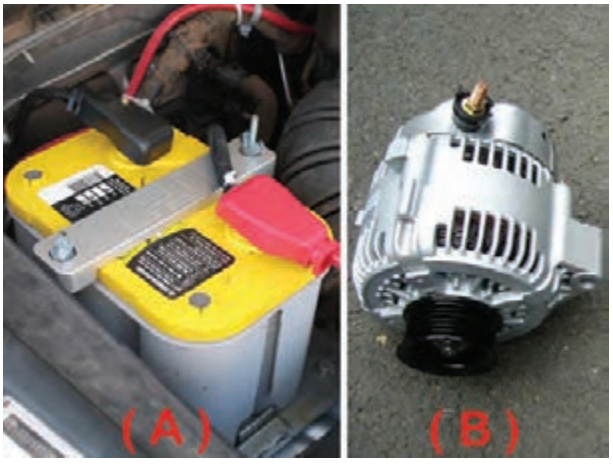
۱ــ سوئیچ (کلید قطع و وصل مدار)

۲ــ باتری (منبع انرژی)

۳ــ لامپ (مصرف‌کننده)

F ــ فیوز (حفاظت‌کننده‌ی مدار)

ــ منبع تغذیه در مدار الکتریکی نقش تولیدکننده‌ی انرژی الکتریکی را به‌عهده دارد. در خودروها برای تولید انرژی الکتریکی از باتری یا آلترناتور استفاده می‌شود. در شکل ۵۹ــ۱، باتری خودرو با (A) و آلترناتور با (B) مشخص شده است.



شکل ۵۹ ــ ۱

باتری منبع ذخیره‌ی انرژی است که در آن انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. جریان تولیدی باتری مستقیم است و به آن جریان دی‌سی (DC)[1] می‌گویند. در این جریان قطب‌های ولتاژ مدار هرگز تغییر نمی‌کند. ولی در آلترناتور، که **مولد جریان الکتریکی** به‌شمار می‌رود، جریان الکتریکی تولید شده به‌صورت جریان متناوب است و قطب‌های ولتاژ مدار در زمان‌های معینی تغییر می‌کند. این نوع جریان الکتریکی را ا.سی (AC)[2] می‌نامند و

۱ــ Direct Current

۲ــ Alternative Current

چون در سیستم‌های الکتریکی خودرو قابل استفاده نیست، آن را به‌وسیله‌ی دیودهایی یک‌سوسازی می‌کنند تا به جریان دی.سی (DC) تبدیل شود.

ــ وظیفه‌ی سیم‌های رابط در مدارهای الکتریکی انتقال انرژی الکتریکی از منبع تغذیه به مصرف‌کننده‌ها و سایر دستگاه‌های الکتریکی است. سیم‌های رابط را با استفاده از نقشه‌ی مدار الکتریکی به‌صورت دسته سیم‌هایی کلاف‌بندی یا عایق‌کاری می‌کنند تا در مسیرهای طراحی و تعیین شده‌ای در روی بدنه‌ی خودرو نصب شوند. در شکل ۶۰ــ۱، دسته‌بندی سیم‌ها با توجه به مدار الکتریکی دیده می‌شود.

شکل ۶۰ــ۱

ــ مصرف‌کننده‌ها وسایل و دستگاه‌هایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مورد نیاز تبدیل می‌کنند.

برای مثال، می‌توان از تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی در سیستم استارت، تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی در سیستم شارژ، تبدیل انرژی الکتریکی به نور در سیستم روشنایی، تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی صوتی در سیستم هشداردهنده (بوق، دزدگیر، سیستم صوتی و...) نام برد. در شکل ۶۱ــ۱، چند نوع از مصرف‌کننده‌ها در خودرو دیده می‌شود.

شکل ۶۱ــ۱

ــ سوئیچ‌ها (کلید) در مدارهای الکتریکی قطع و وصل کردن جریان الکتریکی را به‌عهده دارند. از طریق این‌ها می‌توان مدار الکتریکی مصرف‌کننده‌ای را فعّال یا قطع کرد. سوئیچ‌ها را با شکل ظاهریِ متنوعی طراحی می‌کنند و می‌سازند تا در روی خودرو نصب شود. در شکل ۶۲ــ۱، یک نوع سوئیچ استفاده شده در خودرویی نشان داده شده است.

شکل ۶۲ــ۱

ـ فیوز یکی دیگر از اجزای مدار الکتریکی است که وظیفه‌ی حفاظت از مدار را به‌عهده دارد.

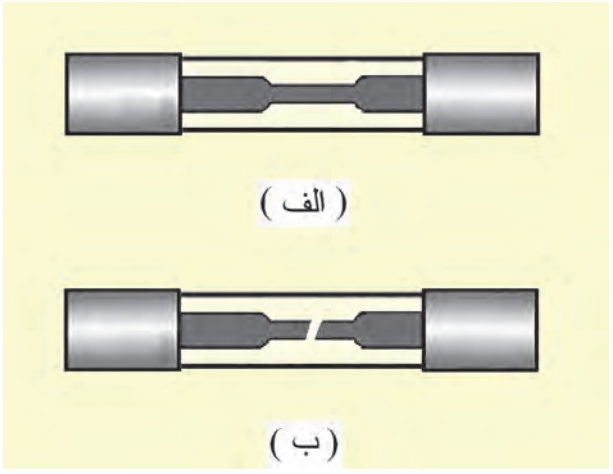
فیوز، به‌صورت سری، در مدار قرار می‌گیرد و اجزای مدار را (در برابر شدت جریان بیش از حدّ تحملِ مدار) حفاظت می‌کند. فیوزها، بر مبنای مقدار شدت جریان مصرفی مدار الکتریکی، در انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۶۳ـ۱، چند نوع فیوز دیده می‌شود.

شکل ۶۳ـ۱

در داخل فیوز، اتصال قابل ذوب قرار داده شده است تا در هنگام اتصال کوتاه در مدار، بر اثر عبور جریان الکتریکی زیاد ذوب شود و باعث قطع شدن مدار الکتریکی گردد (شدت جریان بیش از حدّ باعث می‌شود اتصال داخل فیوز سریعاً داغ و ذوب شود). در شکل ۶۴ـ۱، عملکرد فیوز نشان داده شده است :

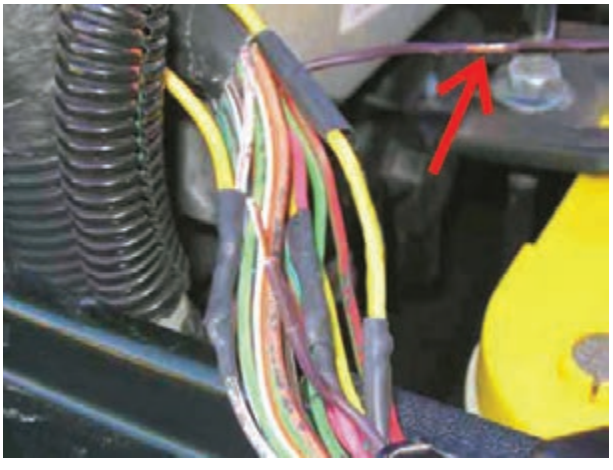
الف) فیوز سالم ؛

ب) فیوز پس از ذوب شدن اتصال.



شکل ۶۴ـ۱

حالت اتصال کوتاه در مدار الکتریکی به شرایط و موقعیتی گفته می‌شود که در آن مقاومت مصرف‌کننده به صفر برسد. در این حالت، جریان بسیار زیادی از مدار عبور خواهد کرد مانند اتصال بدنه شدن سیم‌ها در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو که در صورت از بین رفتن عایق (روپوش) سیم‌ها یا جدا شدن اتصال مثبت از مصرف‌کننده‌ها و دستگاه الکتریکی و تماس آن با بدنه‌ی خودرو، ایجاد می‌شود. در شکل ۶۵ـ۱، پارگی در سیم مدار الکتریکی با فلش نشان داده شده است.



شکل ۶۵ـ۱

۱۳ــ۱ــ انواع مدارهای الکتریکی

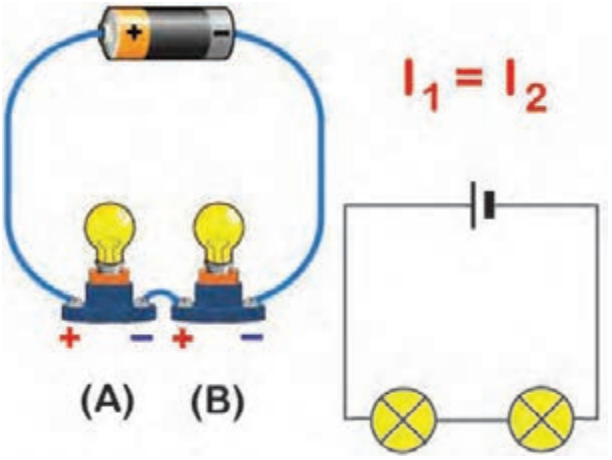
ارتباط اجزای مدارهای الکتریکی به سه صورت انجام می‌گیرد :

ــ مدار سری ؛

ــ مدار موازی ؛

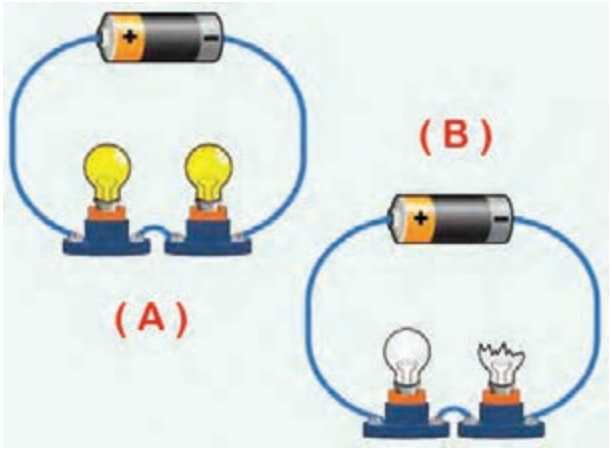
ــ مدار مختلط.

۱ــ۱۳ــ۱ــ مدار سری: در صورتی که اجزای مدار، مطابق شکل ۶۶ــ۱، با یکدیگر مرتبط شوند نوع مدار را مدار سری می‌گویند. در این روش ترمینال مثبت باتری به ترمینال مثبت اولین مصرف‌کننده (A)، ترمینال منفی اولین مصرف‌کننده به ترمینال مثبت دومین مصرف‌کننده (B)، ... و ترمینال منفی آخرین مصرف‌کننده به باتری (منبع تغذیه) وصل می‌شود.



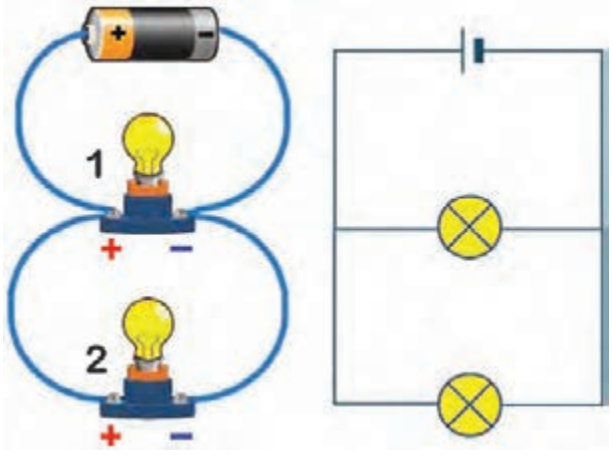
شکل ۶۶ــ۱

به دلیل این‌که در مدار سری فقط یک مسیر برای عبور جریان الکتریکی (I) وجود دارد، لذا شدت جریان الکتریکی در مدار مقدار ثابتی است. در این روش اتصال، درصورتی که یکی از مصرف‌کننده‌ها یا اجزای مدار آسیب ببیند جریان الکتریکی مدار قطع می‌شود. در شکل ۶۷Aــ۱، برقراری جریان الکتریکی در مدار (وصل بودن مدار الکتریکی) و در شکل ۶۷Bــ۱، قطع شدن مدار در اثر معیوب شدن یکی از لامپ‌ها دیده می‌شود.



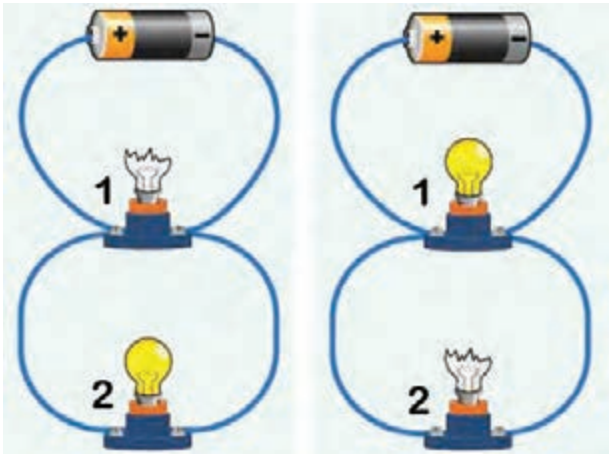
شکل ۶۷ــ۱

۲ــ۱۳ــ۱ــ مدار موازی: در صورتی که سیم‌کشی اجزای مدار، مطابق شکل ۶۸ــ۱، صورت گیرد مدار را نوع مدار موازی گویند. در این نوع مدار ترمینال مثبت باتری به ترمینال مثبت مصرف‌کننده‌ی اوّل و ترمینال مثبت مصرف‌کننده‌ی دوم و... و ترمینال منفی باتری به ترمینال منفی مصرف‌کننده‌ها وصل می‌شود.



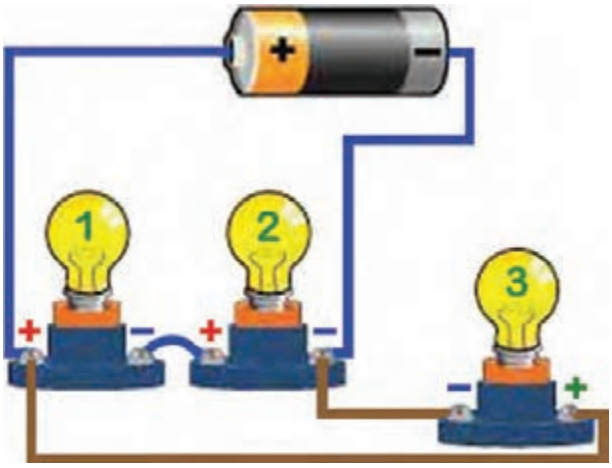
شکل ۶۸ــ۱

در مدار موازی، به‌دلیل این‌که هر کدام از مصرف‌کننده‌ها مستقیماً به منبع تولید انرژی (باتری) متصل می‌شوند، لذا ولتاژ در همه‌ی شاخه‌ها با هم مساوی‌اند. در این روش، درصورتی که هریک از مصرف‌کننده‌ها یا اجزای مدار معیوب شوند، به سایر شاخه‌ها (مدارهای دیگر) آسیبی وارد نمی‌شود. همان‌طور که در شکل ۶۹ــ۱ دیده می‌شود، نه معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۱) در مدار لامپ شماره‌ی (۲) تأثیر می‌گذارد و نه معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۲) عاملی برای قطع شدن مدار الکتریکی لامپ شماره‌ی (۱) می‌گردد.



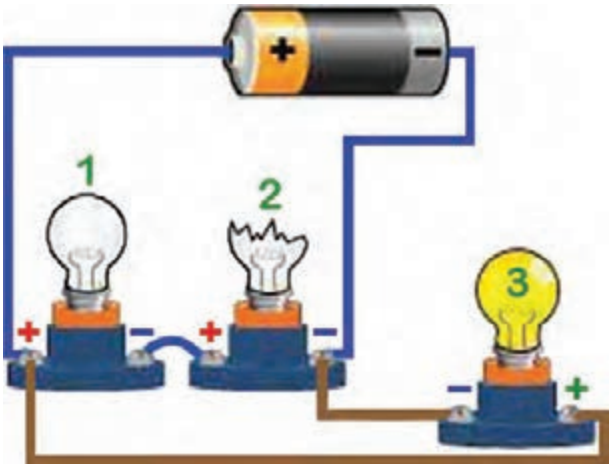
شکل ۶۹ــ۱

۳ــ۱۳ــ۱ــ مدار مختلط: این روش ترکیبی از روش مدار سری و مدار موازی است توضیح این‌که تعدادی از مصرف‌کننده‌ها به روش سری و تعدادی دیگر به روش موازی در مدار قرار می‌گیرند و به منبع انرژی متصل می‌شوند. در شکل ۷۰ــ۱، لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) به روش سری و لامپ شماره‌ی (۳) به روش موازی به باتری وصل شده‌اند.



شکل ۷۰ــ۱

در این نوع روش اتصال (مختلط)، به دلیل این‌که یک مسیر برای عبور جریان الکتریکی (I) برای لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) وجود دارد، لذا در صورت معیوب شدن هرکدام از لامپ‌های شماره‌ی (۱) و (۲)، لامپ دیگر خاموش می‌شوند. ولی لامپ شماره‌ی (۳)، به دلیل این‌که با لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) موازی است و مستقیماً به باتری (منبع انرژی) وصل شده، روشن می‌ماند. در شکل ۷۱ــ۱، اثر معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۲) نشان داده شده است. گفتنی است اگر لامپ شماره‌ی (۳) معیوب شود لامپ‌های شماره‌ی (۱) و (۲) روشن می‌مانند.



شکل ۷۱ــ۱

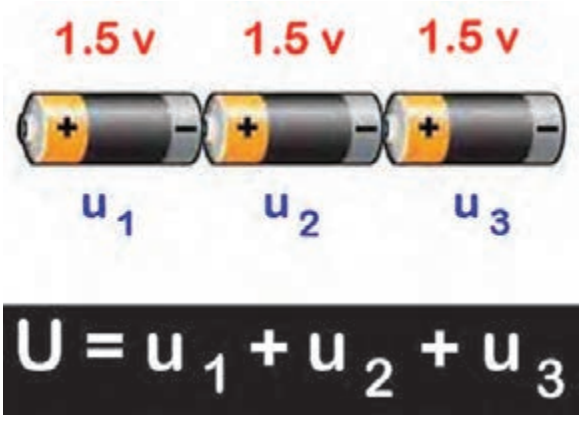
۱۴ــ۱ــ اتصال باتری‌ها

باتری‌ها را نیز می‌توان به روش موازی و یا روش سری به یکدیگر متصل نمود.

اگر چند باتری را طوری به یکدیگر اتصال دهیم که قطب منفی باتری اوّل به قطب مثبت باتری دوم و قطب منفی باتری دوم به قطب مثبت باتری سوم و... متصل شود این نوع اتصال را «**سری**» گویند. این روش اتصال زمانی کاربرد دارد که ولتاژ مورد نیاز مدار از ولتاژ یک باتری بیش‌تر باشد. در روش اتصال سری باتری‌ها، ولتاژ کل برابر مجموع ولتاژ هریک از باتری‌ها است :

$$u = u_۱ + u_۲ + \cdots + u_n$$

در شکل ۷۲ــ۱، اتصال سری سه عدد باتری ۱/۵ ولتی نشان داده شده است.

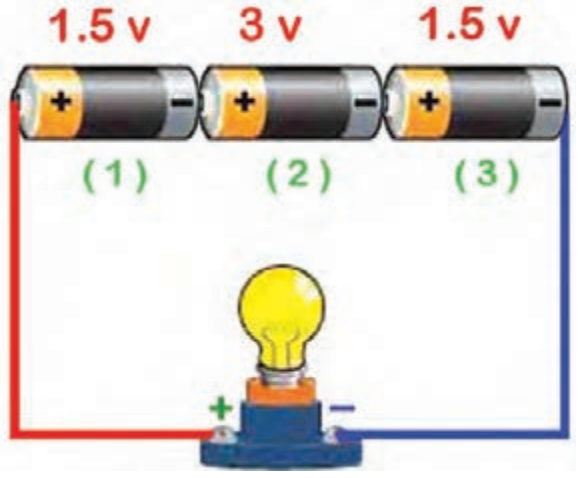


شکل ۷۲ــ۱ــ اتصال سری باتری‌ها

در روش اتصال سری باتری‌ها، مساوی بودن ولتاژ باتری‌ها ضرورتی ندارد و می‌توان چند باتری با ولتاژ متفاوت را به یکدیگر و به روش سری متصل نمود. در مدار شکل ۷۳ــ۱، سه عدد باتری با ولتاژهای ۱/۵ و ۳ ولت (که به روش سری به یکدیگر متصل شده‌اند) دیده می‌شود. برای محاسبه‌ی ولتاژ مدار به‌ترتیب زیر عمل می‌شود :

$$u = u_۱ + u_۲ + u_۳$$

$$u = ۱/۵ + ۳ + ۱/۵ \quad u = ۶ \text{ ولت}$$



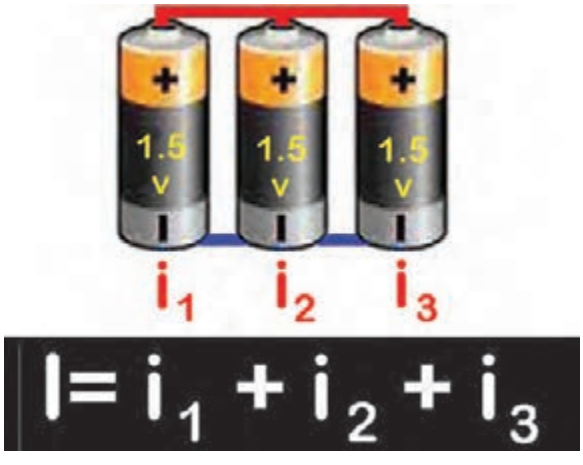
شکل ۷۳ــ۱

ــ اگر قطب مثبت چند باتری را به هم وصل کنیم و قطب منفی آن‌ها را نیز به یکدیگر اتصال دهیم این نوع روش اتصال را، **اتصال موازی** گویند. از اتصال موازی باتری‌ها زمانی استفاده می‌شود که جریان مورد نیاز مدار از میزان جریان‌دهی یک باتری بیش‌تر باشد.

در روش اتصال موازی باتری‌ها، جریان مصرفی مدار با مجموع شدت جریان هریک از باتری‌های مدار برابر است :

$$I = i_۱ + i_۲ + i_۳ + \cdots i_n$$

در شکل ۷۴ــ۱، اتصال موازی سه عدد باتری ۱/۵ ولتی نشان داده شده است.



شکل ۷۴ــ۱

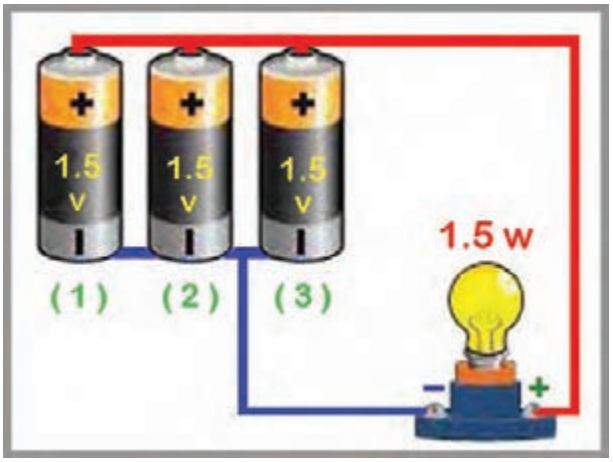
ــ در روش اتصال موازی باتری‌ها، مساوی بودن ولتاژ همه‌ی باتری‌ها لازم و ضروری است و نمی‌توان چند باتری با ولتاژ متفاوت را به روش موازی به یکدیگر متصل نمود.

توجه: در اتصال موازی باتری‌ها ولتاژ دو سر مدار همواره ثابت است.

در مدار شکل ۷۵ــ۱، سه عدد باتری ۱/۵ ولتی، که به روش موازی به یکدیگر متصل شده‌اند، دیده می‌شود. مقدار جریان مدار برابر است با :

$$P = u.I$$

$$I = ۱\ (A) \qquad ۱/۵_{(w)} = ۱/۵_{V} \times I$$ آمپر



شکل ۷۵ــ۱

ــ باتری مورد استفاده در خودروهای سواری ۱۲ ولتی است و در صورتی که برای راه‌اندازی خودرو در هنگام دشارژ (تخلیه) باتری به باتری کمکی نیاز باشد باتری کمکی را به روش اتصال موازی به باتری خودرو متصل می‌کنند. برای وصل نمودن باتری‌ها از دو عدد کابل رابط، که ابتدا و انتهای کابل‌ها به گیره‌های عایق‌دار وصل شده‌اند، استفاده می‌شود. معمولاً رنگ عایق کابل‌ها و گیره‌ها را از دو رنگ متفاوت انتخاب می‌کنند تا از اشتباه در اتصال ترمینال باتری‌ها جلوگیری شود. در شکل ۷۶ــ۱، نحوه‌ی اتصال باتری‌ها نشان داده شده است :

شکل ۷۶ــ۱

ــ ترمینال مثبت باتری به وسیله‌ی گیره‌ی شماره‌ی (۱) به ترمینال مثبت باتری کمکی وصل شده است (گیره‌ی شماره‌ی ۲).

ــ ترمینال منفی باتری کمکی با استفاده از گیره‌ی شماره‌ی (۳) سیم رابط مشکی رنگ، به بدنه‌ی خودرو به‌وسیله‌ی گیره‌ی شماره‌ی (۴) متصل می‌شود (ترمینال منفی باتری به بدنه‌ی خودرو متصل است).

۱۵ــ۱ــ سیم‌کشی اجزای مدار الکتریکی در خودرو

در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها، از روش‌های موازی و سری برای برقراری ارتباط مابین اجزای مدار استفاده می‌شود. روش اتصال موازی برای سیم‌کشی مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی خودرو کاربرد دارد و از روش سری برای اتصال فیوزها و سوئیچ‌های راه‌انداز مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

در نمودار مدار الکتریکی چراغ‌های راهنمای یک نوع خودرو، که در شکل ۷۷ــ۱ نشان داده شده است، اجزایی که به روش موازی در مدار قرار گرفته‌اند عبارت‌اند از :

ــ باتری یا منبع انرژی (شماره‌ی ۱) ؛

ــ چراغ‌های راهنما (شماره‌ی ۲) ؛

ــ تایمر فلاشر (شماره‌ی ۳).

اجزای دیگر مدار که به روش سری سیم‌کشی شده‌اند، عبارت‌اند از :

ــ سوئیچ اصلی موتور یا سوئیچ سیستم جرقه (شماره‌ی ۴) ؛

ــ فیوز (شماره‌ی ۵) ؛

ــ دسته چراغ راهنما و فلاشر (شماره‌ی ۶).

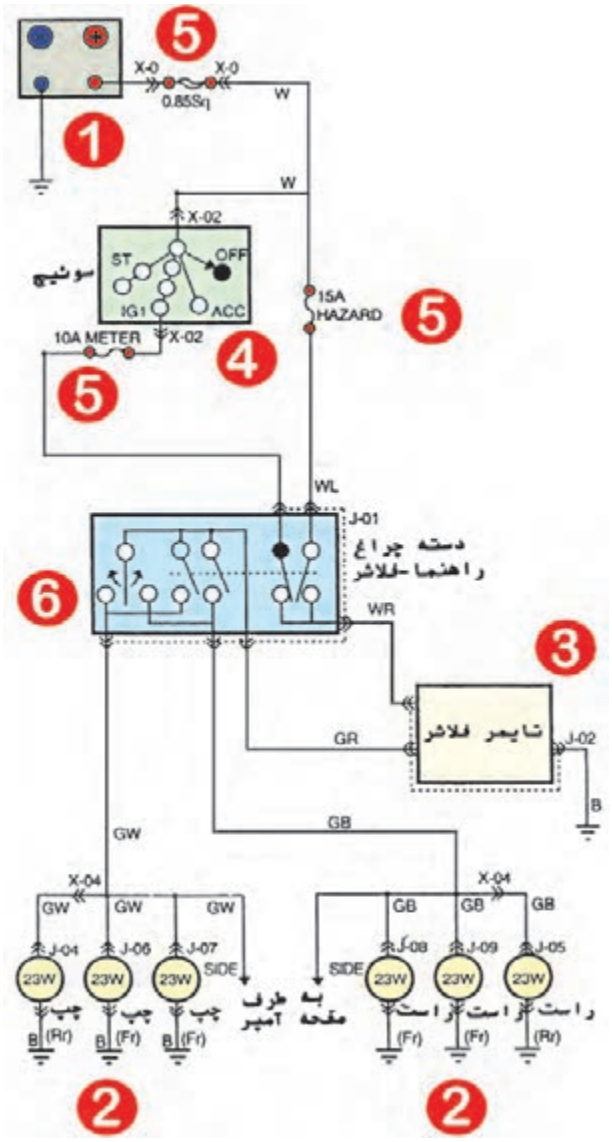
* با توجه به این‌که سیم‌کشی دستگاه‌های مولد جریان الکتریکی و کلیه‌ی مصرف‌کننده‌ها در خودرو به روش موازی صورت می‌گیرد، لذا ولتاژ مدار با ولتاژ مولد جریان الکتریکی برابر است.

مدارهای الکتریکی همواره در دو وضعیت قرار دارند :

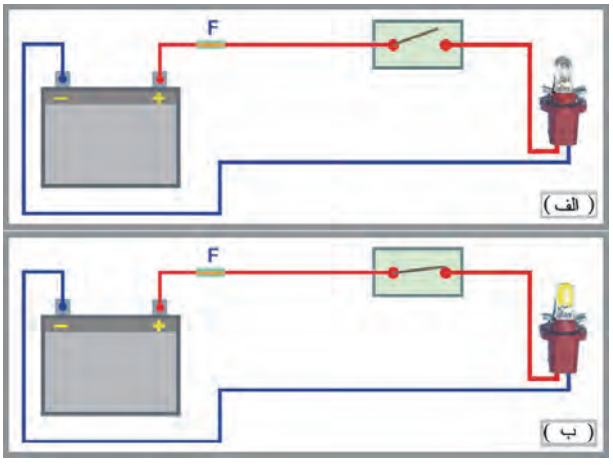
ــ مدار باز ؛

ــ مدار بسته.

ــ وضعیت مدار باز زمانی است که سوئیچ، ارتباط باتری را از یک یا چند مصرف‌کننده قطع می‌کند. در این حالت مصرف‌کننده‌ها غیرفعال‌اند. در شکل الف ــ ۷۸ــ۱، موقعیت اجزای مدار الکتریکی در حالت مدار باز دیده می‌شود. وضعیت مدار بسته شرایطی است که ارتباط اجزای مدار الکتریکی به‌وسیله‌ی سوئیچ برقرار می‌گردد و جریان الکتریکی در مدار جاری می‌شود. در شکل ب ــ۷۸ــ۱، حالت مدار بسته و موقعیت اجزای مدار دیده می‌شود.



شکل ۷۷ــ۱ــ نمودار مدار الکتریکی چراغ‌های راهنما



شکل ۷۸ــ۱

۱۶ــ۱ــ انواع سوئیچ‌های به‌کار رفته در مدارهای الکتریکی خودروها

آسان‌ترین راه برای کنترل جریان الکتریکی یک مدار استفاده از سوئیچ است. سوئیچ‌ها می‌توانند :

ــ مستقیماً برای کنترل جریان الکتریکی به‌کار گرفته شوند، مانند سوئیچ چراغ‌های روشنایی ؛

ــ به‌طور خودکار، جریان الکتریکی مدار دیگری را کنترل کند، مانند رله‌ها.

ــ در شکل ۷۹ــ۱، سوئیچ چراغ‌های روشنایی با شماره‌ی (۱) و رله با شماره‌ی (۲) دیده می‌شود.

سوئیچ‌ها، که در لفظ عامّه کلید نیز گفته می‌شود، از نظر عملکرد به دو نوع تقسیم می‌شوند :

ــ سوئیچ‌های دستی (مکانیکی)

ــ سوئیچ‌های اتومات یا خودکار

سوئیچ‌های دستی مکانیکی توسط راننده‌ی خودرو فعّال می‌شود و جریان الکتریکی مدار را برقرار می‌کند (مدار بسته). این سوئیچ‌ها در انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۸۰ــ۱، ارتباط داخلی این سوئیچ‌ها نشان داده شده است :

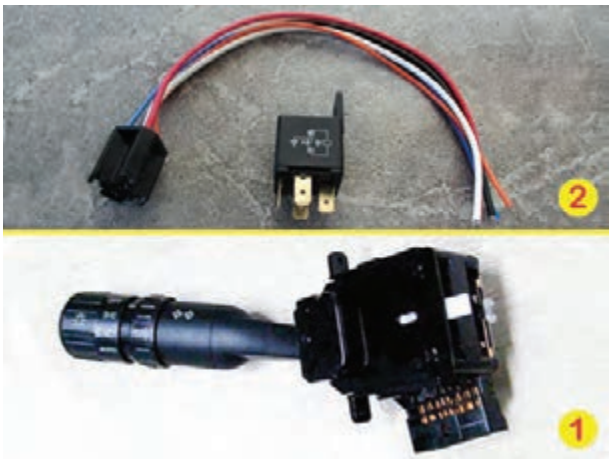
ــ سوئیچ دستی یک قطبی یک راهه (یک حالتی) با شماره‌ی (۱) ؛

ــ سوئیچ دستی یک قطبی دو راهه (دو حالتی) با شماره‌ی (۲) ؛

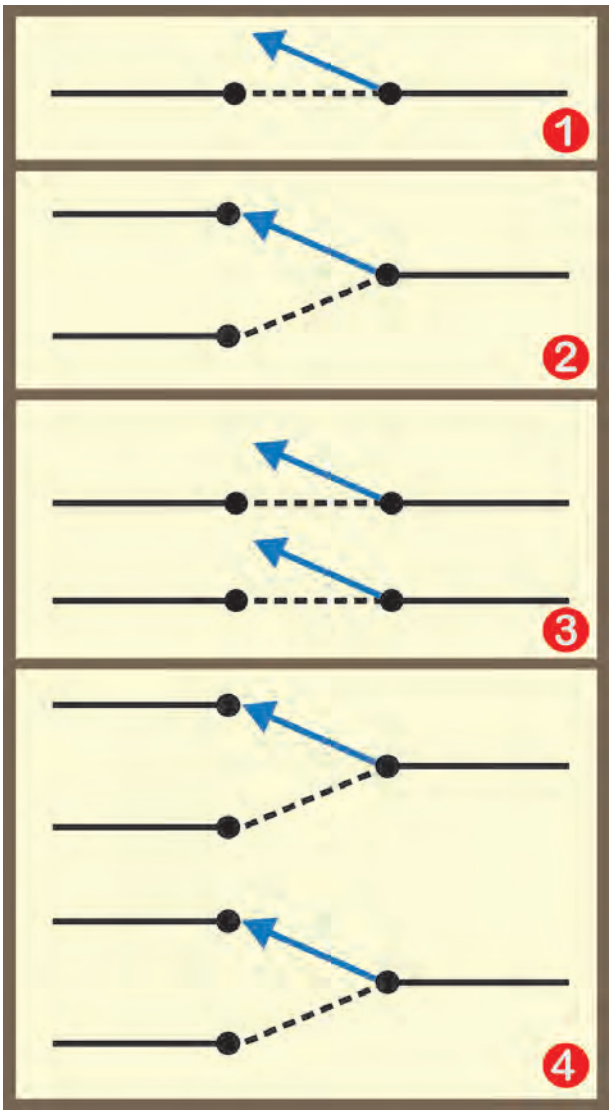
ــ سوئیچ دستی دو قطبی یک‌راهه (یک حالتی) با شماره‌ی (۳) ؛

ــ سوئیچ دستی دوقطبی دو راهه (دو حالتی) با شماره‌ی (۴) ؛

ــ لازم است توضیح دهیم که کلمه‌ی «قطب» تعداد مدارهای ورودی به سوئیچ و «راه» تعداد مدارهای خروجی از سوئیچ را مشخص می‌کند.



شکل ۷۹ــ۱



شکل ۸۰ــ۱

ــ انواع سوئیچ‌های مکانیکی عبارت‌اند از :

ــ نوع فشاری، مانند سوئیچ لای در اتاق خودرو، سوئیچ بوق و سوئیچ سیستم دزدگیر قسمت درِ موتور و... ؛

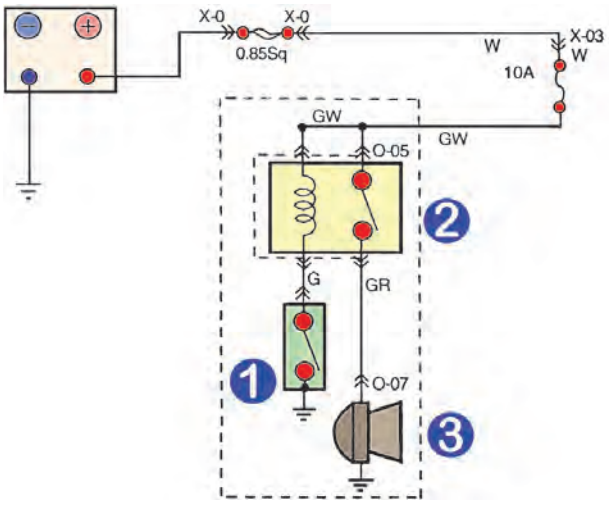
ــ نوع لغزشی مانند سوئیچ راهنما، سوئیچ راه‌انداز شیشه گرم‌کن و... ؛

ــ نوع چرخشی، مانند سوئیچ اصلی موتور (سوئیچ جرقه)، سوئیچ راه‌انداز فن بخاری و کولر و....

در شکل ۸۱ــ۱، چند نوع سوئیچ مکانیکی مورد استفاده در خودروها نشان داده شده است.

شکل ۸۱ ــ۱

سوئیچ‌های خودکار یا اتومات به سوئیچ‌هایی گفته می‌شود که پس از فعال شدن، مدار الکتریکی دیگری را نیز راه‌اندازی می‌کنند، مانند رله که با عبور جریان الکتریکی از سیم‌پیچ داخل آن ارتباط اجزای مدار الکتریکی دیگری را برقرار می‌کند. در شکل ۸۲ــ۱، نمودار الکتریکی بوق خودرویی که به رله مجهز است نشان داده شده است. با فعال شدن سوئیچ مکانیکی نوع فشاری یک حالته (شستی بوق، شماره‌ی ۱)، جریان الکتریکی از سیم‌پیچ داخل رله (شماره‌ی ۲) عبور می‌کند و حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد شده در آن اتصال پلاتین‌های رله شده را برقرار می‌سازد و جریان الکتریکی مورد نیاز بوق (شماره‌ی ۳) از مدار دیگری برقرار می‌شود.



شکل ۸۲ ــ۱

سوئیچ‌های دیگری نیز در خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرند که کارشان براساس تغییرات دما یا تغییر فشار مایع است و مدارهای الکتریکی سیستم‌های هشداردهنده و اخطار خودرو را راه‌اندازی می‌کنند. در شکل ۸۳ــ۱، دو نوع از این سوئیچ‌ها دیده می‌شود :

ــ حسگر (سنسور) درجه‌ی حرارت آب با شماره‌ی (۱)،

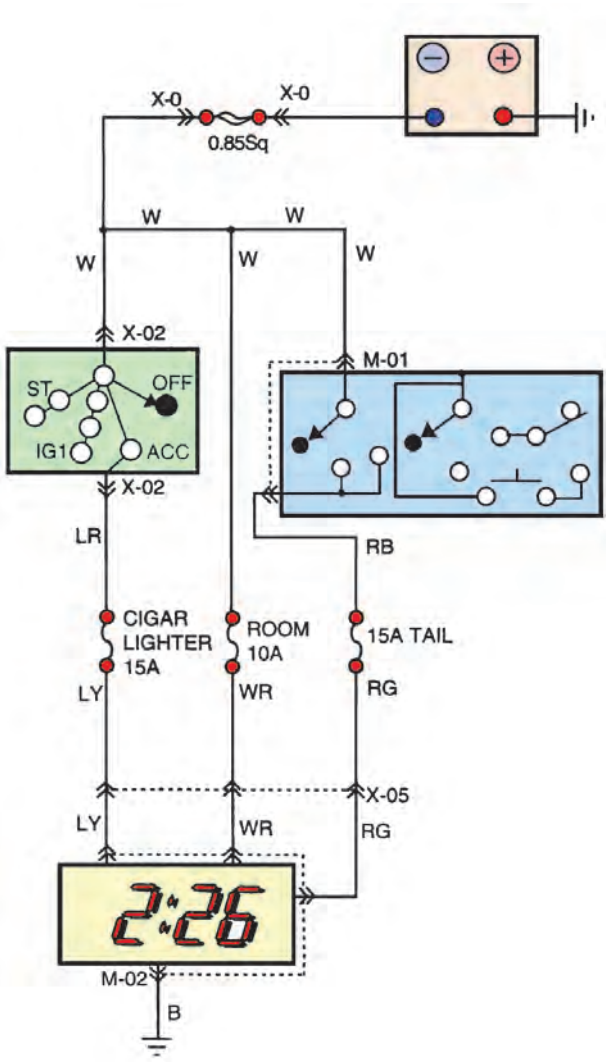
ــ حسگر فشار روغن با شماره‌ی (۲).

شکل ۸۳ ــ۱

۱۷ــ۱ــ آشنایی با نقشه و علائم مدارهای الکتریکی

در نقشه‌ی مدارهای الکتریکی، با استفاده از نمادها و علائم قراردادی، ارتباط بین اجزای مدارها (از قبیل منبع انرژی، مولد جریان الکتریکی، مصرف‌کننده‌ها، دستگاه‌های الکتریکی، سوئیچ‌ها و حفاظت‌کننده‌های مدارها) نشان داده می‌شود.

استفاده از نقشه‌ی مدارهای الکتریکی و دسترسی به ارتباط بین اجزای مدارها در عیب‌یابی و رفع عیب اجزای آن‌ها نقش به‌سزایی دارد. از این‌رو، شرکت‌های خودروسازی نقشه‌ی مدارهای الکتریکی خودرو را در کتاب راهنمای تعمیرات خودروها ارائه می‌کنند. برای مثال، در شکل ۸۴ــ۱ نمودار مدار الکتریکی ساعتی یک نوع خودرو نشان داده شده است.



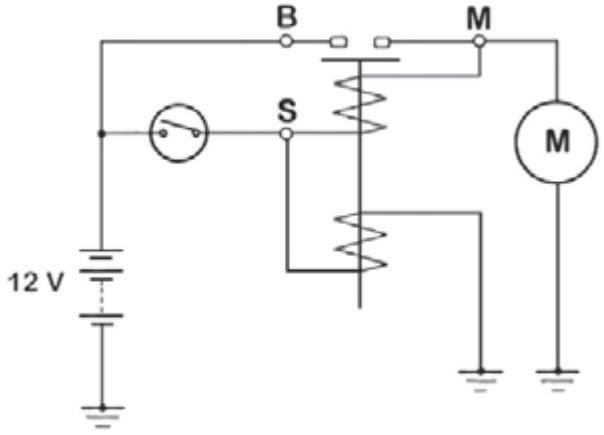
شکل ۸۴ــ۱ــ نمودار الکتریکی ساعت خودرو

مدارهای الکتریکی را معمولاً به دو صورت ترسیم می‌کنند :

ــ با علائم قراردادی ؛

ــ به‌صورت شماتیک.

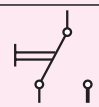
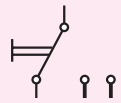
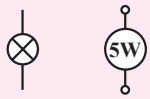
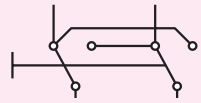
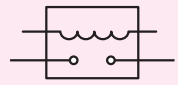
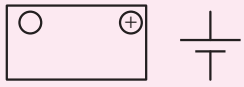
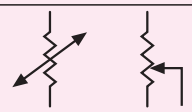
در شکل ۸۵ــ۱، یک نوع نقشه‌ی مدار الکتریکی، که با علائم قراردادی رسم شده است، دیده می‌شود.



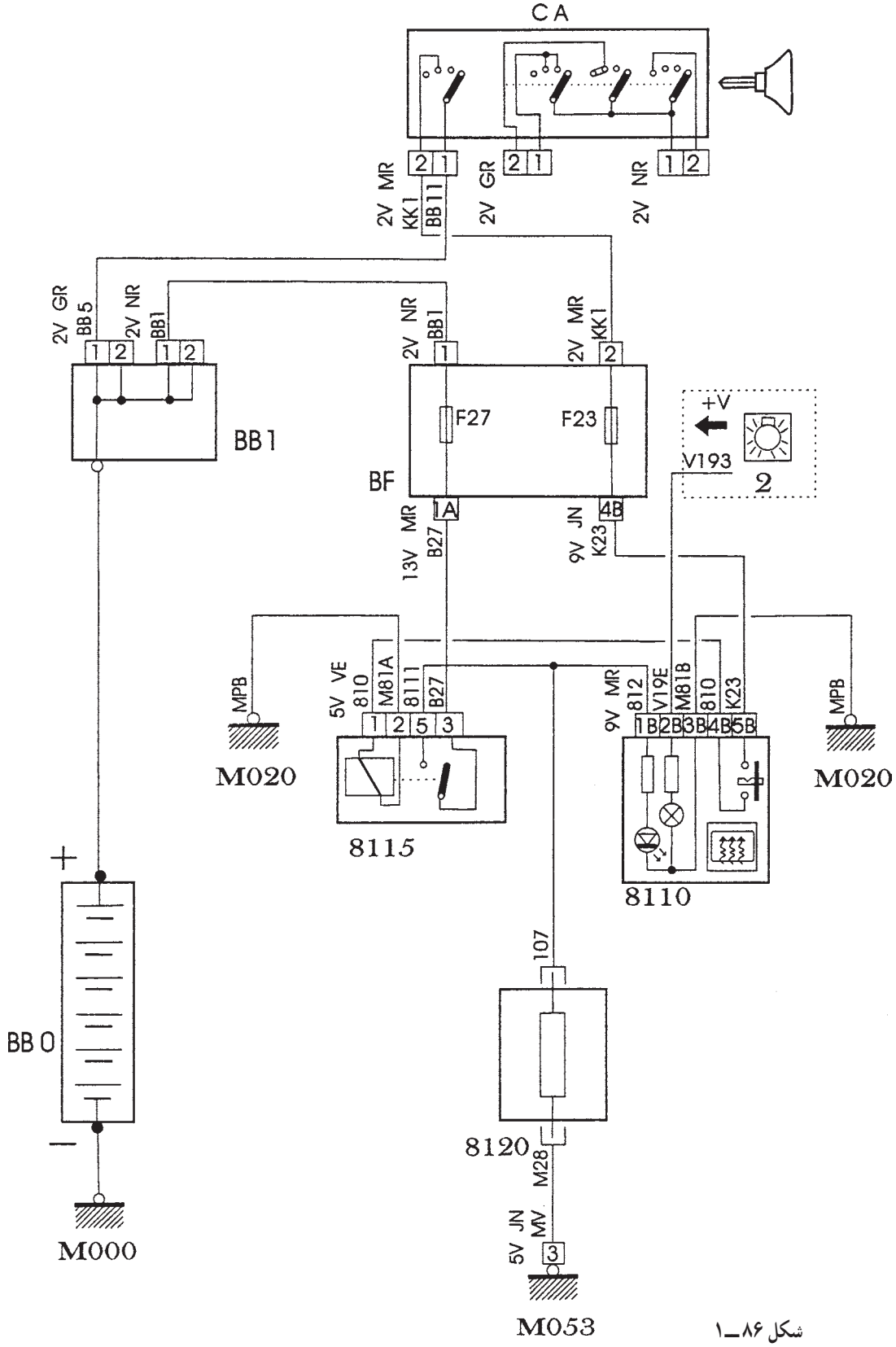
شکل ۸۵ ــ۱

ــ در جدول شماره‌ی ۷ــ۱، تعدادی از علائم اختصاری مورد استفاده از نقشه‌های الکتریکی خودرو، نشان داده شده است.

جدول ۷ــ۱ــ علائم اختصاری الکتریکی

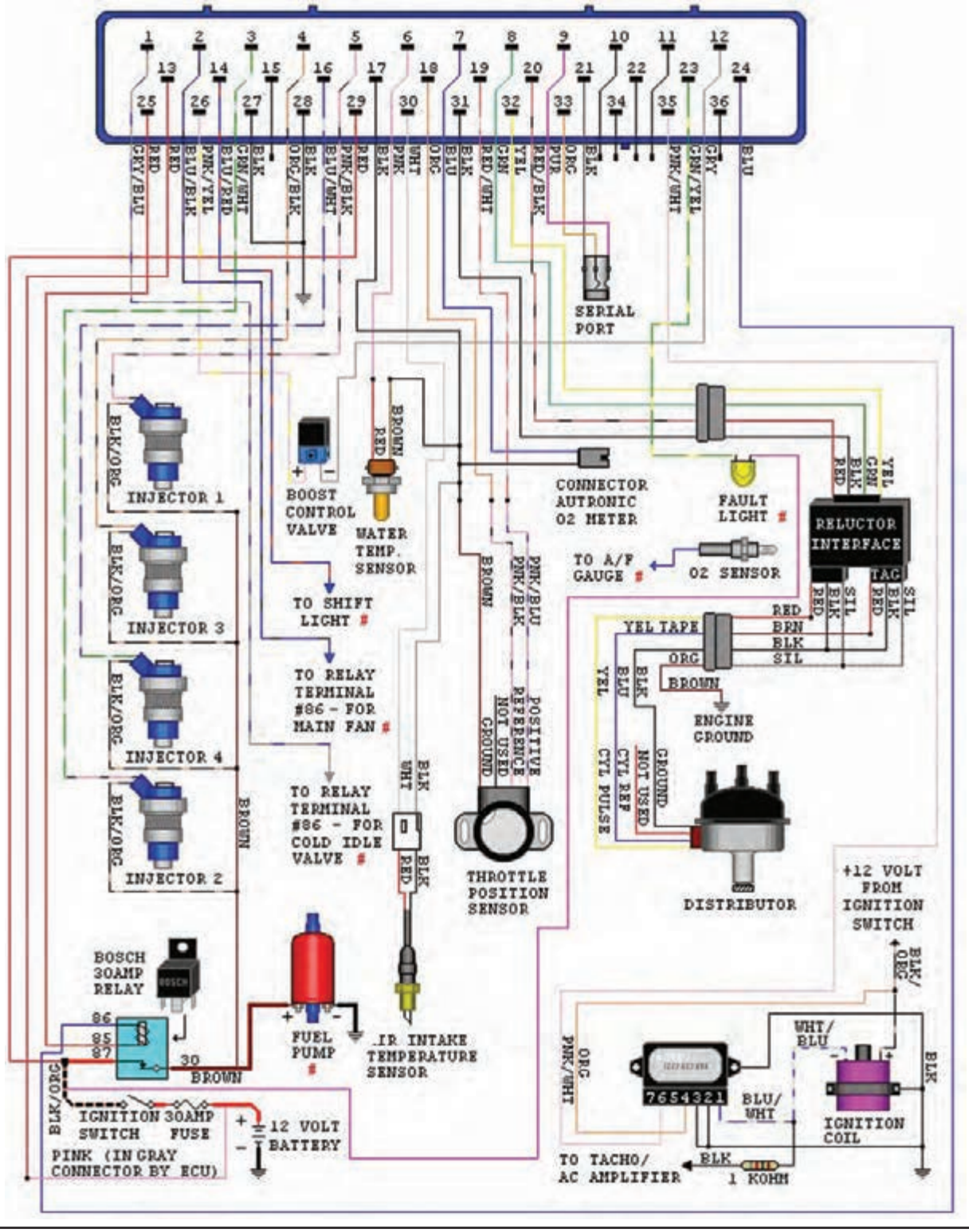
مفهوم	علامت	مفهوم	علامت
کلید تبدیل		اتصال بدنه	
کلید چند حالته		فیوز	
شستی فشاری		سیم‌پیچ	
کلید لای‌دری		لامپ	
کلید تغییر قطب		خازن	
پمپ		گرم‌کن (المنت)	
فندک		موتور	
رله		باتری	
مقاومت متغیر		بوق	
اتصال نری		بلندگو	
اتصال مادگی		دیود	
آنتن		کلید قطع و وصل	

ـ در بعضی از نقشه‌های الکتریکی خودرو از علائم و کدها استفاده می‌شود. در شکل ۸۶ـ۱، نقشه‌ی مدار الکتریکی گرم‌کن شیشه‌ی عقب خودرویی دیده می‌شود.



شکل ۸۶ـ۱

ــ در شکل ۸۷ــ۱، نقشه‌ی اجزای مدار الکتریکی خودرویی که به‌صورت شماتیک به واحد کنترل (Ecu[1]) متصل شده، نشان داده شده است.



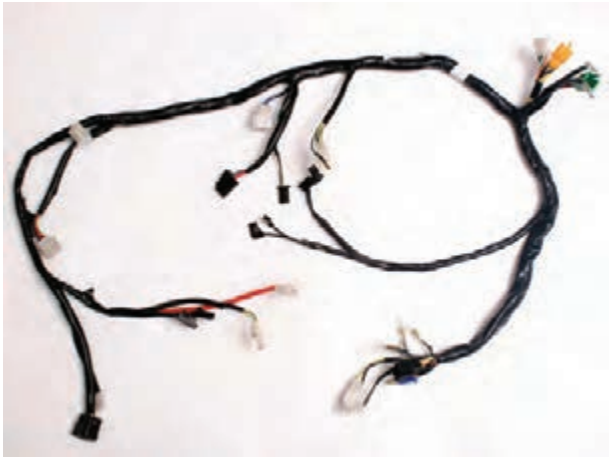
شکل ۸۷ــ۱

۱ــ Electronic unit Control

۱۸ــ۱ــ آشنایی با انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

برای اتصال کلیه‌ی دستگاه‌های الکتریکی (مصرف‌کننده‌ها، سوئیچ‌ها، حفاظت‌کننده‌ی مدارها و...) به باتری و مولد جریان الکتریکی خودرو از سیم و کابل استفاده می‌شود.

به‌دلیل زیاد بودن تعداد رشته سیم‌ها (در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو)، معمولاً آن‌ها را به‌صورت کلاف و دسته سیم درمی‌آورند و عایق‌بندی می‌کنند. این مجموعه سیم‌ها که به شاخه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند اصطلاحاً **درخت سیم** نامیده می‌شود. در شکل ۸۸ــ۱، دسته سیم بخشی از سیم‌کشی خودرو نشان داده شده است.



شکل ۸۸ــ۱

دسته سیم‌ها را از مسیرهای مشخص و از پیش تعیین شده‌ای (که در طراحی سیم‌کشی مدار الکتریکی، با توجه به محل قرار گرفتن اجزای مدارها پیش‌بینی می‌شود) در روی بدنه‌ی خودرو عبور می‌دهند. دسته سیم‌ها، معمولاً به‌وسیله‌ی بست‌های مخصوصی در روی بدنه‌ی خودرو ثابت نگه داشته می‌شوند. در شکل ۸۹ــ۱، قسمتی از سیم‌کشی خودرویی، که در قسمت صندوق عقب آن قرار گرفته است، دیده می‌شود.

شکل ۸۹ ــ۱

سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند :

ــ سیم‌های افشان ؛

ــ سیم‌های مفتولی ؛

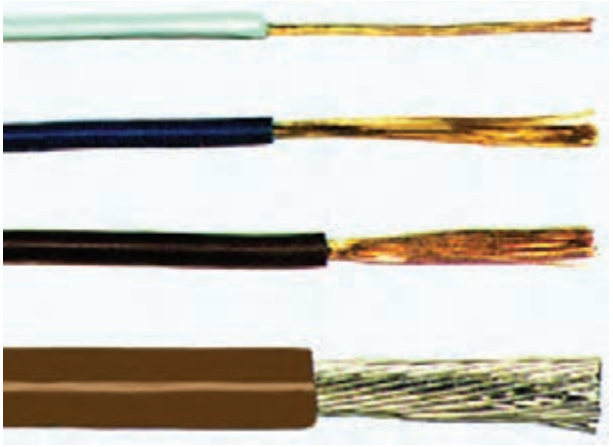
سیم‌های نوع افشان از چندین سیم مفتولی بسیار نازک تشکیل یافته‌اند که در کنار هم و به‌صورت یک مجموعه وظیفه‌ی انتقال جریان الکتریکی را در مدار به‌عهده دارد. جنس سیم‌های افشان، معمولاً از «مس» انتخاب می شود که قابلیت هدایت الکتریکی بالایی دارد، و در مقابل عبور جریان الکتریکی مقاومت اندکی از خود نشان می‌دهد. در شکل ۹۰ــ۱، رشته سیم‌های تشکیل دهنده‌ی سیم افشان به‌صورت شماتیک نشان داده شده است.

شکل ۹۰ ــ۱

اکثر سیم‌های استفاده شده در مدارهای الکتریکی خودروها از سیم نوع افشان‌اند. سیم‌های افشان دیرتر گرم می‌شوند و کار با آن‌ها، به‌دلیل انعطاف‌پذیری، سهل‌تر و ساده‌تر است. سیم‌های هادی جریان الکتریسیته به‌وسیله‌ی روکشی از پلاستیک یا پی وی سی (PVC) عایق‌بندی می‌شود. عایق‌بندی سیم‌ها برای جلوگیری از نشتی الکتریسیته و اتصال کوتاه در مدارها انجام می‌شود. مواد عایق سیم‌ها را به منظور تشخیص مدارها از یکدیگر، در رنگ‌های مختلفی، انتخاب می‌کنند. در شکل ۹۱ــ۱، دو نمونه سیم افشان با رنگ عایق متفاوت دیده می‌شود.

شکل ۹۱ــ۱

قطر سیم یا کابل بر مبنای مقدار شدت جریان الکتریکی جاری در سیم‌ها انتخاب می‌شود. لذا در سیم‌کشی مدارهای مختلف خودرو، قطر سیم‌ها با یکدیگر متفاوت‌اند و برحسب حداکثر جریان مصرفی دستگاه الکتریکی، تعبیه شده در مدار، تعیین می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۹۲ــ۱، چند نمونه سیم افشان با تعداد رشته‌های مختلف نشان داده شده است. (سطح مقطع مؤثر هر سیم برابر است با سطح مقطع یک رشته در تعداد رشته سیم‌های آن).



شکل ۹۲ــ۱

در سیم‌های نوع مفتولی، قسمت فلزی سیم یک‌پارچه است و در قطرهای مختلفی ساخته می‌شوند. جنس این نوع سیم‌ها نیز از آلیاژ مس است و به‌وسیله‌ی عایق الکتریسیته روکش می‌شوند. از سیم‌های نوع مفتولی به‌ندرت در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها استفاده می‌شود. در شکل ۹۳ــ۱، چند نوع سیم مفتولی با رنگ عایق متفاوت نشان داده شده است.

شکل ۹۳ــ۱

جدول ۸ــ۱

ردیف	تعداد رشته و قطر سیم‌ها میلی‌متر	سطح مقطع کل هر سیم میلی‌مترمربع	مقاومت ۱۰۰ متر سیم (اهم)	حداکثر جریان دائم (آمپر)
۱	۱۴ ،۰/۲۵	۰/۶۹	۲/۷	۶
۲	۱۴ ،۰/۳	۰/۹۹	۱/۹	۸/۷۵
۳	۲۸ ،۰/۳	۱/۹۸	۰/۹۴	۱۷/۵
۴	۴۴ ،۰/۳	۳/۱	۰/۶	۲۵
۵	۶۵ ،۰/۳	۴/۶	۰/۴۱	۳۵
۶	۸۴ ،۰/۳	۵/۹	۰/۳۱	۵۰
۷	۹۷ ،۰/۳	۶/۹	۰/۲۷	۵۰
۸	۱۲۰ ،۰/۳	۸/۵	۰/۲۲	۶۰

در جدول ۸ــ۱، تعداد رشته و قطر هریک از آن‌ها، سطح مقطع سیم، مقاومت سیم در ۱۰۰ متر و حداکثر جریان دائم در سیم‌ها نشان داده شده است. برای مثال در سطر شماره‌ی (۱) مشخصات مربوط به سیمی درج شده، که از ۱۴ رشته به قطر ۰/۲۵ میلی‌متر تشکیل یافته است. سطح مقطع این سیم برابر با ۰/۶۹ میلی‌مترمربع و مقدار مقاومت ایجاد شده در مقابل عبور جریان الکتریکی از آن در هر صد متر سیم ۲/۷ اهم است. این نوع سیم برای استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی، که حداکثر شدت جریان عبور کرده از آن ۶ آمپر باشد، مناسب است.

۱ــ۱۸ــ۱ــ کد رنگ سیم‌ها: در سیم‌کشی سیستم‌های الکتریکی خودرو از رشته سیم‌های متعددی استفاده می‌شود که برای سهولت در شناسایی سیم‌های مدارهای مختلف (برای عیب‌یابی، تعویض یا تعمیر بخشی از سیم‌کشی) از رنگ‌بندی روکش سیم‌ها (کد رنگ) بهره گرفته شده است. با توجه به محدود بودن تعداد رنگ‌ها، روکش عایق سیم‌ها را به دو صورت رنگ‌بندی می‌کنند :

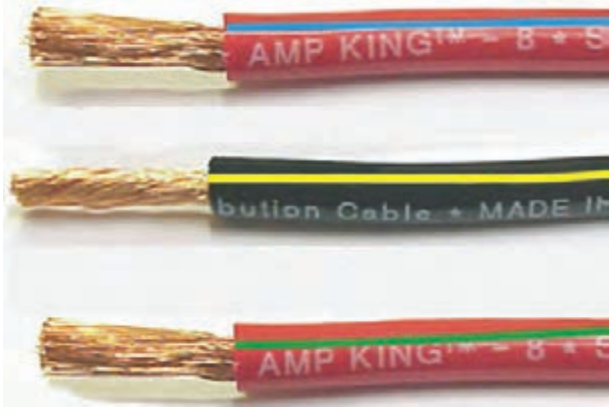
ــ روکش عایق با رنگ زمینه‌ی تک رنگ ؛

ــ روکش عایق با رنگ زمینه‌ی دو رنگ ؛

در نوع اوّل، روکش عایق سیم در کل کلاف تولید شده رنگ ثابت دارد و یک رنگ انتخاب شده است. در شکل ۹۴ــ۱، چند نمونه از سیم افشان با رنگ روکش عایق یک‌نواخت دیده می‌شود.

در نوع دوم، زمینه‌ی روکش سیم از یک رنگ انتخاب شده و برای متمایز شدن دارای نوار باریکی از یک رنگ دیگری است. در شکل ۹۵ــ۱، چند نمونه از روکش عایق سیم‌های افشان با کد رنگ قرمز با راه آبی (RL)، سیاه با راه زرد (BY) و قرمز با راه سبز (RG) نشان داده شده است.

شکل ۹۴ــ۱



شکل ۹۵ــ۱

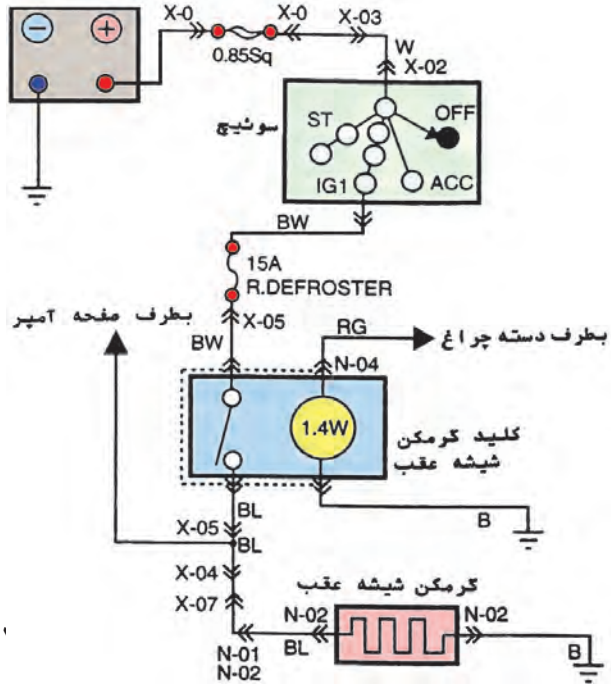
همان‌طورکه ذکر شد، رنگ عایق سیم‌ها (کد رنگ) یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها به‌شمار می‌رود، که در شناسایی سیم‌ها نقش به‌سزایی دارد. در جدول ۹ــ۱، کد رنگ استفاده شده در یک نوع خودرو دیده می‌شود. لازم است توضیح داده شود که «کد رنگ» استاندارد شده‌ای وجود ندارد و شرکت‌های خودروساز برای تولیدات خود از کد رنگ‌های مختلفی استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال برای رنگ‌هایی مانند سیاه (Black)، آبی (Blue) و قهوه‌ای (Brown)، که حرف اول هر سه رنگ با حرف (B) شروع می‌شوند، در جدول کد رنگ یک نوع خودرویی برای رنگ سیاه از حرف (B)، رنگ آبی از حرف (u) و رنگ قهوه‌ای از حرف (N) استفاده شده است.

جدول ۹ــ۱

انواع چراغ‌ها		مشخصات (وات)
چراغ‌های اصلی جلو	بالا ــ پایین	۶۰/۵۵
چراغ‌های هالوژن	بالا ــ پایین	۴۵/۴۰
چراغ‌های راهنما	جلو	۲۱
	عقب	۲۱
چراغ راهنمای بغل		۵
چراغ ترمز و چراغ خطر		۲۱/۵
چراغ‌های کوچک		۵
چراغ نمره		۵
چراغ دنده عقب		۲۱
چراغ داخل اتاق		۱۰
چراغ نقشه‌خوانی		۶
چراغ صندوق عقب		۵
چراغ‌های هشدار دهنده (صفحه آمپر)		
چراغ راهنما و فلاشر		۳/۴
چراغ نور بالا		۳/۴
چراغ گرم‌کن شیشه‌ی عقب		۳/۴
چراغ روغن		۳/۴
چراغ شارژ		۳/۴
چراغ ترمز		۳/۴
چراغ پشت صفحه آمپر		۳/۴
چراغ رادیو پخش		۱/۴
چراغ پانل بخاری		۱/۴

کاربرد کد رنگ سیم‌ها در نمودار الکتریکی مدار گرم‌کن شیشه‌ی عقب خودرویی در شکل ۹۶ــ۱ نشان داده شده است. سیم‌های استفاده شده در سیم‌کشی مدار الکتریکی عبارت‌اند از :

- ــ سفید (W)
- ــ سیاه با راه سفید (BW)
- ــ قرمز با راه سبز (RG)
- ــ سیاه (B)
- ــ سیاه با راه آبی (BL)



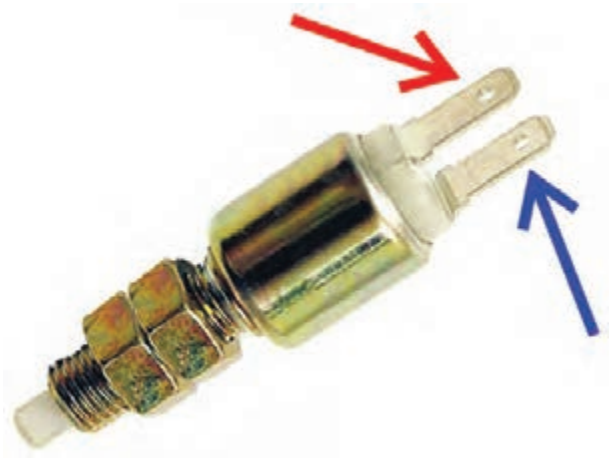
شکل ۹۶ــ۱

در بعضی از قسمت‌های سیم‌کشی خودرو مانند اتصال باتری و استارتر و... از کابل‌هایی به قطر ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متر استفاده می‌شود. در این نوع کابل‌ها تعداد رشته سیم و قطر آن‌ها از سایر سیم‌های به‌کار رفته در مدارهای الکتریکی خودرو بیش‌تر است. انتخاب کابل به‌دلیل شدت جریان مصرفی زیاد استارتر است (شدت جریان مصرفی استارتر تا ۳۰۰ آمپر است). در شکل ۹۷ــ۱، کابل مدار باتری دیده می‌شود.

شکل ۹۷ــ۱

۱۹ــ۱ــ آشنایی با سرسیم‌ها و کانکتورها[1]

دستگاه‌های الکتریکی مدارهای مختلف خودرو دارای ترمینال‌های ورود و خروج جریان الکتریکی هستند که با استفاده از سرسیم و سیم‌ها به سایر اجزای مدار مرتبط می‌شوند. در شکل ۹۸ــ۱، ترمینال‌های یک نوع سوئیچ فشاری با فلش قرمز و آبی رنگ مشخص شده است.



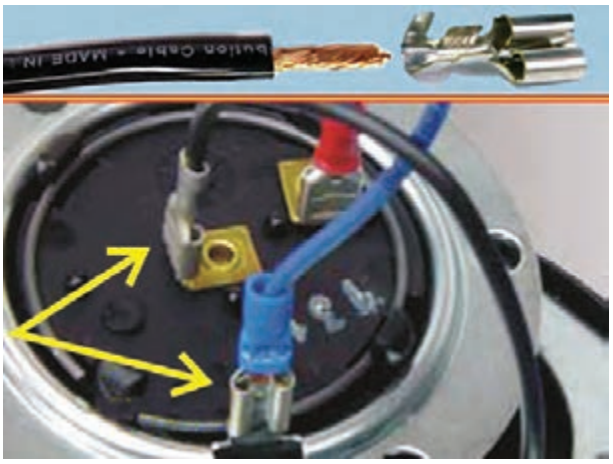
شکل ۹۸ــ۱

سرسیم‌ها معمولاً از آلیاژ مس و در اندازه و فُرم‌های مختلفی بر مبنای نوع کاربرد آن‌ها طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۹۹ــ۱، چند نوع از سرسیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو نشان داده شده است. گفتنی است در ساختن بعضی از سرسیم‌ها از آلیاژ فلز آلومینیم نیز استفاده می‌شود.

شکل ۹۹ــ۱

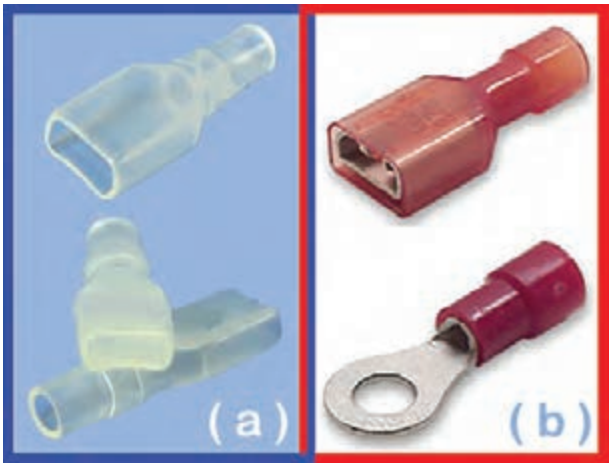
۱ــ Connector

فرم ساختمان سرسیم‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده است که به یک طرف آن‌ها قسمت فلزی سیم متصل می‌شود و طرف دیگر سرسیم روی ترمینال ورودی و یا خروجی دستگاه الکتریکی قرار می‌گیرد. با استفاده از سرسیم‌ها می‌توان اتصال دو سیم مدار را نیز برقرار نمود. در شکل ۱۰۰ــ۱، کاربرد سرسیم‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۰۰ــ۱

برای عایق‌کاری سرسیم‌ها، معمولاً از روکش‌های پلاستیکی استفاده می‌شود. که پس از اتصال قسمت فلزی سیم به سرسیم، محل اتصال را می‌پوشاند. با توجه به نوع کاربرد سرسیم‌ها، در انواعی از آن‌ها کل بدنه‌ی سرسیم نیز به‌وسیله‌ی عایق پوشانده می‌شود. در شکل ۱۰۱ــ۱ــ a، نوعی از روکش عایق سرسیم‌ها و در شکل ۱۰۱ــ۱ــ b نحوه‌ی عایق‌کاری دو نوع از سرسیم‌ها دیده می‌شود.

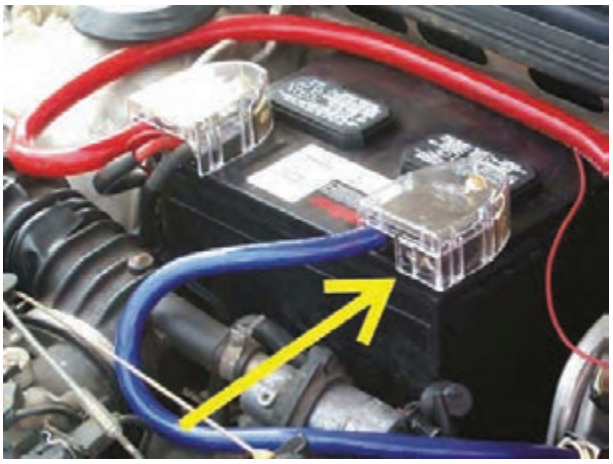


شکل ۱۰۱ــ۱

برای اتصال کابل‌ها به باتری و استارت و... در سیم‌کشی خودرو نیز از بست‌های خاصی استفاده می‌شود که اندازه و فرم ساختمان آن‌ها برحسب کاربردشان طراحی و تولید می‌شود. این نوع بست‌ها را نیز پس از وصل نمودن به قسمت فلزی کابل عایق‌کاری می‌کنند. در شکل ۱۰۲ــ۱، چند نوع بست کابل به همراه روکش عایق آن‌ها نشان داده شده است.

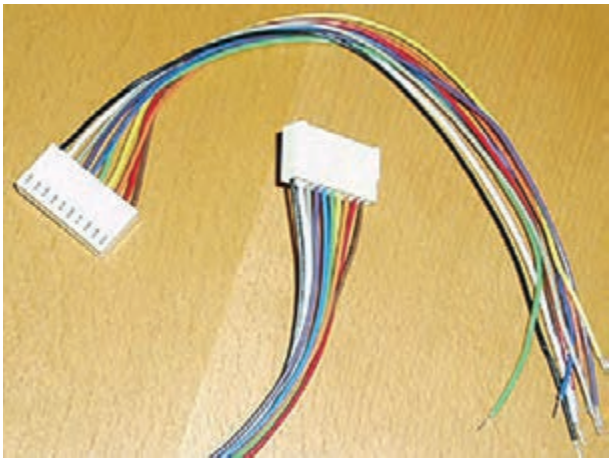
شکل ۱۰۲ــ۱

بست اتصال کابل‌های باتری به ترمینال‌های آن نیز به‌وسیله‌ی روکش‌هایی (کاور) که متناسب با ساختمان و فرم بست طراحی و ساخته شده است، برای جلوگیری از اتصال کوتاه محافظت می‌شود. در شکل ۱۰۳ــ۱، یک نوع پوشش روی بست باتری با فلش مشخص شده است.



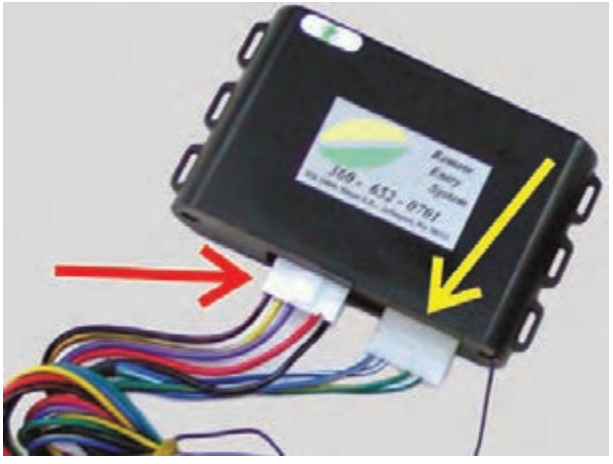
شکل ۱۰۳ــ۱

اکثر اتصالات سیم‌کشی اجزای مدار در خودروهای دهه‌ی اخیر با استفاده از کانکتور (اتصال مرکب) صورت می‌گیرد و از تعدادی سرسیم «نَری و مادگی» تشکیل شده است که در قالب یک مجموعه چندین اتصال و ارتباط الکتریکی را برقرار می‌سازد. در شکل ۱۰۴ــ۱، یک نوع کانکتور یا واسطه‌ی اتصال مرکب دیده می‌شود که اتصال تعداد ده رشته سیم مدار الکتریکی را برقرار می‌سازد.



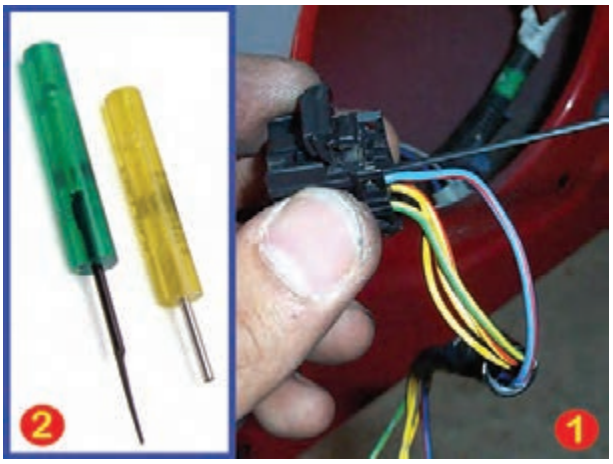
شکل ۱۰۴ــ۱

کانکتورها از نظر ابعاد و شکل ظاهری با یکدیگر متفاوت‌اند و برحسب نوع کاربردشان طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۱۰۵ــ۱، کانکتورهای مورد استفاده (برای اتصال سیم‌کشی اجزای مدار الکتریکی سیستم دزدگیر به واحد کنترل الکترونیکی آن) با فلش‌های زرد و قرمز رنگ نشان داده شده است.



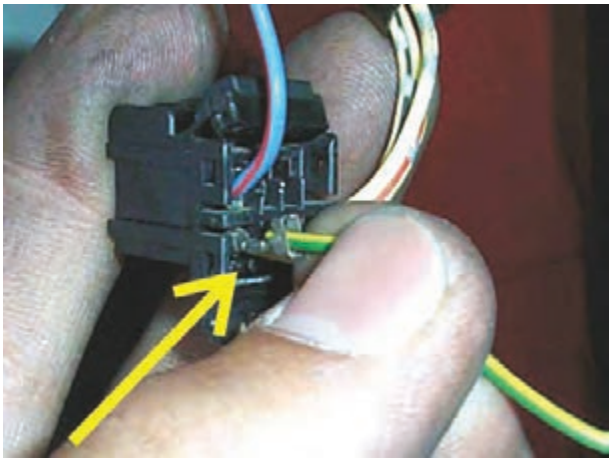
شکل ۱۰۵ــ۱

سرسیم‌های داخل کانکتورها و سوکت‌ها به‌وسیله‌ی خارهای فلزی، که در بدنه‌ی سرسیم ایجاد شده، در داخل بدنه‌ی کائوچویی کانکتور ثابت شده است و در مقابل حرکت آن در جهت عکس جا زدن سرسیم مقاومت می‌کند. برای خارج نمودن سرسیم از ابزارهای مخصوص استفاده می‌شود. توسط این ابزارها خار روی سرسیم از محل خود آزاد و از داخل کائوچویی خارج می‌شود. در شکل ۱ــ۱۰۶ــ۱، کاربرد ابزار مخصوص برای آزاد کردن سرسیم از بدنه‌ی کائوچویی کانکتور و در شکل ۲ــ۱۰۶ــ۱، دو نوع ابزار مخصوص دیده می‌شود.



شکل ۱۰۶ــ۱

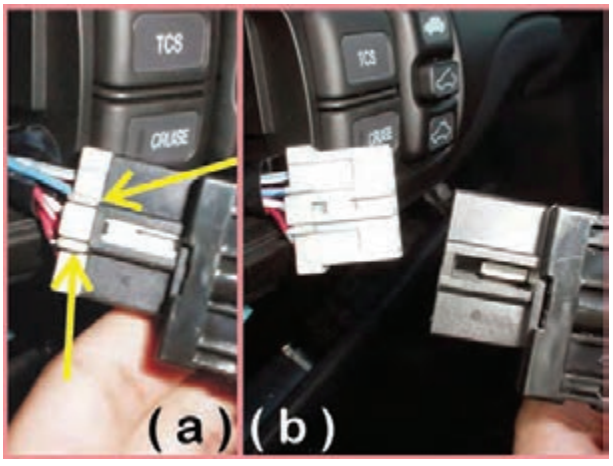
پس از آزاد شدن خار سرسیم به‌راحتی می‌توان آن را از داخل بدنه‌ی کائوچویی کانکتور بیرون آورد. در شکل ۱۰۷ــ۱، بیرون آوردن سرسیم دیده می‌شود.



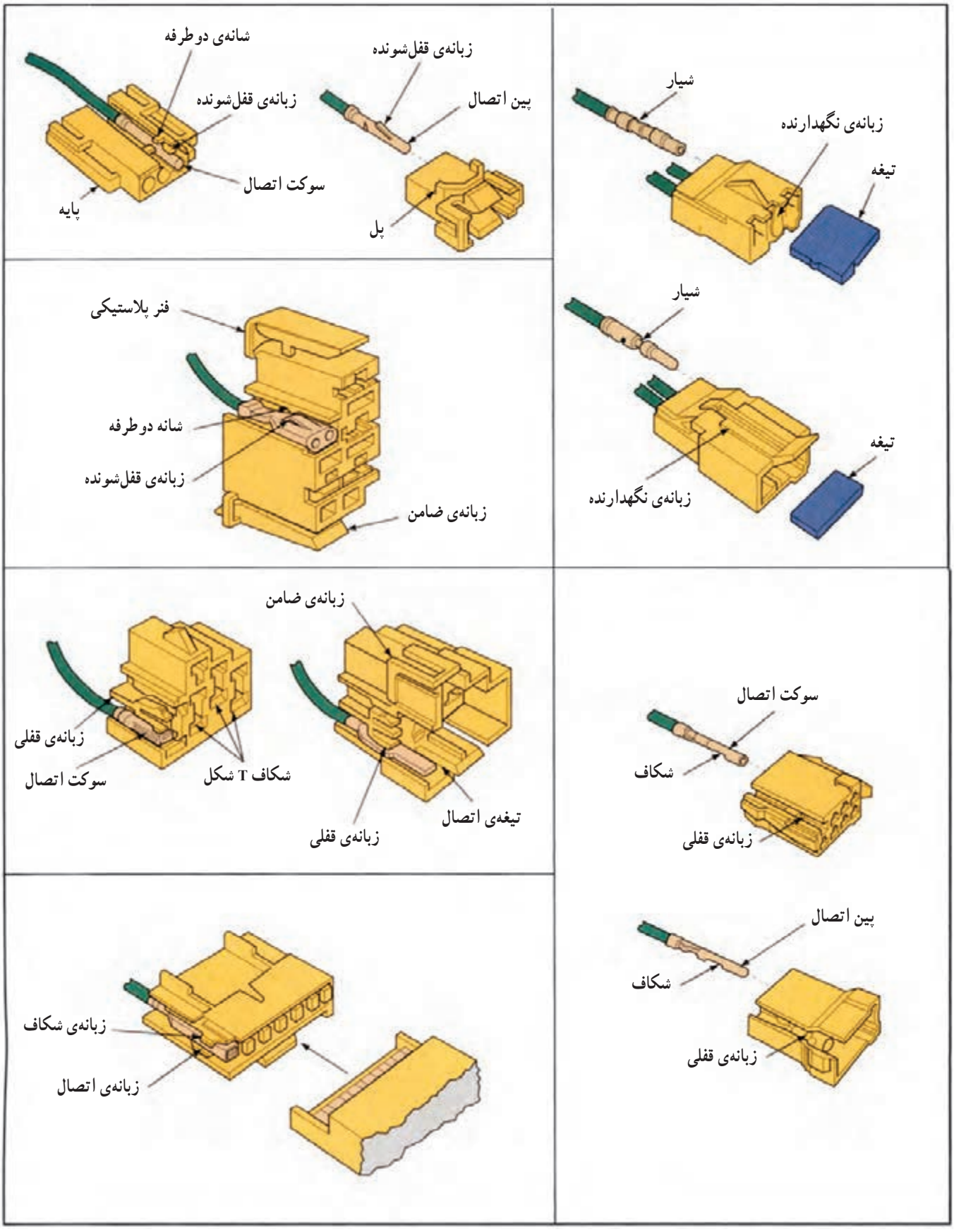
شکل ۱۰۷ــ۱

بدنه‌ی کانکتورها به‌صورت نری و مادگی است و پس از اتصال به یکدیگر (توسط خارهای پلاستیکی طراحی شده در روی بدنه) نسبت به یکدیگر ثابت می‌شوند. برای جدا کردن دو قسمت بدنه، ابتدا زائده‌ی روی خارها را به سمت داخل بدنه فشار می‌دهند، سپس آن‌ها را به‌صورت کشویی از یکدیگر جدا می‌کنند. در شکل a ۱۰۸ــ۱، زائده‌های فشاری و آزاد کننده‌ی خارها و در شکل b ۱۰۸ــ۱ جدا کردن کانکتور از سوئیچ چراغ‌های یک نوع خودرو دیده می‌شود.

چند نمونه‌ی دیگر از انواع کانکتورها و نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در داخل آن‌ها، در شکل ۱۰۹ــ۱ به‌صورت شماتیک نشان داده شده است.

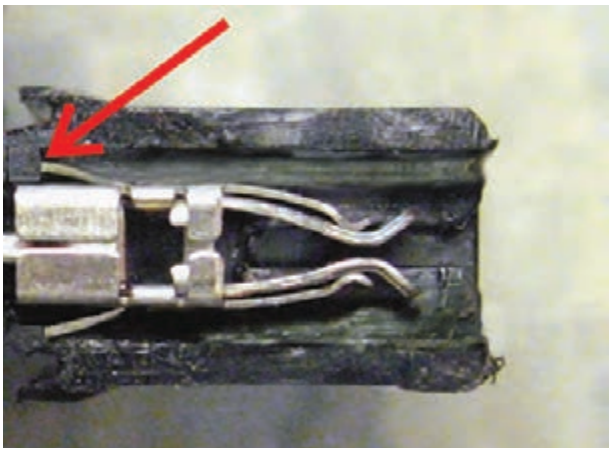


شکل ۱۰۸ــ۱


شانه‌ی دوطرفه
زبانه‌ی قفل‌شونده
زبانه‌ی قفل‌شونده
پین اتصال
سوکت اتصال
پایه
پل
شیار
زبانه‌ی نگهدارنده
تیغه
فنر پلاستیکی
شانه دوطرفه
زبانه‌ی قفل‌شونده
زبانه‌ی ضامن
شیار
تیغه
زبانه‌ی نگهدارنده
زبانه‌ی ضامن
زبانه‌ی قفلی
سوکت اتصال
شکاف T شکل
تیغه‌ی اتصال
زبانه‌ی قفلی
سوکت اتصال
شکاف
زبانه‌ی قفلی
پین اتصال
شکاف
زبانه‌ی قفلی
زبانه‌ی شکاف
زبانه‌ی اتصال

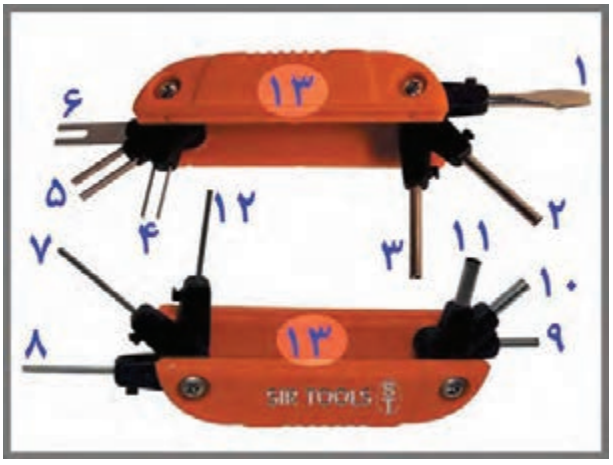
شکل ۱۰۹ــ۱

فرم ساختمان داخل کائوچویی کانکتور به نحوی طراحی شده است که در حالت عادی زائده‌ی فنری سرسیم با تکیه‌گاه داخل کائوچویی درگیر می‌شود و درنتیجه سرسیم ثابت می‌ماند. در شکل برش خورده‌ی ۱۱۰ــ۱، محل درگیری زائده‌ی فنری سرسیم با تکیه‌گاه پله‌ای داخل یک نوع کانکتور با فلش قرمز رنگ مشخص شده است.



شکل ۱۱۰ــ۱

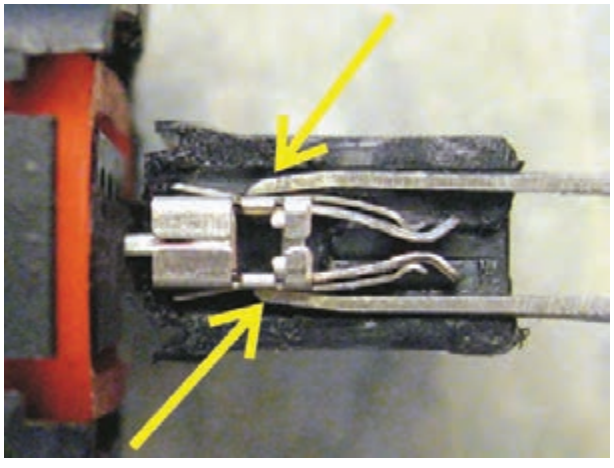
برای آزاد کردن زائده‌ی فنری سرسیم‌ها از ابزارهای مخصوصی استفاده می‌شود که نوعی از آن‌ها در شکل ۱۱۱ــ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱۱ــ۱

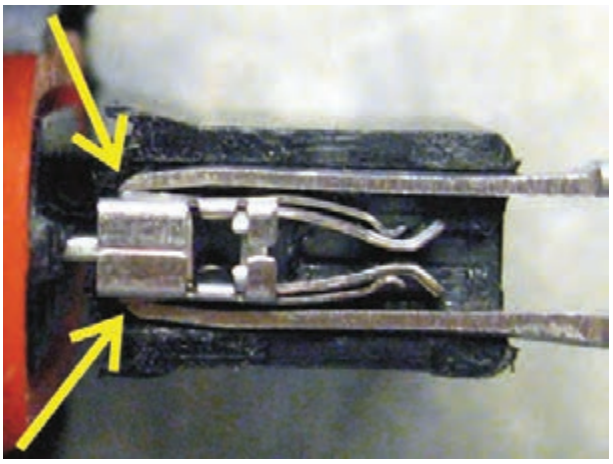
۱ــ پیچ‌گوشتی تخت
۲ــ میله‌ی لوله‌ای ۳/۳mm×۲۸mm
۳ــ لوله‌ی فنری ۳/۳mm×۲۸mm
۴ــ تیغه‌ی زوج تخت ۳mm
۵ــ تیغه‌ی زوج تخت ۱/۶ mm
۶ــ تیغه‌ی تخت شکاف‌دار ۸mm×۲۴mm
۷ــ تیغه‌ی چهارگوش (مربعی) ۱/۴mm×۱۹mm
۸ــ تیغه‌ی تخت ۲mm×۲۳mm
۹ــ میله‌ی لوله‌ای ۳mm×۱۳mm
۱۰ــ میله‌ی لوله‌ای ۳/۷۵mm×۱۳mm
۱۱ــ میله‌ی لوله‌ای ۴/۳mm×۱۳mm
۱۲ــ تیغه‌ی تخت ۱/۵mm×۲۴/۷۵mm
۱۳ــ بدنه‌ی پلاستیکی جعبه‌ی ابزار مخصوص

برای خارج نمودن سرسیم کانکتور، ابتدا ابزار مناسب انتخاب می‌شود. (ابزار مناسب این سرسیم از نوع تیغه‌ای است، به‌طوری که تیغه‌های آن را وارد فضای بین بدنه‌ی سرسیم و کائوچویی می‌کنند). در شکل برش خورده‌ی کائوچویی (شماره‌ی ۱۱۲ــ۱) وضعیت قرار گرفتن ابزار مخصوص در شیار داخل کانکتور با فلش مشخص شده است.



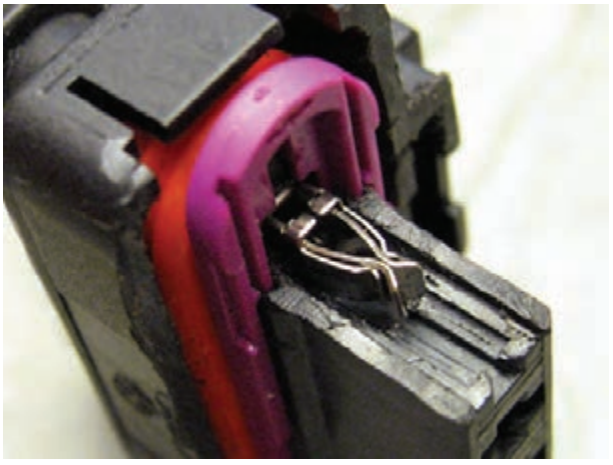
شکل ۱۱۲ــ۱

سر تیغه‌ای ابزار، هنگام حرکت طولی در داخل کانکتور، زائده‌های فنری سرسیم را به سمت داخل جمع می‌کند و حالت درگیری آن‌ها را با پله‌ی کائوچویی آزاد می‌سازد. در شکل برش خورده‌ی کائوچویی (شماره‌ی ۱۱۳ــ۱) جمع کردن زائده‌های فنری سرسیم به‌وسیله‌ی ابزار تیغه‌ای نشان داده شده است.



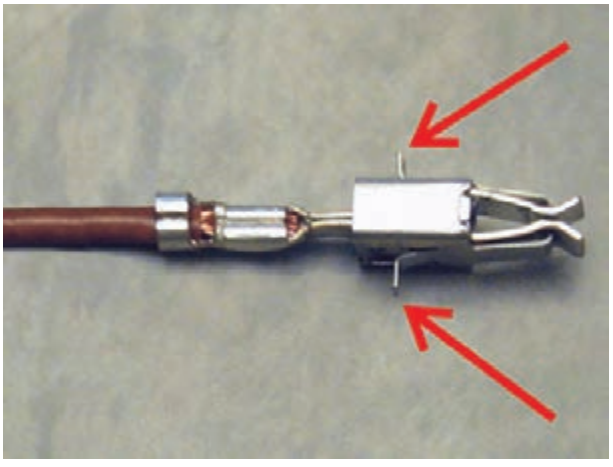
شکل ۱۱۳ــ۱

پس از آزاد کردن زائده‌ها می‌توان به‌راحتی سرسیم را از داخل محل خود خارج نمود. در شکل برش خورده‌ی شماره‌ی ۱۱۴ــ۱ خارج کردن سرسیم از داخل کائوچویی کانکتور نشان داده شده است.



شکل ۱۱۴ــ۱

سرسیم و سیم اتصال مدار الکتریکی و زائده‌های فنری آن، که با فلش‌های قرمز رنگ در شکل ۱۱۵ــ۱ مشخص شده است، پس از خارج نمودن آن از داخل بدنه‌ی کائوچویی کانکتور، نشان داده شده است.



شکل ۱۱۵ــ۱

۲۰ــ۱ــ ابزارهای مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

ابزارهای عمومی مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو عبارت است از :

ــ انبردست

ــ انبر دم‌باریک

ــ سیم‌چین

ــ انواع آچار پیچ‌گوشتی، چهارسو و آچارپیچ‌گوشتی تخت

ــ آچار بکس

ــ آچار شش‌گوش (آلن)

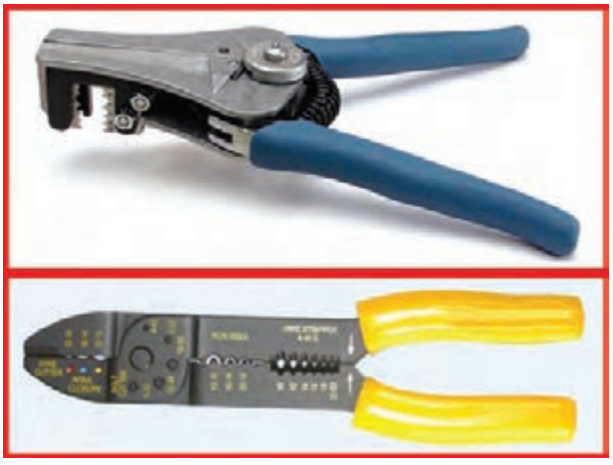
ــ آچار رینگی

ــ آچار تخت

درشکل ۱۱۶ــ۱، تعدادی از انواع ابزارهای عمومی نشان داده شده است.

شکل ۱۱۶ــ۱

از دیگر ابزارهای مخصوص مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو، می‌توان از سیم‌لخت‌کن، انبر چندکاره‌ی سیم‌لخت‌کن، پرچ‌کن و سیم‌بر نام برد. در شکل ۱۱۷ــ۱، انبرسیم‌لخت‌کن و انبر چندکاره‌ی مورداستفاده در سیم‌کشی خودرو دیده می‌شود.



شکل ۱۱۷ــ۱

کاربرد تعدادی از ابزار سیم‌کشی در شکل ۱۱۸ــ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱۱۸ــ۱

۲۱ــ۱ــ ابزار و وسایل عایق‌کاری

ابزار و وسایل مورداستفاده در عایق‌کاری سیم‌کشی اجزای مدارهای الکتریکی خودرو عبارت است از :

ــ عایق‌های تیوبی شکل

ــ دمنده‌ی هوای گرم

ــ نوارچسب پلاستیکی

ــ لوله‌های عایق پی‌وی‌سی (PVC)

ــ هویه و وسایل لحیم‌کاری نرم

در شکل ۱۱۹ــ۱، چند نوع ابزار و وسایل عایق‌کاری به ترتیب زیر نشان داده شده است :

دستگاه دمنده‌ی هوای گرم با شماره‌ی (۱)

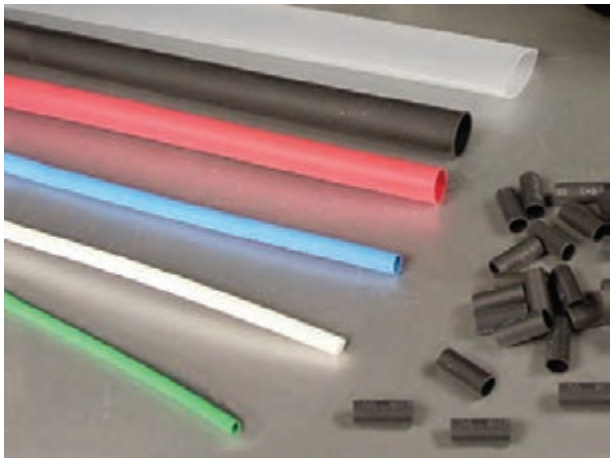
دستگاه هویه برقی با شماره‌ی (۲)

لوله عایق الکتریسیته از جنس پی‌وی‌سی (PVC) با شماره‌ی (۳)

عایق‌های تیوبی با شماره‌ی (۴)

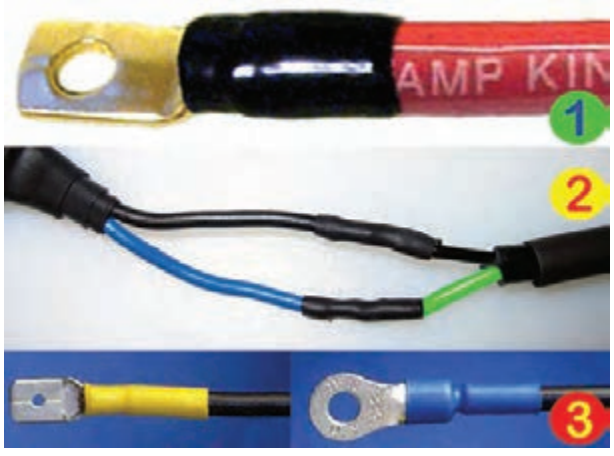
شکل ۱۱۹ــ۱

عایق‌های تیوبی شکل برای روکش کردن و عایق‌کاری محل اتصال دو قطعه سیم یا محل اتصال سیم به سرسیم‌ها به‌کار می‌روند. این نوع عایق در مقابل حرارت منقبض می‌شود و محل اتصال را به‌خوبی می‌پوشاند. در شکل ۱۲۰ــ۱، عایق‌های تیوبی شکل مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو با قطرهای متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۱۲۰ــ۱

کاربرد عایق‌های تیوبی در شکل ۱۲۱ــ۱ برای عایق‌کاری محل اتصال کابل و سرسیم مخصوص ترمینال آلترناتور با شماره‌ی (۱)، عایق‌کاری محل اتصال سیم‌ها به یکدیگر با شماره‌ی (۲) و عایق‌کاری سرسیم‌ها به سیم‌های مدار الکتریکی با شماره‌ی (۳) نشان داده شده است.



شکل ۱۲۱ــ۱

برای حرارت دادن عایق‌های تیوبی شکل از دستگاه‌های تولید حرارت و هوای گرم (دمنده‌ی حرارت) استفاده می‌شود. حرارت در این دستگاه‌ها به دو طریق ایجاد می‌شود :

ــ الکتریکی

ــ با استفاده از انرژی گاز (شکل الف ــ ۱۲۲ــ۱)

در دستگاه‌های الکتریکی از المنت حرارتی، که درون محفظه‌ی جلوی دستگاه قرار دارد، استفاده شده است و حدّ تولید حرارت در آن به‌وسیله‌ی ترموکوپل (حسگر درجه‌ی حرارت) کنترل می‌شود. در شکل ب ــ ۱۲۲ــ۱ اجزای داخلی دستگاه دمنده‌ی هوای گرم دیده می‌شود :

۱ــ ترموکوپل (حسگر درجه‌ی حرارت)

۲ــ محفظه‌ی المنت حرارتی

۳ــ نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی حرارت

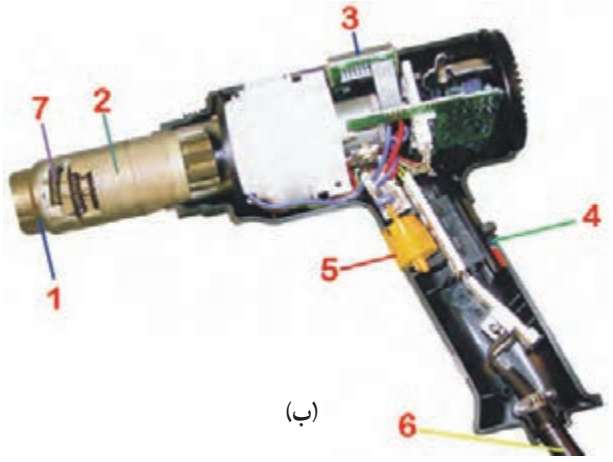
۴ــ سوئیچ روشن و خاموش دستگاه

۵ــ سوئیچ کنترل‌کننده‌ی جریان هوا

۶ــ سیم اتصال برق دستگاه

۷ــ المنت

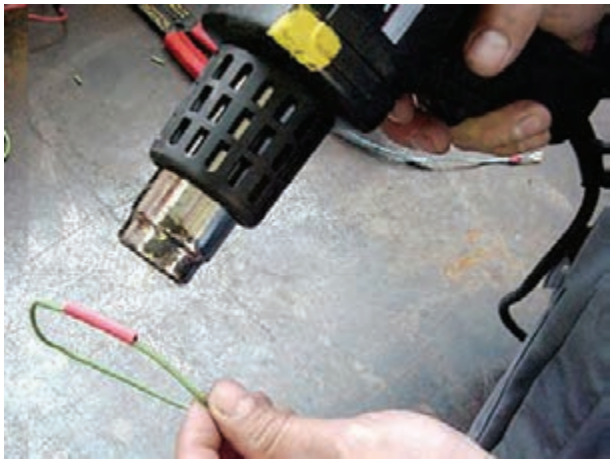
(الف)



(ب)

شکل ۱۲۲ــ۱

کاربرد دستگاه دمنده‌ی هوای گرم نوع الکتریکی در شکل ۱۲۳ــ۱دیده می‌شود.

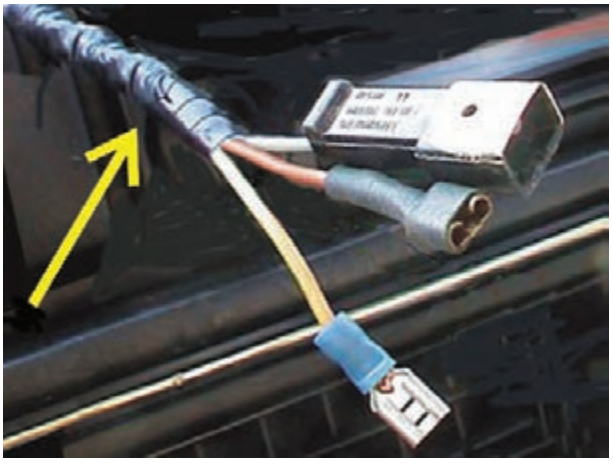


شکل ۱۲۳ــ۱

در دستگاه‌های نوع گازی، حرارت مؤثر برای انقباض عایق تیوبی از سوختن گاز خروجی از دستگاه حاصل می‌شود. وظیفه‌ی کنترل و تنظیم شعله به‌عهده‌ی کلید چرخانی است که در شکل شماره‌ی ۱۲۴ــ۱ با فلش زرد رنگ نشان داده شده است. ایجاد جرقه برای راه‌اندازی دستگاه و اشتعال گاز نیز با فشار دادن اهرمی، که به‌وسیله‌ی فلش قرمز رنگ مشخص شده است، انجام می‌شود.

شکل ۱۲۴ــ۱

نوارچسب پلاستیکی نیز از وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودروها به‌شمار می‌رود، که می‌توان با استفاده از آن محل اتصال دو قطعه سیم را عایق‌بندی کرد. بیش‌ترین کاربرد نوارچسب‌های پلاستیکی به نوارپیچی دسته سیم‌های خارج شده از درخت سیم (سیم‌کشی) خودرو اختصاص می‌یابد. در شکل ۱۲۵ــ۱ نوار چسب پلاستیکی به‌کار رفته در نوارپیچی و عایق‌کاری قسمتی از سیم‌های متصل به سوئیچ چراغ‌ها در یک نوع خودرو، با فلش نشان داده شده است.



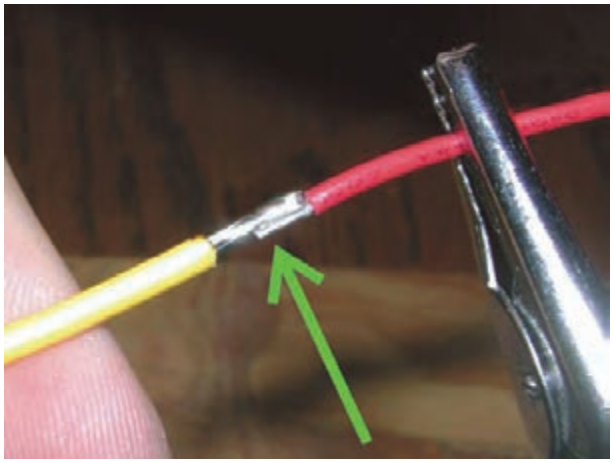
شکل ۱۲۵ــ۱

در گذشته، سیم‌های به‌کار رفته در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها معمولاً به وسیله‌ی نوارهای پلاستیکی کلاف‌بندی و عایق‌کاری می‌شد، ولی امروزه سیم‌ها را از داخل لوله‌هایی از جنس پلاستیک و پی‌وی‌سی (PVC) عبور می‌دهند. استفاده از لوله‌های یادشده، ضریب اطمینان عایق‌بندی را نسبت به روش نوارپیچی افزایش داده است. در شکل ۱۲۶ــ۱، کاربرد نوعی پی‌وی‌سی (PVC) در عایق‌کاری سیم به‌کار رفته در مدار الکتریکی خودرو نشان داده شده است.

شکل ۱۲۶ــ۱

۲۲ــ۱ــ لحیم‌کاری

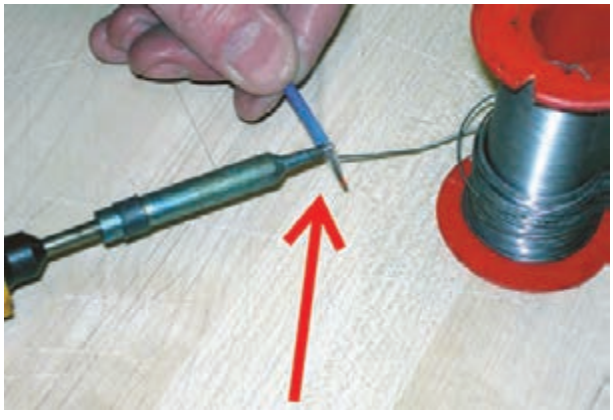
لحیم‌کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله‌ی فلز یا آلیاژ ثالث است، که در دو نوع لحیم‌کاری سخت و لحیم‌کاری نرم انجام می‌شود. نوع دوم آن یعنی لحیم‌کاری نرم، در سیم‌کشی خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش درجه‌ی حرارت بسیار پایین‌تر از نقطه‌ی ذوب عناصر مورد لحیم‌کاری است و عمل لحیم‌کاری در درجه‌ی حرارت پایین‌تر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد. در شکل ۱۲۷ــ۱ اتصال دو سیم به روش لحیم‌کاری دیده می‌شود، برای گرم کردن سیم و ذوب لحیم از هویه‌های الکتریکی، که در دو نوع مقاومتی (هویه قلمی) و ترانسفورماتوری (هویه هفت‌تیری) طراحی و تولید شده است، استفاده می‌شود. در هویه‌های نوع قلمی یک سیم مقاومت دارد، که در داخل پوششی از عایق قرار دارد، در اطراف میله‌ی مسی هویه پیچیده شده است و هنگام اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی از مقاومت، انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود و باعث داغ شدن میله‌ی مسی هویه می‌گردد. با تماس دادن میله‌ی مسی هویه به‌سیم و آلیاژ لحیم، سیم گرم شده و لحیم ذوب می‌شود. در شکل ۱۲۸ــ۱، یک نوع هویه‌ی قلمی (مقاومتی)، پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه و مفتول لحیم نشان داده شده است.



شکل ۱۲۷ــ۱

شکل ۱۲۸ــ۱

هنگام لحیم‌کاری سیم افشان، ابتدا قسمت بدون روکش عایق سیم را به‌وسیله‌ی هویه گرم می‌کنند و سپس محل موردنظر را با سیم لحیم پوشش می‌دهند تا رشته‌های سیم‌افشان با یکدیگر یک‌پارچه شوند. در شکل ۱۲۹ــ۱، لحیم‌کاری سیم‌افشان دیده می‌شود.



شکل ۱۲۹ــ۱

در طراحی هویه‌های نوع ترانسفورماتوری (هفت‌تیری) از اصول مغناطیس و القای متقابل استفاده شده است. به این صورت، که از یک سیم‌پیچ با حلقه‌های زیاد (سیم‌پیچ اولیه) و سیم‌پیچ دیگر با حلقه‌های کم (۱ الی ۳ حلقه) به نام سیم‌پیچ ثانویه‌ای که به میله‌ی حرارتی قابل تعویض هویه متصل می‌باشد تشکیل شده است. در نتیجه هنگام عبور جریان الکتریکی از سیم‌پیچ اولیه در سیم‌پیچ ثانویه حرارت زیادی تولید می‌شود و به میله‌ی مسی هویه انتقال می‌یابد. در شکل ۱۳۰ــ۱، یک نوع هویه‌ی هفت تیری دیده می‌شود، که در آن میله‌ی حرارتی قابل تعویض هویه با شماره‌ی (۱)، بدنه‌ی دستگاه با شماره‌ی (۲)، لامپ اخطار روشن بودن دستگاه با شماره‌ی (۳)، شستی فشاری راه‌انداز هویه با شماره‌ی (۴)، محل قرار داشتن سیم‌پیچ‌ها با شماره‌ی (۵) و مفتول لحیم با شماره‌ی (۶) مشخص شده است.

شکل ۱۳۰ــ۱

کاربرد هویه‌ی برقی هفت‌تیری در لحیم‌کاری سیم‌افشان در شکل ۱۳۱ــ۱، دیده می‌شود.

شکل ۱۳۱ــ۱

در هنگام لحیم‌کاری به نکات زیر توجه کنید :

ــ سرمسی هویه را کاملاً تمیز کنید.

ــ موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن قرار دهید تا ذوب شود.

برای لحیم کردن دوسر سیم افشان بهتر است که قبلاً آن‌ها لحیم اندود شوند. سپس، به‌وسیله‌ی هویه و با حرارت دادن آن‌ها را به یکدیگر متصل کنید.

ــ از مفتول لحیم به مقدار مورد نیاز استفاده کنید. به‌کار بردن آلیاژ لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.

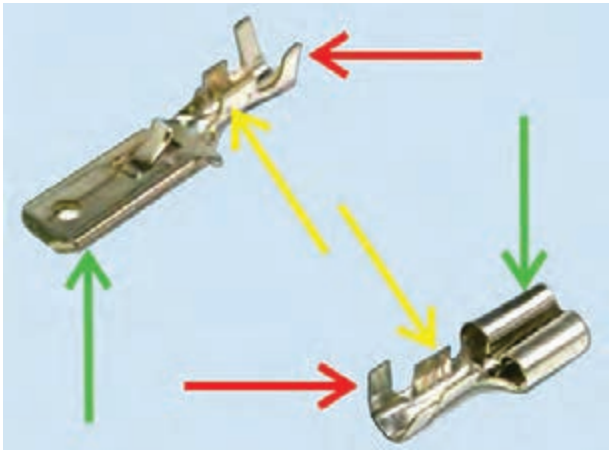
ــ هنگام لحیم‌کاری اجزای الکترونیکی، سر هویه را به مدت طولانی در محل اتصال قرار ندهید، زیرا حرارت اضافی به آسیب‌دیدن المان‌های الکترونیکی منجر می‌شود.

شکل ۱۳۲ــ۱

پس از لحیم‌کاری هویه را در روی پایه‌ی مخصوص هویه قرار دهید، زیرا سر مسی هویه داغ و خطرآفرین است. در شکل ۱۳۲ــ۱، یک نوع پایه‌ی هویه برقی نشان داده شده است.

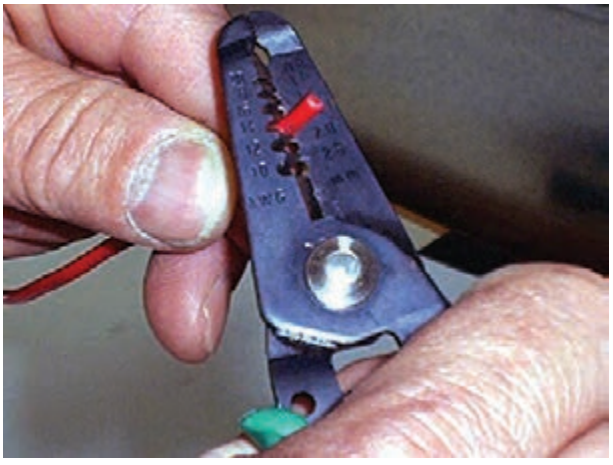
۲۳ــ۱ــ اصول و روش اتصال سرسیم به سیم و کابل

ساختمان بدنه‌ی سرسیم‌ها از دو قسمت اصلی تشکیل شده است که به بخشی از بدنه‌ی آن قسمت فلزی سیم پرچ شده و ابتدای سرسیم به‌صورت نری و مادگی به یکدیگر و یا به ترمینال دستگاه الکتریکی متصل می‌شود. در شکل ۱۳۳ــ۱، زائده‌هایی که روی قسمت فلزی سیم پرچ می‌شوند با فلش زردرنگ، زائده‌هایی که روکش عایق سیم را دربرمی‌گیرند با فلش قرمزرنگ، اتصال فیشی (کشویی) سرسیم‌ها به یکدیگر و یا ترمینال‌های دستگاه الکتریکی با فلش سبزرنگ، نشان داده شده است.



شکل ۱۳۳ــ۱

ــ برای وصل کردن سرسیم به سیم، ابتدا قسمتی از روکش عایق سیم در اندازه‌ی مورد نیاز به وسیله‌ی انبر سیم‌لخت‌کن از روی مغزی فلزی سیم جدا می شود. دهانه‌ی انبر دارای سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف است که هرکدام از آن‌ها با توجه به قطر مغزی سیم‌های متداول تولید شده در صنعت ایجاد شده است. شکل ۱۳۴ــ۱، کاربرد انبر مخصوص سیم لخت‌کن را هنگام جدا کردن روکش عایق نشان می‌دهد.



شکل ۱۳۴ــ۱

در اتصال سرسیم به سیم‌افشان، بهتر است که ابتدا قسمت بدون عایق سیم را با استفاده از لحیم نرم لحیم‌کاری نمود. با این عمل رشته‌های سیم‌افشان با یکدیگر یک‌پارچه می‌شوند و عمر اتصال سیم و سرسیم افزایش می‌یابد. در شکل ۱۳۵ــ۱ سیم افشان لحیم‌کاری شده دیده می‌شود.

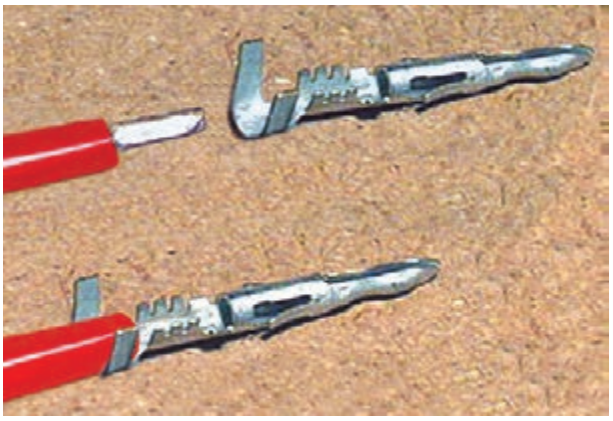
شکل ۱۳۵ــ۱

پس از لحیم‌کاری، سیم را به‌نحوی در داخل سرسیم قرار می‌دهند که فلز سیم و قسمتی از روکش عایق مابین زائده‌های سرسیم قرار گیرد. شکل ۱۳۶ــ۱ نحوه‌ی قرار گرفتن سیم آماده شده در داخل زائده‌های یک نوع سرسیم مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو نشان داده شده است.

پرچ‌کاری سرسیم‌ها، معمولاً به دو روش انجام می‌شود :

ــ به‌وسیله‌ی انبردست معمولی یا انبردم‌باریک ؛

ــ با استفاده از انبر مخصوص پرچ‌کن سرسیم ؛



شکل ۱۳۶ــ۱

هنگام استفاده از انبردست، ابتدا زائده‌های روکش‌دار سیم پرچ و سیم داخل سرسیم ثابت، نگه‌داشته می‌شود. سپس، زائده‌های مغزی سیم را به‌نحوی پرچ می‌کنند که بین مغزی سیم و سرسیم اتصال مطمئن ایجاد می‌شود در شکل ۱۳۷ــ۱، اتصال سرسیم به سیم پس از پرچکاری آن به‌وسیله‌ی انبردست دیده می‌شود.

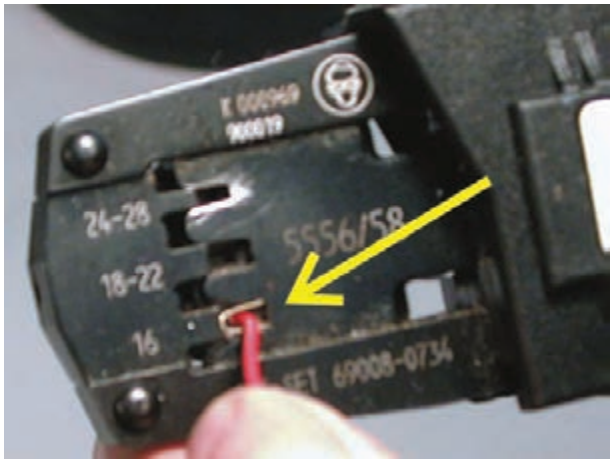
شکل ۱۳۷ــ۱

انبر مخصوص پرچکاری سرسیم به نحوی طراحی شده است که پس از قرار گرفتن سرسیم و سیم داخل شیار فکّ انبر، نیروی اعمال شده به اهرم دستی انبر به فکّ متحرک آن منتقل می‌شود و باعث پرچ یکنواخت زائده‌های سرسیم در روی سیم می‌گردد. شکل ۱۳۸ــ۱، پرچ سرسیم را به‌وسیله‌ی انبر مخصوص نشان می‌دهد.

سرسیم و بست‌های متصل به کابل از سرسیم‌های معمولی بزرگ‌تر و ضخیم‌تر است و پرچ کردن آن‌ها با ابزار و وسایل پرچ سرسیم‌ها متفاوت است برای اتصال کابل به سرسیم و بست مخصوص آن از وسایل زیر استفاده می‌شود :

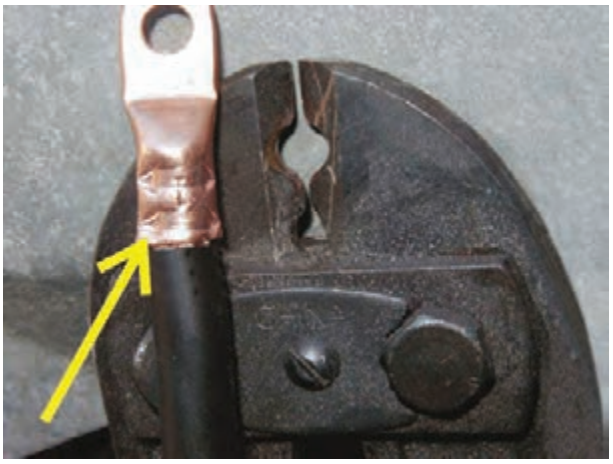
ــ انبر پرچ کن مخصوص کابل ؛

ــ دستگاه سنبه‌ی ماتریس پرچکاری.



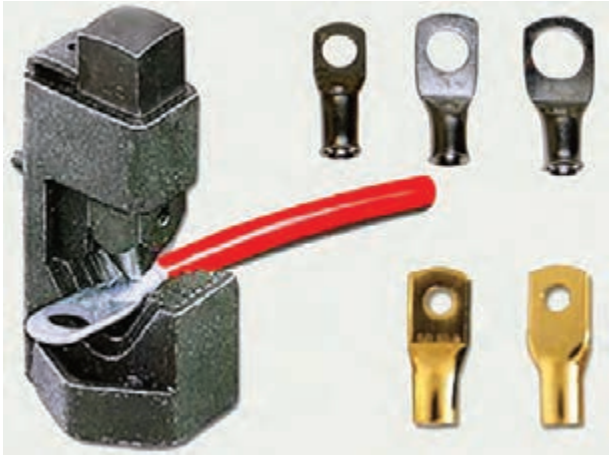
شکل ۱۳۸ــ۱

برای اجرای پرچکاری و اتصال کابل به سرسیم، ابتدا روکش عایق قسمتی از کابل را به‌وسیله‌ی چاقوی مخصوص کابل جدا می‌کنند و آن را داخل قسمت توخالی انتهای سرسیم قرار می‌دهند. سپس، سرسیم را مابین فک‌های انبر پرچکاری قرار می‌دهند با اعمال نیرو به دسته‌های انبر در بدنه‌ی سرسیم تغییرشکل حاصل می‌شود، به‌طوری که سیم کابل درون سرسیم ثابت می‌ماند. در شکل ۱۳۹ــ۱، پرچکاری سرسیم و کابل و انبر مخصوص پرچ کابل نشان داده شده است. در تصویر اثر دهانه‌ی فک انبر و تغییرشکل ایجاد شده در روی سرسیم با فلش زردرنگ مشخص شده است.



شکل ۱۳۹ــ۱

وسیله‌ی دیگری که برای پرچ کردن سرسیم کابل کاربرد دارد و مورد استفاده قرار می‌گیرد دستگاه سنبه ماتریس است که با اعمال نیرو توسط سنبه‌ی آن به سرسیم کابل، ساقه‌ی سرسیم فشرده شده و روی سیم کابل پرچ می‌شود. در شکل ۱۴۰ــ۱ عملکرد دستگاه پرچ‌کن و تعدادی از سرسیم‌های کابل دیده می‌شود.

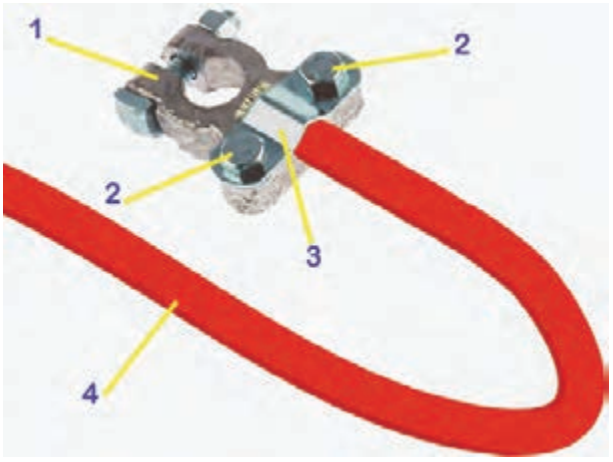


شکل ۱۴۰ــ۱

در خودروهای جدید بست‌های اتصال کابل به باتری، استارتر و ... به نحوی طراحی شده‌اند که به پرچ‌کاری نیاز ندارند و قسمت فلزی (سیم) کابل به‌وسیله‌ی پیچ در درون بدنه‌ی بست ثابت نگه‌داشته می‌شود. در شکل ۱۴۱ــ۱، بست‌های اتصال کابل و نحوه‌ی اتصال کابل و بست نشان داده شده است. پیچ آلن نگه‌دارنده‌ی سیم کابل در درون بست، با فلش آبی رنگ، مشخص شده است.

شکل ۱۴۱ــ۱

از بست‌های دیگری که اتصال کابل به آن به‌وسیله‌ی پیچ و مهره انجام می‌شود بست اتصال کابل به ترمینال‌های باتری است. در این نوع بست‌ها قسمت بدون عایق کابل مابین صفحه‌ی نگه‌دارنده و بدنه‌ی بست قرار می‌گیرد و به‌وسیله‌ی پیچ در محل خود ثابت می‌شود. در شکل ۱۴۲ــ۱، بست ترمینال و باتری با شماره‌ی (۱)، پیچ‌های اتصال صفحه به بدنه‌ی بست با شماره‌ی (۲)، صفحه‌ی نگه‌دارنده‌ی سیم کابل با شماره‌ی (۳) و کابل باتری با شماره‌ی (۴) مشخص شده است.



شکل ۱۴۲ــ۱

۲۴ــ۱ــ دستورالعمل لحیم‌کاری و عایق‌کاری در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

زمان	۸ ساعت

• وسایل مورد نیاز

ــ سیم‌افشان، مطابق با کد رنگ سیم‌های مدار الکتریکی

ــ سرسیم

ــ کانکتور

ــ عایق لوله‌ای (تیوبی)

ــ انبر سیم‌لخت‌کن

(در شکل ۱۴۳ــ۱، انواع عایق‌تیوبی یا لوله‌ای به همراه سرسیم و کانکتور و انواع سیم‌افشان با کد رنگ مختلف و دستگاه سیم‌لخت‌کن اتوماتیک نشان داده شده است).

شکل ۱۴۳ــ۱

ــ قیچی

ــ سیم‌چین

ــ هویه برقی

ــ لحیم

ــ دستگاه دمنده‌ی هوای گرم

(در شکل ۱۴۴ــ۱، تعدادی از ابزارهای مورد استفاده در لحیم‌کاری و عایق‌کاری مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود).

شکل ۱۴۴ــ۱

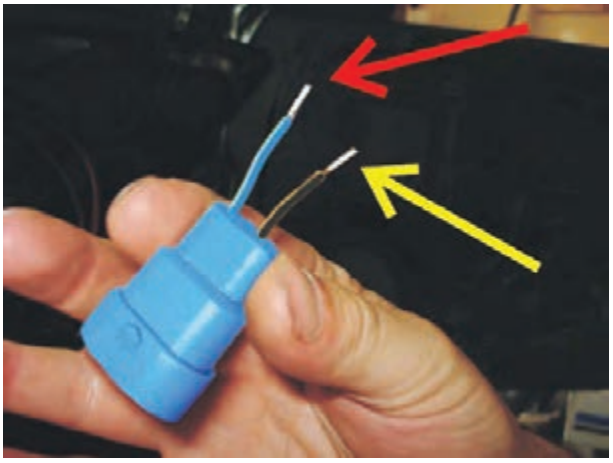
نکات ایمنی: در هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی خودرو برای جلوگیری از اتصال کوتاه، ابتدا اتصال ترمینال منفی باتری را جدا کنید. در شکل ۱۴۵ــ۱، باز کردن مهره‌ی بست ترمینال باتری دیده می‌شود. پس از باز کردن مهره، بست کابل را از قطب منفی باتری جدا کنید.

شکل ۱۴۵ــ۱

در صورتی که روکش عایق سیم‌های کانکتور اجزای هرکدام از مدارهای الکتریکی آسیب دیده باشد برای اتصال مجدد و عایق‌بندی آن‌ها به ترتیب زیر عمل کنید :

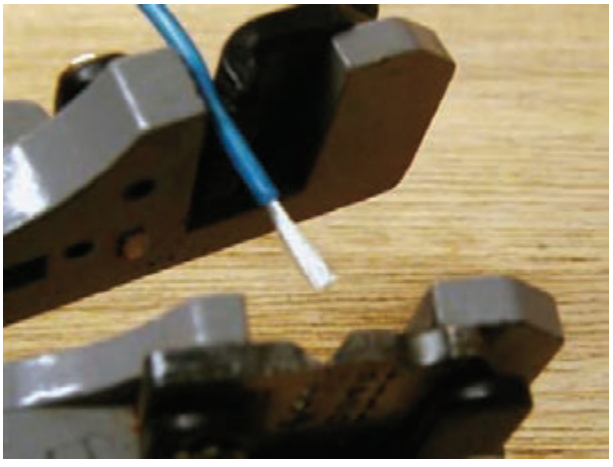
ــ با استفاده از سیم‌لخت‌کن، روکش عایق سیم‌های متصل به کانکتور را به اندازه‌ی لازم جدا کنید.

ــ مغزی سیم‌ها را به وسیله‌ی هویه لحیم اندود کنید تا رشته‌های سیم‌افشان یک‌پارچه شود. شکل ۱۴۶ــ۱، سیم‌های متصل به کانکتور را پس از لحیم‌کاری نشان می‌دهد.



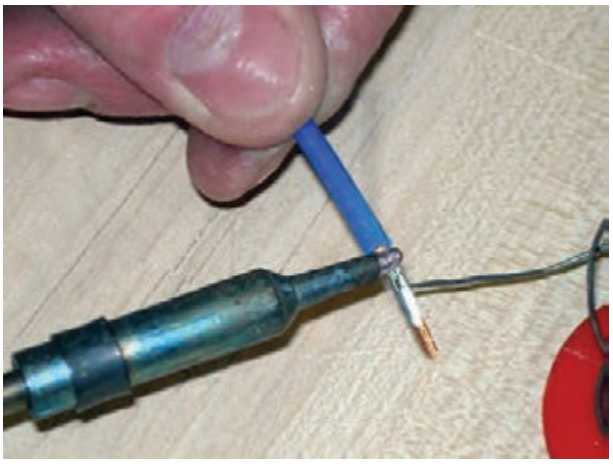
شکل ۱۴۶ــ۱

ــ روکش عایق سیم‌های متصل به سیم‌کشی مدارالکتریکی را به‌وسیله‌ی دستگاه سیم‌لخت اتوماتیک از روی فلز سیم‌ها جدا کنید. در شکل ۱۴۷ــ۱، جدا کردن عایق روی سیم دیده می‌شود.



شکل ۱۴۷ــ۱

ــ مغزی سیم قسمت سیم‌کشی مدار را نیز به‌وسیله‌ی هویه لحیم اندود کنید تا رشته‌های سیم افشان با یکدیگر یک‌پارچه شوند. در شکل ۱۴۸ــ۱، کاربرد هویه‌ی برقی برای لحیم‌کاری سیم‌افشان نشان داده شده است.

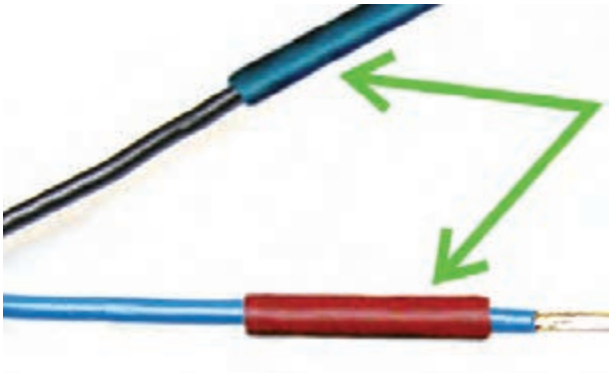


شکل ۱۴۸ــ۱

ــ عایق تیوبی (لوله‌ای) را به‌وسیله‌ی قیچی در اندازه‌ی مورد نیاز ببرید. در شکل ۱۴۹ــ۱، بریدن عایق لوله‌ای در قطعه‌های لازم نشان داده شده است.

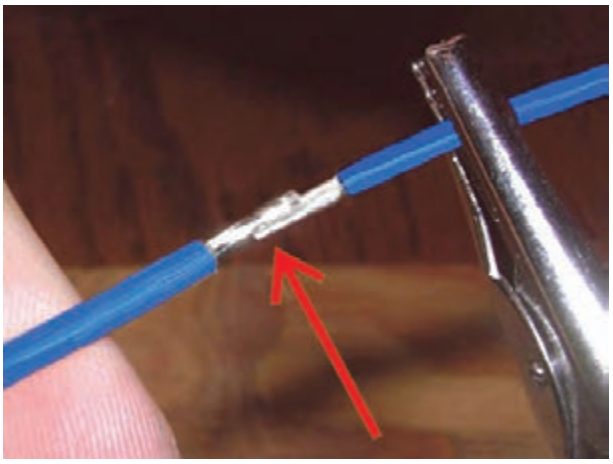
شکل ۱۴۹ــ۱

ــ عایق‌های لوله‌ای را به روی سیم‌ها قرار دهید. شکل ۱۵۰ــ۱، عایق‌های تیوبی (لوله‌ای) را پس از قرار گرفتن آن‌ها در روی سیم‌های مدار الکتریکی نشان می‌دهد.



شکل ۱۵۰ــ۱

ــ دوسر سیم‌های کانکتور و مدار الکتریکی را کنار هم قرار دهید و آن دو را به یکدیگر لحیم کنید. در شکل ۱۵۱ــ۱، اتصال سیم‌ها پس از لحیم نمودن آن‌ها به‌وسیله‌ی هویه‌ی برقی با فلش نشان داده شده است.



شکل ۱۵۱ــ۱

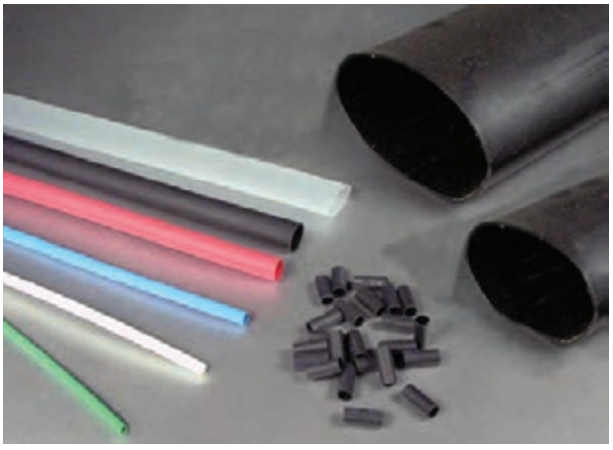
عایق‌های تیوبی را به محل اتصال دوسیم هدایت کنید به‌نحوی که روی قسمت لحیم‌کاری شده قرار گیرد. سپس، عایق تیوبی را به‌وسیله‌ی دمنده‌ی هوای گرم حرارت دهید تا منقبض شود. محل اتصال را بپوشاند. در شکل ۱۵۲ــ۱، حرارت دادن عایق به‌وسیله‌ی دمنده‌ی هوای گرم دیده می‌شود.

شکل ۱۵۲ــ۱

ــ در صورتی که محل نصب سرسیم‌ها درداخل کائوچویی کانکتور به صورتی باشد که انتهای سرسیم‌ها بیرون از بدنه و یا در معرض اتصال کوتاه قرار گیرد انتهای بدنه کانکتور را نیز عایق‌بندی کنید. در شکل ۱۵۳ــ۱، محل نصب سرسیم‌ها در داخل کائوچویی یک نوع کانکتور مدار الکتریکی خودرویی دیده می‌شود.

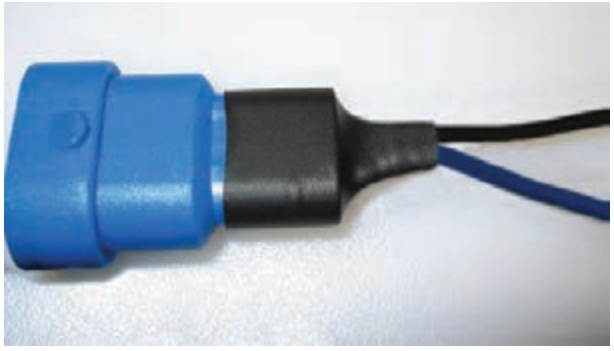
شکل ۱۵۳ــ۱

ــ برای عایق‌بندی بدنه‌ی کانکتور، ابتدا عایق لوله‌ای با قطر مناسب را انتخاب کنید. در شکل ۱۵۴ــ۱، تعدادی از انواع عایق‌های تیوبی شکل (لوله‌ای) با قطرهای مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱۵۴ــ۱

عایق تیوبی را به طول مورد نیاز ببرید و پس از قرار دادن آن روی بدنه‌ی کائوچویی و سیم‌های متصل به آن، با دمنده‌ی هوای گرم به اندازه‌ای حرارت دهید تا منقبض شود و بدنه‌ی کائوچویی کانکتور و سیم‌ها را کاملاً بپوشاند. هنگام حرارت دادن دقت کنید که عایق بیش از حدّ لازم در معرض حرارت قرار نگیرد. در شکل ۱۵۵ــ۱، عایق‌کاری کانکتور نشان داده شده است.



شکل ۱۵۵ــ۱

برای اتصال سرسیم به سیم مدار الکتریکی و عایق‌کاری آن به ترتیب زیر عمل کنید :

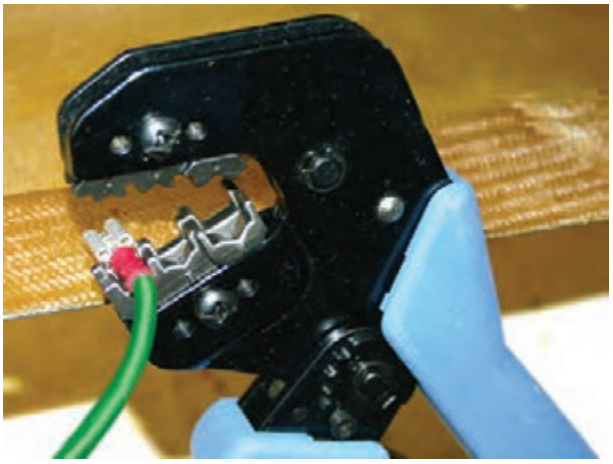
ــ ابتدا روپوش عایق سیم را به‌وسیله‌ی سیم‌لخت‌کن به اندازه‌ی لازم از سیم جدا کنید و قبل از اتصال سرسیم عایق پلاستیکی را روی سیم قرار دهید. در شکل ۱۵۶ــ۱، عبور دادن سیم از داخل عایق پلاستیکی نشان داده شده است.

شکل ۱۵۶ــ۱

ــ قسمت فلزی سیم را بین زائده‌های سرسیم قرار دهید و به‌وسیله‌ی انبر مخصوص پرچکاری زائده‌های سرسیم را روی مغزی سیم پرچ کنید. در شکل ۱۵۷ــ۱، پرچ سرسیم به‌وسیله‌ی انبر پرچ‌کاری دیده می‌شود.

شکل ۱۵۷ــ۱

ــ پس از اتصال سرسیم به سیم، ابتدا عایق پلاستیکی را روی محل اتصال هدایت کنید. سپس، سرسیم و عایق را مابین فک‌های انبر پرچ عایق قرار دهید. با فشار دادن دسته‌ی انبر، عایق پلاستیکی مابین تیغه‌های انبر تحت فشار قرار می‌گیرد و با تغییر حالت در عایق روی محل اتصال سیم به سرسیم ثابت می‌شود. در شکل ۱۵۸ــ۱، پرچ عایق پلاستیکی به‌وسیله‌ی انبر پرچکاری دیده می‌شود.



شکل ۱۵۸ــ۱

در صورتی که انبر مخصوص پرچ عایق پلاستیکی در اختیار نداشته باشید می‌توانید به‌وسیله‌ی انبردست معمولی پرچکاری عایق پلاستیکی را انجام دهید. در شکل ۱۵۹ــ۱، کاربرد انبردست معمولی برای پرچ عایق پلاستیکی نشان داده شده است.

شکل ۱۵۹ــ۱

عایق‌کاری محل اتصال سرسیم‌ها به سیم مدار الکتریکی با استفاده از عایق‌های لوله‌ای نیز در سیم‌کشی اکثر خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۱۶۰ــ۱، عایق کاری سرسیم‌ها به‌وسیله‌ی عایق تیوبی و نحوه‌ی حرارت دادن آن به وسیله‌ی دمنده‌ی هوای گرم دیده می‌شود.

شکل ۱۶۰ــ۱

۲۵ــ۱ــ دستورالعمل سیم‌کشی مدار الکتریکی

زمان	۸ ساعت

همان‌گونه که ذکر شد، ارتباط اجزای مدارهای الکتریکی به‌وسیله‌ی سیم‌کشی بین اجزای مدار برقرار می‌شود. اصول سیم‌کشی مدارهای الکتریکی یک‌سان بوده و نحوه‌ی انجام سیم‌کشی مدار الکتریکی بوق خودرو به‌عنوان مثال عملی انتخاب شده است.

- **وسایل و ابزار مورد نیاز:**

ــ تابلوی آموزشی برق خودرو یا میزکار،

ــ نقشه‌ی مدار الکتریکی بوق (نقشه‌ی مدارهای الکتریکی، معمولاً در کتاب راهنمای تعمیراتی خودروها ارائه می‌شود).

در شکل ۱۶۱ــ۱، نقشه‌ی مدار الکتریکی بوق یک نوع خودرو نشان داده شده است.

ــ باتری ۱۲ ولت خودرو

ــ بوق

ــ سوئیچ فشاری

ــ سیم‌افشان با کدرنگ مختلف

ــ سرسیم

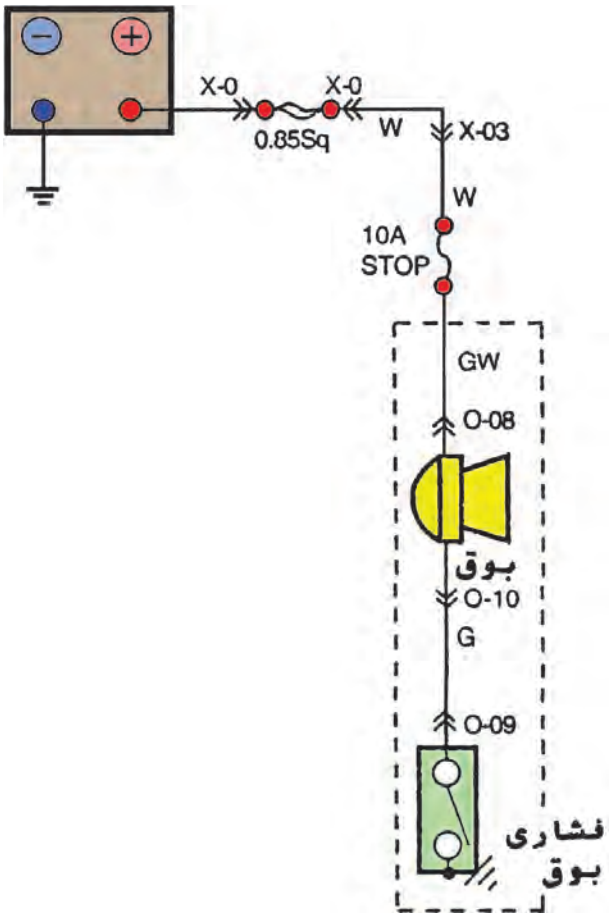
ــ کانکتور

ــ فیوز

ــ هویه

ــ لحیم

ــ وسایل عایق‌کاری (دمنده‌ی هوای گرم، عایق لوله‌ای



شکل ۱۶۱ــ۱

یا تیوبی، ...)

ــ جعبه ابزار برق خودرو شاملِ سیم‌چین، پیچ‌گوشتی چهارسو و دوسو، انبر سیم‌لخت‌کن، پرچ‌کن، انبردست و ...

در شکل ۱۶۲ــ۱ ، تعدادی از وسایل سیم‌کشی و اجزای مدار الکتریکی بوق خودرو نشان داده است.

نکته‌ی ایمنی: قبل از اتمام سیم‌کشی مدار الکتریکی، باتری را در مدار قرار ندهید.

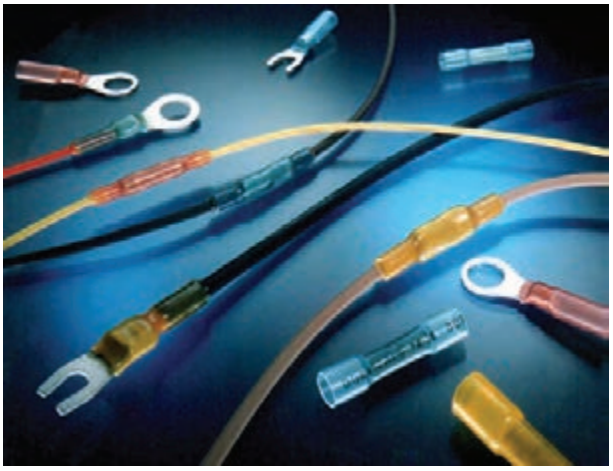
برای سیم‌کشی مدار الکتریکی بوق خودرو، به ترتیب زیر اقدام کنید :

شکل ۱۶۲ــ۱

ــ سیم‌های مورد نیاز را، با توجه به کد رنگ سیم‌ها در نقشه‌ی مدار الکتریکی خودرو، انتخاب و به‌وسیله‌ی سیم‌چین آن‌ها را در طول‌های لازم قطع کنید.

ــ سرسیم‌ها را با توجه به فرم ترمینال دستگاه‌های الکتریکی و سایر اجزای مدار انتخاب و به دوسر سیم‌ها وصل کنید.

ــ محل اتصال سیم به سرسیم را عایق کنید. در شکل ۱۶۳ــ۱، عایق‌بندی سرسیم‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۶۳ــ۱

ــ سیم‌ها را به صورت کلاف دربیاورید و آن‌ها را به‌وسیله‌ی نوار پلاستیکی کلاف‌بندی کنید.

ــ کلاف سیم‌ها را در روی میزکار در مسیر تعیین شده توسط بست‌های پلاستیکی مهار کنید. در شکل ۱۶۴ــ۱، چند نوع بست پلاستیکی نشان داده شده است.

شکل ۱۶۴ــ۱

ــ بست‌های باتری را به کابل مثبت و منفی باتری متصل کنید. سپس، آن‌ها را عایق‌بندی نمایید.

ــ سوئیچ فشاری بوق دارای دو عدد ترمینال است. یکی از آن‌ها را به بدنه اتصال دهید و دیگری را به‌وسیله‌ی سیم سبز رنگ (G) به بوق وصل کنید.

ــ ترمینال دیگر بوق را با استفاده از سیم سبز با راه سفید رنگ (GW) به یکی از پایه‌های فیوز ۱۰ آمپری (محافظ مدار الکتریکی بوق) متصل کنید. در شکل ۱۶۵ــ۱، فیوز تیغه‌ای با پایه‌ی تکی نشان داده شده است.

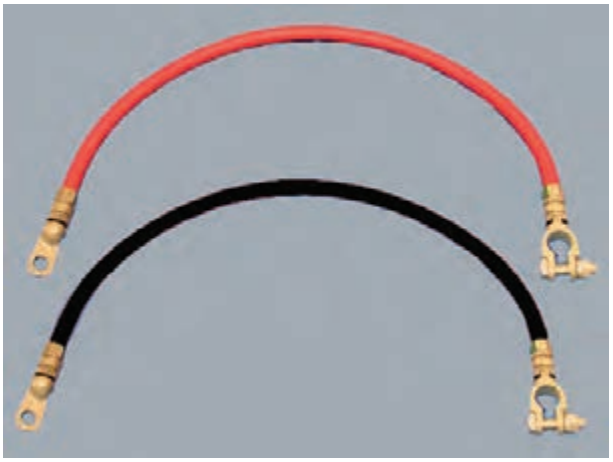
شکل ۱۶۵ــ۱

ــ پایه‌ی دوم فیوز را به‌وسیله‌ی سیم سفیدرنگ (W) به فیوز اصلی متصل کنید.

ــ ترمینال مثبت باتری را به‌وسیله‌ی کابل باتری، که معمولاً دارای روکش عایق قرمز رنگ است، به فیوز اصلی متصل کنید.

ــ ترمینال منفی باتری را به‌وسیله‌ی کابلی که معمولاً دارای روکش عایق سیاه رنگ و یا آبی‌رنگ انتخاب می‌شود. اتصال بدنه کنید. در شکل ۱۶۶ــ۱، کابل‌های باتری دیده می‌شود.

ــ با فشار دادن سوئیچ فشاری بوق صحت سیم‌کشی مدار الکتریکی را بررسی کنید.



شکل ۱۶۶ــ۱

۲۶ــ۱ــ دستورالعمل کاربرد مولتی‌متر برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در خودرو

زمان	۸ ساعت

• وسایل مورد نیاز

ــ مولتی‌متر (شکل ۱۶۷ــ۱)

ــ خودروی سواری

نکات ایمنی

ــ هنگام اندازه‌گیری مقاومت (اهم) در مدارهای الکتریکی خودرو، ابتدا اتصال بدنه‌ی باتری را جدا کنید. زیرا باعث آسیب دیدن دستگاه مولتی‌متر می‌شود.

ــ دستگاه مولتی‌متر در مقابل ضربه آسیب‌پذیر است. لذا، هنگام کار با آن مراقبت لازم را به‌عمل آورید.

شکل ۱۶۷ــ۱

شدت جریان دشارژ باتری را به ترتیب زیر اندازه‌گیری کنید :

ــ مهره‌ی پیچ نگه‌دارنده‌ی بست اتصال کابل منفی باتری را باز کنید و بست را از قطب منفی باتری جدا سازید.

ــ سلکتور مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری شدت جریان (آمپر) تنظیم کنید. در شکل ۱۶۸ــ۱، تنظیم مولتی‌متر با قرار دادن سلکتور آن در وضعیت اندازه‌گیری اهم با فلش نشان داده شده است.

ــ کلید روشن و خاموش مولتی‌متر را در وضعیت (on) قرار دهید.

ــ سیم مثبت مولتی‌متر (قرمزرنگ) را به بست کابل اتصال بدنه‌ی باتری وصل کنید.

ــ سیم منفی (سیاه رنگ) متصل به ترمینال (com) مولتی‌متر را به قطب منفی باتری متصل کنید. در این حالت، شدت جریان دشارژ باتری اندازه‌گیری شده و مقدار آن در صفحه‌ی نمایش مولتی‌متر نشان داده می‌شود.

در شکل ۱۶۹ــ۱، نحوه‌ی اتصال مولتی‌متر به باتری خودرو و نحوه‌ی اندازه‌گیری شدت جریان دشارژ باتری دیده می‌شود.

شکل ۱۶۸ــ۱

شکل ۱۶۹ــ۱

برای اندازه‌گیری ولتاژ باتری در مدار الکتریکی سیم‌کشی خودرو، به ترتیب زیر عمل کنید :

ــ سلکتور مولتی‌متر را در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ جریان مستقیم (DC) قرار دهید. در شکل ۱۷۰ــ۱، تنظیم مولتی‌متر با قرار دادن سلکتور آن در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ (DC) دیده می‌شود.

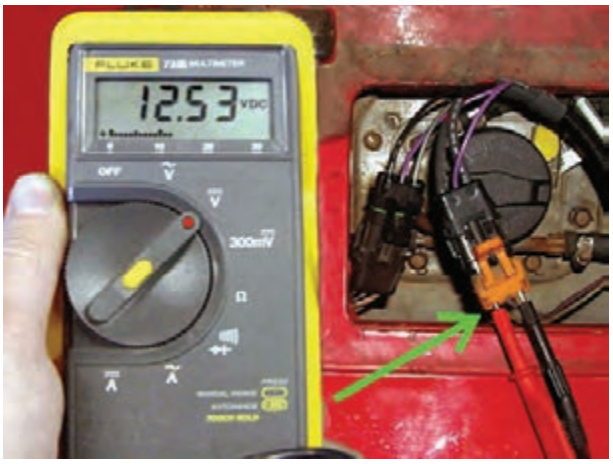
ــ کانکتور اتصال سیم‌کشی خودرو به پمپ بنزین الکتریکی را شناسایی کنید.

سیم مثبت (قرمزرنگ) مولتی‌متر را به سر سیم، سیم مثبت کانکتور وصل کنید.

شکل ۱۷۰ــ۱

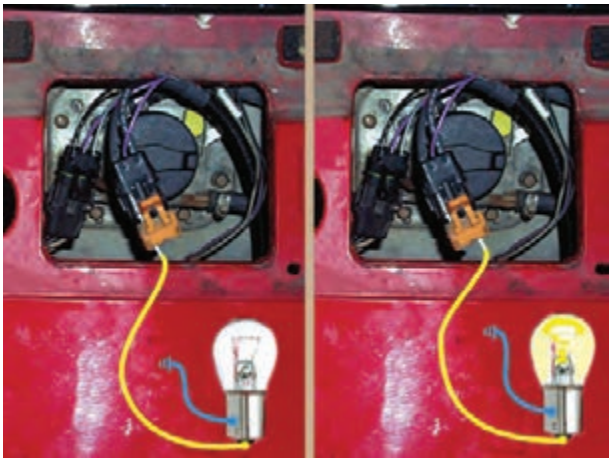
ــ سیم منفی (سیاه رنگ) مولتی‌متر را به سر سیم، سیم منفی کانکتور پمپ بنزین وصل کنید. در شکل ۱۷۱ــ۱، اتصال سیم‌های مولتی‌متر به سر سیم‌های داخل کانکتور با فلش نشان داده شده است.

یادآوری می‌شود تشخیص سیم‌های مثبت و منفی کانکتور متصل به پمپ بنزین الکتریکی، با توجه به نقشه‌ی مدار الکتریکی و کد رنگ سیم‌ها، امکان‌پذیر است.



شکل ۱۷۱ــ۱

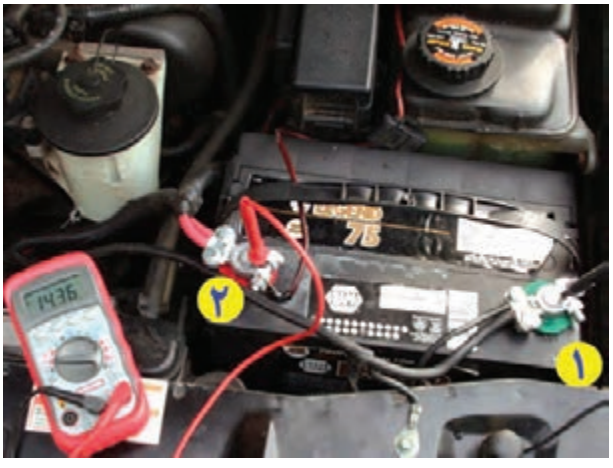
روش دیگری که می‌توان به کمک آن سیم حاصل جریان الکتریکی را شناسایی نمود استفاده از چراغ یا لامپ آزمایش است، که با اتصال آن به ترمینال‌های کانکتور سیم‌های مثبت و منفی مشخص می‌شود. در شکل ۱۷۲ــ۱، چگونگی اتصال لامپ آزمایش به ترمینال‌های کانکتور پمپ بنزین الکتریکی در دو حالت، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. روشن شدن لامپ نشان‌دهنده‌ی وجود جریان الکتریکی در سیم می‌باشد.



شکل ۱۷۲ــ۱

برای اندازه‌گیری ولتاژ باتری نیز ابتدا سلکتور مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری ولتاژ تنظیم کنید و سپس، سیم مثبت دستگاه مولتی‌متر را به ترمینال (قطب) مثبت باتری و سیم منفی دستگاه را به ترمینال (قطب) منفی باتری متصل کنید. مقدار ولتاژ باتری، پس از اندازه‌گیری توسط مولتی‌متر، درصفحه‌ی نمایش آن نشان داده می‌شود.

در شکل ۱۷۳ــ۱، اتصال سیم منفی مولتی به باتری با شماره‌ی (۱) و اتصال سیم مثبت مولتی‌متر با شماره‌ی (۲) مشخص شده است.



شکل ۱۷۳ــ۱

برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت در سیم‌کشی خودرو به ترتیب زیر عمل کنید :

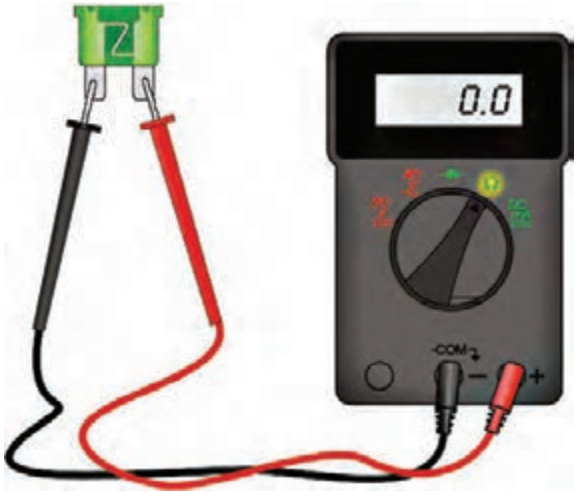
ــ سلکتور مولتی‌متر را در وضعیت اندازه‌گیری اهم قرار دهید. در شکل ۱۷۴ــ۱، تنظیم سلکتور مولتی‌متر در حالت اندازه‌گیری اهم (مقاومت) نشان داده شده است.

شکل ۱۷۴ــ۱

ــ وایر یکی از شمع‌های موتور خودرو را انتخاب کنید و برای اندازه‌گیری مقاومت آن، ابتدا سیم‌های مثبت و منفی (com) مولتی متر را به دوسر وایر متصل کنید و سپس کلید روشن و خاموش دستگاه مولتی‌متر را در وضعیت روشن (on) قرار دهید. دستگاه مولتی متر مقدار مقاومت وایر شمع را، پس از اندازه‌گیری، نشان خواهد داد. در شکل ۱۷۵ــ۱، نحوه‌ی آزمایش و اتصال سرسیم‌های مولتی‌متر به وایر شمع نشان داده شده است. مقدار اهم اندازه‌گیری شده را با مقدار مجاز آن، که در دفترچه یا کتاب راهنمای تعمیرات خودرو ارائه شده است، مقایسه کنید.

شکل ۱۷۵ــ۱

ــ برای آزمایش ارتباط داخلی سوئیچ‌ها و فیوزها و اندازه‌گیری مقاومت بین دونقطه از سیم‌کشی خودرو و ... نیز از مولتی‌متر استفاده می‌شود. در شکل ۱۷۶ــ۱، آزمایش سالم بودن فیوز تیغه‌ای به صورت شماتیک دیده می شود.



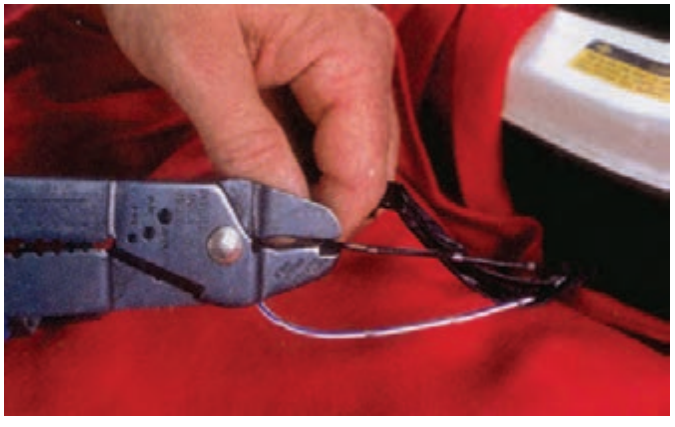
شکل ۱۷۶ــ۱

خودآزمایی

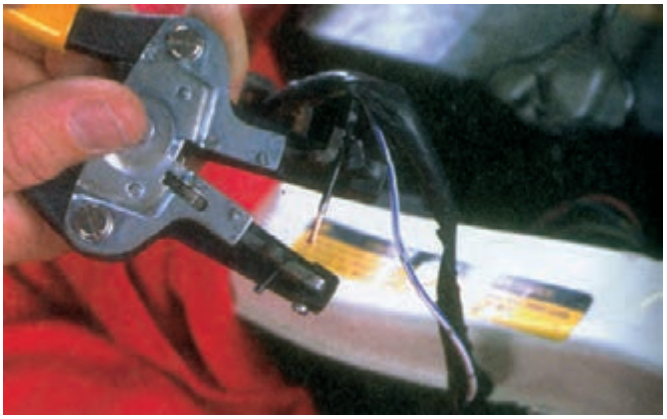
مراحل انجام کار و توضیحات هریک از تصاویر زیر را در مقابل آن بنویسید (از شکل ۱۷۷ــ۱ الی شکل ۱۸۸ــ۱).

شکل ۱۷۷ــ۱

شکل ۱۷۸ــ۱



شکل ۱۷۹ــ۱



شکل ۱۸۰ــ۱

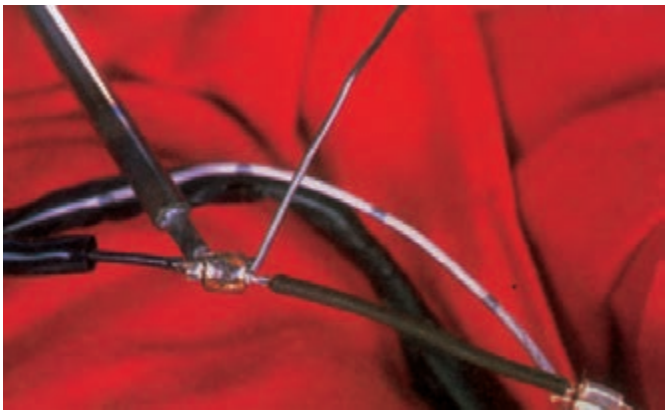
شکل ۱۸۱ــ۱

شکل ۱۸۲ــ۱

شکل ۱۸۳ــ۱

شکل ۱۸۴ــ۱

شکل ۱۸۵ــ۱



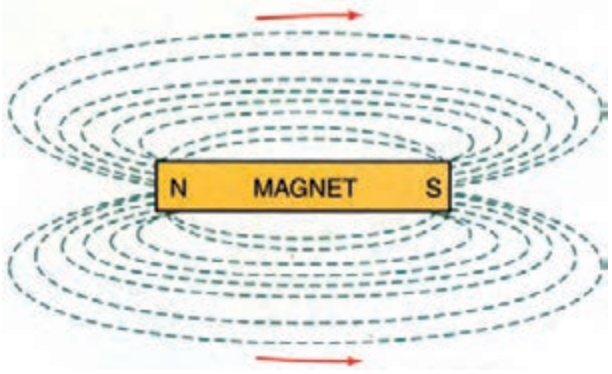
شکل ۱۸۶ــ۱

شکل ۱۸۷ــ۱

شکل ۱۸۸ــ۱

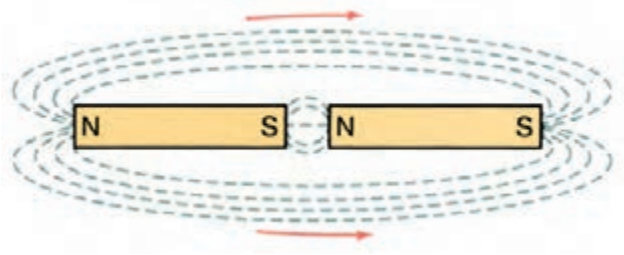
۲۷ــ۱ــ مغناطیس و الکترومغناطیس

اگر یک جسم خاصیت مغناطیسی داشته باشد به آن آهن‌ربا می‌گویند. آهن‌ربا می‌تواند بدون آن که با یک قطعه‌ی مغناطیسی نظیر آهن یا فولاد تماس داشته باشد آن را جذب کند. دلیل این‌که آهن‌ربا می‌تواند در فاصله‌ی مشخصی به آهن‌ربای دیگر نیرو وارد کند وجود میدان مغناطیسی[1] در اطراف آن است. میدان مغناطیسی از خطوط فرضی تشکیل شده است که به آن **خطوط شار مغناطیسی** یا **فلوی مغناطیسی** نیز گفته می‌شود این خطوط از سمت قطب شمال به سمت قطب جنوب حرکت کرده و سپس از درون آهن‌ربا به سمت قطب شمال برمی‌گردند. بنابراین، جهت خطوط میدان مغناطیسی در خارج از آهن‌ربا از قطب (N) به سمت قطب (S) و در داخل آهن‌ربا از قطب (S) به سمت قطب (N) است. تمامی خطوط نیرو در قالب زاویه‌ی قائمه از آهن‌ربا خارج می شوند و یکدیگر را قطع نمی‌کنند. در شکل ۱۸۹ــ۱، میدان مغناطیسی یک قطعه آهن‌ربا (مغناطیس)، به‌صورت شماتیک، نشان داده شده است. اثر میدان مغناطیسی قطب‌های اجسام مغناطیس (آهن‌ربا) به دو صورت است :



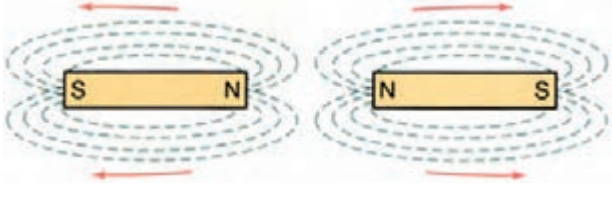
شکل ۱۸۹ــ۱

هنگامی که قطب‌های غیرهم‌نام دو آهن‌ربا را به یکدیگر نزدیک کنیم در اثر نیروی جاذبه‌ی ایجاد شده از برخورد دو میدان مغناطیسی غیرهم‌نام، آهن‌رباها به شدت جذب همدیگر می‌شوند. در شکل ۱۹۰ــ۱، اثر میدان‌های مغناطیسی دو قطب غیرهم‌نام آهن‌ربا و جهت خطوط میدان مغناطیسی در دو آهن‌ربا نشان داده شده است.



شکل ۱۹۰ــ۱

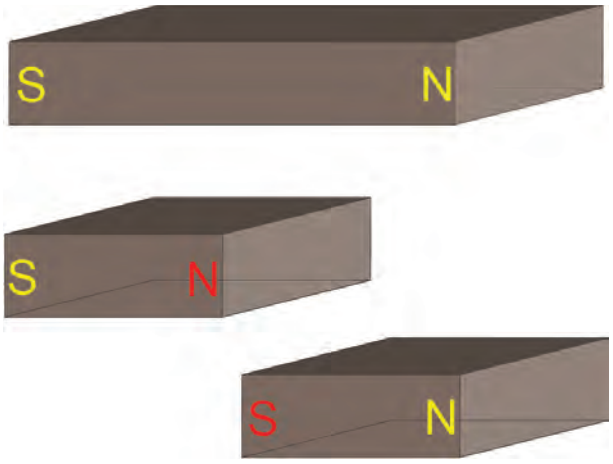
زمانی که قطب‌های هم‌نام دو آهن‌ربا را به یکدیگر نزدیک کنیم اثر میدان‌های مغناطیسی هم‌نام آهن‌رباها باعث ایجاد نیروی دافعه می‌شود و قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند. در شکل ۱۹۱ــ۱، اثر میدان مغناطیسی دو قطب هم‌نام و جهت خطوط میدان مغناطیسی دو آهن‌ربا دیده می‌شود.



شکل ۱۹۱ــ۱

۱ــ Magnetic Field

اگر یک قطعه آهن‌ربا دو یا چند قطعه شود، مجدداً در لبه‌های قطعه‌ها قطب‌های (S) و (N) پدید می‌آید. در شکل ۱۹۲ــ۱، قطعه آهن‌ربایی که به دو قسمت تقسیم شده است، دیده می‌شود. قطب‌های (N) و (S) قطعات جدید به رنگ قرمز مشخص شده است.

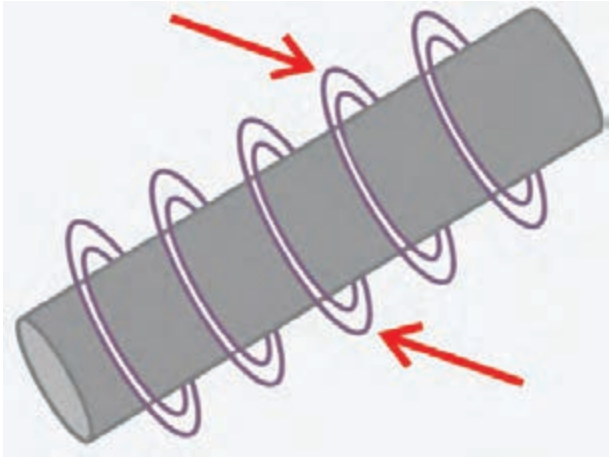


شکل ۱۹۲ــ۱

با توجه به این‌که میدان مغناطیسی اطراف آهن‌ربا قابل رؤیت نیست، می‌توان برای مشاهده‌ی اثر میدان مغناطیسی و تراکم خطوط میدان در قطب‌های آن از براده‌های آهن استفاده نمود. در شکل ۱۹۳ــ۱، نحوه‌ی تراکم براده‌های آهن در اطراف آهن‌ربا و چگونگی قرارگرفتن آن‌ها در حوزه‌ی مغناطیسی دیده می‌شود. با قرار دادن قطب‌نما در نقاط مختلف میدان مغناطیسی آهن‌ربا با جهت خطوط میدان نسبت به قطب شمال یا جنوب مشخص می‌شود.

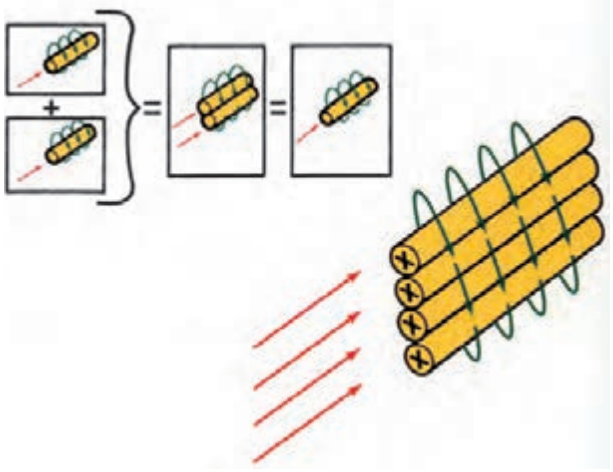
شکل ۱۹۳ــ۱

الکتریسیته و مغناطیس به یکدیگر مربوط می‌شوند، به این معنا که از یکی برای ایجاد دیگری می‌توان استفاده نمود. اگر از یک سیم هادی، جریان الکتریکی عبور کند در اطراف سیم حوزه (میدان) مغناطیسی به‌وجود می‌آید. در شکل ۱۹۴ــ۱، خطوط میدان مغناطیسی فضای اطراف سیم حامل جریان الکتریکی با فلش نشان داده شده است.



شکل ۱۹۴ــ۱

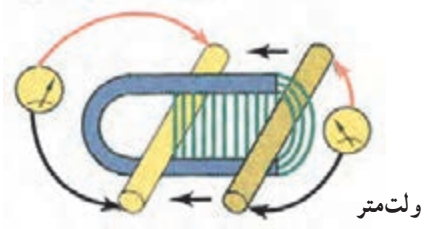
هر اندازه مقدار جریان الکتریکی عبور کرده از سیم هادی (رسانا) افزایش یابد میدان مغناطیسی قوی‌تری در فضای اطراف سیم ایجاد می‌شود. در صورتی که تعدادی رسانا با شرایط یک‌سان در کنار هم قرار گیرند میدان مغناطیسی قوی‌تر را ایجاد می‌کنند. به عبارت دیگر، اگر دو سیم رسانا کنار هم قرار بگیرند و جریان الکتریکی یکسان و هم‌جهت از آن‌ها عبور کند، به ایجاد یک میدان مغناطیسی منجر می‌شود. قدرت این میدان معادل قدرت میدان مغناطیسی سیمی است که جریان دو برابر از آن عبور می‌کند (شکل ۱۹۵ــ۱).



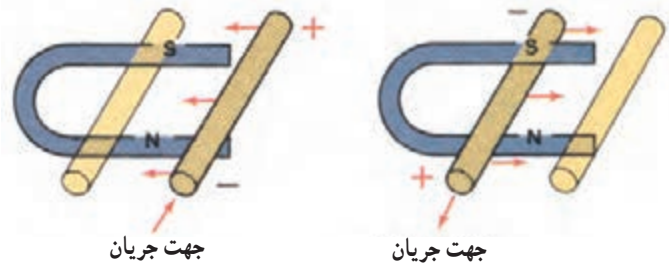
شکل ۱۹۵ــ۱

میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی **میدان الکترومغناطیس** نامیده می‌شود.

هرگاه یک سیم هادی را در میدان مغناطیسی طوری حرکت دهیم که خطوط قوای مغناطیسی (خطوط میدان) را قطع کند نیروی محرکه یا جریان الکتریکی در آن القا می شود، که با ولتمتر قابل اندازه‌گیری است (شکل الف ــ ۱۹۶ــ۱). در صورتی که جهت حرکت سیم هادی را تغییر دهیم جهت جریان الکتریکی در هادی نیز تغییر می‌کند و برعکس می‌شود. (شکل ب ۱۹۶ــ۱).



(الف)



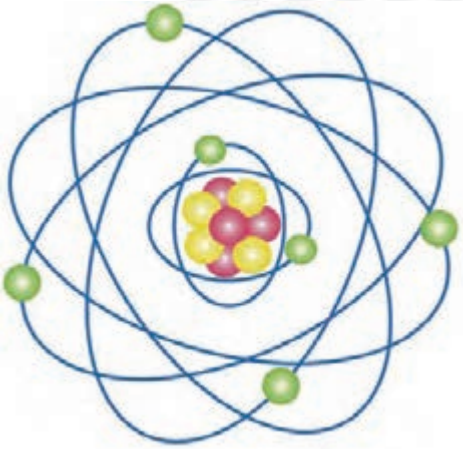
(ب)

شکل ۱۹۶ــ۱

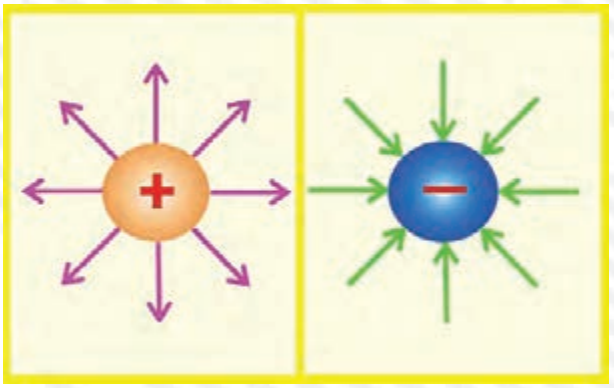
به‌خاطر داشته باشید اگر سیم هادی به موازات خطوط قوای مغناطیسی حرکت داده شود هیچ نیروی محرکه‌ای در آن القا نمی‌شود. تعدادی از اجزای مدارهای الکتریکی خودروها نظیر آلترناتور، کویل، بوبین استارتر، مولد پالس مغناطیس و ... با استفاده از اصول الکترومغناطیس کار می‌کنند.

آزمون پایانی (۱)

۱ــ ساختمان اتم و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن را توضیح دهید :



۲ــ شکل مقابل را توضیح دهید.

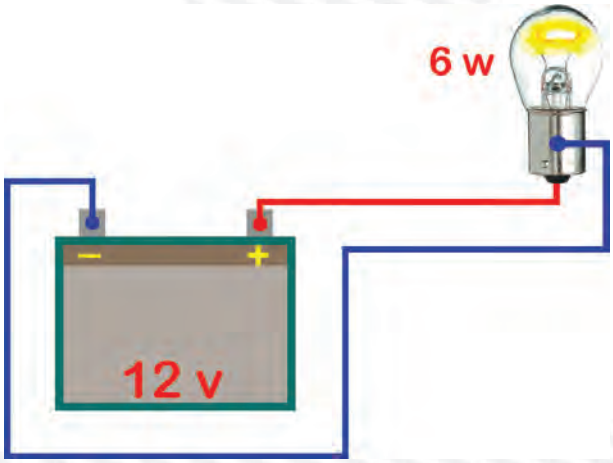


۳ــ مواد از نظر هدایت الکتریکی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.

۴ــ عایق‌ها را توضیح داده و کاربرد آن‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهید.

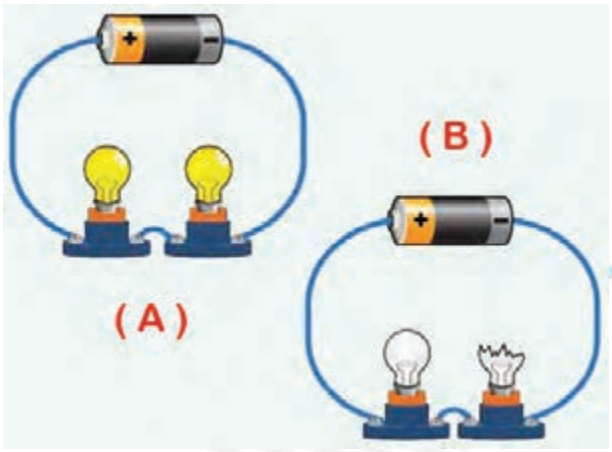
۵ــ جریان الکتریکی را توضیح دهید.

۶ــ مقدار شدت مصرفی در مدار مطابق شکل زیر را با لامپ ۶وات و ۶۰وات محاسبه کنید.

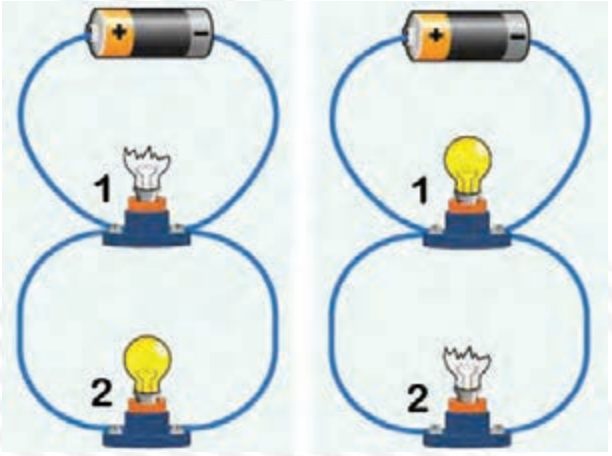


۷ــ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ باتری را توضیح دهید.

۸ــ مدار سری را توضیح دهید.



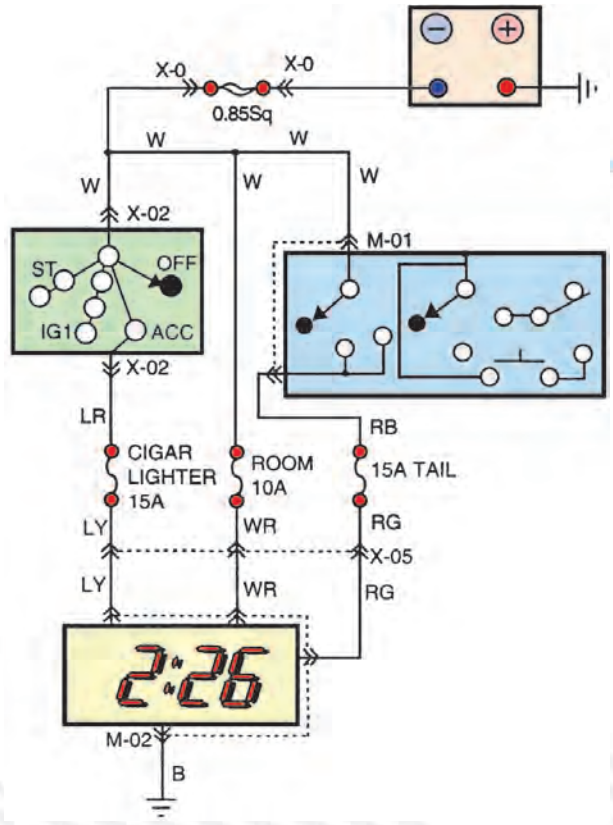
۹ــ مدار موازی را توضیح دهید.



۱۰ــ انواع نقشه‌های سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو را توضیح دهید.

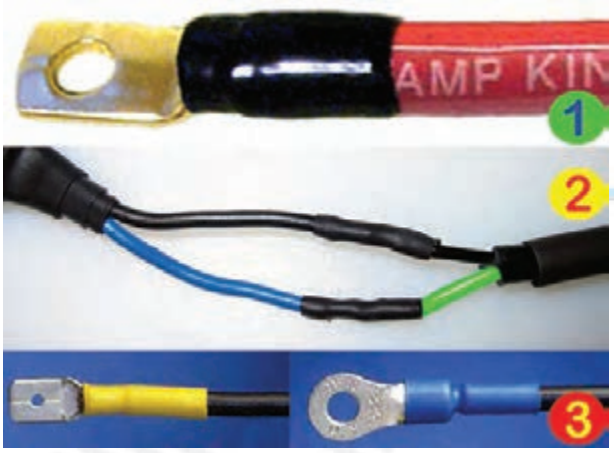
۱۱ــ انواع سیم‌های مورد استفاده از خودرو را نام ببرید و دلیل رنگ بندی روکش عایق سیم‌ها را توضیح دهید.

۱۲ــ کد رنگ سیم‌های استفاده شده در مدار شکل زیر را تعیین کنید و نام ببرید.



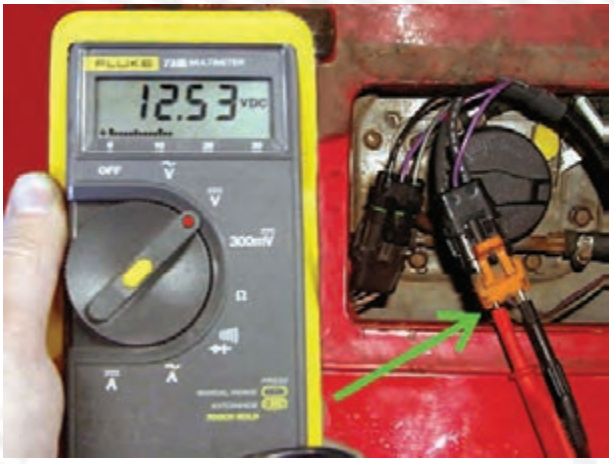
۱۳ــ اصول و روش اتصال سرسیم به سیم‌ها را توضیح دهید.

۱۴ــ اصول و روش عایق‌کاری را توضیح دهید.



۱۵ــ روش اتصال کابل به نسبت ترمینال‌های باتری را توضیح دهید.

۱۶ــ کاربرد مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی (ولتاژ، شدت جریان، مقاومت) توضیح دهید.



واحد کار دوم

توانایی سیم‌کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو

هدف کلی

کاربرد الکترونیک در خودرو

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود :

۱ــ اصول الکترونیک (آنالوگ و دیجیتال) را توضیح دهد.

۲ــ اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور و ...) را توضیح دهد.

۳ــ کاربرد انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی را توضیح دهد.

۴ــ با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیر الکترونیکی کمیت‌های مختلف را اندازه‌گیری کند.

۵ــ طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی را انجام دهد.

۶ــ اجزای مدارهای الکترونیکی را عیب‌یابی و رفع عیب کند.

۷ــ کاربرد الکترونیک در خودرو را توضیح دهد.

۸ــ عملکرد حسگرها و عملگرها را توضیح دهد.

۹ــ حسگرها و عملگرها را عیب‌یابی کند.

۱۰ــ اصول ایمنی و حفاظتی کاروری مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را توضیح دهد.

۱۱ــ هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، نکات ایمنی را رعایت کند.

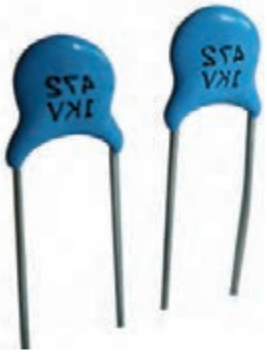
ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴۰	۶۰	۱۰۰

پیش‌آزمون (۲)

۱ــ کدام‌یک از قطعات زیر قطعه‌ی الکترونیکی است؟

الف) باتری خودرو　　ب) لامپ چراغ‌های جلو

ج) کویل　　د) ترانزیستور



۲ــ در مورد قطعه‌ی مقابل آن‌چه را که می‌دانید توضیح دهید.

پاسخ :

.....

.....

.....

.....

۳ــ کاربرد دستگاه شکل مقابل را توضیح دهید.

پاسخ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۴ــ برای آزمایش دیود از کدام دستگاه استفاده می‌شود؟

الف) سیگنال ژنراتور AF　　ب) تاکومتر　　ج) مولتی‌متر　　د) اسیلسکوپ

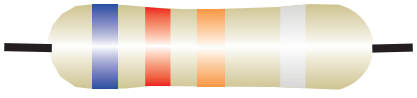
۵ــ نکات ایمنی در هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو را توضیح دهید. .....

.....

۶ــ تفاوت تستر لامپی و تستر با منبع تغذیه را توضیح دهید. .....

.....

۷ــ مقدار مقاومت شکل مقابل برابر است با :



الف) ۶۲۰Ω ۱۰ -　　ب) ۶/۲kΩ ۲۰ -

ج) ۲۶kΩ ۱۰ -　　د) ۶۲kΩ ۲۰ -

۱ــ۲ــ آشنایی با اصول الکترونیک (آنالوگ ــ دیجیتال)

۱ــ۱ــ۲ــ علم الکترونیک: علم الکترونیک علمی است که با الکترون سروکار دارد. این علم به طیف گسترده‌ای از الکتریسیته اطلاق می‌شود که با استفاده از حرکت الکترون‌ها در انواع نیمه‌هادی‌ها کار می‌کند و سبب اختراع دیودها، ترانزیستورها، آی‌سی (IC)ها، قطعات نصب سطحی (SMD) و ریزپردازنده‌ها شده است. پدید آمدن دگرگونی‌های فراوان در این علم باعث شده است در تمام صنایع، از جمله لوازم خانگی، دستگاه‌های کنترل از راه دور، ماهواره‌ها، لوازم پزشکی، خطوط تولید صنعتی، انواع خودروهای مدرن و ...، کاربرد و نفوذ داشته باشد. در شکل ۱ــ۲، چند نمونه از این کاربردها را ملاحظه می‌کنید.

صندلی چرخ‌دار الکترونیکی

دستگاه تست الکترونیکی

چراغ راهنما

ترمز اتومبیل ABS

دستگاه تست ترمز

لوازم الکترونیکی داخلی خودرو

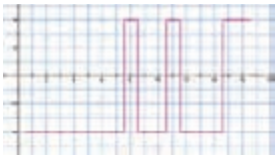
شکل ۱ــ۲ــ نمونه‌هایی از کاربرد الکترونیک در لوازم مختلف

جست و جو کنید:

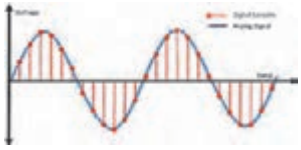
وسایل منزل خود را شناسایی کنید و نام دستگاه‌هایی را که در آن الکترونیک استفاده شده است فهرست نمایید. چند درصد از وسایل برقی شما الکترونیک به کار رفته است.

۲ــ۱ــ۲ــ تعریف الکترونیک آنالوگ:

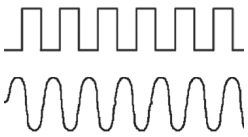
سیگنال پیوسته یا سیگنال آنالوگ (Analogue): سیگنالی پیوسته در گذر زمان است. به عبارت دیگر، با گذر زمان، دامنه‌ی سیگنال همواره پیوسته باقی می‌ماند و کوچک‌ترین تغییر در سیگنال الکتریکی دارای مفهوم است و هیچ جزئی از سیگنال را نمی‌توانید پیدا کنید که از جزء قبلی خود جدا باشد. ولتاژ دی سی (DC) و ولتاژ سینوسی از نوع سیگنال‌های پیوسته یا آنالوگ هستند.



سیگنال دیجیتال

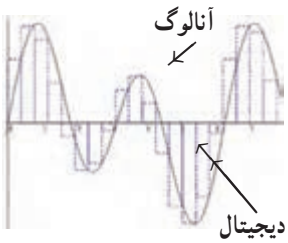


سیگنال آنالوگ



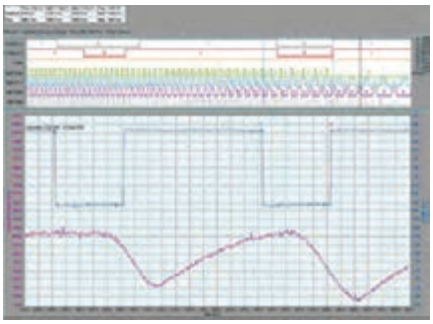
سیگنال دیجیتال منقطع است

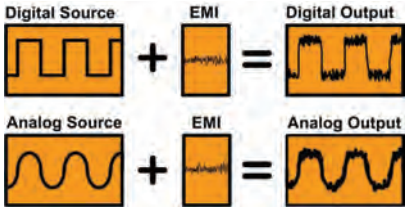
سیگنال آنالوگ پیوسته است



شکل ۲ــ۲ــ الف ــ مقایسه‌ی سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال با یکدیگر

سیگنال دیجیتال یا منقطع (Digital signal): سیگنال دیجیتال سیگنالی است که با گذر زمان یا وجود دارد یا وجود ندارد. از این جهت آن را سیگنال دیجیتال یا رقمی می‌نامند. معمولاً سیگنال دیجیتال را با صفر و یک می‌شناسند. در شکل ۲ــ۲، الف و ب چند نمونه سیگنال آنالوگ و دیجیتال و مقایسه‌ی آن‌ها با یک‌دیگر را مشاهده می‌کنید.





شکل ۲ــ۲ــ ب ــ نمونه‌هایی از سیگنال آنالوگ و دیجیتال

۲ــ۲ــ آشنایی با اجزاءِ مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

در مدارهای الکتریکی قطعات بسیار متنوعی به کار می‌رود. تنوع این قطعات در مدارهای الکترونیکی بیش‌تر است. در قطعات متداول در مدارهای الکترونیکی می‌توان مقاومت، خازن، سیم‌پیچ (سلف) باتری، دیود، ترانزیستور و آی‌سی را نام برد. در این قسمت به تشریح و کاربرد عمومی تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم. در شکل ۳ــ۲، نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.

خازن پلی‌استر

خازن الکترولیتی

خازن میکا

آی سی

ترانزیستور معمولی

ترانزیستور قدرت

باتری کپسولی

باتری قلمی

مقاومت متغیر

مقاومت

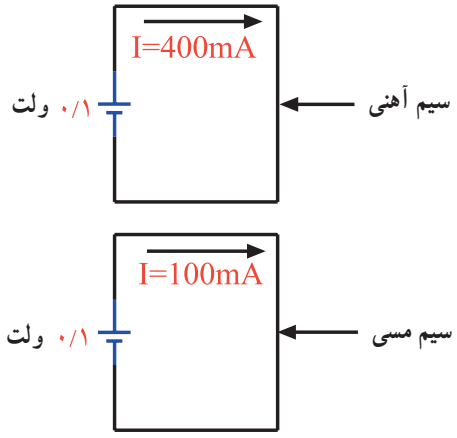
شکل ۳ــ۲ــ نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی

در آزمایشگاه‌های الکترونیک معمولاً قطعات الکترونیکی را در یک جعبه قرار می‌دهند تا به هنگام ضرورت، از قطعه‌ی موردنیاز سریع‌تر استفاده کنند. در شکل ۴ــ۲، یک جعبه از مجموعه‌ی قطعات الکترونیکی را، که در حد نسبتاً گسترده‌ای کاربرد دارد، ملاحظه می‌کنید.

شکل ۴ــ۲ــ مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی، که در آزمایشگاه و مدارهای الکترونیکی به کار می‌روند.

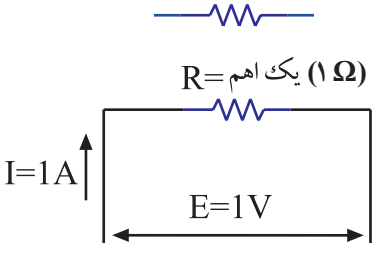
۱ــ۲ــ۲ــ مقاومت الکتریکی:

تعریف: مقاومت الکتریکی قطعه‌ای است که در مقابل عبور جریان از خود ایستادگی نشان می‌دهد. برای مثال، سیم آهنی در مقایسه با سیم مسی (در صورت داشتن طول و قطر مساوی) در مقابل عبور جریان الکتریکی ایستادگی بیش‌تری را نشان می‌دهد. در شکل ۵ــ۲، با قرار دادن ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت در دو سر دو قطعه سیم آهنی و مسی مشابه، جریان عبوری از سیم مسی ۴۰۰ میلی آمپر و جریان عبوری از سیم آهنی ۱۰۰ میلی‌آمپر است



شکل ۵ــ۲ــ مقاومت الکتریکی سیم آهنی بیش‌تر از سیم مسی است زیرا جریان کم‌تری از آن عبور می‌کند.

واحد مقاومت الکتریکی: واحد مقاومت الکتریکی اهم است. در صورتی که، طبق شکل ۶ــ۲، به دوسر یک مقاومت الکتریکی ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت اعمال کنیم، هرگاه جریان عبوری از مقاومت یک آمپر باشد، مقدار مقاومت برابر با یک اهم است. اهم را با علامت Ω (اُمِگا) نشان می‌دهند.



شکل ۶ــ۲ــ نماد مقاومت الکتریکی و واحد آن

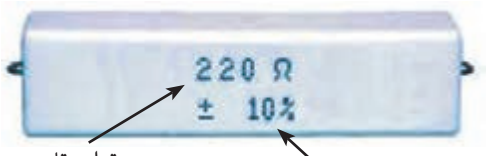
مقاومت الکتریکی خاصیتی از ماده است که با عبور جریان مخالفت می‌کند.

مقاومت الکتریکی را با R[1] مشخص می کنند. در مدارهای الکتریکی معمولاً مقدار مقاومت را روی آن می نویسند و آن را با شماره‌ای نشان می دهند. در شکل ۷ــ۲، شکل ظاهری مقاومت و نحوه‌ی نشان دادن آن را در مدار (نماد مقاومت) ملاحظه می کنید. مقاومت نشان داده شده، مقاومت شماره‌ی، ۳۲ و مقدار آن برابر با ۳۳۰ اهم است.

شکل ۷ــ۲ــ تصویر ظاهری مقاومت، علامت قراردادی همراه با نام مقاومت و مقدار آن در مدار

نحوه‌ی خواندن مقاومت: مقاومت‌ها را به دو روش می‌خوانند.

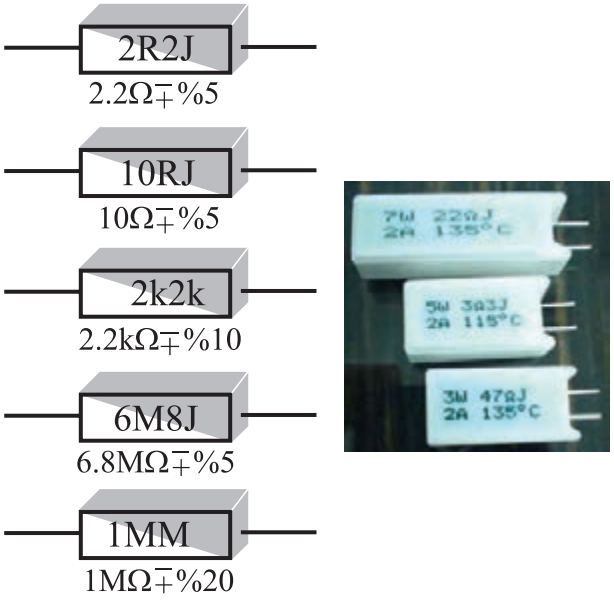
روش اول: نوشتن مقدار مقاومت به‌طور مستقیم روی بدنه‌ی مقاومت از این روش برای مقاومت‌هایی که دارای ابعاد بزرگ‌تری هستند استفاده می‌شود. هر مقاومت دارای مقداری تولرانس یا خطاست. یعنی مقدار واقعی مقاومت از مقدار نوشته شده‌ی روی آن کم‌تر یا بیش‌تر است. مقدار تولرانس را در برخی از مقاومت‌ها به‌طور مستقیم روی آن می‌نویسند (شکل ۸ــ۲).



شکل ۸ ــ۲ــ نوشتن مقدار مقاومت و تولرانس آن روی بدنه‌ی مقاومت

۱ــ R حرف اول کلمه‌ی Resistance به معنی مقاومت الکتریکی است.

روش دوم: در این روش مقدار مقاومت به‌طور مستقیم و با روش خاص روی بدنه‌ی مقاومت نوشته می‌شود. در این حالت به جای واحدها حروف R، K و M و به جای تولرانس حروف J، K و M به کار می‌رود. یعنی به جای تولرانس ۵٪ از حرف J، به جای تولرانس ۱۰٪ از حرف K و به جای تولرانس ۲۰٪ از حرف M استفاده می‌کنند. در ضمن، حروف R اهم، K (کیلواهم) و M (مگا اهم) را، علاوه بر نمایش مقدار مقاومت، به‌جای ممیز نیز به‌کار می‌برند. در شکل ۹ــ۲ چند نمونه از این نوع مقاومت‌ها نشان داده شده است.

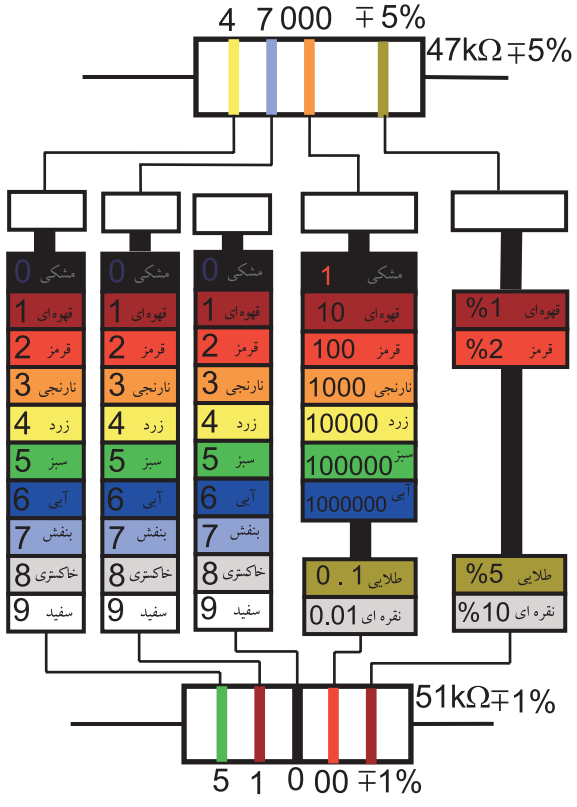


شکل ۹ــ۲ــ نشان دادن مقدار مقاومت‌ها با استفاده از حروف و اعداد

با کمک این جداول می‌توانید مقدار مقاومت‌ها را بخوانید سعی کنید رنگ‌ها را به خاطر بسپارید.

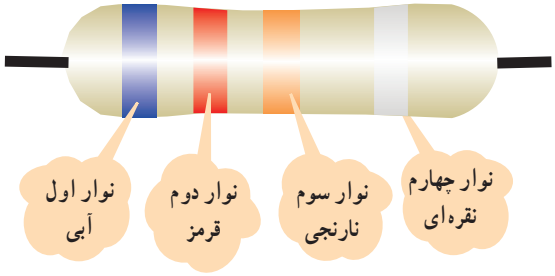
روش سوم: در این روش مقدار مقاومت و تولرانس آن را با استفاده از نوارهای رنگی روی بدنه‌ی مقاومت مشخص می‌کنند. نوارهای رنگی را معمولاً برای مقاومت‌های کوچک، که امکان نوشتن و خواندن مقاومت به‌طور مستقیم بر روی آن وجود ندارد، به کار می‌برند. تعداد نوارهای رنگی چهار یا پنج عدد است. در مقاومت‌های با چهار نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم را مطابق شکل ۱۰ــ۲ به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار سوم را به نشانه‌ی ضریب (تعداد صفرها) و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند. در مقاومت‌های با ۵ نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم و سوم را به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی ضریب یا تعداد صفرها و رنگ نوار پنجم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند.

در شکل ۱۰ــ۲ نحوه‌ی خواندن مقاومت‌های با چهار نوار رنگی و پنج نوار رنگی نشان داده شده است.



شکل ۱۰ــ۲ــ نحوه‌ی تعیین مقدار اهم و تولرانس مقاومت‌ها با کُد ۴ نوار رنگی و ۵ نوار رنگی

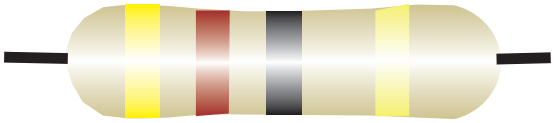
مثال ۱ : با مراجعه به شکل ۱۱ــ۲ مقدار مقاومت و تولرانس آن را به‌دست آورید.



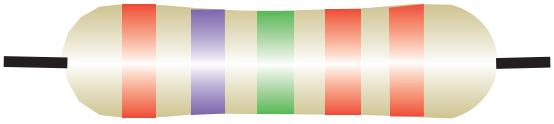
شکل ۱۱ــ۲ــ مقاومت چهار نواره

نوار چهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول
تولرانس	ضریب	رقم دوم	رقم اول
۲۰٪	۰۰۰	۲	۶
چون مقاومت ۴ نواره است			
۲۰٪ R = ۶۲۰۰۰ Ω = ۶۲kΩ			

مثال ۲ : با مراجعه به شکل‌های ۱۲ــ۲ و ۱۳ــ۲ مقدار مقاومت را به‌دست آورید.



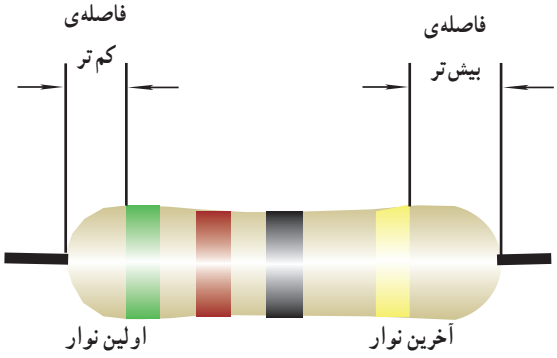
شکل ۱۲ــ۲ــ مقاومت ۴ نواره



شکل ۱۳ــ۲ــ مقاومت ۵ نواره

نوار چهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول
تولرانس	ضریب	رقم دوم	رقم اول
۵٪	ــ	۲	۴
R = ۴۲Ω ۵٪			

نکته‌ی مهم : هنگام خواندن مقاومت با استفاده از کد رنگی، نوار اول، عبارت از اولین نواری است که به یک طرف مقاومت نزدیک‌تر است (شکل ۱۴ــ۲).



شکل ۱۴ــ۲ــ مقدار مقاومت از نواری خوانده می‌شود که به انتها نزدیک‌تر باشد.

نوار پنجم	نوار چهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول
تولرانس	ضریب	رقم سوم	رقم دوم	رقم اول
۲٪	۰۰	۵	۷	۲
۲٪ R = ۲۷۵۰۰Ω = ۲۷/۵kΩ				

۲ــ۲ــ۲ــ کار عملی: تعدادی مقاومت (حداقل ۶ مقاومت) را در اختیار بگیرید و مقدار آن‌ها را بخوانید و در جدول شماره‌ی ۱ــ۲ یادداشت کنید. مقاومت‌ها را از انواع مختلف (کد رنگی، مقدار نوشته شده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی مقاومت) انتخاب کنید.

تمرین عملی: با مراجعه به منابع مختلف، از قبیل کتاب، سایت‌های اینترنتی و ... روش‌های مختلف علامت‌گذاری روی مقاومت‌ها و نحوه‌ی خواندن آن‌ها را تمرین کنید و نتایج را شرح دهید.

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

انواع مقاومت‌ها: به‌طورکلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر مقدار اهمی به دو دسته‌ی ثابت و متغیر تقسیم‌بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت این است که مقدار مقاومت تابع حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی یا سایر عوامل فیزیکی نیست. در شکل‌های ۱۵ــ۲ و ۱۶ــ۲ چند نمونه مقاومت ثابت نشان داده شده است.

نام انواع مقاومت‌های نشان‌داده شده در شکل‌های ۱۵ــ۲ و ۱۶ــ۲ را فهرست کنید.

.....

.....

.....

.....

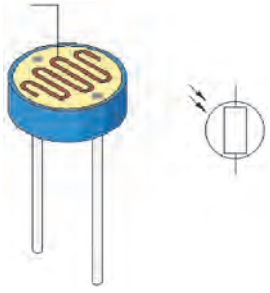
.....

زمان	۲ ساعت

جدول ۱ــ۲ــ خواندن مقاومت‌ها

شماره‌ی مقاومت	نوع مقاومت	نوشته‌ها یا کد رنگی	مقدار مقاومت
R_1	نوشته شده روی بدنه		
R_2	کد حرف و عدد		
R_3	کد حرف و عدد		
R_4	کد رنگی		
R_5	کد رنگی		
R_6	کد رنگی		

مقاومت‌های تابع نور و حرارت



مقاومت تابع نور

شکل ۱۵ــ۲ــ مقاومت‌های تابع نور و حرارت

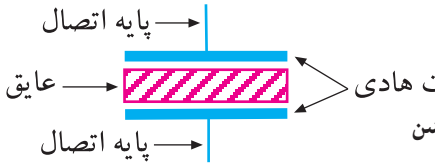
مقاومت متغیر مقاومتی است که می‌توان مقدار اهم آن را با تغییر مکان یک اهرم یا با تغییر نور، حرارت، ولتاژ و ... تغییر داد. در شکل ۱۵ــ۲، چند نمونه از این مقاومت‌ها را مشاهده می‌کنید. در شکل ۱۶ــ۲ چند نمونه مقاومت متغیر، که مقدار آن را می‌توان با تغییر اهرم با پیچ‌گوشتی تغییر داد، نشان داده شده است. به این نوع مقاومت اصطلاحاً، پتانسیومتر گفته می‌شود.

از مقاومت‌های تابع نور، حرارت، ولتاژ و ... به عنوان حسگر یا سنسور (Sensor) استفاده می‌کنند که در بحث‌های بعدی به آن‌ها خواهیم پرداخت.

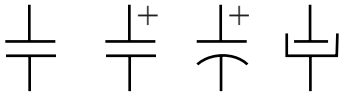
شکل ۱۶ــ۲ــ چند نمونه پتانسیومتر

۳ــ۲ــ۲ــ خازن

ساختمان و نماد خازن: خازن وسیله‌ای است که می‌تواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. ساختمان داخلی خازن از دو صفحه‌ی هادی، که بین آن‌ها عایقی قرار دارد، تشکیل می‌شود. به صفحات هادی خازن، جوشَن نیز می‌گویند. در شکل ۱۷ــ۲، ساختمان داخلی، نماد فنی و شکل ظاهری خازن را مشاهده می‌کنید.



ساختمان داخلی خازن



نماد الکتریکی خازن

الف

ب

ج

شکل ظاهری چند نمونه‌ی خازن

شکل ۱۷ــ۲ــ ساختمان داخلی نماد فنی و شکل ظاهری خازن

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

با مراجعه به منابع مختلف انواع خازن‌ها را بیابید و نتایج را بنویسید :

.....

.....

.....

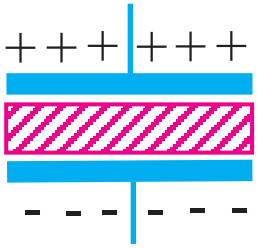
.....

.....

.....

.....

خازن در الکترونیک کاربردهای فراوانی دارد. یکی از کاربردهای آن ذخیره‌ی انرژی است. انرژی ذخیره شده در خازن به صورت بارهای الکتریکی است. هنگامی که در خازن بار الکتریکی ذخیره می‌شود، بین دو جوشن خازن یک اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود می‌آید و خازن می‌تواند مشابه باتری عمل کند. در شکل ۱۸ــ۲، خازنی را که در آن بار الکتریکی ذخیره شده است، مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸ــ۲ــ یک نمونه خازن شارژ شده

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

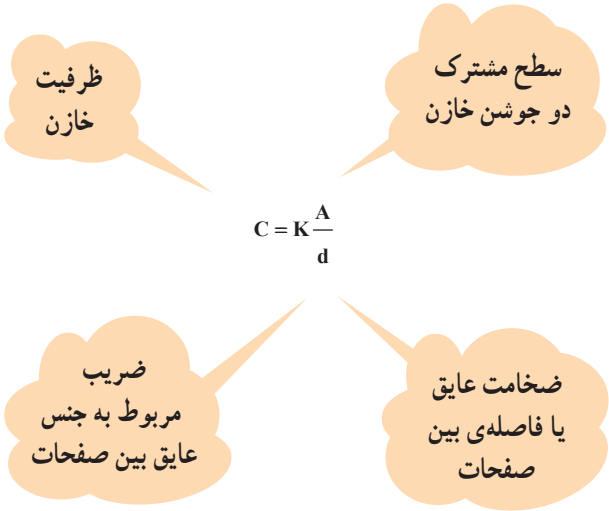
تحقیق کنید: بار الکتریکی چگونه در خازن ذخیره می‌شود. درباره‌ی آن توضیح دهید.

.....

.....

نکته‌ی مهم: وقتی بار الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود، اصطلاحاً می‌گویند خازن شارژ شده است.

ظرفیت خازن: میزان توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی را در خازن، ظرفیت خازن می‌نامند. ظرفیت خازن را با سی (C) که حرف اوّل کلمه‌ی capacitance به معنی ظرفیت است نشان می‌دهند. هر قدر ظرفیت خازن بیش‌تر باشد. توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی در آن بیش‌تر است و هر قدر بار الکتریکی ذخیره شده بیش‌تر باشد. انرژی ذخیره شده در خازن بیش‌تر است.



عوامل مؤثر در ظرفیت خازن: ظرفیت خازن یک خاصیت ذاتی است که به مشخصات فیزیکی خازن بستگی دارد. به این معنی که ظرفیت خازن با سطح مشترک دو جوشن خازن نسبت مستقیم و با فاصله‌ی بین دو صفحات، نسبت معکوس دارد. جنس عایق خازن نیز نسبت مستقیم با ظرفیت خازن دارد.

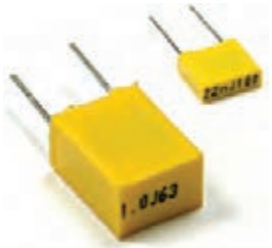
واحد ظرفیت خازن: واحد ظرفیت خازن فاراد است (FARAD) و آن را با F نشان می‌دهند. از آن‌جا که فاراد ظرفیت بزرگی است، در عمل از واحدهای کوچک‌تر آن یعنی میکروفاراد (μF)، نانوفاراد (NF) پیکوفاراد (PF) استفاده می‌کنند.

$$1\mu F = \frac{1}{1000000} F = 10^{-6} F$$

$$1 NF = \frac{1}{1000000000} F = 10^{-9} F$$

$$1 PF = \frac{1}{1000000000000} F = 10^{-12} F$$

انواع خازن‌ها: خازن‌ها را براساس کاربرد در دو نوع ثابت و متغیر می‌سازند. خازن‌های ثابت همواره مقدار ثابتی دارند و متناسب با نیاز در مدار به کار می‌روند. مقدار خازن‌های متغیر قابل تغییر است و در مدارهایی به کار می‌رود که به تغییر مقدار خازن در شرایط مختلف نیاز باشد. در شکل ۱۹ــ۲، نمونه‌هایی از خازن‌های ثابت و متغیر را ملاحظه می‌کنید.



خازن ثابت پلی‌استر

خازن ثابت الکترولیتی

خازن متغیر قابل تنظیم با محور

خازن متغیر قابل تنظیم با پیچ گوشتی

شکل ۱۹ــ۲ــ نمونه‌هایی از خازن‌های متغیر و ثابت

به نکات ایمنی و خطرزا توجه کنید

هنگامی که خازن شارژ می‌شود، ولتاژ دو سر آن مانند یک منبع انرژی است که می‌تواند موجب برق‌گرفتگی شود لذا هنگام کار با خازن شارژ شده آن را تخلیه کنید.

خازن‌ها را براساس نوع عایق آن نیز دسته‌بندی می‌کنند. از انواع این خازن‌ها می‌توان خازن با عایق هوا، خازن با عایق کاغذ، خازن با عایق فیلم پلاستیکی، خازن با عایق پُلی استر، خازن با عایق سرامیک، خازن با عایق میکا و خازن با عایق الکترولیت (الکترولیتی) را نام برد. معمولاً خازن‌های متغیر با عایق هوا یا فیلم پلاستیکی هستند محدوده‌ی ظرفیت خازن‌های با عایق هوا، فیلم پلاستیکی، میکا و سرامیکی حداکثر تا ۰/۱ میکروفاراد است. خازن‌های باعایق کاغذی را تا ۱۰ میکروفاراد نیز می‌سازند. ظرفیت خازن‌های الکترولیتی حداقل ۰/۱ میکروفاراد و حداکثر ۱۰۰۰۰ میکروفاراد است. در شکل ۲۰ــ۲، نمونه‌هایی از انواع خازن‌های ثابت با عایق‌های مختلف را مشاهده می‌کنید.

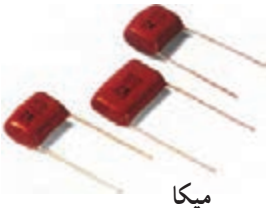
یادآوری می‌شود تشخیص نوع عایق خازن از روی شکل ظاهری آن امکان‌پذیر نیست و برای تعیین دقیق نوع عایق، باید به کاتالوگ‌های کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.

الکترولیت

پلی‌استر

فیلم پلاستیکی

کاغذی


میکا

سرامیک

میکا

پلی‌استر

شکل ۲۰ــ۲ــ انواع خازن‌ها با توجه به نوع عایق آن

ولتاژ کار خازن و خواندن مقدار ظرفیت آن : یکی از مشخصات مهم خازن، ولتاژ کار آن است. ولتاژ کار و ظرفیت خازن را روی بدنه‌ی خازن به‌طور مستقیم، با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند. در شکل الف ــ ۲۱ــ۲، مقدار ظرفیت خازن ۷/۴ میکروفاراد و ولتاژ کار آن ۱۰ ولت است.

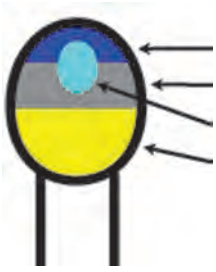
یکی از روش‌های متداول در نوشتن مقدار ظرفیت روی خازن استفاده از کد عددی است. برای مثال روی یک خازن عدد ۱۰۲ نوشته می‌شود. مقدار ظرفیت این خازن برابر با ۱۰۰۰ پیکوفاراد است. به عبارت دیگر، در این روش، عدد اوّل و دوم نماینده‌ی رقم اوّل و دوم است و عدد سوم ضریب یا تعداد صفرها را نشان می‌دهد. استفاده از کد رنگی برای خواندن ظرفیت خازن نیز متداول است که یکی از روش‌های آن مشابه کد رنگی مقاومت‌هاست. روش‌های متنوع دیگری نیز وجود دارد. در شکل ۲۱ــ۲، دو نمونه خازن با استفاده از کدعددی و دو نمونه با کدرنگی را ملاحظه می کنید.

۴۷۲ = عدد نوشته شده
۴۷۰۰ PF = مقدار ظرفیت خازن
پیکو فاراد یا : ۴۱۷NF نانوفاراد

الف ــ خواندن خازن با کد عددی

۱۰۴ = عدد نوشته شده
۱۰۰۰۰۰۰ PF = مقدار ظرفیت
پیکوفاراد
نانوفاراد : ۱۰۰ NF =

ب ــ خواندن خازن با کد عددی



ج ــ کد رنگی برای خازن

شکل ۲۱ــ۲ــ خواندن خازن با استفاده از کد عددی

توجه به قطبین خازن : معمولاً خازن‌های با ظرفیت کم (زیر ۰٫۱ میکروفاراد) دارای قطب مشخصی نیستند. به عبارت دیگر، جابه‌جایی پایه‌های خازن اثری بر کار آن در مدار نمی‌گذارد. اما خازن‌های الکترولیتی قطب مثبت و منفی دارند و لازم است هنگام اتصال به مدار، به آن توجه نمود. در شکل الف ــ ۲۲ــ۲، قطب‌های خازن الکترولیتی را ملاحظه می کنید.

درسال‌های اخیر نوعی خازن با عایق تانتالیوم (Tantaliom) ساخته شده است که از نظر حجم بسیار کوچک تر از خازن‌های الکترولیتی است ولی از نظر ظرفیت در ردیف آن‌ها قرار دارد. هنگام اتصال خازن تانتالیوم به مدار باید به قطب‌های آن توجه کرد. در شکل ب ــ ۲۱ــ۲ این نوع خازن را ملاحظه می کنید. ظرفیت این خازن با کد عددی و ولتاژ کار آن به‌طور مستقیم روی آن نوشته شده است.

قطب منفی
قطب مثبت

الف ــ توجه به قطب‌های خازن الکترولیتی

۱۰۶ = عدد نوشته شده
۱۰۰۰۰۰۰۰ PF = مقدار ظرفیت
۱۰۲F =
ولت ۳۵ = ولتاژ کار

ب ــ خازن تا نتالیوم

شکل ۲۲ــ۲ــ خازن‌های الکترولیتی و تانتالیوم

۴ــ۲ــ۲ــ کار عملی: تعدادی خازن الکترولیتی، تانتالیوم سرامیکی و ... (حداقل ۶ عدد) را در اختیار بگیرید. سپس با استفاده از تجربیات خود، مقدار ظرفیت خازن را برحسب PF، NF یا µF به‌دست آورید و ولتاژ کار هر خازن را تعیین کنید و نتایج را در جدول ۲ــ۲ بنویسید. در صورتی که ولتاژ خازن قابل تعیین نیست به جای آن علامت ( ) بگذارید.

زمان	۲ ساعت

جدول ۲ــ۲

شماره‌ی خازن	نوع خازن	نوشته‌های روی بدنه خازن	مقدار ظرفیت	مقدار ولتاژ کار
C_1				
C_2				
C_3				
C_4				
C_5				
C_6				

نکته‌ی مهم: در صورتی که ولتاژ کار خازن روی خازن نوشته نشده باشد، برای اطلاع از مقدار ولتاژ کار باید به کاتالوگ کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.

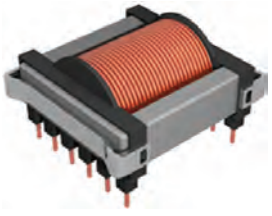
۵ــ۲ــ۲ــ سلِف یا سیم‌پیچ

ساختمان سیم‌پیچ (سلِف): هرگاه چند حلقه سیم را روی بدنه‌ی مداد، خودکار یا قرقره بپیچیم، یک سیم‌پیچ یا سلف (self) شکل می‌گیرد.

سیم‌پیچ‌ها می‌توانند بدون هسته یا با هسته باشند. جنس هسته‌ی سیم‌پیچ معمولاً از فلزهای آهنی یا فریت (ترکیب مخصوص آهن) است. در شکل ۲۳ــ۲، چند نمونه سیم‌پیچ را مشاهده می‌کنید.

سلف پیچیده شده روی قرقره بدون هسته

سلف بدون هسته و قرقره



سلف با هسته‌ی آهنی

سلف با هسته‌ی فریت

شکل ۲۳ــ۲ــ انواع سیم‌پیچ‌های ساده، روی قرقره با هسته‌ی آهنی و فریت

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید:

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی منابع مختلف دیگر، روی انواع هسته‌های سیم‌پیچ ترانسفورموتور تحقیق کنید.

عملکرد و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی سلف: سلف عنصری است که انرژی الکتریکی را به صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره می‌کند. یک سلف معمولاً از سه قسمت تشکیل می‌شود :

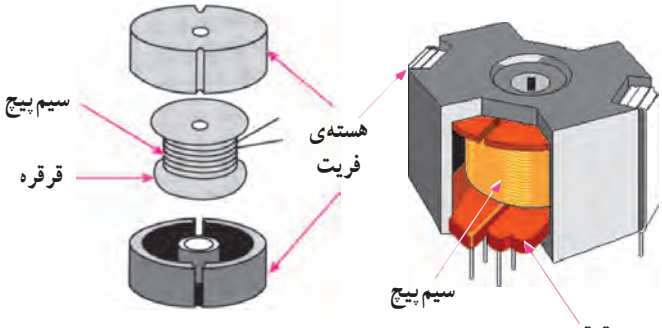
ــ سیم‌پیچ با تعدادی دور سیم مسی ؛

ــ قرقره، که سیم روی آن پیچیده می‌شود.

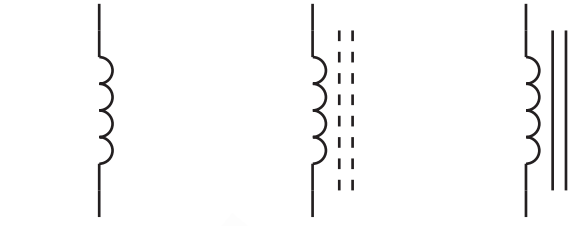
ــ هسته، که در مرکز قرقره قرار می‌گیرد.

سلف‌ها به شکل‌های مختلف ساخته می‌شوند. شکل قرقره و هسته تعیین‌کننده‌ی شکل کلی سیم‌پیچ است. در شکل ۲۴ــ۲ تصویر مونتاژ شده و باز شده‌ی یک نمونه سلف یا هسته‌ی فریت را ملاحظه می‌کنید. نماد فنی سیم‌پیچ به صورت ⌇⌇⌇ است. در صورتی که سیم‌پیچ هسته داشته باشد، روی نماد آن دو خط پر یا خط‌چین نیز رسم می‌کنند.

در شکل ۲۵ــ۲، نمونه‌های مختلف سیم‌پیچ و نمادهای مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۲۴ــ۲ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی سیم‌پیچ (سلف) با هسته‌ی فریت



شکل ۲۵ــ۲ــ نماد فنی و تصویر ظاهری چند نمونه سلف

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

جست و جو کنید:

با بررسی سیستم برقی خودرو بررسی کنید در چه قسمت‌هایی از سیم‌پیچ استفاده شده است؟ نتایج را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ضریب خود القای سلف: مقدار خاصیت ذخیره‌ی انرژی در سیم‌پیچ و مخالفت آن در مقابل جریان الکتریکی را با ضریب خود القایی می‌سنجند. واحد ضریب خود القایی هانری است و آن را با L نشان می‌دهند. هر قدر مقدار L بیش‌تر باشد توانایی ذخیره‌ی انرژی در سیم‌پیچ یا خاصیت مخالفت آن با جریان متناوب بیش‌تر است. واحدهای کوچک‌تر، میلی هانری (mH) برابر با $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ هانری و میکروهانری (NH) برابر با $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}$ هانری می‌نامند.

با قرار دادن هسته‌ی آهنی یا فریت در داخل قرقره‌ی سلِف، مقدار ضریب خود القای سلف افزایش می‌یابد. ضریب خود القای سیم‌پیچ را اندوکتانس (Inductance) نیز می‌گویند.

موارد کاربرد سیم‌پیچ: سیم‌پیچ‌ها در موتورهای الکتریکی به‌منظور تولید میدان مغناطیسی و حرکت دوار و در رله‌ها به عنوان کلید قطع و وصل الکتریکی و مغناطیسی و در مدارهای الکترونیکی به عنوان یکی از قطعات اصلی به کار می‌رود. از سیم‌پیچ در موتور اتومبیل در سامانه‌ی جرقه‌زنی استفاده می‌شود. کوئل ماشین، ترکیبی از دو سیم‌پیچ اولیه و ثانویه است، که به صورت ترانسفورماتور افزاینده عمل می‌کند و ولتاژ زیاد را برای جرقه‌زنی فراهم می‌کند. در بسیاری از حسگرها و فیوزها از سیم‌پیچ استفاده می‌شود. در شکل ۲۶ــ۲، چند نمونه از موارد کاربرد سیم‌پیچ آمده است.

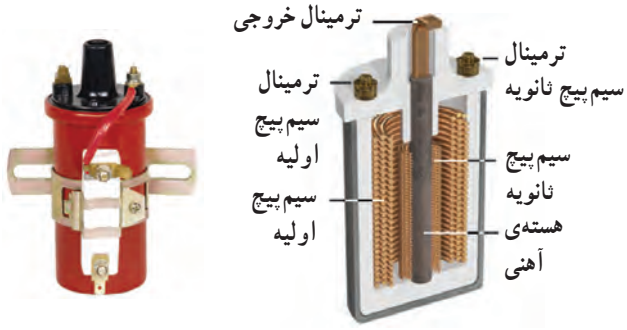
معمولاً مقدار ضریب خود القای سیم‌پیچ را روی سیم‌پیچ به صورت مستقیم یا با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند.

در شکل الف ــ ۲۶ــ۲، یک کوئل مربوط به ماشین‌های قدیمی را مشاهده می‌کنید که در آن دو سیم‌پیچ اولیه و ثانویه وجود دارد. در شکل ب ــ ۲۶ــ۲، کوئل مربوط به اتومبیل‌های جدید را ملاحظه می‌کنید که در آن نیز دو سیم پیچ به کار رفته است و در شکل ج ــ ۲۶ــ۲، آژیر و رله‌ی آن را ملاحظه می‌کنید. در شکل د ــ ۲۶ــ۲، حسگر نصب شده روی چرخ اتومبیل و رله‌ی مربوط به استارت، چراغ و ... خودرو آمده است.

(میلی هانری) ۱ H (هانری) = ۱۰۰۰ mH

(میکروهانری) ۱ H (هانری) = ۱۰۰۰۰۰۰ µH

$= ۱۰^{۶}$ µH



الف ــ کوئل ماشین‌های قدیمی

ب ــ کوئل ماشین‌های جدید

ج ــ بوق و رله‌ی بوق

د ــ انواع رله‌های استارتر و چراغ و حسگر چرخ

شکل ۲۶ــ۲ــ موارد کاربرد سلف

۶ــ۲ــ۲ــ کار عملی: چند نمونه سلف آزمایشگاهی و حداقل دو نمونه کوئل خودرو و سه نمونه رله‌ی بوق، چراغ و استارت را در اختیار بگیرید و ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها را شناسایی کنید و توسط اهم‌متر صحت عملکرد آن‌ها را بررسی نمایید و جدول ۳ــ۲ را کامل کنید.

زمان	۲ ساعت

جدول ۳ــ۲

شماره‌ی قطعه	نام قطعه	مشخصات نوشته شده‌ی روی بدنه	مقدار مقاومت سیم‌پیچ	سالم است	
				بلی	خیر
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					
۶					
۷					
۸					

نکته‌ی مهم: سلف یا سیم‌پیچ سالم هنگام آزمایش با اهم‌متر فقط مقاومت اهمی سیم‌پیچ را نشان می‌دهد.

۷ــ۲ــ۲ــ دیود Diode

اشاره‌ای به ساختمان نیمه هادی‌ها: اجسام موجود در طبیعت از نظر هدایت الکتریکی به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند.

الف : هادی‌ها

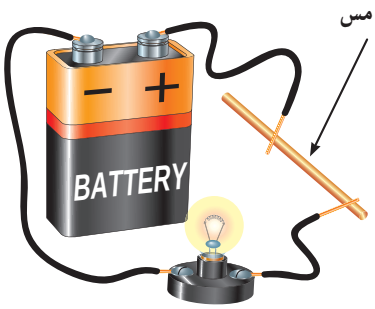
ب : عایق‌ها

ج : نیمه هادی‌ها

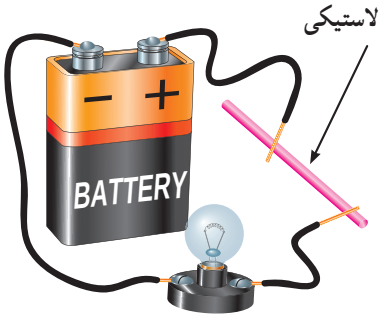
هادی‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهند. مس، آلومینیوم، سایر فلزات و بعضی از اسیدها در رده‌ی هادی‌ها قرار دارند (شکل ۲۷ــ۲)

عایق‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به سادگی از خود عبور نمی‌دهند. شیشه، انواع پلاستیک‌ها، هوا و ... . در رسته‌بندی عایق‌ها قرار دارند.

بین عایق‌ها و هادی‌ها اجسامی وجود دارند که نه مانند یک هادی به سادگی جریان برق را از خود عبور می‌دهند و نه مانند یک عایق جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند.



یک سیم مسی هادی است و جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهد و باعث روشن شدن لامپ می‌گردد.



سیم پلاستیکی (مانند طناب) عایق است و جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد و در نتیجه لامپ روشن نمی‌شود.

شکل ۲۷ــ۲ــ مثالی از هادی‌ها وعایق‌ها

به این اجسام، نیمه هادی[1] می گویند. مهم ترین نیمه هادی‌هایی که در صنعت الکترونیک مورد استفاده قرار می گیرد سیلیکون و ژرمانیوم است. تمامی نیمه هادی‌ها در آخرین لایه‌ی اتم خود، چهار الکترون دارند. در شکل ۲۸ــ۲ ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم نشان داده شده است.

وقتی اتم‌های ژرمانیوم یا سیلیکون در کنار یکدیگر قرار می گیرند و به صورت مولکول در می‌آیند تشکیل کریستال می‌دهند.

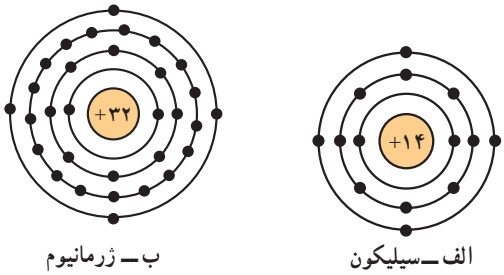
در صورتی که یک عنصر سه ظرفیتی مانند آلومینیوم را به کریستال ژرمانیوم اضافه کنیم، کریستال نوع p شکل می گیرد.

در صورتی که یک عنصر ۵ ظرفیتی را به کریستال ژرمانیوم یا سیلیسیوم اضافه کنیم، کریستال نوع N شکل می گیرد.

تشکیل دیود : اگر یک قطعه نیمه هادی نوع N را به یک قطعه نیمه هادی نوع P بچسبانیم، اتصال پی ان (PN)، که یک دیود است، شکل می گیرد.

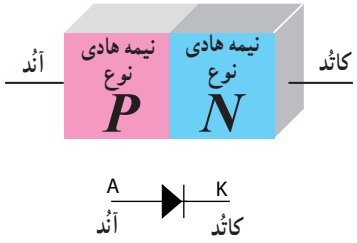
کریستال نوع P را آنُد (Anode ــ قطب مثبت) و کریستال نوع N را کاتُد (Cathode ــ قطب منفی) می‌نامند. در شکل ۲۹ــ۲، اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود را ملاحظه می کنید.

شکل ظاهری تعدادی از دیودها مشابه مقاومت‌هاست. اما دیودها را با توجه به مشخصات فنی موردنیاز به صورت‌های گوناگون و متنوع می‌سازند. در شکل ۳۰ــ۲، تصویر ظاهری چند نمونه دیود را ملاحظه می کنید.

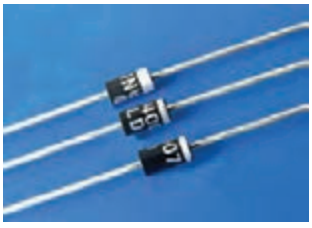


ب ــ ژرمانیوم　　الف ــ سیلیکون

شکل ۲۸ــ۲ــ ساختمان اتمی نیمه هادی‌های سیلیکون وژرمانیوم



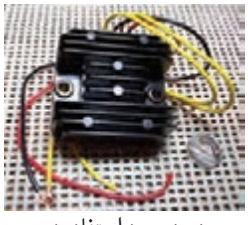
شکل ۲۹ــ۲ــ اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود


دیود معمولی

دیود قدرت

دیودهای مورد استفاده در خودروهای قدیمی

دیود ۴ تایی (پل)


دیود مورد استفاده در اتوموبیل‌های جدید

شکل ۳۰ــ۲ــ تصویر ظاهری چند نمونه دیود

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

جست و جو کنید :

با مراجعه به منابع مختلف در ارتباط با رفتار دیود در مدارهای الکتریکی تحقیق کنید و نتایج به‌دست آمده را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

1ــ Semiconductor

عملکرد دیود و اتصال آن به مدار: دیود مانند یک شیر یک طرفه عمل می‌کند. در صورتی که دیود به گونه‌ای به مدار وصل شود که قطب مثبت (آنُد) آن به قطب مثبت باتری و قطب منفی (کاتُد) به قطب منفی باتری وصل باشد، دیود مانند یک کلید بسته عمل می‌کند در این حالت می‌گویند دیود در بایاس یا ولتاژ موافق قرار دارد (شکل الف ــ ۳۱ــ۲).

در صورتی که دیود به گونه‌ای در مدار قرار گیرد که قطب مثبت آن به قطب منفی باتری و قطب منفی آن به قطب مثبت باتری وصل شود، دیود مانند کلید باز عمل می‌کند و در این حالت جریانی از مدار عبور نخواهد کرد. در این شرایط می‌گویند دیود در ولتاژ مخالف (بایاس مخالف) قرار دارد (شکل ب ــ ۳۱ــ۲).

الف ــ دیود در ولتاژ موافق

ب ــ دیود در ولتاژ مخالف

شکل ۳۱ــ۲ــ عملکرد دیود در مدار

نکته‌ی مهم: یک دیود زمانی هدایت می‌کند که دو شرط زیر برقرار باشد :

- ولتاژ آند دیود تقریباً به اندازه‌ی ۰/۶ ولت از کاتد آن بیش‌تر باشد.
- منبع تغذیه بتواند جریان موردنیاز مدار را تأمین کند.

کاربرد دیودها: دیود یک سوئیچ الکترونیکی است یک‌سوساز، با ولتاژ آس (AC) که در حد گسترده‌ای در مدارهای الکترونیکی و مخابراتی به کار می‌رود. در خودرو از دیود، که یک‌سوساز سه فاز است و در خروجی آلترناتور (دینام) قرار می‌گیرد استفاده می‌کنند. در قسمت مدارهای ساده‌ی الکترونیکی به این موضوع خواهیم پرداخت.

توجه داشته باشید که در شکل الف ــ ۳۱ــ ۲ دیود هدایت می‌کند و لامپ روشن است و در شکل ب ــ ۳۱ ــ ۲ دیود هدایت نمی‌کند و لامپ خاموش است.

انواع دیودها: دیودها در انواع دیودهای قدرت، سیگنال، نورانی (نوردهنده)، فتو دیود، پل، مجموعه‌ای متمرکز (IC) و ... ساخته می‌شوند. در شکل ۳۲ــ۲ تعدادی از این دیودها آمده است.

دیودهای مورد استفاده در آلترناتور خودرو

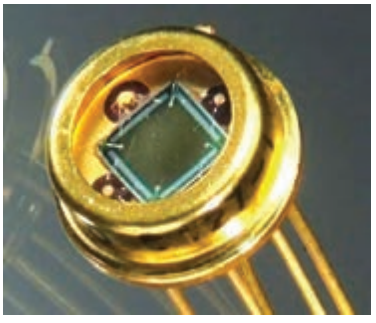
دیود لیزری از نوع لنز DVD

دیود چند تایی

دیود نورانی پر قدرت

دیود نورانی معمولی

فتو دیود



فتو دیود

شکل ۳۲ــ۲ــ چند نمونه از انواع دیودها

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید:

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و منابع مختلف، انواع دیودها را بیابید و نام آن‌ها را فهرست کنید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

دیود زنر (Zener): دیود زنِریک اتصال پی ان (PN) است که در بایاس موافق مانند یک دیود معمولی یک‌سوکننده عمل می‌کند. این دیود در بایاس مخالف، تحت ولتاژ خاصی، که آن را ولتاژ زنر می‌نامند، ناگهان هادی شده و جریان را از خود عبور می‌دهد. در این حالت ولتاژ دو سر دیود تقریباً ثابت باقی می‌ماند. در شکل ۳۳ــ۲، ساختمان داخلی دیود زنِر، شکل ظاهری، نماد و موارد کاربرد آن را، که در واقع، رگولاتور شارژ باتری است، مشاهده می‌کنید. زنر نام دانشمندی است که اولین بار در سال ۱۹۳۴ به این پدیده‌ی شگفت پی برد و آن را عملی نمود.

دیود زنر در خودروها، به منظور تنظیم میزان شارژ باتری و جلوگیری از شارژ شدن بیش از حد آن، مورد استفاده قرار گیرند.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید:

با مراجعه به منابع مختلف تحقیق کنید که دیودهای زنر با چه توان‌هایی ساخته می‌شوند. نتایج به‌دست‌آمده را بنویسید.

۸ــ۲ــ۲ــ ترانزیستور معمولی (BFT):

یک ترانزیستور معمولی، از سه قطعه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. نحوه‌ی قرار گرفتن نیمه هادی‌های نوع P و N در کنار یک‌دیگر به دو صورت زیر می‌تواند باشد. هر دو نوع ترانزیستور در عمل ساخته می‌شوند.

الف) یک قطعه نیمه هادی نوع N در وسط و دو قطعه نیمه هادی نوع P در دو طرف آن قرار می‌گیرد.

ب) یک قطعه نیمه هادی نوع P در وسط و دو قطعه نیمه هادی نوع N در دو طرف آن قرار می‌گیرد.

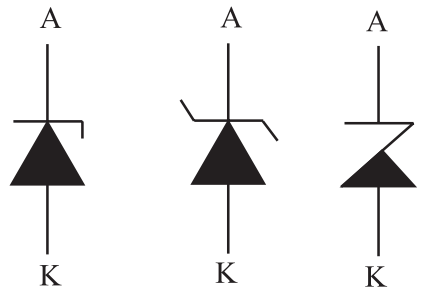
در شکل ۳۴ــ۲ ساختمان داخلی هر دو نوع ترانزیستور نشان داده شده است.

ساختمان داخلی دیود زنر

دیود زنر معمولی

دیود زنر قدرت

شکل ظاهری

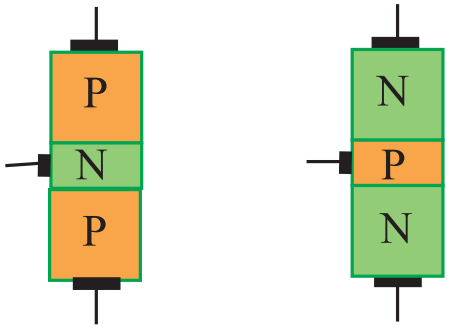


استاندارد IEC　　سمبل های رایج

علامت‌های قراردادی (نماد فنی) دیود زنر

تنظیم‌کننده‌ی شارژ باتری با استفاده از دیود زنر و سایر قطعات الکترونیکی

شکل ۳۳ــ۲ــ دیود زنر و کاربرد آن

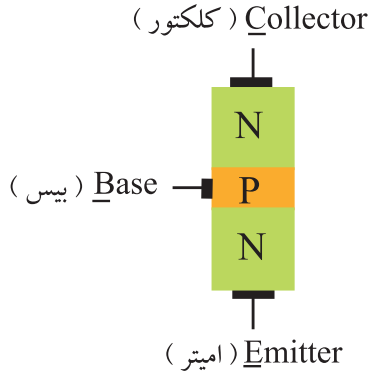


شکل ۳۴ــ۲ــ نحوه‌ی قرار گرفتن نیمه هادی‌های نوع N و P در ترانزیستور

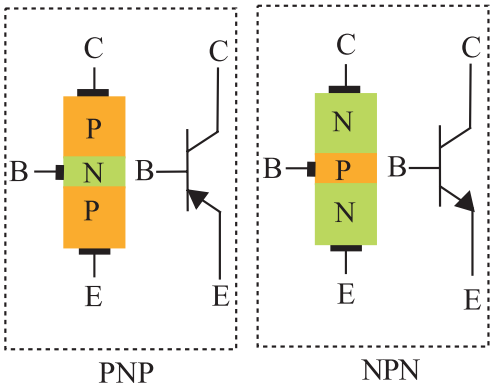
ترانزیستوری که از دو قطعه نیمه هادی نوع P و یک قطعه نیمه هادی نوع N ساخته شده باشد ترانزیستور PNP و ترانزیستوری که حاوی دو قطعه نیمه هادی نوع N و یک قطعه نیمه هادی نوع P است، ترانزیستور NPN نامیده می‌شود.

پایه‌های ترانزیستور را امیتر، بیس و کلکتور می‌نامند. پایه‌ی کلکتور را با حرف C، پایه‌ی بیس را با حرف B و پایه‌ی امیتر را با حرف E نشان می‌دهند (شکل ۳۵ــ۲).

در شکل ۳۶ــ۲ علامت‌های قراردادی ترانزیستورهای PNP و NPN نشان داده شده است.



شکل ۳۵ــ۲ــ نام پایه‌های ترانزیستور



شکل ۳۶ــ۲ــ علامت قراردادی ترانزیستورهای PNP و NPN

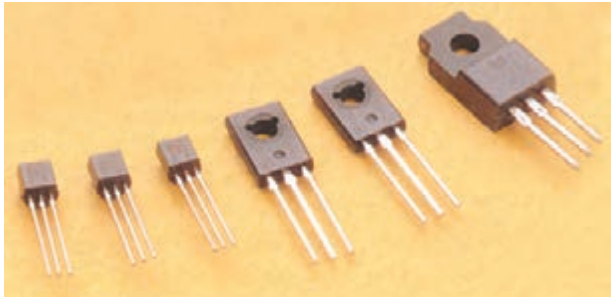
ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید:

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و منابع مختلف بررسی کنید آیا انواع دیگر ترانزیستور وجود دارند یا خیر؟ درصورتی که وجود دارد، آن‌ها را نام ببرید.

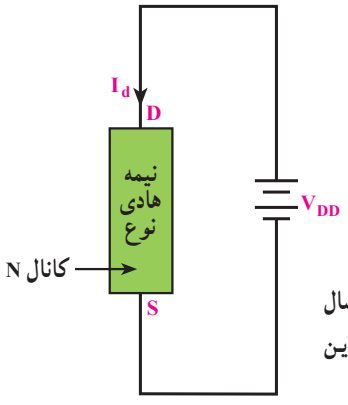
در شکل ۳۷ــ۲ نمونه‌هایی از انواع ترانزیستورها را مشاهده می‌کنید.

از ترانزیستور در نقش تقویت‌کننده، کلید الکترونیکی و رگولاتور استفاده می‌کنند. از انواع دیگر ترانزیستورها می‌توان JFET و UJT را نام برد.



شکل ۳۷ــ۲ــ نمونه‌هایی از انواع ترانزیستورها

۹ــ۲ــ۲ــ ترانزیستور JFET: اگر به دو سر یک قطعه‌ی نیمه هادی نوع N، مانند شکل ۳۸ــ۲ ولتاژ DC وصل کنیم جریانی از مدار عبور می‌کند که آن را I_D می‌نامیم. مقدار I_D بستگی به مقاومت نیمه هادی نوع N دارد. پایه‌ای (الکترودی) را که قطب مثبت منبع ولتاژ به آن وصل است D و پایه‌ای را که قطب منفی به آن وصل است S یا منبع الکترون‌ها می‌نامند. نیمه هادی نوع N را که از آن جریان I_D عبور می‌کند کانال می‌گویند. در این شکل چون نیمه هادی، نوع N است به آن کانال نوع N گفته می‌شود.



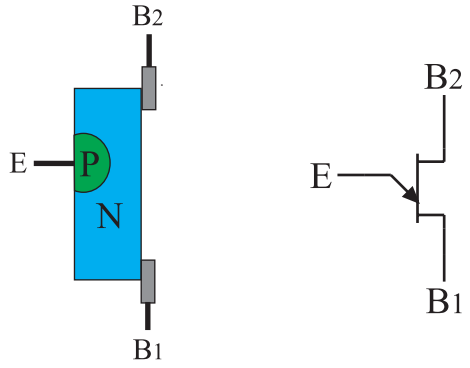
شکل ۳۸ــ۲ــ پایه‌ی محل اتصال قطب مثبت منبع ولتاژ را درین می‌نامند و با D نشان می‌دهند.

شکل ظاهری ترانزیستور JFET مشابه ترانزیستورهای معمولی است، ولی عملکرد آن کاملاً متفاوت است. از JFET می‌توان در نقش کلید الکترونیکی، تقویت کننده و ... در مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های مختلف استفاده کرد.

۱۰ــ۲ــ۲ــ ترانزیستور تک اتصالی (UJT):

ترانزیستور تک اتصالی یا UJT از یک قطعه‌ی نیمه هادی معمولاً نوع N و به ندرت نوع P تشکیل می‌شود. در قسمتی از نیمه هادی نوع N یک نیمه هادی نوع P نفوذ می‌دهند. به این ترتیب، اصطلاح تک اتصالی تعریف می‌شود. شکل ۳۹ــ۲ شکل ظاهری و ساختمان داخلی و نماد این ترانزیستور را نشان می‌دهد. دو اتصال انتهایی ناحیه‌ی N را بیس یا پایه‌های B_1 و B_2 و اتصال نیمه هادی نوع P را امیتر می‌گویند. از UJT در مدارهای نوسان‌ساز استفاده می‌شود. مدار نوسان‌ساز مداری است که می‌تواند سیگنال AC با فرکانس‌های مختلف تولید کند.

الف ــ شکل ظاهری ترانزیستور UJT



ب ــ ساختمان داخلی UJT و نماد آن

شکل ۳۹ــ۲ــ شکل ظاهری، ساختمان داخلی و نماد UJT

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

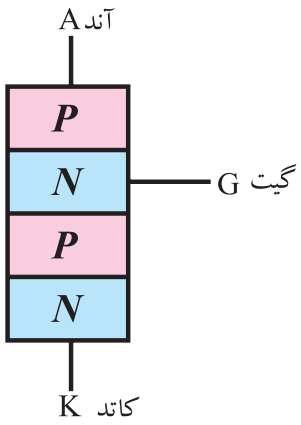
تحقیق کنید:

آیا در مدارهای الکترونیکی خودرو از نوسان‌ساز استفاده می‌شود؟ درصورتی که جواب مثبت است توضیح دهید.

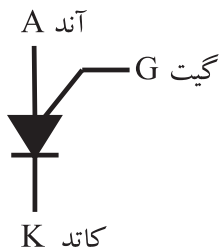
۱۱ــ۲ــ۲ــ PUT یا UJT قابل برنامه‌ریزی:

PUT یا UJT قابل برنامه‌ریزی، از چهار قطعه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. پایه‌های یک PUT را، آنُد، گیت و کاتُد می‌نامند و با حروف A و G و K نمایش می‌دهند.

در شکل ۴۰ــ۲ ساختمان داخلی و نماد فنی PUT را ملاحظه می‌کنید. شکل ظاهری PUT مشابه سایر ترانزیستورها است.



ساختمان داخلی PUT



نماد یا علامت قراردادی PUT

شکل ۴۰ــ۲ــ ساختمان داخلی و نماد فنی PUT

۱۲ــ۲ــ۲ــ دایاک سه لایه و ۵ لایه:

ــ *دایاک سه لایه:* دایاک یک قطعه الکترونیکی نیمه هادی دو الکترودی یعنی دو پایه است. نوع سه لایه دایاک از سه لایه‌ی کریستال P، N و P تشکیل شده است. دایاک دارای دو حالت کار قطع و وصل است. در شکل ۴۱ــ۲ ساختمان داخلی و شکل ظاهری و نماد فنی دایاک نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل مشخص است، ساختمان دایاک شبیه به یک ترانزیستور PNP است با این تفاوت که الکترود بیس ندارد.

ــ *دایاک ۵ لایه:* دایاک ۵ لایه از ۵ لایه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. شکل ۴۲ــ۲، ساختمان داخلی دایاک ۵ لایه را نشان می‌دهد. علامت قراردادی دایاک ۵ لایه مانند دایاک ۳ لایه است. دایاک سه لایه و ۵ لایه علاوه بر استفاده در مدارهای مختلف در نقش نوسان ساز نیز به کار می‌رود.

دایاک Diac، ترایاک Triac، تریستور SCR را اصطلاحاً کلید یا سوئیچ الکترونیکی قابل کنترل می‌نامند.

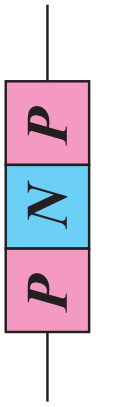
۱۳ــ۲ــ۲ــ تریستور یا اس سی آر (SCR):

تریستور یا اس سی آر از ۴ قطعه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل می‌شود. پایه‌های SCR را آنُد (A) گیُت (G) و کاتُد (K) می‌نامند. تریستور یا SCR در واقع یک دیود یک‌سوکننده‌ی قابل کنترل قدرتی است در شکل ۴۳ــ۲، ساختمان داخلی و نماد تریستور را مشاهده می‌کنید.

۱۴ــ۲ــ۲ــ ترایاک (Triac):

ترایاک عنصری است مانند اس سی آر (SCR) با این تفاوت که می‌تواند هم در نیم‌سیکل مثبت و هم در نیم سیکل منفی ولتاژ را برش دهد و روی هر دو نیم سیکل مثبت و منفی کنترل داشته باشد. از مجموعه‌ی دایاک، تریستور، ترایاک و تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی جهت کنترل دور موتور، نور چراغ‌ها و ... استفاده می‌کنند.

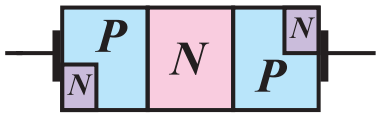
شکل ظاهری



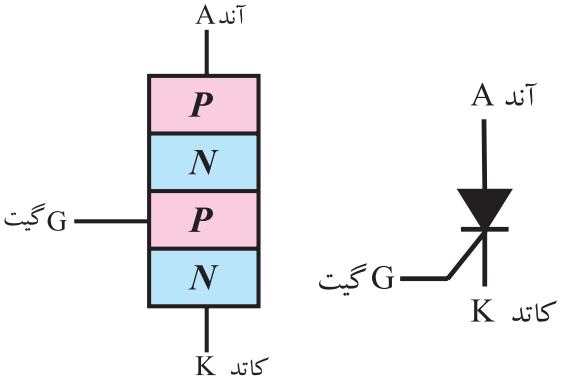
ساختمان داخلی

نماد

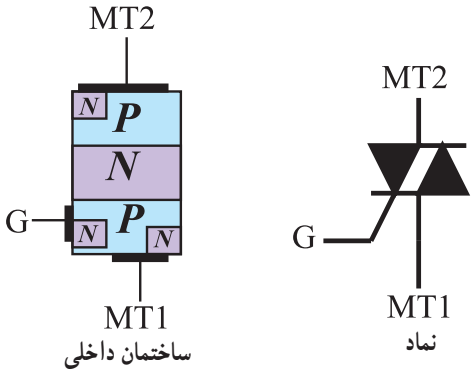
شکل ۴۱ــ۲ــ ساختمان داخلی، شکل ظاهری دایاک سه لایه



شکل ۴۲ــ۲ــ ساختمان داخلی دایاک ۵ لایه



شکل ۴۳ــ۲ــ ساختمان داخلی و نماد تریستور



شکل ۴۴ــ۲ــ ساختمان داخلی و نماد ترایاک

۱۵ــ۲ــ۲ــ قطعات الکترونیک صنعتی: مجموعه‌ی قطعات UJT، PUT، SCR، دایاک، ترایاک را به دلیل این که در مدارهای جریان بالای صنعتی به کار می‌روند قطعات الکترونیک صنعتی می‌گویند.

از این قطعات در مدارهای الکترونیکی خودرو نیز استفاده می‌شود. استفاده از قطعات الکترونیک صنعتی در مدارهای با جریان بالا، سبب شده است تا حجم مدارهای الکترونیکی نسبت به مدارهای کنتاکتوری (رله‌ای) کاهش یابد و از تلفات انرژی نیز در حد بسیار گسترده‌ای جلوگیری شود. در شکل ۴۵ــ۲ تصویر ظاهری تعدادی از این قطعات را ملاحظه می‌کنید.

دایاک

UJT، FET و PUT

اس سی آر (SCR) و ترایاک

شکل ۴۵ــ۲ــ شکل ظاهری چند نمونه قطعه‌ی الکترونیک صنعتی

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید :

آیا قطعات الکترونیک صنعتی همان حسگرها یا سنسورها هستند. پاسخ خودر را تشریح کنید.

.....

.....

.....

.....

۱۶ــ۲ــ۲ــ مدارهای مجتمع یا آی سی (IC): امروزه قطعات الکترونیکی مانند دیود، ترانزیستور، مقاومت و ... را در ابعاد بسیار کوچک‌تری می‌سازند و مجموعه‌ای از قطعات را در داخل یک بسته‌بندی به صورت مدار مجتمع قرار می‌دهند. گاهی ابعاد این قطعات از نوک سوزن نیز بسیار کوچک‌تر است. جالب این جاست که کلیه‌ی اعمال لحیم‌کاری و اتصال پایه‌ها نیز روی همان مدار مجتمع صورت می‌گیرد. با استفاده از این روش حجم مدار بسیار کوچک می‌شود و تلفات آن نیز نسبت به قطعات جدا از هم کاهش می‌یابد. بسته‌بندی مدارهای مجتمع به صورت بسته‌ی فلزی یا پلاستیکی در حجم‌های استوانه‌ای، مکعب مستطیل و مکعب ساخته می‌شود.

مزایای مدار مجتمع یا IC

- حجم کم
- لحیم کاری کم
- قیمت ارزان
- تلفات توان کم

شکل ۴۶ــ۲ــ نمونه‌هایی از مدار مجتمع

۱۷ــ۲ــ۲ــ کار عملی : حداقل تعداد ۱۰ قطعه الکترونیکی شامل انواع دیود، انواع ترانزیستور، انواع آی سی (IC) را در اختیار بگیرید، سپس، آن‌ها را از روی شکل ظاهر شناسایی کنید. نام قطعه و مشخصات فنی نوشته شده‌ی روی آن را در جدول شماره‌ی ۴ــ۲ یادداشت کنید.

توجه : شماره‌ی فنی عبارت از شماره‌ای است که توسط کارخانه روی قطعه نوشته می‌شود. از هر نمونه قطعه حداقل دو عدد انتخاب شود.

در شکل ۴۶ــ۲ تصویر ظاهری تعدادی آی سی (IC) را مشاهده می‌کنید. امروزه در مدارهای الکترونیکی خودرو نیز در حد بسیار گسترده‌ای از آی سی استفاده می‌شود. هم‌چنین بسیاری از آی سی‌ها قابل برنامه‌ریزی (Programable) هستند.

۳ــ۲ــ آشنایی با لوازم اندازه‌گیری و آزمایش مدارهای الکترونیکی

۱ــ۳ــ۲ــ معرفی انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی

: دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی بسیار گسترده و متنوع‌اند. در واحدهای کار قبلی با اصول کار و نحوه‌ی استفاده از ولت‌متر، آمپرمتر، اهم‌متر و مولتی متر عقربه‌ای آشنا شدید. یادآور می‌شود، امروزه به دلیل ارزانی قیمت و دقت بالایی که مولتی مترهای دیجیتالی دارند، اغلب از مولتی متر دیجیتالی استفاده می‌شود.

در این قسمت به بررسی دستگاه‌های اندازه‌گیری مولتی‌متر دیجیتالی، اُسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور آراف (RF) و دورسنج الکترونیکی می‌پردازیم. در شکل ۴۷ــ۲، تصویر ظاهری این دستگاه‌ها را مشاهده می‌کنید.

زمان	۲ ساعت

جدول ۴ــ۲

ردیف	نام قطعه	شماره‌ی فنی قطعه
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		
۹		
۱۰		

اسیلوسکوپ

فانکشن ژنراتور

مولتی‌متر عقربه‌ای

مولتی‌متر دیجیتال

دورسنج عقربه‌ای

دورسنج (تاکومتر) دیجیتال

شکل ۴۷ــ۲ــ تصویر ظاهری چند نمونه دستگاه اندازه‌گیری الکترونیکی

۲ــ۳ــ۲ــ مولتی‌متر (multimeter): مولتی‌متر دستگاهی است که برای اندازه‌گیری چند کمیت به کار می‌رود. اولین مولتی‌مترهای ساخته شده می‌توانستند کمیت‌های ولتاژ و جریان مستقیم و متناوب و مقاومت را اندازه بگیرند. بعدها حوزه‌ی کار مولتی‌مترها، از نظر تعداد کمیت مورد اندازه‌گیری، گسترش پیدا کرد. به‌طوری که امروزه مولتی‌مترهایی ساخته شده‌اند که می‌توانند ظرفیت خازن، ضریب خود القای سیم‌پیچ، فرکانس، شدت صوت (دسی بل) و ضریب تقویت جریان ترانزیستور را اندازه بگیرند و دیود و ترانزیستور را تست کنند. مولتی‌مترها در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند. امروزه مولتی‌مترهای دیجیتال کاربرد گسترده‌تری دارند و برخی از آن‌ها را می‌توان به کامپیوتر متصل کرد و اطلاعات موردنظر را ذخیره نمود.

در شکل ۴۸ــ۲، تصویر دو نمونه‌ی پر کاربرد مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.

مولتی‌متر دیجیتال

مولتی‌متر آنالوگ

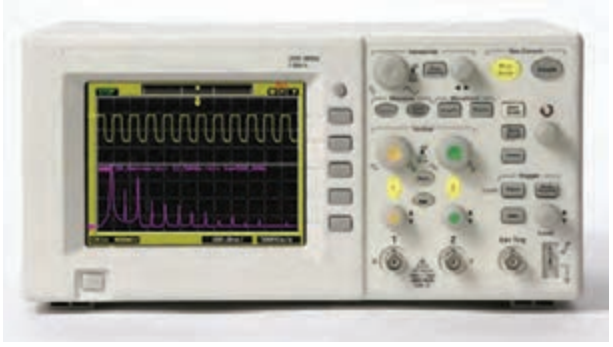
شکل ۴۸ــ۲ــ مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال

۳ــ۳ــ۲ــ اسیلوسکوپ یا نوسان‌نما (Oscilloscope): اسیلوسکوپ دستگاهی است که می‌تواند شکل موج یک سیگنال الکتریکی را به ما نشان دهد. اسیلوسکوپ، سیگنال الکتریکی را در حوزه‌ی زمان به ما نشان می‌دهد. از اسیلوسکوپ در دستگاه‌های پزشکی برای نشان دادن نوسان‌های مربوط به ضربان قلب، در خودرو و برای مشاهده‌ی عملکرد دقیق سیستم سوخت‌رسانی و جرقه‌زنی و در بسیاری از موارد دیگر به کار می‌رود. هر اسیلوسکوپ دارای یک لامپ تصویر است که سیگنال موردنظر روی آن به نمایش درمی‌آید.

در داخل اسیلوسکوپ مدارهایی وجود دارد که سیگنال‌های مورد آزمون را پردازش می‌کند و آن را به لامپ تصویر می‌رساند. هم‌چنین، در داخل آن مدارهایی برای همزمانی و جلوگیری از به هم ریختگی سیگنال در نظر گرفته می‌شود.

روی صفحه‌ی جلوی اسیلوسکوپ (پَنِل panel) سلکتورهایی وجود دارد که توسط آن‌ها می‌توان سیگنال الکتریکی موردنظر را در حد دل‌خواه تنظیم نمود.

اسیلوسکوپ در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شود. در شکل ۴۹ــ۲، دو نمونه اسیلوسکوپ را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۴۹ــ۲ــ شکل ظاهری دو نمونه اسیلوسکوپ

همان‌طور که مشاهده می‌شود، ابعاد صفحه‌ی لامپ تصویر اسیلوسکوپ‌ها با هم متفاوت‌اند.

۴ــ۳ــ۲ــ سیگنال ژنراتور (signal generator) :

سیگنال ژنراتور دستگاهی است که سیگنال‌های مختلف الکتریکی را با فرکانس، شکل موج و دامنه‌ی متفاوت تولید می‌کند. از آن‌جا که دامنه و فرکانس تولید شده توسط این دستگاه قابل تنظیم است، کاربر می‌تواند متناسب با نیاز خود سیگنال الکتریکی را تنظیم کند و آن را مورد استفاده قرار دهد. از سیگنال ژنراتور برای تعمیر و تنظیم دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌کنند.

سیگنال ژنراتورها در دو نوع آ. اف (AF)[1] و آر. اف (RF)[2] ساخته می شوند. سیگنال ژنراتور AF برای مدارهای معمولی و با فرکانس کم و سیگنال ژنراتور RF برای مدارهای رادیویی به‌کار می‌رود.

در شکل ۵۰ــ۲ دو نمونه سیگنال ژنراتور AF را ملاحظه می‌کنید. معمولاً سیگنال ژنراتور AF موج‌های مربعی و سینوسی تولید می‌کند. دستگاه دیگری به نام فانکشن ژنراتور (Function Generator) وجود دارد که می‌تواند شکل موج‌های مثلثی و ... را تولید نماید.

شکل ۵۰ــ۲ــ دو نمونه سیگنال ژنراتور AF

۵ــ۳ــ۲ــ دورسنج الکترونیکی (Tachometer) :

برای اندازه‌گیری تعداد دور موتورهای الکتریکی و مکانیکی از دورسنج استفاده می‌شود. دورسنج‌ها در دو نوع الکتریکی و مکانیکی ساخته می‌شوند. دورسنج مکانیکی به‌گونه‌ای طراحی شده است که روی، سطح مقطع محوری که می‌چرخد قرار می‌گیرد و شروع به چرخش می‌کند و تعداد دور را نشان می‌دهد. دورسنج الکتریکی در واقع مجموعه‌ی فرستنده و گیرنده‌هایی هستند که یکی روی محور در حال چرخش نصب می‌شود و دیگری در یک محل به صورت ثابت قرار می‌گیرد. اطلاعات مربوط به چرخش موتور از طریق نور مرئی، نور مادون قرمز، امواج الکترومغناطیسی، لیزر و ... تبادل می‌شود و میزان چرخش محور را روی نمایشگر ظاهر می‌سازد. در شکل ۵۱ــ۲، چند نمونه دورسنج را ملاحظه می‌کنید.

دور سنج دیجیتالی با محرک نوری

دورسنج دیجیتالی با محرک مکانیکی

شکل ۵۱ــ۲ــ چند نمونه دورسنج اتاکومتر

۱ــ AF Audio Frequency Signal Generator

۲ــ RF Radio Frequency Signal Generator

۶ــ۳ــ۲ــ غلظت سنج: از غلظت سنج برای اندازه‌گیری میزان غلظت اسید باتری و روغن و مواد دیگر استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها به دو صورت ساده و الکترونیکی ساخته می‌شوند. غلظت سنجی را که برای باتری به‌کار می‌رود پی اچ (pH) متر می‌گویند. در شکل ۵۲ــ۲، دو نمونه غلظت سنج را مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۲ــ۲ــ دستگاه پی اچ (pH) متر

۷ــ۳ــ۲ــ دستگاه آنالیز گازهای خروجی اگزوز خودرو: با این دستگاه می‌توانید ترکیبات گازها و مواد معلّق خروجی اگزوز اتومبیل را به دست بیاورید. در این دستگاه از دستگاه‌هایی مشابه مولتی متر استفاده شده است. متناسب با نوع دستگاه، مولتی مترهای مورد استفاده می‌توانند دیجیتالی یا عقربه‌ای باشند.

شکل ۵۳ــ۲

۸ــ۳ــ۲ــ کار عملی: با مراجعه به یک محیط کارگاهی، انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری موجود در کارگاه را شناسایی کنید و سپس، نام دستگاه، مدل، شماره‌ی سریال و موارد کاربرد آن‌ها را در جدول شماره‌ی ۵ــ۲ بنویسید. حداقل چهار نمونه دستگاه را شناسایی کنید.

زمان	۲ ساعت

جدول ۵ــ۲ــ انواع دستگاه‌های موجود در کارگاه

ردیف	نام دستگاه	جدول و شماره ی سریال	کاربرد
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

دستگاه دیاک Diac چیست؟ و چه کاربردی دارد؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

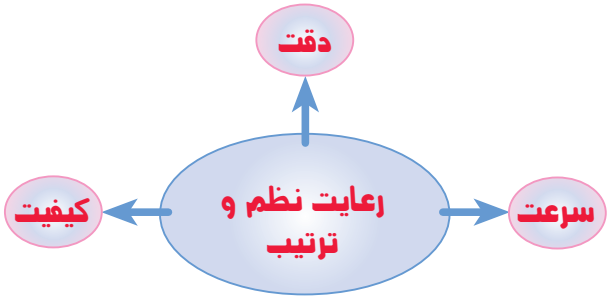
۴ــ۲ــ رعایت نکات ایمنی

لازم است برای اجرای کار عملی در کارگاه‌های فنی، حوزه‌های صنعتی، به‌خصوص هنگام کار با لوازم الکتریکی و الکترونیکی خودرو و ابزار اندازه‌گیری، دستورهای حفاظتی و ایمنی مورد توجه قرار گیرد و دقیقاً اجرا شود.

در این قسمت نکات مهم و عمومی دستورهای حفاظتی و ایمنی را یادآور می‌شویم و نکات حفاظتی ایمنی تخصصی را در دستور کارهای عملی و آزمایشگاهی، بنا به ضرورت، خواهیم آورد.

۱ــ۴ــ۲: نظم و ترتیب را در کارگاه رعایت کنید (شکل ۵۴ــ۲). یکی از رموز موفقیت در زندگی رعایت نظم و ترتیب است. افراد موفق افرادی هستند که رعایت نظم و ترتیب و برقراری انضباط را سرلوحه‌ی کار خود قرار داده‌اند.

شکل ۵۴ــ۲ــ رعایت نظم و ترتیب در کارگاه



رعایت نظم و ترتیب، مهارت‌های دقت نظر، سرعت کار و کیفیت اجرای کار را در فرد افزایش می‌دهد.

۲ــ۴ــ۲: شعار اول ایمنی، بعد کار را همواره به‌خاطر داشته باشید و در محیط کارگاه یک پوستر متناسب با این شعار تهیه و نصب کنید.

۳ــ۴ــ۲: فرآیند و مراحل اجرای هرکاری را با دقت و حوصله اجرا کنید. هنگام اجرای کار، هرگز عجله نکنید. زیرا عجله در کار عواقب بسیار ناخوش‌آیندی در پی دارد، که ممکن است غیر قابل جبران باشد (شکل ۵۵ــ۲).

شکل ۵۵ــ۲ــ همواره با احتیاط کار کنید.

۴ــ۴ــ۲: هنگام کار روی سامانه‌های برقی و الکترونیکی موتور خودرو، مراقب باشید به رنگ بدنه‌ی خودرو، به‌خصوص گل‌گیرها، آسیب وارد نشود. هنگام تعمیر و سرویس، روی گل‌گیرها را با پوشش مخصوص بپوشانید (شکل ۵۶ــ۲).

روی گل‌گیرها را با پوشش مخصوص تا پایان کار بپوشانید.

شکل ۵۶ــ۲ــ هنگام کار روی موتور خودرو مراقب رنگ گل‌گیرها باشید.

رعایت این مسئله نشان می‌دهد که شما تا چه اندازه نسبت به کار خود متعهد و مسئولیت‌پذیر هستید.

۵ــ۴ــ۲: هنگام کار روی قسمت‌های برقی و الکترونیکی داخل اتاق خودرو، مراقب قسمت‌های چرمی و پلاستیکی داشبورد، صندلی‌ها و کنسول‌های وسط خودرو باشید تا کثیف نشوند و آسیب نبینند.

همواره سعی کنید کار فنی خود را به‌طور کامل انجام دهید و پس از اتمام کار قسمت‌هایی را که تعمیر یا باز کرده‌اید کاملاً تمیز کنید (شکل ۵۷ــ۲).

شکل ۵۷ــ۲ــ مراقب داشبورد و صندلی‌ها باشید و پس از اتمام کار آن‌ها را کاملاً تمیز کنید.

رعایت این مسئله موجب جلب رضایت مشتری و جذب مشتری بیش‌تر و در نهایت باعث محبوبیت شما خواهد شد.

۶ــ۴ــ۲: هنگام کار روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، در صورت امکان از دستکش استفاده کنید. از آن‌جا که مدارهای الکترونیکی به بارهای استاتیک (بارهای الکتریکی ذخیره شده در بدن انسان) حساس‌اند. قبل از شروع کار روی مدار، حتماً بارالکتریکی بدن خود را تخلیه کنید. برای این کار کافی است دست خود را به یک شیئ فلزی نصب شده مانند دستگیره در، لوله‌ی آب و ... تماس دهید. در صورتی که بخواهید بدن شما همواره از بار الکترواستاتیک تخلیه شود از دست‌بندهای مخصوص تخلیه‌ی الکترواستاتیک استفاده کنید. هم‌چنین، برای این‌که کار شما نتیجه‌ی مطلوب داشته باشد، از ابزار صحیح استفاده کنید. مثلاً برای تنظیم دهانه‌ی شمع حتماً از فیلرهای مخصوص تنظیم استفاده نمایید (شکل ۵۸ــ۲).

شکل ۵۸ــ۲ــ استفاده از دستکش و ابزار صحیح از ضروریات اجتناب ناپذیر برای اجرای کار صحیح است

۷ــ۴ــ۲: برای آزمایش اولیه‌ی سامانه‌ی برقی خودرو، که معمولاً از فیوزها شروع می‌شود، از پروب مخصوص آزمایش مدار (Test - probe) یا مولتی‌متر استفاده کنید. توجه داشته باشید که عیب‌یابی بی‌هدف روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو موجب آسیب‌رسانی جدی‌تر می‌شود و خسارت بیش‌تری به بار می‌آورد. پروب مخصوص آزمایش در دو نوع لامپی و دیجیتالی ساخته می‌شود. پروب آزمایش لامپی مشابه چراغ قوه‌ای است، که با ولتاژ ۱۲ ولت کار می‌کند. با اتصال سیم‌های پروب آزمایش مخصوص به قسمت‌های مختلف مدار، می‌توانید از وجود اتصال کوتاه یا قطع بودن مدار اطلاع حاصل کنید. پروب آزمایش را در اصطلاح بازار، تِسترِ (Tester) می‌گویند.

برای آزمایش مدارهای الکترونیکی استفاده از پروب آزمایش لامپی توصیه نمی‌شود. برای بررسی مدارهای الکترونیکی حتماً از مولتی‌متر یا پروب آزمایش دیجیتالی استفاده کنید (شکل ۵۹ــ۲).

مولتی‌متر دیجیتالی

پروب آزمایش دیجیتالی

شکل ۵۹ــ۲ــ هنگام بررسی مدار، متناسب با نیاز از پروب آزمایش یا مولتی‌متر استفاده کنید.

۸ــ۴ــ۲: هنگام بازکردن قطعات برقی و الکترونیکی دستگاه در داخل اتاق مراقب دسته‌ی راهنما، دسته‌ی چراغ و سایر قسمت‌ها باشید. زیرا در اثر بی‌احتیاطی ممکن است دست یا ابزار شما با این وسایل برخورد نماید و موجب شکستن آن‌ها شود (شکل ۶۰ــ۲).

۹ــ۴ــ۲: هنگام بازکردن و بیرون آوردن قسمت‌های پلاستیکی و تزییناتی بدنه و داخل اتاق مراقب باشید تا به آن‌ها آسیبی وارد نشود. استفاده از ابزار تیز فلزی موجب خراشیدن این قطعات می‌شود و شکل ظاهری آن‌ها را به‌هم می‌زند. توجه داشته باشید که کوچک‌ترین خراشیدگی روی داشبورد یا تزیینات روی آن باعث بد منظره شدن داخل اتاق می‌شود و مشتری آن را نمی‌پسندد. در این صورت، مشتری حتماً به شما اعتراض می‌کند و ادعای خسارت خواهد کرد (شکل ۶۱ــ۲).

تحقیق کنید:

انواع ابزارهایی که برای برداشتن حفاظ‌ها در پوشش‌های پلاستیکی به‌کار می‌رود را شناسایی کنید و نام آن‌ها را فهرست کنید.

.....

.....

.....

.....

۱۰ــ۴ــ۲: استفاده از لوازم حفاظتی تضمین کننده سلامتی شما است. سعی کنید، متناسب با نیاز، از تجهیزات ایمنی حفاظتی استفاده کنید. استفاده از دستکش، ماسک، عینک و گوشی، چهار حس از حواس پنج‌گانه‌ی شما را (لامسه، بویایی، بینایی و شنوایی) از خطرات احتمالی دور می‌سازد و سلامتی آن‌ها را حفظ می‌کند. در شکل ۶۲ــ۲، نمونه‌هایی از این وسایل را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۶۰ــ۲ــ هنگام کار در داخل اتاق خودرو مراقب دسته‌ی راهنما، دسته‌ی چراغ یا ابزار مشابه باشید تا آسیب نبیند.

شکل ۶۱ــ۲ــ هنگام بازکردن قسمت‌های پلاستیکی و تزییناتی مراقب باشید به آن‌ها آسیبی وارد نشود.

شکل ۶۲ــ۲ــ استفاده از ابزار ایمنی و حفاظتی سلامتی شما را تضمین می‌کند.

۱۱ــ۴ــ۲: در هنگام کار هرگز با هم شوخی نکنید و از ایجاد شلوغی و ازدحام در محیط کار پرهیز نمایید. یک محیط کار آرام می‌تواند زمینه‌ساز اجرای کار با کیفیت بالا باشد (شکل ۶۳ــ۲).

با ایجاد نظم در کارگاه، هم‌چنین ایجاد فضایی آرام برای کار عملی و جلوگیری از اختلال در کار، می‌توان وظایف محوله را با کیفیت بالا و مطلوب انجام داد.

شکل ۶۳ــ۲ــ در محیط کارگاه ازدحام نکنید و از شوخی بپرهیزید.

۱۲ــ۴ــ۲: هنگام کار با دستگاه‌های الکترونیکی، مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ دستگاه تنظیم سوخت خودرو و ... با دکمه‌های آن بازی نکنید. بازی‌کردن بی‌مورد با سلکتورها و دکمه‌های این‌گونه دستگاه‌ها، علاوه براین که از عمر دستگاه می‌کاهد، حساسیت و دقت آن را نیز کم می‌کند (شکل ۶۴ــ۲).

اجرای این مهارت، میزان حفاظت از وسایل را افزایش می‌دهد و هزینه‌ها را کم می‌کند.

شکل ۶۴ــ۲ــ از بازی‌کردن با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه‌های الکترونیکی خودداری کنید.

۱۳ــ۴ــ۲ــ کار عملی: با مراجعه به محیط کارگاه و تفکر بیش‌تر، حداقل چهار مورد دیگر از نکات ایمنی عمومی را بیابید و در جدول شماره‌ی ۶ــ۲ بنویسید مواظب باشید نکاتی را که یادآوری می‌شوید تکرار موارد یاد شده در این قسمت کتاب نباشند.

زمان	۲ ساعت

جدول ۶ــ۲

ردیف	نکته‌ی ایمنی
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

مصاحبه کنید:

با مراجعه به یک کارگاه تعمیر خودروی مجاز و یک کارگاه تعمیر خودروی معمولی نوع حوادث و سوانح را که در طی دو سال اخیر رخ داده است را از مسئول کارگاه بپرسید و آن را تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

۵ــ۲ــ استفاده از دفترچه‌ی راهنما

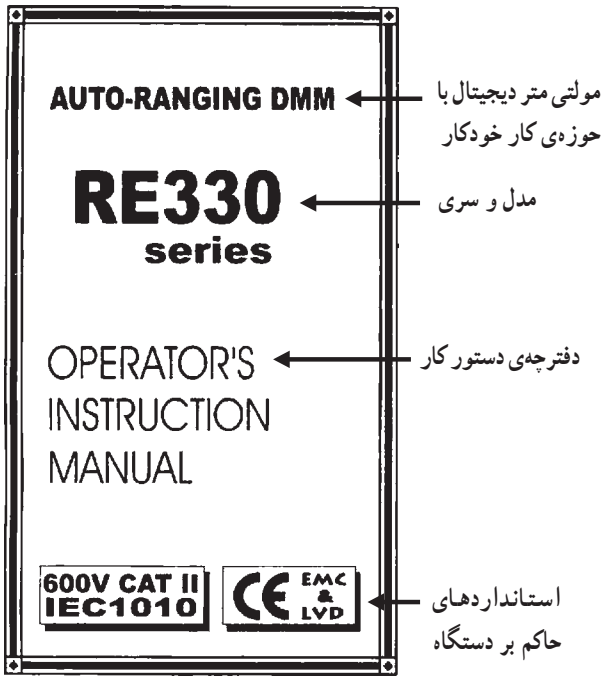
لازم است دفترچه‌ی راهنمای دستگاه‌های اندازه‌گیری مورد استفاده در خودرو، مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ، دورسنج و ... که معمولاً به زبان انگلیسی یا سایر زبان‌ها است ؛ در اختیار کاربران قرارگیرد. از آن‌جا که زبان انگلیسی یک زبان بین‌المللی و پرکاربرد است، ضرورت دارد طرز خواندن و معنی کردن این‌گونه دفترچه‌های راهنمای کاربرد را فرا بگیرید.

۱ــ۵ــ۲: مولتی متر دیجیتالی

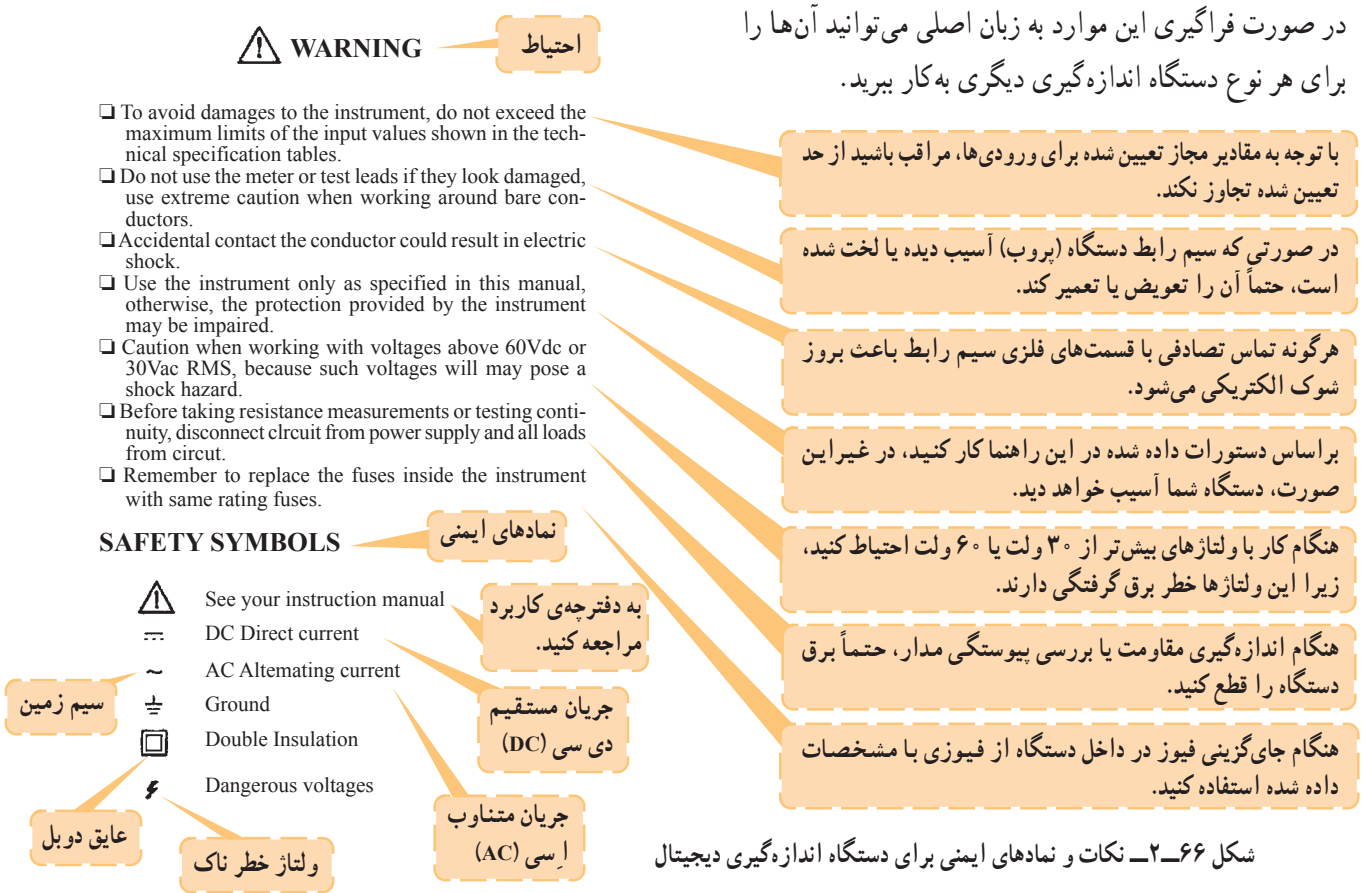
● ***نام دستگاه و استانداردهای مربوطه:*** در شکل ۶۵ــ۲، صفحه‌ی اول مربوط به یک نمونه مولتی متر دیجیتال را ملاحظه می‌کنید. در این صفحه نام دستگاه، شماره‌ی سریال و نوع دفترچه و استانداردهای حاکم بر دستگاه آمده است.

● ***نکات و نمادهای ایمنی:*** در شکل ۶۶ــ۲ مواردی را که در صفحه‌ی اول دفترچه‌ی دستورکار آمده است مشاهده کنید.

● ***مشخصات فنی:*** مواردی که در شکل ۶۶ــ۲ آمده است برای کلیه دستگاه‌های اندازه‌گیری صدق می‌کند. بنابراین در صورت فراگیری این موارد به زبان اصلی می‌توانید آن‌ها را برای هر نوع دستگاه اندازه‌گیری دیگری به‌کار ببرید.



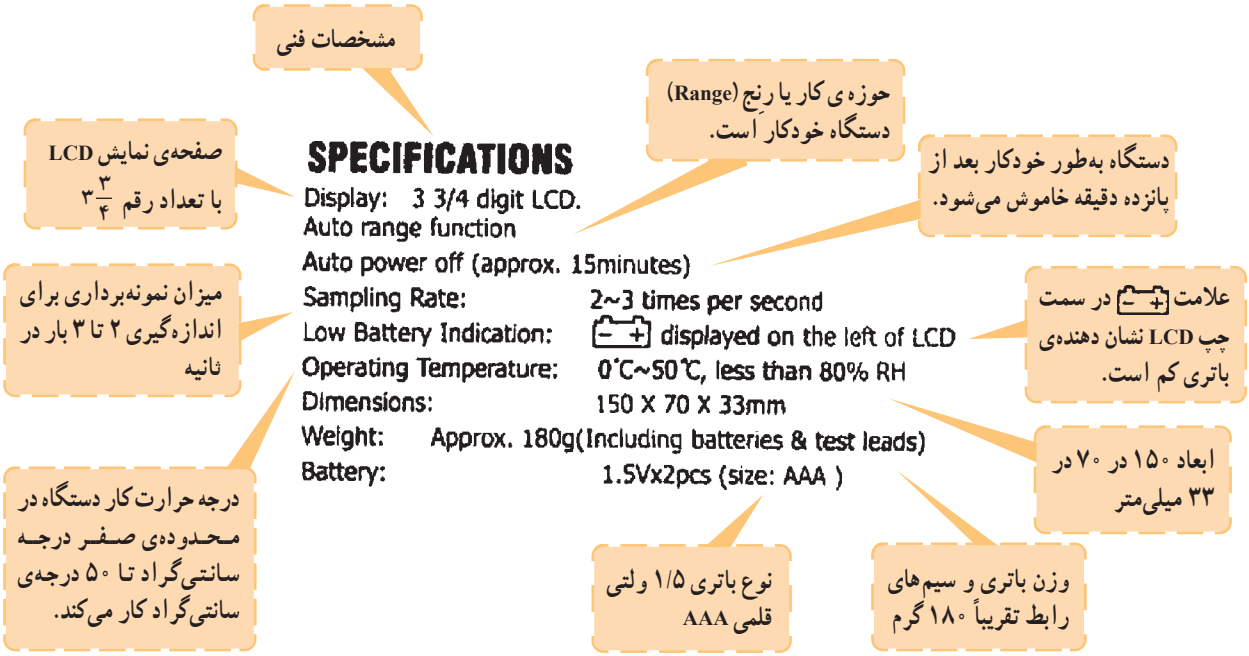
شکل ۶۵ــ۲ــ صفحه‌ی اول دفترچه‌ی دستور کار دستگاه مولتی‌متر



شکل ۶۶ــ۲ــ نکات و نمادهای ایمنی برای دستگاه اندازه‌گیری دیجیتال

● ***مشخصات فنی:*** در صفحات بعدی مشخصات فنی دستگاه و حوزه‌ی کار آن خواهد آمد. در شکل ۶۷ــ۲، مشخصات فنی دستگاه مورد بحث را ملاحظه می‌کنید. با فراگیری این اصطلاحات به‌آسانی می‌توانید مشخصات فنی کلیه‌ی مولتی‌مترهای دیجیتالی را یاد بگیرید.

توجه: یادگیری لغات فنی در ابتدا کمی مشکل به نظر می‌آید ولی بعد از مدتی تمرین به‌آسانی می‌توانید آن‌ها را فرا بگیرید و استفاده کنید.



شکل ۶۷ــ۲ــ مشخصات فنی دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی

تمرین:

یک نمونه دفترچه‌ی راهنمای یکی از دستگاه‌های اندازه‌گیری را که در خودرو استفاده می‌شود بیابید و صفحه‌ی اول آن را ترجمه کنید و تحویل معلم خود دهید.

نام دستگاه ..... کاربرد .....

ترجمه‌ی صفحه‌ی اول :

.....

.....

.....

.....

.....

● ***حوزه‌ی کار و حدود اندازه‌گیری:*** حوزه‌ی کار و حدود اندازه‌گیری و دقت دستگاه را معمولاً در دفترچه راهنمای کاربرد ارائه می‌کنند. در ادامه به بررسی یک نمونه مولتی‌متر دیجیتالی می‌پردازیم.

ـ حوزه‌ی کار ولتاژ DC و AC

ولتاژ DC	حوزه‌ی کار خودکار
حوزه‌ی کار	دقت
۴۰۰MV	± (۰/۵ درصد مقدار خوانده شده + ۱ رقم)
۴V ۴۰۰V ۶۰۰V	± (۰/۸ درصد مقدار خوانده شده + ۱ رقم)

- حداکثر مقدار اندازه‌گیری ۶۰۰V
- مقاومت دستگاه ۱۰ مگا اهم
- حفاظت در حوزه‌ی کار ۴۰۰ میلی ولت، ۲۲۰ ولت AC و DC و در سایر حوزه‌های ۶۰۰ ولت AC و DC

ولتاژ AC	حوزه‌ی کار خودکار
حوزه‌ی کار	دقت
۴V ۴۰V ۴۰۰V ۶۰۰V	± (۰/۱ درصد مقدار خوانده شده + ۲ رقم)

- ولتاژ قابل اندازه‌گیری تا ۶۰۰ ولت
- امپدانس ورودی بزرگ‌تر از ۱۰ MΩ
- حفاظت در حوزه‌ی کار ۴۰۰MV تا ۲۲۰ ولت AC وDC و در سایر حوزه‌ها ۶۰۰ ولت AC و DC
- حوزه‌ی فرکانس ۴۰ تا ۵۰۰ هرتز
- مدار برای اندازه‌گیری سیگنال سینوسی کالیبره نشده است.

در شکل ۶۸ـ۲ حوزه کار ولتاژهای AC و DC را مشاهده می‌کنید.

توجه:

عدم توجه به حوزه کار و مقادیر مجاز تعیین شده برای دستگاه، آسیب جدی به دستگاه وارد می‌کند.

DC VOLTAGE: ---Auto ranging

Range	Accuracy
400mV	±(0.5%rdg+1digits RE330E Only)
4V	±(0.8%rdg+1digit)
40V	
400V	
600V	

Measurement up to 600V.
Input impedance: >10M ohm.
Protection: 400mV range---220Vac/dc, others---600Vac/dc.

AC VOLTAGE: ---Auto ranging

Range	Accuracy
4V	±(1.0%rdg+2digits)
40V	
400V	
600V	

Measurement up to 600V.
Input impedance: >10M ohm.
Protection: 400mV range---220Vac/dc, others---600Vac/dc.
Frequency range: 40~500Hz
Response: average calibrated in rms of sine wave.

امپدانس ورودی اهم‌متر عبارت از اثرگذاری دستگاه روی مدار است

شکل ۶۸ـ۲ـ حوزه‌ی کار ولتاژ AC و DC

مفهوم دقت

در صورتی که ولت‌متر AC روی ۴۰۰ ولت AC باشد و عدد ۲۵۰ را نشان دهد، دقت به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{دقت} = \pm\left(\frac{۰/۱ \times ۲۵۰}{۱۰۰} \pm ۲\right)$$

$$\text{دقت} = \pm ۲/۲۵V$$

یعنی مقدار خوانده شده به اندازه ۲/۲۵ ولت خطا دارد.

ـ حوزه‌ی کار مقاومت، درجه حرارت و جریان‌های AC و DC

مقاومت	
حوزه‌ی کار	دقت
۴۰۰Ω، ۴KΩ، ۴۰KΩ ۴۰۰kΩ، ۴MΩ، ۴۰MΩ	± (۰/۱ درصد مقدار خوانده شده + ۲ رقم)

- حفاظت تا ولتاژ ۲۲۰ ولت AC و DC
- ولتاژ خروجی در حالت اتصال باز ۰/۲ ولت

درجه‌ی حرارت	
حوزه‌ی کار	دقت
۲۰- تا صفر درجه‌ی سانتی گراد	± (۱/۵ درصد + ۲ رقم)
صفر تا ۳۰۰ درجه‌ی سانتی گراد	±(۱ درصد + سه رقم)
۳۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه‌ی سانتی گراد	± (۱/۵ درصد + ۵ رقم)

- حفاظت تا ۲۵۰ ولت AC و DC

جریان DC	حوزه‌ی کار خودکار
حوزه‌ی کار	دقت
۴۰۰µA و ۴۰۰۰µA	± (۱/۵ درصد + ۲ رقم)
۴۰mA و ۴۰۰mA	± (۱/۵ درصد + ۲ رقم)
۱۰A و ۴۰۰mA	± (۱/۸ درصد + ۳ رقم)

حفاظت در حوزه‌ی میکرو آمپر، ۲۵۰ ولت و ۰/۵ A

حفاظت در حوزه‌ی ۱۰ آمپر، ۲۵۰ ولت و ۱۰A

جریان AC	حوزه‌ی کار خودکار
حوزه‌ی کار	دقت
۴۰۰µA و ۴۰۰۰µA	± (۱/۲ درصد + ۲ رقم)
۴۰mA و ۴۰۰mA	± (۱/۵ درصد + ۲ رقم)
۱۰A	± (۱/۸ درصد + ۳ رقم)

- حفاظت برای µA و mA ، ۲۵۰ولت و ۰/۵ آمپر
- حفاظت برای ۱۰ آمپر، ۲۵۰ ولت

RESISTANCE: ---Auto ranging

Range	Accuracy
400Ω	±(1.0%rdg+2digits)
4k Ω	
40kΩ	
400kΩ	
4M Ω	
40MΩ	±(1.2%rdg+2digits)

Overload Protection:250V AC/DC.
Open voltage: approx. 0.2V

TEMPERATURE: ---For model RE330FC only

Range	Accuracy
-20~0°C	±(1.5%rdg+3digits)
0~300°C	±(1.%rdg+3digits)
300~1000°C	±(1.5%rdg+5digits)

Overload Protection: 250Vac/dc.

DC CURRENT: ---Auto ranging

Range	Accuracy
400uA	±(1.2%rdg+2digits)
4000uA	For model RE330E only
40mA	±(1.5%rdg+2digits)
400mA	
10A	±(1.8%rdg+3digits)

Overload protection: 0.5A/250V in uA and mA range,
10A/250V in 10A range.

AC CURRENT: ---Auto ranging

Range	Accuracy
400uA	±(1.2%rdg+2digits)
4000uA	For model RE330E only
40mA	±(1.5%rdg+2digits)
400mA	
10A	±(1.8%rdg+3digits)

Overload protection: 0.5A/250V in uA and mA range,
10A/250V in 10A range.
Frequency range: 40Hz~500Hz.

شکل ۶۹ــ۲ــ حوزه‌های کار مقاومت، درجه حرارت و جریان‌های AC و DC

ـ حوزه‌های کار آزمایش دیود، پیوستگی مدار، ظرفیت خازن و فرکانس

آزمایش دیود و پیوستگی مدار		
حوزه‌ی کار	ولتاژ آزمایش	تشریح
دیود	۱/۵V	اندازه‌گیری ولتاژ موافق دیود
پیوستگی مدار	۰/۴V	بیزر کم‌تر از ۶۰ اهم به صدا در می‌آید.

● حفاظت ۲۵۰ ولت AC و DC

ظرفیت خازن ــ حوزه کار خودکار	
حوزه‌ی کار	دقت
۴nf	± (۵ درصد + ۱۰ رقم)
۴۰ µf ,۴ µf ,۴۰nf	± (۳/۵ درصد + ۵ رقم)
۱۰۰ µf	± (۴ درصد + ۱ رقم)

● حفاظت ۲۵۰ ولت AC و DC

فرکانس ــ حوزه‌ی کار خودکار	
حوزه‌ی کار	دقت
۱kHZ ،۱۰۰HZ ،۱۰HZ	± (۰/۱ درصد مقدار
۱۰MHZ ،۱MHZ ،۱۰kHZ	خوانده شده + ۵ رقم)

● حفاظت در مقابل ۲۵۰ ولت AC و DC

درشکل ۷۰ــ۲ حوزه‌های کار آزمایش دیود و پیوستگی مدار و اندازه‌گیری ظرفیت خازن به زبان اصلی آمده است.

توجه داشته باشید که نوشته‌های انگلیسی مربوط به جداول مشابه هم‌اند. کلمه‌ی Range به معنی حوزه‌ی کار، کلمه‌ی Accuracy به معنی دقت، کلمه‌ی rdg خلاصه‌ی reading به معنی آن‌چه که از روی دستگاه خوانده می‌شود و کلمه‌ی digit به معنی رقم و عدد است. هم‌چنین، کلمه‌ی AutoRanging به معنی انتخاب حوزه‌ی کار به‌صورت خودکار است.

DIODE & CONTINUITY TEST:

Range	Test Volt	Description
DIODE	1.5V	Test forward voltage of diode
CONTINUITY	0.4V	<60 ohm built-in buzzer sounds

Overload protection: 250Vac/dc.

CAPACITANCE:---Auto ranging

Range	Accuracy
4nF	±(5%rdg+10digits)
40nF	±(3.5%rdg+5digits)
400nF	
4uF	
40uF	
100uF	±(4%rdg+1digit)

Overload Protection: 250Vac/dc.

FREQUENCY: ---Auto ranging

Range	Accuracy
10Hz	±(0.1%rdg+5digits)
100Hz	
1kHz	
10kHz	
100kHz	
1MHz	
10MHz	

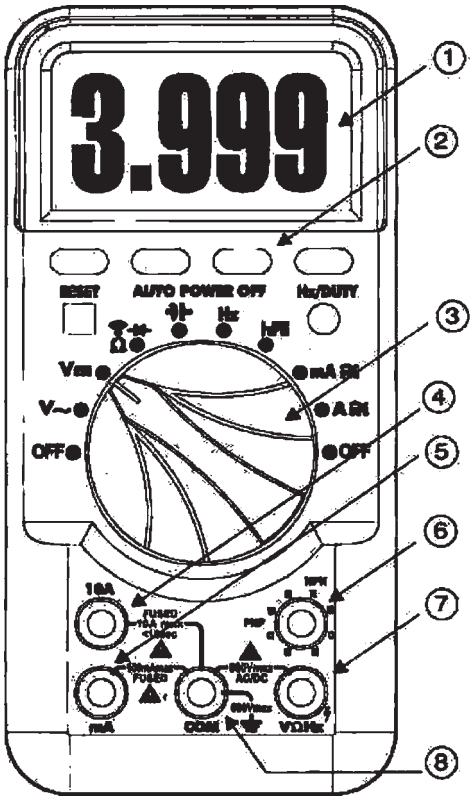
Overload Protection: 250Vac/dc.

شکل ۷۰ــ۲ــ آزمایش دیود و پیوستگی مدار و اندازه‌گیری C و F

توجه:

در دفترچه‌ی راهنمای کاربرد هر دستگاه معمولاً تعداد مشخصی لغت و اصطلاح وجود دارد که مرتباً تکرار می‌شود. با یادگیری این لغات می‌توانید محتوای دفترچه‌ی راهنما را به‌راحتی ترجمه کنید.

● ***شکل ظاهری دستگاه:*** این دستگاه دارای یک نمایشگر ۴/۵ رقمی (۴ رقم کامل و یک رقم ناقص که ممیز را نشان می‌دهد)، یک سلکتور دوّار ۱۰ حالته، ۶ کلید فشاری و ۵ ترمینال ورودی و یک شستی Reset است. در شکل ۷۱ــ۲ شکل ظاهری دستگاه را مشاهده می‌کنید.



PANEL DESCRIPTION

①	LCD display window	صفحه‌ی نمایش LCD
②	Function key	کلید انتخاب نوع عملکرد
③	Function rotary switch	سلکتور انتخاب نوع عملکرد و کمیت
④	10A terminal	ترمینال ورودی ده آمپری
⑤	mA terminal	ترمینال‌های ورودی میلی‌آمپر، آزمایش ترانزیستور، ولتاژ و مقاومت
⑥	Transistor test hole	
⑦	V/Ω terminal	
⑧	COM terminal	ترمینال ورودی مشترک

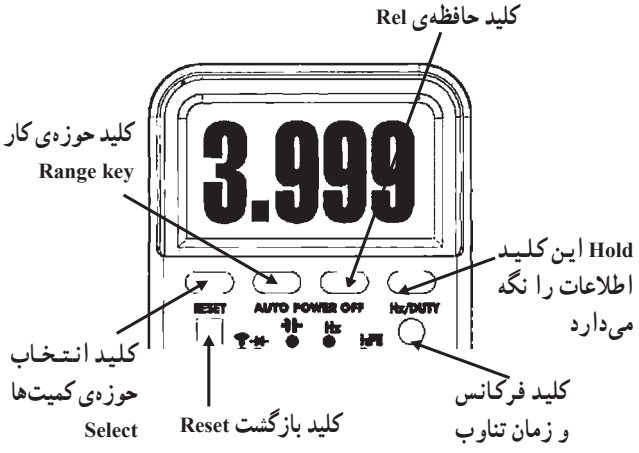
شکل ۷۱ــ۲ــ کلیدها و شکل ظاهری مولتی‌متر دیجیتالی

● ***کلیدهای فشاری شماره‌ی ۲:***

Rangekey : این کلید حوزه‌ی کار را انتخاب می‌کند. اگر این کلید را یک‌بار فشار دهید. انتخاب حوزه‌ی کار دستی می‌شود. اگر این کلید را چند ثانیه فشرده نگه‌دارید، از حالت‌دستی (Manual) خارج می‌شود و به حالت خودکار (Auto) می‌رود. این حالت برای خازن و فرکانس قابل استفاده نیست. در صورتی‌که این کلید پشت سرهم فشار داده شود جای ممیزها عوض می‌شود و شما می‌توانید با تغییر محل ممیز مقدار حداقل و حداکثر کمیت مورد اندازه‌گیری و دقت اندازه‌گیری را تغییر دهید.

به عبارت دیگر ما با فشار دادن این کلید حوزه‌ی کار کمیت مورد اندازه‌گیری را در محدوده‌ی دل‌خواه خودمان تغییر می دهیم. شکل ۷۲ــ۲، این کلیدها را نشان می دهد.

Hold key : با فشار دادن این کلید مقدار مورد اندازه‌گیری روی صفحه به‌طور ثابت باقی می‌ماند. در این حالت



شکل ۷۲ــ۲ــ کلیدهای فشاری شماره‌ی ۲

کلمه‌ی Hold روی صفحه ظاهر می‌شود. با فشار دادن مجدد این دکمه، حالت Hold غیر فعال می‌شود.

Rel key : با فشار دادن این دکمه مقدار مورد اندازه‌گیری شده در داخل دستگاه ذخیره می‌شود و با اندازه‌گیری کمیت جدید، دستگاه تفاوت دو کمیت را نشان می‌دهد. این دکمه برای فرکانس قابل استفاده نیست.

Select Key : در صورتی که کلید شماره‌ی ۳ روی قسمت‌هایی قرار گیرد که چند کمیّت را نشان می‌دهند (مثلاً Ω ، ⊣⊢،))))، برای انتخاب هر یک از این کمیّت‌ها از این شستی استفاده می‌شود. با فشار دادن هر بار کلید، کمیّت جابه‌جا می‌شود. با فشار دادن همزمان این کلید و کلید خاموش روشن، حالت «خاموش شدن خودکار» غیر فعال می‌شود.

Hz/Duty key : (کلید اندازه‌گیری فرکانس و زمان تناوب) با فشار دادن این کلید، دستگاه، در نقش اندازه‌گیر فرکانس و با فشار دادن مجدد آن دستگاه، در نقش اندازه‌گیری زمان تناوب فعال می‌شود. اگر برای بار سوم فشار داده شود. دستگاه به حالت قبلی برمی‌گردد.

Reset key (کلید بازگشت یا «ری سِت») : با فشار دادن این شستی دستگاه به حالت اولیه برمی‌گردد.

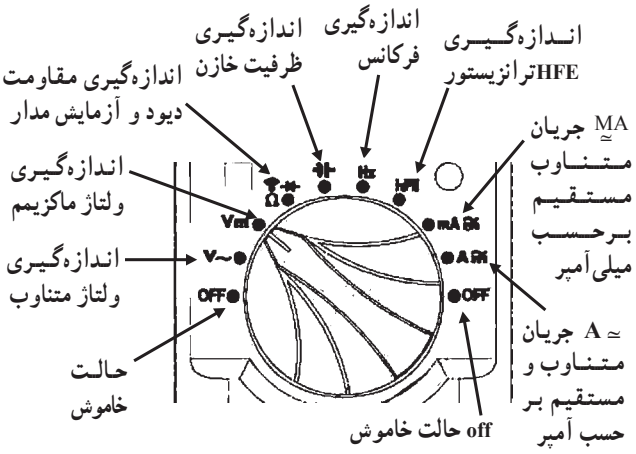
● ***سلکتور شماره‌ی ۳***

این سلکتور ده حالت دارد. این حالت را در شکل ۷۳ــ۲ ملاحظه می‌کنید.

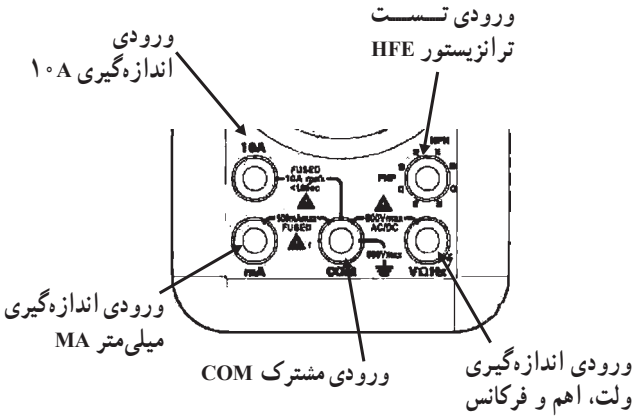
● ***ورودی‌ها:*** این مولتی متر دارای ۵ ورودی است که در شکل ۷۴ــ۲ نشان داده شده است.

نکته‌ی مهم

تعداد دکمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدوده‌ی کار انواع مولتی‌مترها با یک‌دیگر متفاوت است. بنابراین برای آشنایی با عملکرد دستگاه لازم است دستور کار یا راهنمای کار دستگاه را به‌طور دقیق مطالعه نمایید.



شکل ۷۳ــ۲ــ حالت‌های مختلف سلکتور دستگاه مولتی‌متر دیجیتال



شکل ۷۴ــ۲ــ ورودی‌های مولتی‌متر دیجیتال

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی تحقیق کنید چند نمونه دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی با تعداد ارقام ۵ رقم ساخته شده است. این مولتی‌مترها چه کاربردهایی دارند. نتایج به‌دست‌آمده را به کلاس ارائه دهید.

● نحوه‌ی اندازه‌گیری کمیت‌ها

اندازه‌گیری ولتاژهای DC و AC

۱ــ پروب سیاه مولتی‌متر را به ورودی مشترک (Com) و سیم قرمز را به ورودی Ω / V وصل کنید.

۲ــ کلید سلکتور شماره‌ی ۲ را در وضعیت ولتاژ متناوب V~ یا مستقیم V~ قرار دهید. علامت Auto حالت DC یا AC روی صفحه ظاهر می‌شود.

۳ــ سیم‌های رابط مولتی‌متر را با رعایت نکات ایمنی به محل ورود اندازه‌گیری وصل کنید.

نکته‌ی مهم: کار با مولتی‌متر دیجیتال بسیار ساده است و سایر کمیّت‌ها نیز به همین سادگی قابل اندازه‌گیری هستند. در شکل ۷۵ــ۲، جداول اصلی به زبان انگلیسی آمده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود نحوه‌ی اندازه گیری مقاومت، جریان، ظرفیت خازن و فرکانس کاملاً مشابه اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DC است ؛ فقط ورودی‌ها و انتخاب حوزه کار فرق می‌کند. هم‌چنین، در مورد آزمایش دیود و اندازه‌گیری مقاومت باید برق دستگاه را قطع کرد.

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید که آمپرمتر همیشه به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد.

- سرویس و نگه‌داری دستگاه
- تعویض و جای‌گزینی باتری
- در صورتی که علامت روی نمایشگر دستگاه ظاهر شد، باید باتری را تعویض کنید.
- سلکتور حوزه‌ی کار را در وضعیت خاموش بگذارید.
- با استفاده از نُک پیچ گوشتی و با احتیاط درپوش باتری را بردارید و دو باتری ۱/۵ ولتی قلمی (AAA) را جای‌گزین کنید (مراقب قطب‌های باتری باشید).
- درپوش باتری را ببندید.

ــ جای‌گزینی فیوز

2, DCV/ACV MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
2, Set the rotary switch to "V⎓" or "V~" position, the symbol "AUTO", " DC ", " AC ", "mV" will appear on the display.
3, Connect the test leads across the source or load, and the measurement value appear on the display.

3, RESISTANCE MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
2, Set the rotary switch to "Ω" position, the symbol "Ω" will appear on the display.
3, Connect the test leads across the resistor under measurement and the measurement value appear on the display.

4,CURRENT MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "mA" terminal. If measured current exceed 0.4A, the red test lead to "10A" terminal.
2, Set the rotary switch to "mA" or "10A" position, the symbol "uA" "mA" "A" will appear on the display.
3, Connect the test leads in series with the load in which current is to be measured, and measured value will appear on the display.
4, push the SELECT key to switch AC or DC function.

5, CAPACITANCE MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
2, Set the rotary switch to "⊣⊢" position, the symbol "nF" "uF" will appear on the display.
3, Connect the test leads across the capacitor under measurement and the measurement value appear on the display.

6, DIODE/CONTINUITY MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
2, Set the rotary switch to "⊣◀•))" position, the symbol "⊣◀•))" will appear on the display.
3, Connect the test leads across the circuit or diode under measurement and the measurement value appear on the display.
4, When measurement diode, please check the polarity of diode under measured.

7, FREQ/DUTY MEASUREMENT

1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Hz" terminal.
2, Set the rotary switch to "Hz" position, the symbol "Hz" or "%" will appear on the display.
3, Connect the test leads across the source under measurement and the measurement value appear on the display.
4, Push SELECT key to switch from Hz to Duty or from Duty to Hz mode.

8, TEMPERATURE MEASUREMENT

1, Connect the black terminal of the temperature probe to the T- jack and the red one to T+ jack.
2, Set the rotary switch to ℃ position.
3, Place the probe to environment or touch the object under measured.
4, The measurement value will appear on the display.

9, TRANSISTOR MEASUREMENT

1, Set the rotary switch to hFE position.
2, Insert the transistor into the relevant holes according to the measured transistor type.
3, The measurement value will appear on the display.

شکل ۷۵ــ۲ــ روش‌های اندازه‌گیری کمیّت‌ها با مولتی‌متر دیجیتالی به زبان اصلی

MAINTENANCE

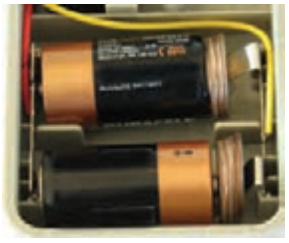
1. BATTERY REPLACEMENT

1, When the " [−+] " symbol appear on the display, then batteries should be replaced.
2, Set range switch to OFF position.
3, Use a screwdriver to unscrew the screw of battery cover and remove the cover, then take out the batteries and replace with 2x1,5V batteries (size: AAA).
4, Place the battery cover and secure by a screw.

2, FUSE REPLACEMENT

1, When ensure the meter can not work at "uA" or "mA" "10A" position, please check the fuse inside the meter. To replace the fuses if the fuses are defective.
2, Remove the screws of back cover by screwdriver, and remove the back cover.
3, Replace the defective fuse with same rating and type fuse.

شکل ۷۶ــ۲ــ سرویس و نگه‌داری دستگاه



۲ عدد باتری ۱/۲ ولت

باتری ۱۲ ولت

باتری ۹ ولت

شکل ۷۷ــ۲ــ الف ــ سه نمونه باتری

منبع تغذیه‌ی ساده

منبع تغذیه‌ی دوبل

شکل ۷۷ــ۲ــ ب ــ دو نمونه منبع تغذیه‌ی ساده و دوبل

● در صورتی که دستگاه شما در محدوده‌ی میکروآمپر، میلی آمپر و ۱۰A کار نمی‌کند، باید فیوز داخلی دستگاه را عوض کنید (شکل ۷۶ــ۲).

● پیچ‌های پشت دستگاه مولتی‌متر را با پیچ گوشتی چهارسو باز کنید.

● فیوز سوخته شده را با فیوز نو که مشخصات فنی آن کاملاً مشابه با فیوز اصلی است جای‌گزین کنید.

نکته‌ی مهم: در صورتی که بتوانید از راهنمای دستور کار دستگاه به زبان انگلیسی استفاده کنید، کار با دستگاه برایتان آسان‌تر خواهد شد. لذا توصیه می‌کنیم در فراگیری آن بیش از پیش جدّی باشید. در ضمن دفترچه‌ی راهنمای کاربرد دستگاه معمولاً با آن همراه و در دسترس است.

۲ــ۵ــ۲ــ منبع تغذیه: منبع تغذیه دستگاهی است که ولتاژ مورد نیاز را تأمین می‌کند. باتری چراغ قوه، باتری اتومبیل، نیروگاه تولید برق، دینام اتومبیل، نمونه‌هایی از منابع تغذیه هستند. منابع تغذیه در دو نوع DC و AC طراحی و ساخته می‌شوند. باتری‌ها از انواع منابع تغذیه‌ی DC و آلترناتور (دینام اتومبیل) و برق شهر از انواع منابع تغذیه‌ی AC است. معمولاً دستگاه‌های الکترونیکی با ولتاژ DC کار می‌کنند. برای این که این دستگاه‌ها را با برق شهر نیز فعال کنند، از مبدّل AC به DC کمک می‌گیرند. تقریباً تمام دستگاه‌های الکترونیکی که با برق شهر کار می‌کنند دارای این نوع مبدل هستند. این نوع مبدل‌ها را منبع تغذیه‌ی AC به DC می‌نامند. کامپیوتر و دستگاه‌های تست اتومبیل نیز به منبع تغذیه نیاز دارند. در شکل ۷۷ــ۲ انواع منابع تغذیه را ملاحظه می‌کنید. در شکل الف سه نمونه باتری را می‌بینید. باتری‌ها با ولتاژها و جریان‌های مختلف ساخته می‌شوند. میزان جریان‌دهی باتری را بر حسب آمپر ساعت مشخص می‌کنند. یعنی اگر روی

باتری نوشته شده باشد ۱/۵ ولت ۴۰۰ میلی‌آمپر، یعنی ولتاژ این باتری ۱/۵ ولت است و در مدت یک ساعت می‌تواند ۴۰۰ میلی‌آمپر را به مدار بدهد.

در شکل ب ــ ۷۷ــ۲، دو نمونه منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی را مشاهده می‌کنید. ولتاژ خروجی و میزان جریان‌دهی این منابع تغذیه قابل تنظیم است. این منابع تغذیه را به‌صورت ساده و دوبل می‌سازند. منبع تغذیه‌ی ساده دارای یک خروجی و منبع تغذیه‌ی دوبل دارای دو خروجی است. در شکل ج ــ ۷۷ــ۲، دو نمونه منبع تغذیه را، که در کامپیوتر استفاده می‌شود مشاهده می‌کنید. این نوع منابع تغذیه معمولاً دارای چندین خروجی با ولتاژهای متفاوت‌اند. در شکل د ــ ۷۷ــ۲، یک منبع تغذیه‌ی کوچک، که آن را آداپتور می‌نامند، ملاحظه می‌کنید. از این منابع تغذیه برای دستگاه‌های کوچک استفاده می‌کنند. در شکل هـ ــ ۷۷ــ۲، یک نوع منبع تغذیه‌ی AC را ، که در اتومبیل به‌کار می‌رود، مشاهده می‌کنید. این منبع تغذیه را آلترناتور می‌نامند. از این مولد برای شارژ باتری اتومبیل استفاده می‌شود.

شکل ۷۷ــ۲ــ ج ــ دو نمونه منبع تغذیه‌ی کامپیوتر

شکل ۷۷ــ۲ــ هـ ــ آلترناتور یا منبع تغذیه AC در اتومبیل

شکل ۷۷ــ۲ــ د ــ آداپتور یا منبع تغذیه‌ی کوچک

شکل ۷۷ــ۲ــ چند نمونه منبع تغذیه

زمان	۲ ساعت

۳ــ۵ــ۲ــ کار عملی: معرفی مولتی متر دیجیتالی موجود در کارگاه

- **تجهیزات مورد نیاز:** مولتی متر دیجیتالی و دفترچه‌ی راهنمای آن
- **مراحل انجام کار**

ــ دفترچه‌ی راهنمای مولتی متر را در اختیار بگیرید و آن را مورد مطالعه‌ی احتمالی قرار دهید.

ــ در صورتی که ابهامی در مطالعه‌ی دفترچه‌ی راهنما به زبان اصلی داشتید مرحله‌ی ۱ــ۵ــ۲ را ، که تحت عنوان مولتی متر دیجیتالی آمده است، مطالعه کنید.

ــ سلکتورها، ورودی‌ها، دکمه‌های فشاری دستگاه را شناسایی کنید و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها را، با توجه به دفترچه‌ی راهنما و کمک مربی کارگاه، یاد بگیرید.

یک نمونه‌ی دیگر از مولتی متر دیجیتالی را در شکل ۷۸ــ۲ ملاحظه می‌کنید.

شکل ۷۸ــ۲ــ نمونه‌ی دیگری از مولتی‌متر دیجیتالی

نکته‌ی مهم: در این مرحله صرفاً با دستگاه مولتی متر آشنا می‌شوید، به‌طوری که بتوانید در کارهای عملی بعدی آن را مورد استفاده قرار دهید.

۴ــ۵ــ۲ــ کار عملی: استفاده از اهم متر دیجیتالی برای آزمایش حالت‌های اتصال کوتاه و اتصال باز

- **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** مولتی متر دیجیتالی، لامپ معمولی، فیوز، چند نمونه کلید.
- **مراحل اجرای آزمایش**

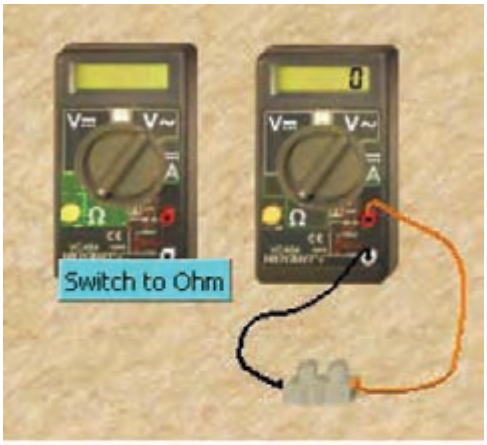
آزمایش و تنظیم مولتی متر: طبق شکل الف ــ ۷۹ــ۲ مولتی متر را روی حالت اهم یا آزمایش اتصال کوتاه بگذارید. در این حالت مولتی متر مقدار مقاومت بسیار زیاد را نشان می‌دهد. حال طبق شکل ب ــ ۷۹ــ۲، پروب‌های اهم متر (سیم‌های رابط) را به‌طور مستقیم یا از طریق یک ترمینال به هم وصل کنید. در این حالت باید اهم‌متر مقدار بسیار کم یا صفر را نشان دهد. با این آزمایش از سلامت اهم متر خود اطمینان حاصل خواهید کرد.

توجه: هنگام کار با مولتی متر کلیه‌ی نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۴ــ۲ را به‌طور دقیق مطالعه و آن‌ها را در فرآیند اجرای کار رعایت کنید.

آزمایش سیم‌های رابط

- یک سیم رابط برق دستگاه الکتریکی را در اختیار بگیرید.
- طبق شکل ۸۰ــ۲، زایده‌های فلزی دو شاخه را با یک قطعه سیم به هم اتصال دهید. این نحوه‌ی اتصال دادن را جامپر (jumper) کردن و سیم رابط کوتاه استفاده شده را جامپر می‌نامند.
- طبق شکل ۸۰ــ۲، طرف دیگر سیم رابط برق را به پروب‌های اهم‌متر وصل کنید. اگر طبق شکل، مقدار مقاومت نشان داده شده زیاد باشد. سیم رابط برق قطع است. در صورتی که دستگاه مولتی متر اهم کمی را نشان دهد، یا سوت بزند. سیم رابط برق سالم است. از این روش می‌توانید برای هر نوع سیم رابط از جمله سیم‌هایی که در مدار سیم‌کشی اتومبیل به‌کار می‌رود استفاده کنید. در این شکل، به دلیل این که دستگاه سوت نمی‌زند یا مولتی‌متر مقدار مقاومت بسیار زیادی را نشان می‌دهد، مطمئن می‌شویم که سیم رابط برق دستگاه قطع است.

زمان	۲ ساعت



ب ــ مقدار مقاومت صفر است

الف ــ مقدار مقاومت بی‌نهایت است

ب

الف

شکل ۷۹ــ۲ــ آزمایش اطمینان از سلامت اهم‌متر

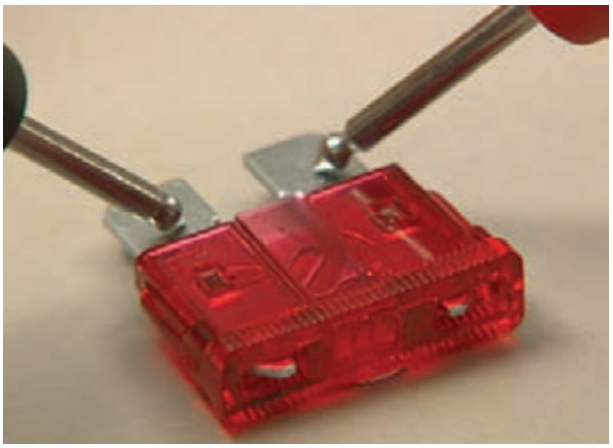
صفحه‌ی نمایش مولتی‌متر مقاومت بسیار زیادی را نشان می‌دهد. پس سیم رابط برق قطع است.

شکل ۸۰ــ۲ــ آزمایش سیم رابط برق دستگاه.

آزمایش فیوز

طبق شکل ۸۱ــ۲ یک عدد فیوز در اختیار بگیرید و پروب‌های اهم‌متر را به دو سر آن وصل کنید. اهم‌متر باید روی حالت اهم قرار داشته باشد.

نکته‌ی مهم: هنگام جایگزینی فیوز معیوب با فیوز سالم، دقت کنید که مقدار آمپر شده برای فیوز سالم دقیقاً با آمپر شده برای فیوز معیوب برابر باشد.



شکل ۸۱ــ۲ــ اتصال فیوز به اهم‌متر

در صورتی که فیوز شما سالم باشد طبق شکل الف ــ۸۲ــ۲ مقدار اهم کم یا صفر را نشان می‌دهد و چنان‌چه سوخته باشد، طبق شکل ب ــ ۸۲ــ۲، اهم‌متر مقدار اهم بسیار زیاد یا بی‌نهایت را نشان می‌دهد.

پاسخ دهید:

درصورتی که آمپر فیوز سالم کم‌تر یا بیش‌تر از فیوز معیوب باشد، چه اشکالی پیش می‌آید؟ شرح دهید.

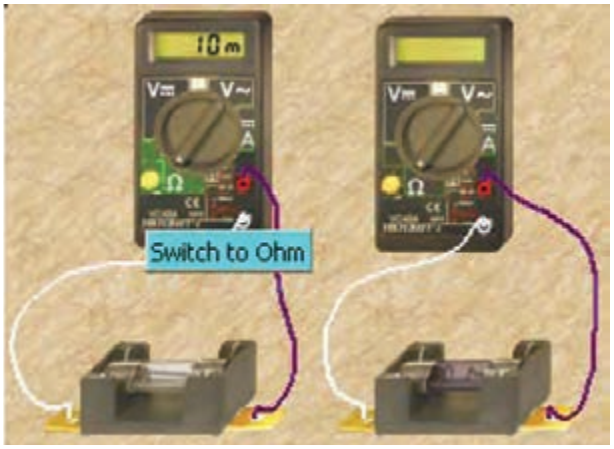
.....

.....

.....

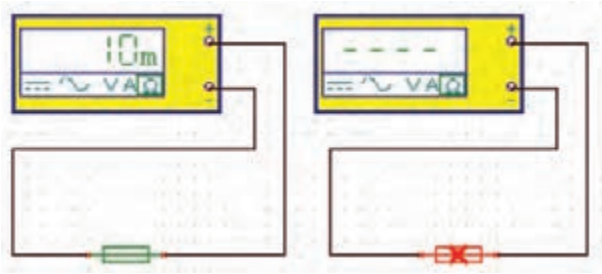
.....

.....



ب ــ فیوز سوخته است اهم‌متر مقاومت زیادی را نشان می دهد.

الف ــ فیوز سالم است اهم‌متر صفر نشان می‌دهد.



شکل ۸۲ــ۲ــ آزمایش فیوز توسط اهم‌متر

نکته‌ی مهم: هنگام استفاده از مولتی‌متر مراقب باشید که دست‌هایتان با قسمت‌های فلزی پروب و فیوز تماس نداشته باشد. در غیر این صورت ممکن است دچار اشتباه شوید.

آیا می‌توان از روی ظاهر فیوز به معیوب‌بودن آن پی برد؟ چگونه؟

آزمایش کلید

■ یک عدد کلید معمولی را در اختیار بگیرید.

■ پایه‌های کلید را طبق شکل ۸۳ــ۲ به مولتی‌متر وصل کنید.

■ مولتی‌متر را روی حالت اهم یا آزمایش اتصال کوتاه پیوستگی مدار بگذارید.

■ دکمه‌ی کلید را روی حالت روشن بگذارید. در صورتی که کلید شما سالم باشد، باید اهم‌متر طبق شکل ۸۳ــ۲ــ ب مقدار بسیار کمی را نشان دهد.

■ کلید را تغییر وضعیت دهید. اگر کلید سالم باشد باید در این حالت اهم بسیار زیادی را نشان دهد (شکل ب ــ۸۳ــ۲). با تغییر وضعیت کلید، باید اهم‌متر نیز تغییر حالت دهد.

■ یک کلید دو حالته را در اختیار بگیرید و آن را طبق شکل‌های الف ــ۸۴ــ۲ مورد آزمایش قرار دهید.

■ به حالت‌های کلید درشکل‌ها توجه کنید. این کلید دارای یک سر وسط است که در هر مرحله به یکی از پایه‌ها اتصال داده می‌شود. برای مثال با تغییر وضعیت کلید می‌توانیم حالت‌های دور تند و دور کند را در برف پاک‌کن یا بخاری خودرو به وجود بیاوریم.

■ انواع دیگری از کلیدها را در اختیار بگیرید و به‌گونه‌ای تمرین کنید که در این کار کاملاً تسلط پیدا نمایید.

تِسترِ Tester چیست و چه کاربردی دارد، به‌طور خلاصه شرح دهید.

.....

.....

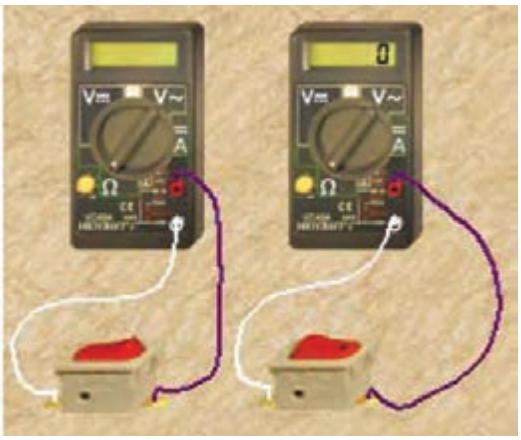
.....

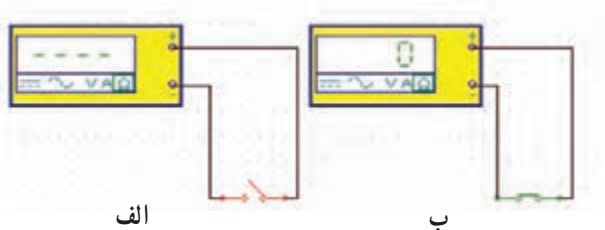
.....

.....

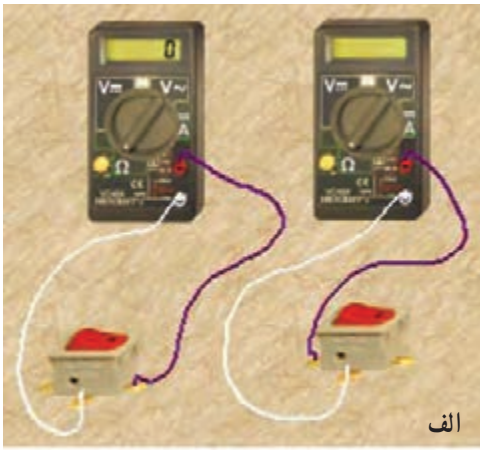
.....

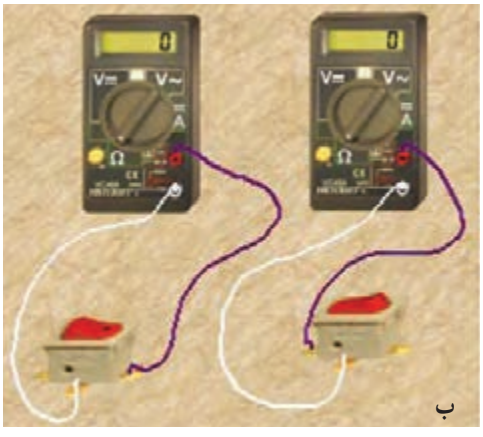
.....





شکل ۸۳ــ۲





شکل ۸۴ــ۲

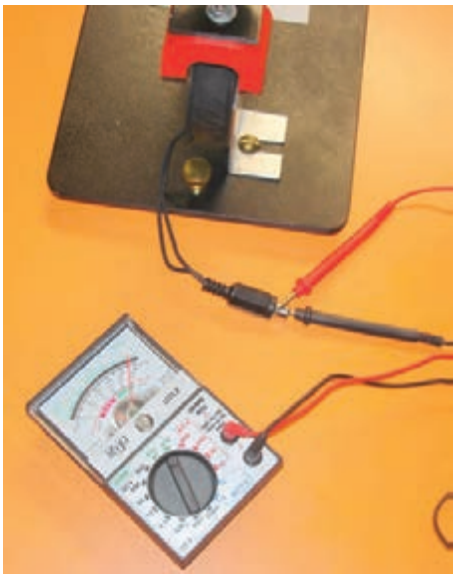
■ یک نوع کلید ترکیبی (مانند انواع کلیدهایی که روی دسته‌ی چراغ‌های راهنمای خودرو نصب می‌شود) را در اختیار بگیرید و با نظارت مربی خود، اتصال‌های آن‌ها را شناسایی و آزمایش کنید. مراحل اجرای این آزمایش را می‌توانید، طبق شکل ج ــ ۸۴ ــ ۲، با اهم متر عقربه ای نیز انجام دهید.

نتایج حاصل از آزمایش کلید چندحالته را بنویسید :

.....

.....

.....



شکل ۸۴ــ۲ــ ج ــ آزمایش به وسیله‌ی اهم‌متر عقربه‌ای

استفاده از تستِر Tester

■ برای سادگی کار در مواقعی که نیاز به اندازه گیری ندارید، می‌توانید از تستِر مدار استفاده کنید.

■ تسترها در دو نوع ساخته می‌شوند. یک نوع آن بدون باتری است و در داخل آن فقط یک لامپ یا مدار ساده‌ی الکترونیکی قرار دارد. از این تستر در مدار زنده یا به‌عبارت دیگر مداری که در آن ولتاژ وجود دارد، استفاده می‌شود. مثلاً اگر فیوزی در مدار سوخته باشد با قرار دادن این تستر در دو سر فیوز، لامپ داخل آن روشن می‌شود و نشان می دهد که فیوز سوخته است. در شکل الف ــ ۸۵ــ۲ این نوع تستر را ملاحظه می‌کنید. این نوع تستر را تستر لامپی می‌گویند. نوع دیگری از تستر وجود دارد که در داخل آن یک باتری نیز قرار می‌گیرد. نشان دهنده‌ی آن ممکن است یک لامپ، یک بیزر (Buzzer) یا یک ملودی باشد. در این تسترها از مدارهای الکترونیکی نیز استفاده می‌شود. در شکل ب ــ ۸۵ ــ۲ نمونه‌هایی از این نوع تستر را مشاهده می‌کنید.

در شکل ۸۶ــ۲ نحوه‌ی استفاده از تستر لامپی در خودرو نشان داده شده است.

■ خودتان یک تستر لامپی بسازید. با استفاده از یک عدد

الف ــ تستر لامپی ب ــ تستر با منبع تغذیه

شکل ۸۵ــ۲ــ انواع تستِر

شکل ۸۶ــ۲ــ استفاده از تستر لامپی

فازمتر، یک عدد لامپ ۱۲ ولتی کوچک و مقداری سیم و فیش، یک عدد تستر لامپی بسازید و آن را در کارهای خود مورد استفاده قرار دهید (شکل ۸۷ــ۲).

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید تستر هرگز نمی‌تواند جای مولتی‌متر را بگیرد. زیرا این وسیله توانایی اندازه‌گیری جریان، ولتاژ و مقاومت را ندارد.

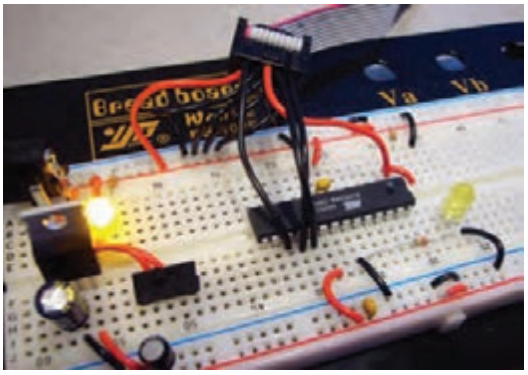
شکل ۸۷ــ۲ــ یک تستر لامپی بسازید

۵ــ۵ــ۲ــ کار عملی، اندازه‌گیری مقاومت با استفاده از مولتی متر دیجیتالی

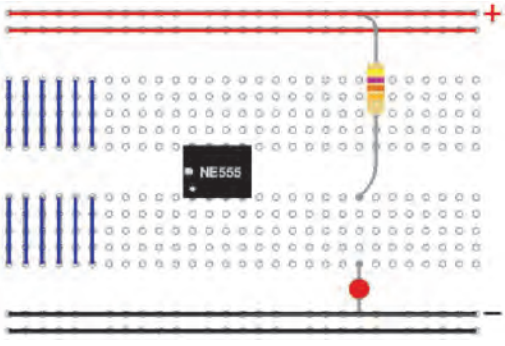
زمان	۴ ساعت

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** مولتی متر دیجیتالی، مقاومت، لامپ ۱۲ ولتی با وات‌های مختلف، برد بُرد (Bread board) یا بُرد آزمایشگاهی

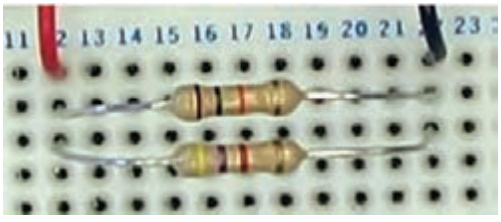
● **برد بُرد (*Bread board*)** : وسیله‌ای است که می‌توان از آن برای بستن مدارهای الکترونیکی استفاده کرد. روی بِرد بُرد معمولاً تعداد زیادی سوراخ وجود دارد که از زیر آن و در مسیرهای مختلف با هم ارتباط دارد. برای بستن مدار، معمولاً پایه‌های قطعات الکترونیکی را داخل سوراخ‌های برد بُرد قرار می‌دهند. در شکل الف ــ ۸۸ــ۲، یک نمونه‌ی ساده‌ی بِرد بُرد را، که قطعات روی آن نصب شده است، مشاهده می‌کنید. درشکل ب ــ ۸۸ــ۲، اتصال سوراخ‌ها از زیر برد بُرد نمایش داده شده است. در شکل ج ــ ۸۸ــ۲، اتصال دو مقاومت را به‌صورت موازی روی بِرد بُرد ملاحظه می‌کنید.



الف ــ اتصال قطعات روی برد بُرد



ب ــ نقشه‌ی اتصال سوراخ‌های بِرد بُرد



ج ــ اتصال دو مقاومت به‌صورت موازی روی بِرد بُرد

شکل ۸۸ــ۲ــ بِرد بُرد Bread board

نکته‌ی مهم: هنگام کار با برد بُرد مراقب باشید که از سیم‌های ضخیم و قطعاتی که پایه‌های آن دارای سیم ضخیم است استفاده نکنید. زیرا سوراخ‌های برد بُرد گشاد می‌شود و در مراحل بعد مدار بسته شده جواب نخواهد داد.

● **مراحل انجام کار:** اندازه‌گیری مقاومت چند نمونه لامپ ۱۲ ولتی با مولتی متر دیجیتال

ــ طبق شکل ۸۹ــ۲، مقاومت اهمی حداقل سه لامپ ۱۲ ولتی، مانند لامپ سقف، لامپ چراغ جلو (نور بالا و نور پائین)، لامپ چراغ راهنمای اتومبیل را اندازه بگیرید و مقادیر به‌دست آمده را یادداشت کنید.

R_1 = لامپ چراغ سقف = ...Ω

R_2 = لامپ چراغ جلو نور بالا = ...Ω

R_3 = لامپ چراغ جلو نور پائین = ...Ω

R_4 = لامپ چراغ راهنما = ...Ω

ــ تعدادی لامپ ۲۲۰ ولت ۴۰ وات، ۱۰۰ وات و ۲۲۰ وات را در اختیار بگیرید و با استفاده از شکل ۸۹ــ۲، مقدار مقاومت اهمی آن‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

R_5 = لامپ ۲۲۰V ،۴۰V = ... OHM

R_6 = لامپ ۲۲۰V ، ۱۰۰W = ... OHM

R_7 = لامپ ۲۲۰V ، ۲۰۰W = ... OHM

R_8 = لامپ ۲۲۰V ،۵W = ... OHM

شکل ۸۹ــ۲ــ اندازه گیری مقاومت لامپ‌های روشنایی

مخصوص دانش‌آموزان علاقه‌مند : با استفاده از رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ یا $R = \frac{V^2}{P}$ درستی مقادیر اندازه‌گیری شده را تحقیق کنید.

پاسخ دهید:

حداقل ۴ نکته‌ی ایمنی در ارتباط با کاربرد مولتی‌تر را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

ــ با استفاده از مولتی متر دیجیتال تعدادی مقاومت اهمی معمولی را در اختیار بگیرید.

ــ با استفاده از مولتی متر دیجیتال طبق شکل ۹۰ــ۲ مقدار مقاومت‌ها را اندازه بگیرید و مقادیر آن‌ها را یادداشت کنید.

R_1 = ... OHM

R_2 = ... OHM

R_3 = ... OHM

R_4 = ... OHM

مخصوص دانش‌آموزان علاقه‌مند:
مقاومت‌ها را با هم به صورت سری و موازی ببندید و مقادیر معادل آن‌ها را اندازه بگیرید.

نکته‌ی مهم: هنگام اندازه‌گیری با مولتی متر دیجیتال با توجه به میزان خطای دستگاه و خطای قطعات، مقادیر اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی آن اندکی تفاوت دارد که می‌توان از آن صرف نظر کرد.

۶ــ۵ــ۲ــ کار عملی: کار با منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** مولتی‌متر دیجیتال، منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی، راهنمای کاربرد منبع تغذیه

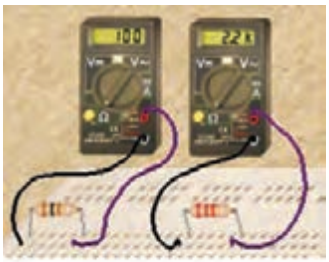
● **مراحل اجرای آزمایش**

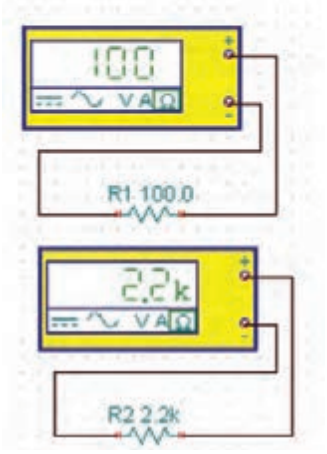
ــ با استفاده از راهنمای کاربرد دستگاه منبع تغذیه، روش استفاده از آن را یاد بگیرید.

ــ هنگام کار با منبع تغذیه رعایت نکات ایمنی مربوط به عملکرد و کاربرد آن کاملاً ضروری است.

ــ طبق شکل ۹۱ــ۲ منبع تغذیه را روی ۵ ولت قرار دهید و ولتاژهای خروجی آن را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید و مقدار اندازه‌گیری شده را با مقدار نشان داده شده روی منبع تغذیه مقایسه کنید. آیا این دو مقدار با هم برابر است؟

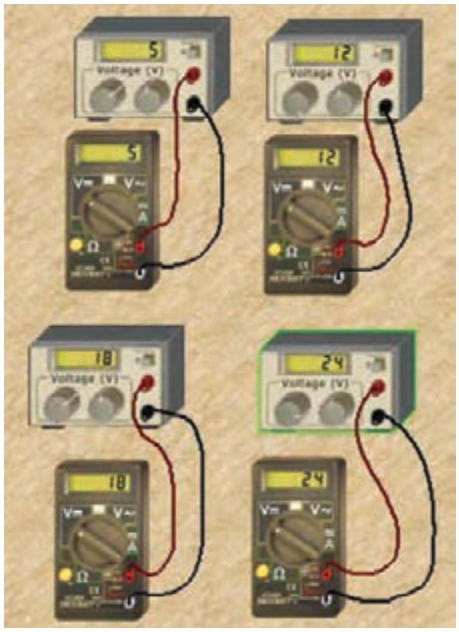
V_{S_1} (منبع تغذیه) =.....V





شکل ۹۰ــ۲ــ اندازه‌گیری مقاومت اهمی

زمان	۴ ساعت



شکل ۹۱ــ۲ــ استفاده از منبع تغذیه

هنگام اندازه‌گیری ولتاژ به قطب‌های مولتی‌متر دیجیتال توجه کنید.

$V_{S_{۲}\,(\text{مولتی‌متر})}$ =……V

ــ منبع تغذیه را روی مقادیر ۱۲ ولت، ۱۵ ولت، ۱۸ ولت و ۲۴ ولت قرار دهید و مقادیر را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه‌بگیرید.

$V_{S_{۲}}$ =…… ولت

$V_{S_{۳}}$ =…… ولت

$V_{S_{۴}}$ =…… ولت

$V_{S_{۵}}$ =…… ولت

پاسخ دهید : تفاوت باتری اتومبیل با منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۷ــ۵ــ۲ــ کار عملی: اندازه‌گیری ولتاژ دو سر دو لامپ یا دو مقاومت به صورت سری

زمان ۴ ساعت

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** لامپ ۱۲ ولت و ۵ وات دو عدد، مقاومت ۱kΩ و ۲/۲kΩ یک چهارم وات از هر کدام یک عدد، منبع تغذیه یا باتری ۱۲ ولتی یک عدد، مولتی‌متر دیجیتال یک دستگاه، سیم به مقدار کافی

● **مراحل اجرای آزمایش**

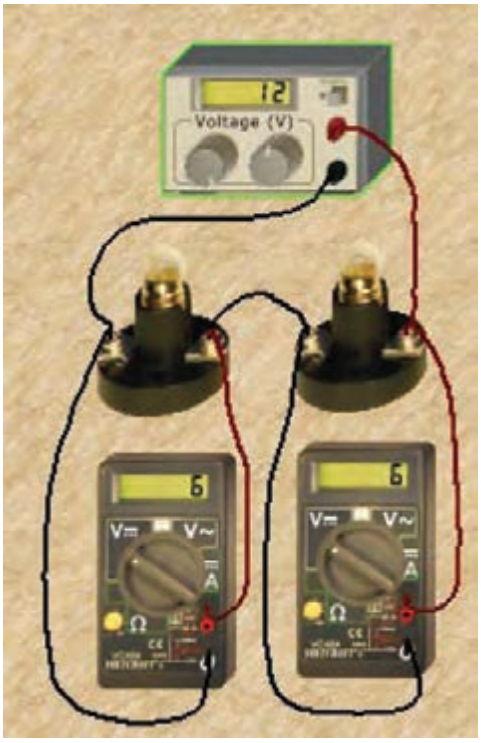
ــ مدار شکل ۹۲ــ۲ را ببندید.

ــ منبع تغذیه را روشن کنید و آن را روی ۱۲ ولت بگذارید.

ــ ولتاژ دو سر لامپ‌های $L_{۱}$ و $L_{۲}$ را اندازه بگیرید.

$V_{L_{۱}}$ =…Volt

$V_{L_{۲}}$ =…Volt



شکل ۹۲ــ۲ــ اندازه‌گیری ولتاژ در مدار سری

نکته‌ی مهم : برای اندازه‌گیری ولتاژها نیاز به یک مولتی‌متر دارید، کافی است جای پروب‌های مولتی متر را تغییر دهید.

ـ آیا $V_{L_1} + V_{L_2}$ برابر با ولتاژ منبع تغذیه است؟ شرح دهید.

ـ با استفاده از مقاومت‌ها، مدار را طبق شکل ۹۳ـ۲ ببندید.

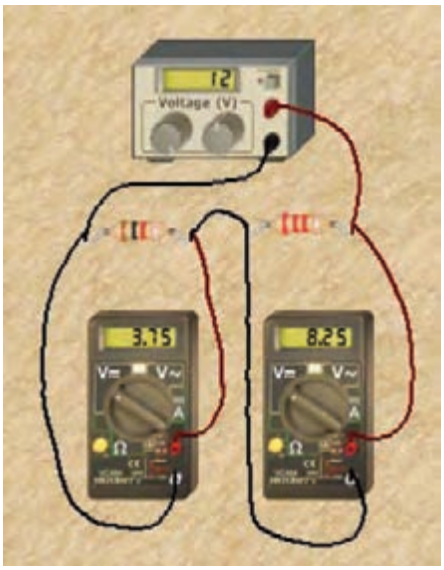
ـ با استفاده از مولتی‌متر ولتاژهای دو سر هر یک از مقاومت‌ها را اندازه‌بگیرید.

$V_{R_1} = \cdots\cdots Volt$

$V_{R_2} = \cdots\cdots Volt$

ـ آیا $V_{R_1} + V_{R_2}$ برابر با ولتاژ منبع تغذیه است؟ شرح دهید.

ـ به چه دلیل ولتاژ دو سر مقاومت R_1 با ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر نیست؟ شرح دهید.



شکل ۹۳ـ۲ـ اندازه گیری ولتاژ دو سر مقاومت ها به صورت سری

۸ـ۵ـ۲ـ کار عملی: اندازه‌گیری جریان الکتریکی

زمان	۴ ساعت

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** لامپ ۱۲ ولت ۵ وات و ۱۰ وات از هر کدام یک عدد، منبع تغذیه‌ی ۱۲ ولتی یا باتری اتومبیل، مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه، سیم به مقدار کافی

● **مراحل اجرای آزمایش**

ـ مدار را طبق شکل ۹۴ـ۲ ببندید. توجه داشته باشید که آمپرمتر باید به‌صورت سری با مدار بسته شود.

ـ مولتی‌متر دیجیتالی را روی حوزه‌ی کار جریان قرار دهید.

ـ در صورتی که دستگاه شما دارای رنج (Rang) جریان خودکار نیست لازم است رنج مناسب را انتخاب کنید.

خطر: اگر در این آزمایش دچار اشتباه شوید مولتی‌متر شما آسیب خواهد دید.

شکل ۹۴ـ۲ـ اندازه‌گیری جریان یک لامپ ۱۲ ولتی ۵ وات

ــ دستگاه منبع تغذیه را روشن کنید. در صورتی که از باتری اتومبیل استفاده می‌کنید، سیم مثبت باتری رادر آخرین مرحله متصل کنید.

ــ شدت جریان لامپ L_1 را اندازه بگیرید.

I_{L_1} =..... Amper

ــ مدار را طبق شکل ۹۵ــ۲ ببندید.

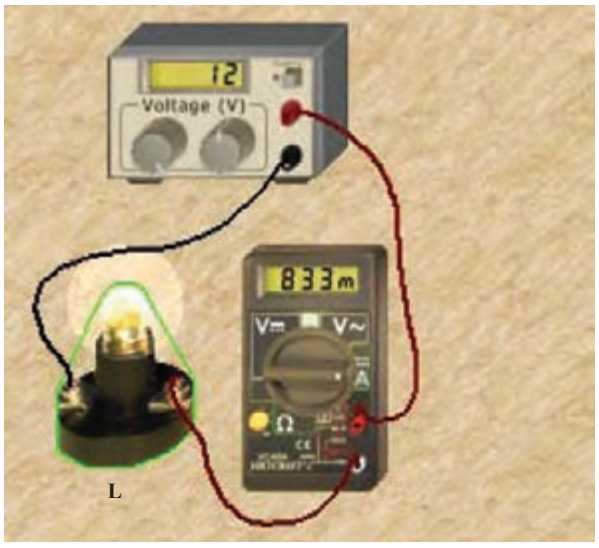
ــ شدت جریان لامپ L_2 را اندازه بگیرید.

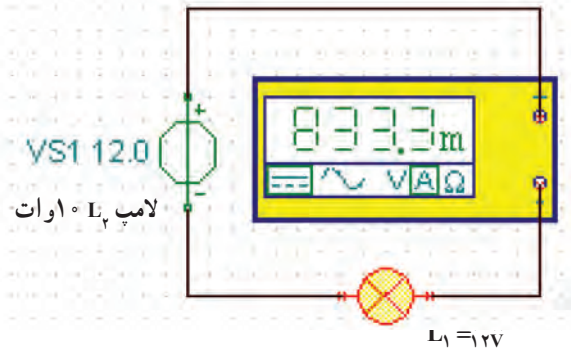
I_{L_2} =..... آمپر

ــ در حین آزمایش به نور لامپ‌ها توجه کنید. کدام لامپ دارای نور بیش‌تری است، L_1 یا L_2 ؟ ...

ــ با توجه به نور لامپ‌ها آیا می‌توانیم نتیجه بگیریم آن‌هایی که وات بیش‌تری دارند، نور بیش‌تری تولید می‌کنند؟ توضیح دهید.

ــ به چه دلیل جریان لامپ‌ها با هم تفاوت دارند، شرح دهید.





شکل ۹۵ــ۲ــ اندازه‌گیری جریان یک لامپ ۱۲ ولتی ۱۰ وات

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید: مقاومت لامپ ۵واتی بیش‌تر است یا ۱۰ واتی چرا؟ شرح دهید.

.....

.....

ــ در صورتی که آمپرمتر انبری در اختیار دارید، با استفاده از این آمپرمتر جریان مدار استارتر اتومبیل را اندازه بگیرید. آمپرمتر انبری برای اندازه‌گیری جریان‌های زیاد به‌کار می‌رود و هنگام اندازه‌گیری جریان مدار به قطع‌کردن مدار نیاز ندارد، زیرا فک‌های آمپرمتر، طبق شکل ۹۶ــ۲، سیم را در برمی‌گیرند و جریان از طریق القایی منتقل می‌شود.

شکل ۹۶ــ۲ــ تصویر آمپر متر انبری برای اندازه‌گیری جریان‌های زیاد

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

در صورت داشتن زمان اضافی این کار عملی را برای تعداد لامپ که به‌صورت موازی قرار می‌گیرند انجام دهید و جریان هریک از لامپ‌ها را اندازه بگیرید.

۹ــ۵ــ۲ــ سیگنال ژنراتور (signal generator):

ویژگی‌ها: سیگنال ژنراتور دستگاهی است که می‌تواند انواع سیگنال‌های مورد نیاز را با فرکانس و دامنه‌های مختلف تولید کند. شما می‌توانید آن‌ها را در آزمایشگاه مورد استفاده قرار دهید. شاید برایتان این سؤال مطرح باشد که اصولاً فراگرفتن طرز کار و نحوه‌ی استفاده از این دستگاه چه ضرورتی دارد؟ می‌دانید که برای سامانه‌ی جرقه‌زنی در اتومبیل نیاز به ولتاژ با دامنه‌ی حدود چند کیلوولت است.

سامانه‌ای که این ولتاژ را تولید می‌کند یک مدار مکانیکی مانند دلکو یا یک مدار الکترونیکی است. در این مدارها، ابتدا پالس‌هایی با دامنه‌ی کم تولید می‌شود. سپس دامنه‌ی این پالس‌های ضربه‌ای به‌وسیله‌ی یک ترانسفورماتور افزاینده‌ی ولتاژ، مانند کوئل خودرو به ولتاژ زیاد (High voltage) تبدیل می‌شود. این ولتاژ، از طریق شمع اتومبیل، عمل جرقه‌زنی را انجام می‌دهد.

معمولاً تعمیرکاران خودرو با استفاده از اسیلوسکوپ (نوسان‌نما) پالس‌های تولید شده را، در نقاط مختلف مدار الکتریکی و الکترونیکی، مشاهده می‌نمایند و با توجه به شکل موج مشاهده شده و شکل موج ارائه‌شده در دفترچه‌ی راهنمای تعمیر، خودرو را تنظیم می‌کنند.

در شکل ۹۷ــ۲ چند نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور را مشاهده می‌کنید. امروزه این نوع دستگاه‌ها را به‌صورت ترکیبی می‌سازند. یعنی یک دستگاه می‌تواند شکل موج‌های مختلفی، مانند سینوسی مربعی، مثلثی، دندانه‌اره‌ای و ... را تولید کند. به این نوع دستگاه‌ها فانکشن ژنراتور یا مولّد تابع (function Generator) می‌گویند. نمونه‌هایی از این دستگاه‌ها را در شکل ۹۸ــ۲ ملاحظه می‌کنید. در شکل ۹۹ــ۲ یک نمونه سیگنال ژنراتور، که دکمه‌های آن نیز مشخص شده است، ملاحظه می‌شود.

شکل ۹۷ــ۲ــ چند نمونه سیگنال ژنراتور

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

با مراجعه به سایت های اینترنتی یا منابع دیگر، راهنمای کاربرد یک نمونه فانکشن ژنراتور را پیدا کنید و مشخصات آن را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

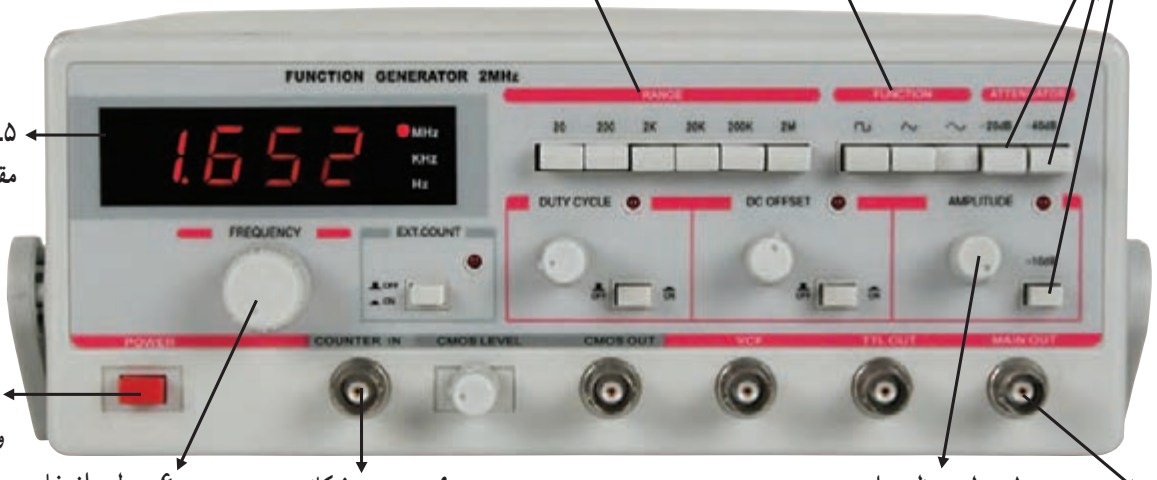
.....

.....

.....

.....

شکل ۹۸ــ۲ــ چند نمونه فانکشن ژنراتور



شکل ۹۹ــ۲ــ یک نمونه سیگنال ژنراتور

نحوه‌ی کار با سیگنال ژنراتور: همان‌طورکه در شکل ۲ــ۹۹ مشاهده می‌شود، روی هر سیگنال ژنراتور یا فانکشن ژنراتور کلیدها، سلکتورها و ولوم‌های فراوانی وجود دارد، که تعدادی از آن‌ها که کاربرد عمومی دارند و در کلیه‌ی سیگنال ژنراتورها مشترک‌اند، از جمله :

ولوم تنظیم دامنه: با این ولوم دامنه‌ی ولتاژ خروجی تنظیم می‌شود. این ولوم با شماره‌ی ۱ در شکل ۲ــ۱۰۰ مشخص شده است.

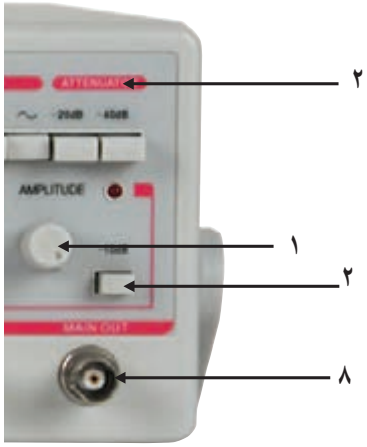
کلید سلکتور تضعیف دامنه و ترمینال خروجی: با این کلید سلکتور می‌توانید دامنه‌ی سیگنال ورودی را با ضریب ۱۰، ۱۰۰ یا ... تضعیف کنید. این کلید در شکل ۲ــ۱۰۰ با شماره‌ی ۲ مشخص شده است. ترمینال خروجی دستگاه نیز با شماره‌ی ۸ قابل مشاهده است.

کلید انتخاب شکل موج و ترمینال خروجی: توسط کلید انتخاب شکل یعنی کلید سلکتور شماره‌ی ۳. موج می‌توانید شکل موج مربعی، سینوسی، مثلثی و ... را انتخاب کنید. از ترمینال شماره‌ی ۴ سیگنال خروجی قابل دریافت است (شکل ۲ــ۱۰۱).

روی دستگاه سیگنال ژنراتور دکمه‌ها و ترمینال‌های ویژه‌ی دیگری نیز وجود دارد که برای کاربردهای خاص است. یک نمونه‌ی از این نوع خروجی‌ها را در شکل ۲ــ۱۰۱ می‌بینید.

کلید سلکتور انتخاب فرکانس: معمولاً روی صفحه کلیه‌ی سیگنال ژنراتورها یک سلکتور دَورانی یا مجموعه‌ی کلید سلکتورهای فشاری وجود دارد که توسط آن می‌توانید محدوده‌ی فرکانس مورد نظر را انتخاب کنید. این کلید سلکتور معمولاً با یک ولوم در ارتباط است که با آن مقدار دقیق فرکانس را تعیین می‌کنند. در شکل ۲ــ۱۰۲، این کلید سلکتور با شماره ی ۴ و ولوم آن با شماره‌ی ۸ نشان داده شده است.

کلید خاموش‌روشن (Power): در شکل ۲ــ۱۰۲ کلید خاموش روشن دستگاه ملاحظه می‌شود. این کلید با شماره‌ی ۷ مشخص شده است.



شکل ۲ــ۱۰۰ــ ولوم تنظیم دامنه و کلیدهای تضعیف دامنه

شکل ۲ــ۱۰۱ــ کلید سلکتور انتخاب شکل موج

شکل ۲ــ۱۰۲ــ ولوم و سلکتور انتخاب فرکانس

فرکانس‌متر: روی برخی از دستگاه‌های سیگنال ژنراتور، دستگاه فرکانس متر نیز تعبیه می‌شود. در دستگاه معرفی شده نیز یک فرکانس متر وجود دارد که می‌تواند فرکانس‌های خروجی دستگاه را نشان دهد. هم‌چنین از طریق ترمینال ورودی شماره‌ی ۹ می‌توانید، فرکانس‌های مربوط به مدار را اندازه بگیرید (شکل ۱۰۳ــ۲).

شکل ۱۰۳ــ۲ــ فرکانس متر و ترمینال ورودی آن

همان‌طورکه در شکل ۱۰۴ــ۲ مشاهده می‌شود، دکمه‌ها و سلکتورهای دیگری نیز روی فانکشن ژنراتور نصب شده‌اند که کاربردهای ویژه‌ای دارند.

برای کار با سیگنال ژنراتور کافی است با مراجعه به راهنمای دستور کار آن، سلکتورهای مورد نظر را انتخاب کنید و با روشن‌کردن دستگاه، سیگنال مورد نظر را دریافت نمایید.

شکل ۱۰۴ــ۲ــ تعدادی دیگر از ولوم‌ها و سلکتورهای سیگنال ژنراتور برای کاربردهای ویژه

زمان	۲ ساعت

۱۰ــ۵ــ۲ــ کار عملی: شناسایی دکمه‌ها و سلکتورها و کار با دستگاه سیگنال ژنراتور

● **تجهیزات مورد نیاز:** سیگنال ژنراتور یا فانکشن ژنراتور یک دستگاه، دفترچه راهنمای دستگاه، مولتی‌متر دیجیتالی

● **مراحل اجرای آزمایش**

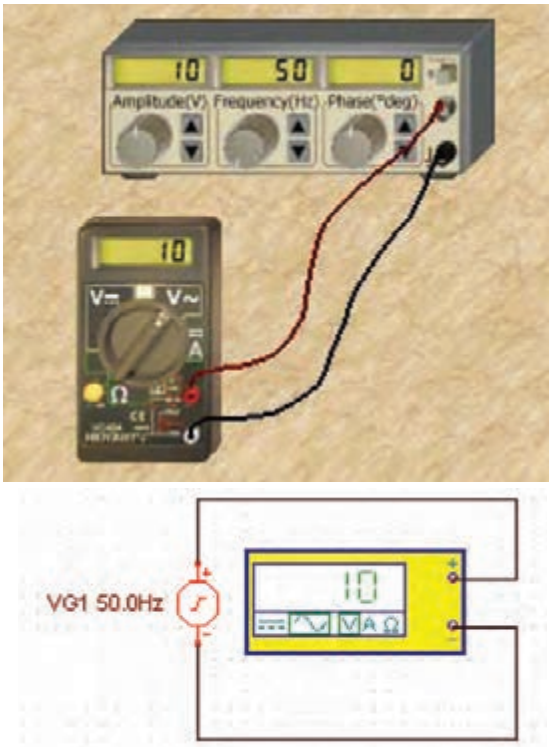
ــ با استفاده از دستور کار سیگنال ژنراتور RF موجود در کارگاه کلیه‌ی دکمه‌های آن را شناسایی کنید.

ــ سیگنال ژنراتور RF را روی ۵۰Hz با دامنه‌ی ۱۰ ولت قرار دهید (شکل ۱۰۵ــ۲).

ــ با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ خروجی آن را اندازه بگیرید.

ــ سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰Hz با دامنه‌ی ۵ ولت قرار دهید و دامنه‌ی سیگنال خروجی را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید.

ــ سیگنال ژنراتور را روی چند فرکانس دیگر با دامنه‌ی



شکل ۱۰۵ــ۲ــ اندازه‌گیری ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور

دل‌خواه قرار دهید و با مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.

ـ مراحل را آن‌قدر تکرار کنید تا در استفاده از سیگنال ژنراتور تسلط کافی به‌دست آورید.

۱۱ــ۵ــ۲ــ اسیلوسکوپ یا نوسان‌نما (Oscilloscope):

در قسمت ۳ــ۳ــ۲ به‌طور مختصر با اسیلوسکوپ آشنا شده‌اید. در این قسمت به تشریح کامل تراسیلوسکوپ و نحوه‌ی استفاده از آن می‌پردازیم. در شکل ۱۰۶ــ۲ دو نمونه‌ی دیگر از اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید.

ساختمان داخلی اسیلوسکوپ را می‌توان به دو قسمت اصلی به شرح زیر تقسیم کرد :

ـ لامپ اشعه‌ی کاتدیک

ـ مدارهای آماده‌سازی لامپ و سیگنال

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید: با جست وجو در اینترنت و منابع دیگر کوچک ترین اسیلوسکوپ ساخته شده را بیابید و مشخصات آن را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

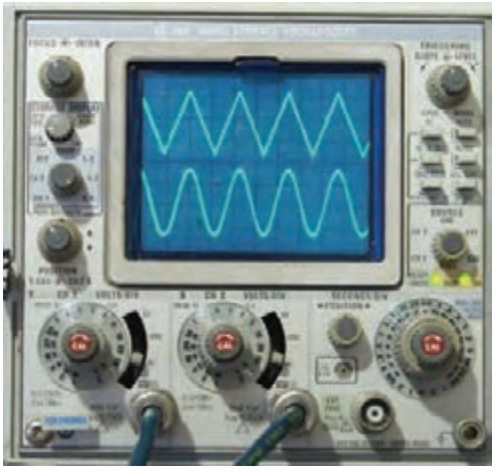
.....

لامپ اشعه‌ی کاتدیک (cathode Ray tube):

لامپ اشعه‌ی کاتدیک یکی از قسمت‌های اصلی در اسیلوسکوپ است. از این لامپ در تلویزیون دستگاه‌های اندازه‌گیری، آزمایش و تنظیم خودرو، رادیولوژی و ... استفاده می‌شود. در دستگاه‌های جدید به جای لامپ اشعه‌ی کاتدیک

پاسخ دهید: تفاوت سیگنال ژنراتور و فانکشن و ژنراتور را در دو سطر توضیح دهید.

آموزش این قسمت به صورت تئوری توأم با عملی و نمایش قسمت‌های مختلف توسط معلم انجام می‌شود.



شکل ۱۰۶ــ۲ــ دو نمونه‌ی دیگر از اسیلوسکوپ و کاربرد آن در صنایع

Cathode	=	منفی
Ray	=	اشعه
tube	=	لوله

از ال سی دی (LCD) استفاده می‌کنند. لامپ اشعه‌ی کاتدیک به‌صورت سیاه و سفید و رنگی ساخته می‌شود. در شکل ۱۰۷ــ۲ یک نمونه لامپ اشعه‌ی کاتدیک رنگی را با عناصر جانبی آن و یک نمونه لامپ اشعه‌ی کاتدیک سیاه و سفید را مشاهده می‌کنید. اجزای داخلی لامپ اشعه‌ی کاتدیک رنگی به شرح زیر است :

تفنگ الکترونی: در این قسمت الکترون‌ها آزاد می‌شوند و به‌صورت یک اشعه با شتاب بسیار زیاد از تفنگ خارج می‌شوند. شماره‌ی ۱ در شکل تفنگ الکترونی و شماره‌ی ۲ اشعه‌ی الکترونی است.

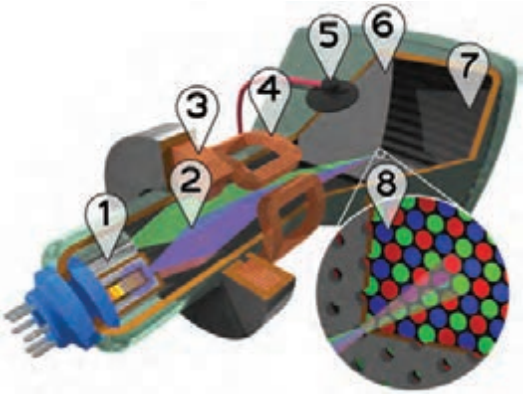
سیم‌پیچ‌ها یا صفحات متمرکزکننده: کار سیم‌پیچ شماره‌ی ۳، متمرکز کردن اشعه‌ی الکترونی روی صفحه‌ی لامپ است. در اسیلوسکوپ به جای سیم‌پیچ از صفحات یا استوانه‌های متمرکزکننده استفاده می‌شود.

صفحات یا سیم‌پیچ‌های انحراف: کار صفحات یا سیم‌پیچ‌های انحراف، منحرف کردن اشعه با توجه به سیگنال مورد اندازه‌گیری، در جهات افقی و عمودی است. این سیم‌پیچ‌ها با شماره‌ی ۴ مشخص شده‌اند.

آند شتاب‌دهنده: کار آنُد (Anode) شتاب‌دهنده، سرعت‌دادن به اشعه‌ی الکترونی و هدایت آن به سمت صفحه‌ی لامپ است. برای ایجاد شتاب زیاد در اشعه به ولتاژ زیاد نیاز داریم. این ولتاژ از طریق اتصال شماره‌ی ۵ به آند می‌رسد.

ماسک هدایت اشعه: شماره‌ی ۶ یک صفحه‌ی مشبک است که اشعه‌های آبی، قرمز و سبز را به نقاط مربوط به آن روی صفحه‌ی لامپ هدایت می‌کند.

صفحه با پوشش لایه‌های فسفری: صفحه‌ی جلوی لامپ که برای نمایش سیگنال به‌کار می‌رود، به‌وسیله‌ی مواد فسفری با رنگ‌های قرمز و سبز و آبی پوشیده شده است. این قسمت صفحه‌ی اصلی لامپ را تشکیل می‌دهد. شماره‌ی ۷ این صفحه را صفحه‌ی حساس می‌نامند، زیرا نقاط فسفری حساس به رنگ‌های قرمز سبز و آبی به‌صورت منظم روی صفحه‌ی لامپ را پوشانده‌اند. نمای نزدیک این نقاط در شماره‌ی ۸ نشان داده شده است. در شکل ۱۰۸ــ۲ یک نمونه‌ی دیگر از لامپ اشعه‌ی کاتدیک را آورده‌ایم. به‌طورکلی اشعه‌ی الکترونی در تفنگ



شکل ۱۰۷ــ۲ــ ساختمان داخلی لامپ اشعه‌ی کاتدیک

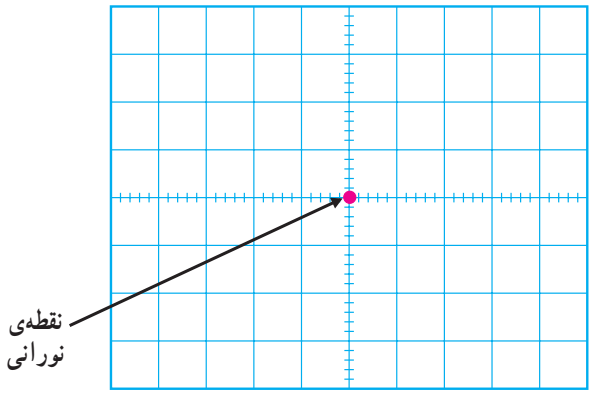
شکل ۱۰۸ــ۲ــ نمونه‌ی دیگری از لامپ اشعه‌ی کاتدیک

الکترونی تولید می‌شود. و سپس، توسط قسمت‌های شتاب‌دهنده و متمرکزکننده، ضمن حرکت به سمت صفحه‌ی پوشیده‌شده از فسفر، آن را بمب‌باران می‌کند. در اثر این بمب‌باران، یک نقطه‌ی نورانی تولید می‌شود (شکل ۱۰۹ــ۲). توجه داشته باشید به محض قطع شدن اشعه، نقطه‌ی نورانی نیز از بین می‌رود. روی صفحه‌ی جلویی اسیلوسکوپ (پَنِل) یک ولوم به نام اینتن (Inten)[1] وجود دارد که توسط آن می‌توانید شدت نور را کم و زیاد کنید. هم‌چنین، ولوم دیگری به‌نام فوکوس (focus) نیز وجود دارد که توسط آن می‌توانید اشعه را به‌طور دقیق متمرکز کنید این ولوم قطر اشعه را تغییر می‌دهد. در اثر حرکت نقطه‌ی نورانی روی صفحه‌ی حساس اسیلوسکوپ شکل موج روی صفحه ظاهر می‌شود. حرکت اشعه، براثر ولتاژهای داده‌شده به صفحات انحراف، به‌صورت افقی و عمودی صورت می‌گیرد. برای مثال اگر شکل موج مورد آزمون، سینوسی باشد، روی صفحه‌ی حساس (مشابه شکل ۱۱۰ــ۲) موج سینوسی ظاهر می‌شود.

توجه: در اسیلوسکوپ‌های مدرن به جای لامپ اشعه‌ی کاتد یک از صفحات LCD و پلاسما استفاده می‌کنند که حجم لامپ را به شدت کاهش می‌دهند بررسی ساختمان این نوع لامپ‌ها از بحث ما خارج است.

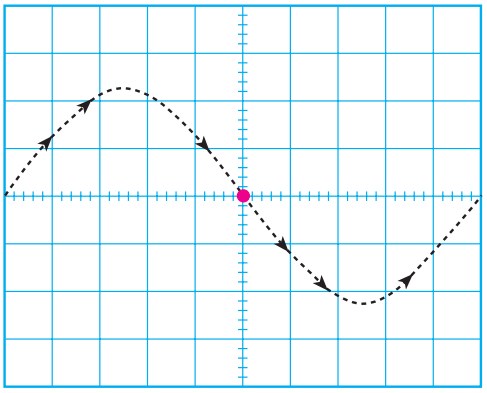
مدارهای آماده‌سازی لامپ و سیگنال

پروب اسیلوسکوپ: برای اتصال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از پروب‌های مخصوص اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در شکل الف ۱۱۱ــ۲ یک نمونه از این نوع پروب‌ها را ملاحظه می‌کنید. سیم رابط پروب از کابل کوآکسیال (هم‌محور) است، لذا تأثیر پارازیت و نویز را روی پروب کاهش می‌دهد. نوک پروب به‌صورت گیره‌ای و فنری است، به‌طوری که می‌توانید آن را، به هر نقطه از مدار، که زایده دارد، متصل کنید. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم نوک سوزنی آن ظاهر



صفحه‌ی حساس

شکل ۱۰۹ــ۲ــ اگر اشعه‌ی الکترونی به صفحه‌ی پوشیده‌شده از فسفر (صفحه‌ی حساس) برخورد کند، نور تولید می‌شود.

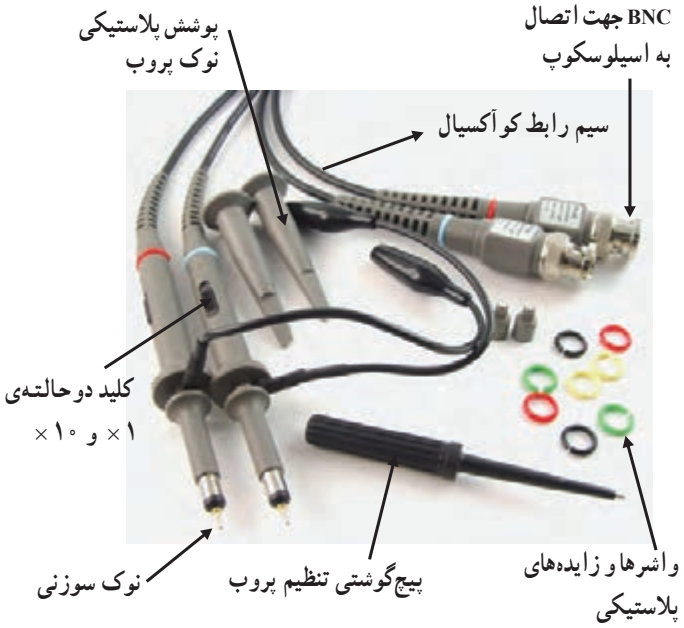


شکل ۱۱۰ــ۲ــ وقتی یک شکل موج سینوسی به اسیلوسکوپ اعمال کنیم، مسیر حرکت اشعه به‌صورت سینوسی است. اما چون حرکت اشعه سریع صورت می‌گیرد چشم انسان شکل موج را سینوسی پیوسته و کامل احساس می‌کند.

شکل ۱۱۱ــ۲ــ یک نمونه پیروب اسیلوسکوپ

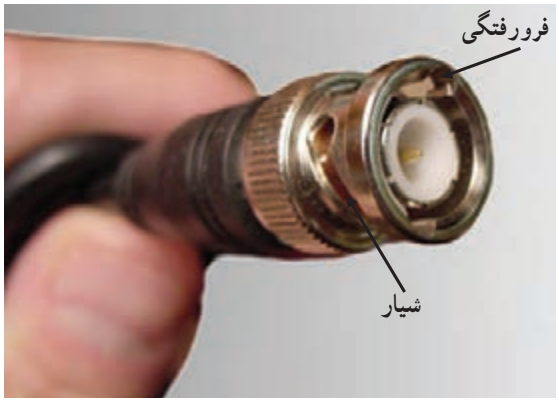
۱ــ Inten مخفف Intensity به‌معنی شدت است.

می‌شود که در صورت نیاز می‌توان از این نوک سوزنی استفاده کرد. در طرف دیگر پروب یک نوع اتصال مخصوص وجود دارد که به اسیلوسکوپ متصل می‌شود. این نوع اتصال را اصطلاحاً بی ان سی (B N C) می‌نامند. در کنار بی ان سی معمولاً یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن می‌توان پروب را برای مشاهده‌ی دقیق موج مربعی و پالس تنظیم کرد. در شکل ۱۱۲ــ۲، دو نمونه پروب و اجزای آن را ملاحظه می‌کنید. روی پروب یک کلید دوحالته (تبدیل) وجود دارد که روی یک حالت کلید علامت ۱× و روی حالت دیگر علامت ۱۰× نوشته شده است. از این کلید برای کاهش دامنه‌ی ولتاژ ورودی به اسیلوسکوپ با ضریب ۱۰ استفاده می‌شود.



شکل ۱۱۲ــ۲ــ پروب و اجزای آن

اتصال بی ان سی (B N C) به اسیلوسکوپ: در حفره‌ی بی ان سی دو فرورفتگی وجود دارد که به یک شیار مورب ختم می‌شود. لذا، هنگام اتصال به ترمینال مادگی اسیلوسکوپ باید فرورفتگی‌های آن در مسیر برجستگی‌های ترمینال اسیلوسکوپ قرار گیرد و با واردکردن کمی فشار، به‌اندازه‌ی ۹۰ درجه چرخانده شود تا در محل خود محکم قرار گیرد. در شکل ۱۱۳ــ۲ یک نمونه بی ان سی و در شکل ۱۱۴ــ۲ نحوه‌ی اتصال آن به اسیلوسکوپ نشان داده شده است.



شکل ۱۱۳ــ۲ــ یک نمونه BNC

نکته‌ی مهم: با استفاده از اسیلوسکوپ، علاوه‌بر دیدن شکل موج، می‌توانیم مقدار دامنه‌ی سیگنال، فرکانس و اختلاف فاز آن را اندازه بگیریم.

شکل ۱۱۴ــ۲ــ نحوه‌ی اتصال BNC به اسیلوسکوپ

همان‌طورکه قبلاً اشاره شد، در نزدیکی بی ان سی، یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن می‌توان پروب را برای مشاهده‌ی دقیق شکل موج مربعی تنظیم کرد. برای تنظیم پروب، یک شکل موج مربعی را به اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم. باید شکل موج ظاهرشده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ دقیقاً مربعی باشد. درصورتی که لبه‌های بالارونده یا پایین‌رونده ی موج، کاملاً

صاف نباشد، با تنظیم پیچ توسط پیچ‌گوشتی مخصوص می‌توانید شکل موج صحیح را به‌دست بیاورید.

نکته‌ی ایمنی: پیچ تنظیم پروب را زیاد نچرخانید، زیرا آسیب می‌بیند و پروب را غیرقابل استفاده می‌کند.

مراقب باشید: اسیلوسکوپ یک وسیله‌ی اندازه‌گیری ظریف و حساس است. لذا هنگام استفاده از آن باید کاملاً با احتیاط عمل کنید و برای کار کردن با آن حتماً دستور کار و راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و در صورتی که ابهامی دارید از مربی کارگاه بپرسید.

شکل ۱۱۵ــ۲، نحوه‌ی تنظیم پروب را نشان می‌دهد. یادآور می‌شود که موج مربعی مورد نیاز برای تنظیم پروب را می‌توان از اسیلوسکوپ دریافت کرد. معمولاً در صفحه‌ی جلوی اسیلوسکوپ (پانل اسیلوسکوپ) یک خروجی برای موج مربعی با فرکانس یک کیلوهرتز و دامنه ی ۰/۵ تا یک ولت وجود دارد. این ولتاژ برای کالیبره‌کردن (تنظیم‌کردن) اسیلوسکوپ استفاده می‌شود.

شکل ۱۱۵ــ۲ــ نحوه‌ی تنظیم پروب برای به‌دست‌آوردن موج مربعی کامل و دقیق

شکل ۱۱۶ــ۲ــ این ترمینال روی اسیلوسکوپ قرار دارد و سیگنال مربعی با دامنه‌ی ۰/۵ تا یک ولت و فرکانس یک کیلوهرتز تولید می‌کند.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید:

۱ــ آیا کابل کواکسیال پروب اسیلوسکوپ یک کابل معمولی است؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۲ــ آیا برای اسیلوسکوپ‌ها از نظر محدوده‌ی فرکانس کار محدودیت وجود دارد؟ شرح دهید :

.....

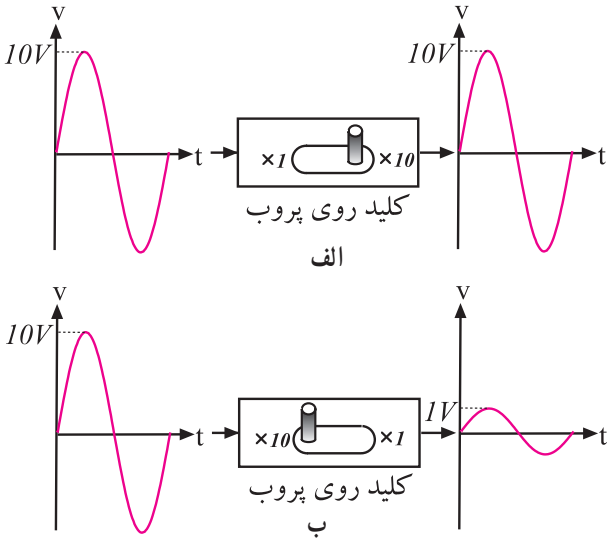
.....

.....

.....

نحوه‌ی استفاده از کلید دوحالته‌ی ۱۰× و ۱× پروب:

همان‌طورکه قبلاً اشاره شد، روی پروب اسیلوسکوپ، یک کلید ۱× و ۱۰× وجود دارد. درصورتی که کلید روی حالت ۱× باشد، سیگنال ورودی به اسیلوسکوپ بدون تضعیف وارد اسیلوسکوپ می‌شود و شما می‌توانید، مقدار سیگنال ورودی را بدون تضعیف روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ بخوانید (شکل الف ــ ۱۱۷ــ۲). چنان‌چه کلید دوحالته‌ی روی پروب در وضعیت ۱۰× قرار گیرد، سیگنال ورودی، قبل از رسیدن به مدار اسیلوسکوپ، از طریق پروب به میزان ده برابر تضعیف می‌شود (به $\frac{۱}{۱۰}$ می‌رسد). در این حالت باید مقدار خوانده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را در عدد ۱۰ ضرب کنید تا مقدار واقعی به‌دست آید (شکل ب ــ ۱۱۷ــ۲)



شکل ۱۱۷ــ۲ــ اگر کلید دوحالته‌ی پروب روی ۱۰× قرار گیرد، سیگنال ورودی به اندازه‌ی ۱۰× برابر تضعیف می‌شود.

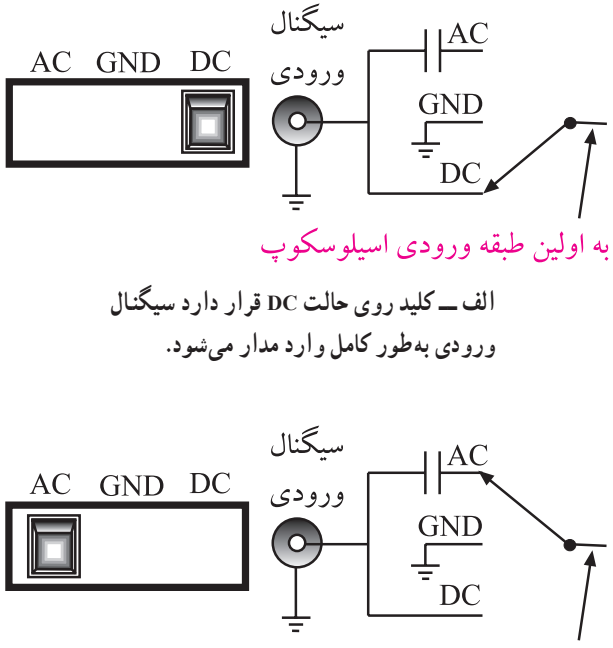
نکته‌ی ایمنی

کلید دو حالته ۱× و ۱۰× یک کلید بسیار ظریف است. هنگام استفاده از پروب با آن بازی نکنید و فشار بیش از حد به آن وارد ننمایید. در صورت خراب شدن این کلید، پروب غیرقابل استفاده می‌شود.

کلید AC-GND-DC

روی اسیلوسکوپ کلیدی وجود دارد که معمولاً در نزدیکی ترمینال ورودی قرار دارد. این کلید دارای سه حالت AC، DC و GND (Ground یا زمین ــ سیم مشترک) است. اگر کلید در حالت DC قرار داده شود، سیگنال ورودی به‌طور مستقیم وارد اسیلوسکوپ می‌شود. به عبارت دیگر اگر سیگنال ورودی DC باشد یا جزء DC داشته باشد مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود ورودی صفحه ی نمایشگر ظاهر می گردد (شکل الف ــ ۱۱۸ــ۲).

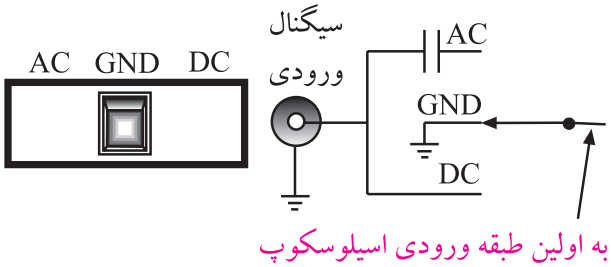
در صورتی که کلید AC-GND-DC طبق شکل ب ــ ۱۱۸ــ۲ در وضعیت AC قرار گیرد، در مسیر ورودی مدار اسیلوسکوپ، یک خازن قرار می‌گیرد. این خازن مانع عبور جریان DC و ورود آن به اسیلوسکوپ می‌شود. در این حالت فقط سیگنال AC وارد مدار اسیلوسکوپ می‌شود و روی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر می‌گردد.



الف ــ کلید روی حالت DC قرار دارد سیگنال ورودی به‌طور کامل وارد مدار می‌شود.

ب ــ کلید روی حالت AC قرار دارد فقط سیگنال AC می تواند وارد مدار شود.

چنان‌چه کلید سه‌حالته‌ی AC-CND-DC در وضعیت مشترک یا زمین (GND) قرارگیرد. ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی اسیلوسکوپ قطع می‌شود و سیگنال ورودی نمی‌تواند وارد مدار داخلی اسیلوسکوپ شود. به عبارت دیگر، ورودی اسیلوسکوپ به زمین دستگاه متصل می‌شود، (شکل ج ۱۱۸ــ۲).

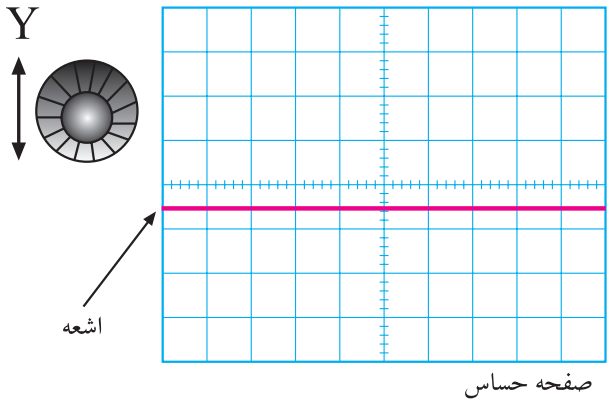


ج ــ کلید در حالت GND قرار دارد لذا ورودی اسیلوسکوپ به زمین اتصال کوتاه می‌شود و هیچ سیگنالی نمی‌تواند وارد مدار شود.

ادامه‌ی شکل ۱۱۸ــ۲ــ نحوه‌ی عملکرد کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ

توجه داشته باشید که همواره قبل از متصل کردن سیگنال مورد اندازه‌گیری به ترمینال ورودی اسیلوسکوپ، باید کلید AC-CND-DC را در وضعیت GND قرار دهید و مکان صفر اشعه را تنظیم کنید. معمولاً مکان صفر را در وسط صفحه‌ی حساس در نظر می‌گیرند.

برای تنظیم صفر می‌توانید از ولوم تغییر مکان قائم (y) استفاده کنید. با تغییر مکان این ولوم، می‌توان اشعه (محور افقی) را در جهت قائم جابه‌جا کرد. شکل ۱۱۹ــ۲، اشعه و ولوم تنظیم مکان y را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱۹ــ۲ــ تنظیم صفر اشعه (محور افقی) با استفاده از ولوم تغییر مکان y

کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای اسیلوسکوپ

برای این که بتوان امواج را روی صفحه ی اسیلوسکوپ به نمایش درآورد، لازم است در داخل اسیلوسکوپ مدارهای خاصی در نظر گرفته شود. به‌طورکلی مدارهای داخلی دستگاه اسیلوسکوپ را می‌توان به چهار دسته‌ی زیر تقسیم کرد :

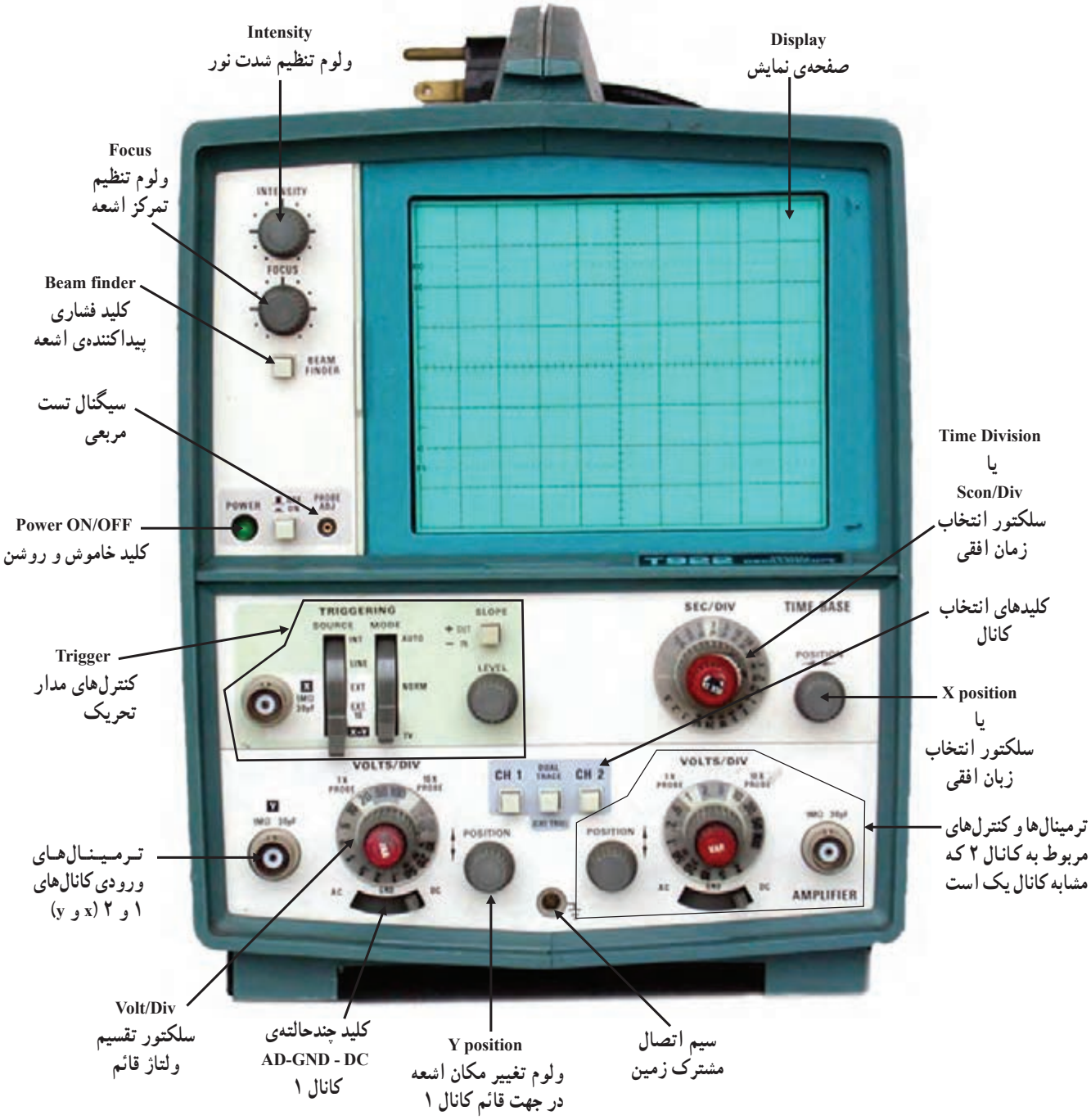
ــ مدارهای قائم یا vertical
ــ مدارهای افقی یا Horizontal
ــ مدارهای تحریک یا Trigger
ــ مدارهای جانبی

برای هریک از سامانه‌های ذکر شده روی صفحه جلوی اسیلوسکوپ کنترل‌هایی وجود دارد. کاربر توسط این کنترل‌ها می‌تواند تنظیم‌های مورد نیاز را برای به‌دست آوردن بهترین شکل موج انجام دهد (شکل ۱۲۰ــ۲). اسیلوسکوپ‌ها در انواع یک‌کاناله و دوکاناله ساخته می‌شوند. امروزه اغلب اسیلوسکوپ‌ها دوکاناله هستند.

شکل ۱۲۰ــ۲ــ مدارهای موجود در اسیلوسکوپ

در شکل ۱۲۱ــ۲ کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای یک اسیلوسکوپ دوکاناله را ملاحظه می‌کنید.

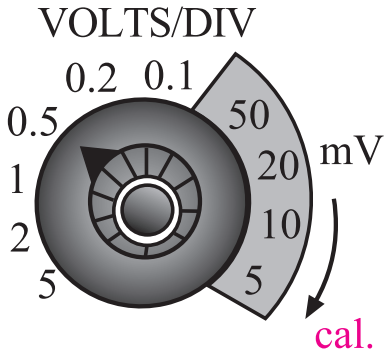
توجه: متناسب با طراحی و سلیقه‌ی کارخانه‌ی سازنده، محل سلکتورها و کلیدها و ولوم‌ها جا به جا می‌شود. مثلاً ولوم intensity ممکن است در بالا سمت چپ، بالا سمت راست، پایین سمت چپ، پایین سمت راست یا در وسط قرار گیرد. اما عملکرد آن برای تمام اسیلوسکوپ‌ها یکسان است.



شکل ۱۲۱ــ۲ــ سلکتورها، کلیدها و ولوم‌های یک نمونه اسیلوسکوپ یک کاناله

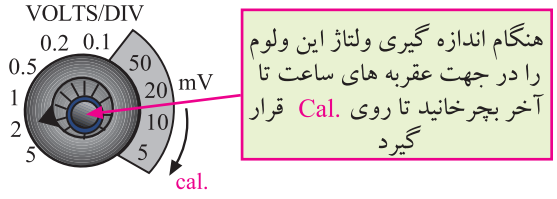
خواندن مقادیر ولتاژ سلکتور ولت بر قسمت و نحوه‌ی استفاده از آن Volt/Di

همان‌طورکه در شکل ۱۲۲ــ۲ مشاهده می‌شود، روی پانل اسیلوسکوپ برای هریک از کانال‌ها، یک سلکتور ولت بر قسمت volt/Division قرار دارد. این کلید مشابه کلید رنج ولت‌متر یا مولتی‌متر است. عددی که در مقابل نشانک (علامت پیکان یا برجستگی روی ولوم یا سلکتور) قرارمی‌گیرد مقدار ولتاژ را برای هر خانه نشان می‌دهد. در شکل ۱۲۲ــ۲ نشانک در مقابل ۰/۵ ولت قرار دارد. بنابراین، هر خانه در جهت عمودی مشخص‌کننده ولتاژی برابر با ۰/۵ ولت است. یعنی اگر دامنه‌ی سیگنال مورد اندازه‌گیری به اندازه چهارخانه منحرف شود، میزان ولتاژ آن برابر با ۰/۵×۴ یعنی دو ولت است.



شکل ۱۲۲ــ۲ــ اعدادی که نشانک در مقابل آن قرار می‌گیرد، میزان انحراف اشعه را در جهت عمودی برای یک خانه مشخص می‌کند.

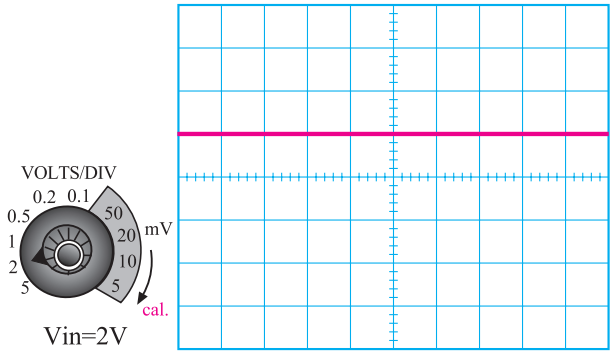
نکته‌ی مهم: هنگام اندازه‌گیری باید ولوم cal. به‌طور کامل بسته شود تا اندازه‌گیری به‌طور صحیح صورت گیرد (شکل ۱۲۳ــ۲).



شکل ۱۲۳ــ۲ــ تنظیم ولوم کالیبراسیون

نحوه‌ی خواندن مقادیر روی صفحه‌ی نمایش اسیلوسکوپ

درصورتی‌که طبق شکل ۱۲۴ــ۲ نشانک روی عدد ۲ قرار داشته باشد و ولتاژی برابر با ۲ ولت به ورودی اسیلوسکوپ متصل شود، مقدار انحراف اشعه روی صفحه‌ی نمایش برای ولتاژ AC یا DC برابر یک خانه خواهد بود. درصورتی‌که ولتاژ داده‌شده مثبت باشد، اشعه از مرکز یا نقطه صفر تنظیم می‌شود و به اندازه‌ی یک خانه به سمت بالا حرکت می‌کند و اگر ولتاژ ورودی منفی باشد اشعه به اندازه‌ی یک خانه به سمت پایین منحرف می‌شود. برای به‌دست‌آوردن ولتاژ ورودی کافی است که میزان انحراف اشعه‌ی روی صفحه‌ی نمایش (یعنی تعداد خانه‌ها) را در عدد انتخاب‌شده‌ی روی سلکتور Volt/Di ضرب کنیم.



شکل ۱۲۴ــ۲ــ اگر ولتاژ ورودی ۲+ ولت باشد و نشانک Volt/Div روی ۲ قرار گیرد، اشعه به اندازه‌ی یک خانه منحرف می‌شود.

عدد روی سلکتور Volt /Di	×	تعداد خانه‌های انحراف اشعه	=	مقدار ولتاژ ورودی
۳	×	۱	=	۲

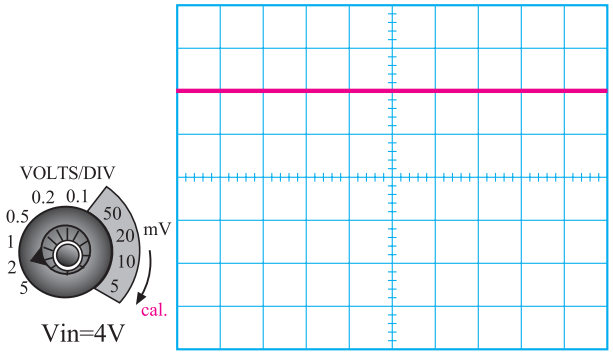
درصورتی که ولتاژ ورودی برابر با ۴ ولت باشد و نشانک را روی عدد ۲ قرار دهیم. اشعه به اندازه ۲ خانه منحرف می‌شود. هرگاه ولتاژ ورودی مثبت باشد (ورودی نسبت به زمین مثبت باشد) اشعه نسبت به نقطه‌ی صفر تعریف شده به سمت بالا حرکت می کند (شکل ۱۲۵ــ۲). درصورتی که ولتاژ منفی باشد اشعه به سمت پایین حرکت می کند (شکل ۱۲۶ــ۲).

نکته‌ی مهم: درصورتی که نشانک روی عدد ۲ قرار گیرد و اشعه دو خانه به سمت بالا منحرف شود و کلید دوحالته‌ی پروب روی ۱۰× باشد باید مقدار ولتاژ خوانده‌شده را در عدد ۱۰ ضرب کنیم. یعنی در این حالت ولتاژ برابر با ۲۰ ولت خواهد شد.

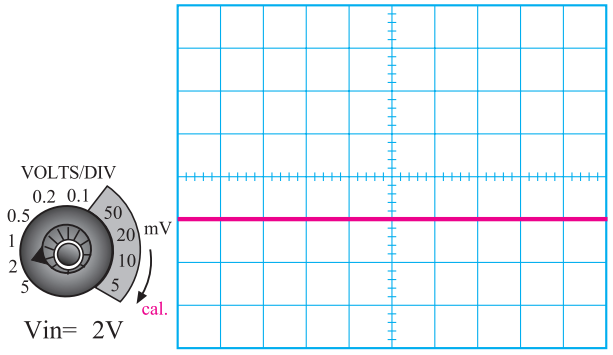
توجه: برای جلوگیری ازاشتباه در خواندن مقادیر، حتماً به محل قرارگرفتن کلید دو حالته ۱× و ۱۰× دقت کنید.

در شکل ۱۲۷ــ۲ اثر ضریب ده پروب روی شکل موج نشان داده شده است. در این شکل سلکتور Volt/Div روی عدد ۲ قرار دارد و اشعه به اندازه یک خانه منحرف شده است. از آن جا که کلید دوحالته‌ی پروب روی ۱۰× گذاشته شده مقدار ولتاژ خروجی برابر با ۲۰ ولت خواهد شد.

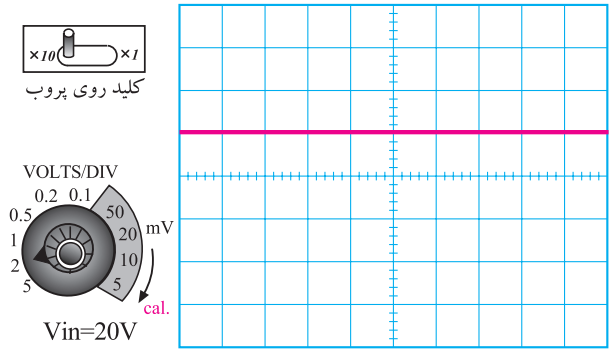
مقدار ولتاژ ورودی	=	مقدار انحراف اشعه	×	عدد انتخابی روی Volt/DiV	×	ضریب کلید پروب
۲۰	=	۱	×	۲	×	۱۰



شکل ۱۲۵ــ۲ــ در این شکل ولتاژ ورودی ۴+ ولت است و نشانک روی ۲Volt/DiV قرار دارد. بنابراین اشعه به اندازه‌ی دو خانه منحرف می‌شود.

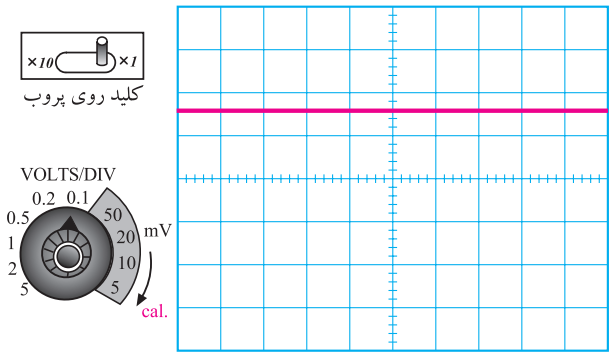


شکل ۱۲۶ــ۲ــ نشانک روی ۲ ولت قرار دارد، اشعه‌ی یک خانه به پایین منحرف شده، بنابراین ولتاژ ورودی ۲ ولت است.



شکل ۱۲۷ــ۲ــ نشانک روی عدد ۲ ولت قرار دارد و اشعه‌ی یک خانه به سمت بالا منحرف شده است.از آن‌جا که کلید دو حالته‌ی پروب روی ۱۰× قرار دارد ولتاژ ورودی برابر با ۲۰+ ولت خواهد شد.

به‌طورکلی برای خواندن مقدار ولتاژ از روی صفحه‌ی نمایش اسیلوسکوپ باید ابتدا میزان انحراف اشعه را مشخص کنیم، سپس عدد روی سلکتور Volt/Div را بخوانیم و در نهایت به ضریب پروب توجه کنیم. حاصل‌ضرب این مقادیر ولتاژ ورودی خواهد بود. درصورتی‌که میزان انحراف اشعه بین دو خانه قرار گیرد، مقادیر اعشاری آن را به‌حساب می‌آوریم. در شکل ۱۲۸ــ۲ نمونه‌ای از این حالت را ملاحظه می‌کنید. در این شکل نشانک روی عدد ۱۰۰mv/Div قرار دارد و اشعه به اندازه‌ی ۱/۶ خانه منحرف شده است. بنابراین، ولتاژ ورودی برابر با ۱۶۰ میلی‌ولت خواهد شد ۱۶۰mV = ۱۰۰mV × ۱/۶ خانه

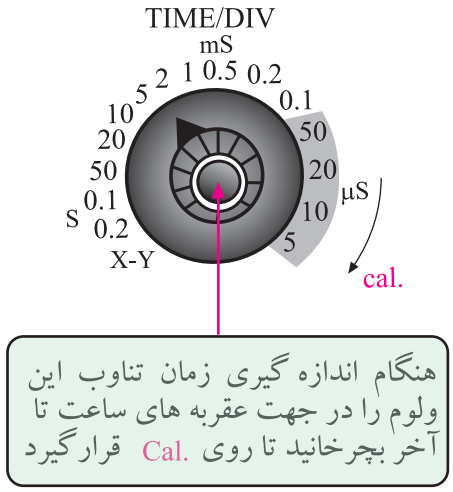


شکل ۱۲۸ــ۲ــ نشانک روی ۱۰۰ mV / Div و کلید پروب روی ۱× قرار دارد. چون اشعه به اندازه‌ی ۱/۶ خانه منحرف شده است پس ولتاژ ورودی برابر با ۱۶۰mV خواهد شد.

خواندن مقادیر زمان تناوب

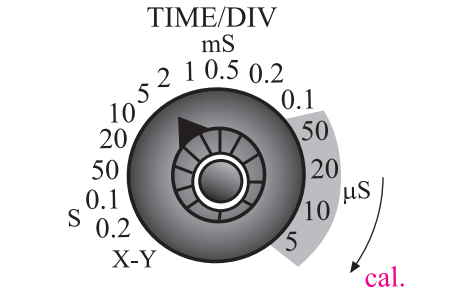
نحوه‌ی استفاده از سلکتور زمان بر قسمت Time/DiV:

یکی دیگر از سلکتورهای دستگاه اسیلوسکوپ، سلکتور زمان بر قسمت یا Time/DiV است این سلکتور در ارتباط با محور افقی کار می‌کند. با تنظیم این سلکتور می‌توان تعداد سیکل‌های سیگنال مورد اندازه‌گیری را روی صفحه‌ی نمایش تغییر داد و زمان تناوب موج را اندازه گرفت. روی این سلکتور نیز یک دکمه‌ی کالیبراسیون (cal) وجود دارد که باید هنگام اندازه‌گیری این ولوم را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید تا روی cal قرار گیرد. معمولاً روی سلکتور Time/DiV تقسیم‌بندی زمان برحسب ثانیه (S) میلی ثانیه (ms) و میکروثانیه (۲S) امکان‌پذیر است. شکل ۱۲۹ــ۲ تصویر یک نمونه سلکتور Time/DiV را نشان می‌دهد.



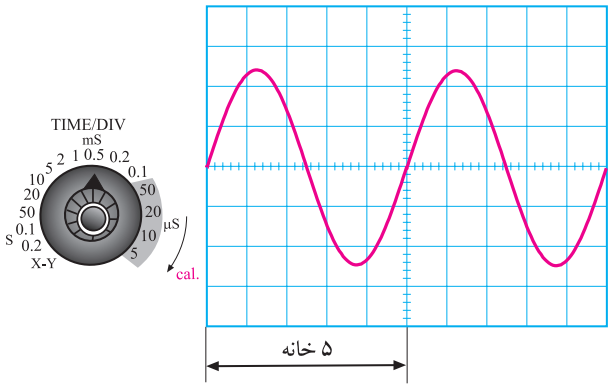
شکل ۱۲۹ــ۲ــ سلکتور Tm/DiV و ولوم کالیبراسیون روی آن. به واحدهای روی هر تقسیم‌بندی توجه کنید.

در سلکتور Time/DiV، علامت نشانک روی هر عددی که قرار می‌گیرد مدت زمانی را نشان می‌دهد که اشعه مسیر یک خانه را طی می‌کند برای مثال در شکل ۱۳۰ــ۲، نشانک روی عدد ۲ میلی‌ثانیه قرار دارد. بنابراین هر خانه‌ی افقی نشان‌دهنده‌ی زمان ۲ میلی‌ثانیه است.



شکل ۱۳۰ــ۲ــ نشانک روی عدد دو میلی ثانیه قرار دارد. بنابراین، هر خانه‌ی افقی برابر با ۲ میلی‌ثانیه است.

اندازه‌گیری زمان تناوب: برای اندازه‌گیری زمان تناوب، ابتدا تعداد خانه‌هایی را که زمان یک سیکل را نشان می‌دهد می‌شماریم. سپس تعداد خانه‌ها را در زمان سلکتور Time/DiV، که توسط نشانک مشخص شده است، ضرب می‌کنیم. عدد به‌دست‌آمده زمان تناوب موج مورد اندازه‌گیری است. برای مثال در شکل ۱۳۱ــ۲، نشانک Time/DiV روی عدد ۰/۵ms قرار دارد و تعداد خانه‌های مربوط به یک سیکل کامل برابر با ۵ خانه است. بنابراین، زمان تناوب برابر با ۲/۵ میلی‌ثانیه می‌شود.



شکل ۱۳۱ــ۲ــ اندازه‌گیری زمان تناوب

زمان تناوب موج مورد اندازه‌گیری	=	عدد نشانک روی سلکتور Time/DiV	×	تعداد خانه‌های نمایش‌داده‌شده برای یک سیکل
T = ۲/۵ms	=	۰/۵ms	×	۵ خانه

$T = ۵ \times ۰/۵\,ms = ۲/۵\,ms$

$F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۲/۵ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۰۰۰}{۲/۵} = ۴۰۰Hz$

$F = ۴۰۰Hz$

توجه داشته باشید که اسیلوسکوپ نمی‌تواند فرکانس را اندازه بگیرد. برای به‌دست‌آوردن فرکانس از رابطه‌ی $F = \frac{۱}{T}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین، مقدار فرکانس برای موج مورد اندازه‌گیری برابر است با :

$$F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۲/۵ \times ۱۰^{-۳}\,s}$$

$$F = \frac{۱۰۰۰}{۲/۵} = ۴۰۰Hz$$

بنابراین، زمان تناوب موج مورد اندازه‌گیری برابر با ۲/۵ میلی ثانیه و فرکانس آن برابر با ۴۰۰ هرتز است.

تفاوت بین اسیلوسکوپ‌های یک کاناله، دوکاناله و چهارکاناله: همان‌طورکه قبلاً ذکر شد، اسیلوسکوپ‌ها به‌صورت یک، دو و چهار کاناله ساخته می‌شوند. قسمت Time/DiV مدارهای تحریک و تثبیت این اسیلوسکوپ‌ها مشترک است و تنها تفاوت آن در قسمت عمودی یا Volt/DiV است. توجه داشته باشید که تنظیم‌های مربوط به قسمت Volt/DiV کانال‌ها با هم مشابهت دارد. اسیلوسکوپ‌های یک کاناله فقط می‌توانند

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و منابع دیگر بررسی نمایید آیا اسیلوسکوپی وجود دارد که توسط آن بتوان مقادیر را به طور مستقیم بدون ضرب و تقسیم به دست آورد. نتیجه تحقیق خود را به طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

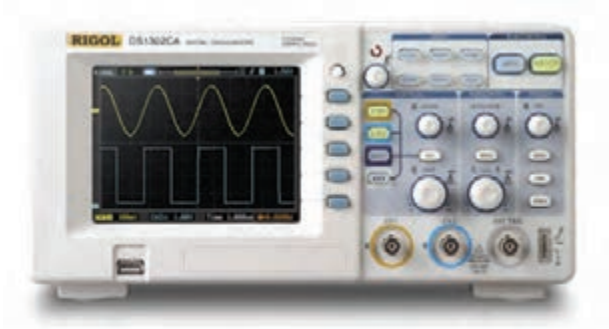
.....

.....

یک شکل موج را نشان دهند. درصورتی‌که اسیلوسکوپ‌های چندکاناله می‌توانند چند موج را به‌طور هم‌زمان نشان دهند. اسیلوسکوپ‌های مدرن امروزی به‌صورت دیجیتالی ساخته می‌شوند و سلکتورهای آن‌ها نیز دیجیتالی هستند. در شکل ۱۳۲ــ۲، یک نمونه از این نوع اسیلوسکوپ را، که روی صفحه‌ی آن دو شکل موج نشان داده شده است، ملاحظه می‌کنید.

روی اسیلوسکوپ کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای دیگری نیز وجود دارد که به‌تدریج با آن‌ها آشنا خواهید شد.

در شکل ۱۳۳ــ۲ یک نمونه دستگاه بررسی عملکرد موتور اتومبیل‌های جدید را ملاحظه می‌کنید. توسط این دستگاه می‌توانید عملکرد موتور را اسکن کنید و عیب آن را بیابید. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود این دستگاه دارای یک نمایشگر ال سی دی (LCD) است و مشابه اسیلوسکوپ عمل می‌کند.



شکل ۱۳۲ــ۲ــ اسیلوسکوپ دو کاناله‌ی دیجیتالی. اسیلوسکوپ دوکاناله می‌تواند و شکل موج را به‌طور هم‌زمان روی نمایش‌گر نشان دهد.

شکل ۱۳۳ــ۲ــ یک نمونه دستگاه اسکنر (scanner) خودرو را نشان می‌دهد، که در آن از اسیلوسکوپ استفاده شده است.

توجه: اسکن scan کردن به معنی مرور کردن و بررسی کردن است. هنگامی که می‌گوییم موتور اتومبیل را اسکن می‌کنیم یعنی عملکرد آن را بررسی و مرور می نماییم تا بتوانیم صحت کار آن را تأیید کنیم.

زمان	۲ ساعت

۱۲ــ۵ــ۲ــ کار عملی: اندازه‌گیری ولتاژ DC با اسیلوسکوپ و مولتی‌متر دیجیتال

● **تجهیزات مورد نیاز:** منبع تغذیه DC ــ مولتی‌متر دیجیتال ــ اسیلوسکوپ ــ سیم رابط

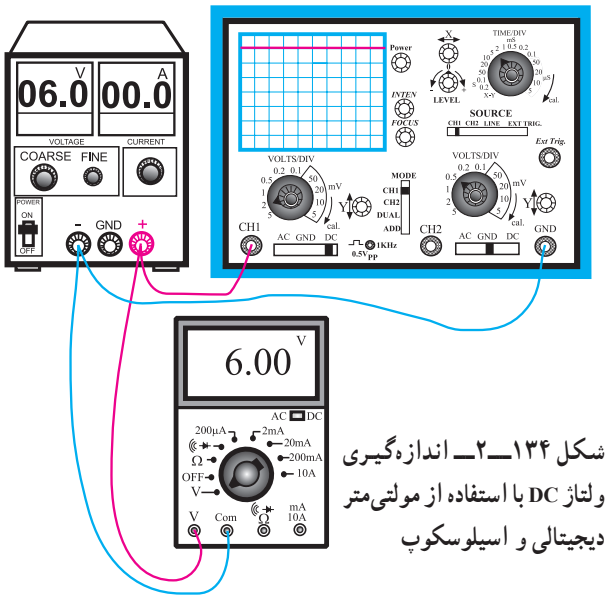
مراحل اجرای آزمایش

ــ مدار شکل ۱۳۴ــ۲ را ببندید.

ــ کلیه‌ی دکمه‌ها، سلکتورها و ولوم‌های منبع تغذیه، اسیلوسکوپ و مولتی‌متر را شناسایی کنید.

ــ یک بار دیگر مدار را مورد بررسی قرار دهید تا اشتباهی نداشته باشد.

ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و کمی صبر کنید تا گرم شود.



شکل ۱۳۴ــ۲ــ اندازه‌گیری ولتاژ DC با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی و اسیلوسکوپ

ــ به کمک ولوم Inten، نور اشعه را در حدی تنظیم کنید که اشعه قابل دیدن باشد.

ــ به کمک ولوم focus، اشعه را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که کاملاً متمرکز و نورانی باشد. اشعه باید فوق‌العاده باریک باشد و در حد یک نقطه روشن دیده شود.

ــ بعد از انجام تنظیم‌های فوق، تنظیم‌های زیر را روی کانال یک CH۱ اسیلوسکوپ انجام دهید.

- کلید Mode را در حالت CH۱ بگذارید.
- کلید AC-CND-DC را در وضعیت GND قرار دهید.
- به کمک ولوم جابه‌جاکننده‌ی اشعه در جهت قائم (position y)، اشعه را در مرکز صفحه‌ی حساس تنظیم کنید.
- سلکتور V/DiV را روی عدد ۲ بگذارید.
- ولوم Volt/Variable را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید، به‌طوری که نشانک آن در مقابل Cal قرار گیرد.
- سلکتور Time/Div را روی ۰/۵ms بگذارید.
- ولوم Time Variable را روی حالت cal قرار دهید.

ــ در این حالت باید یک خط افقی روی صفحه ظاهر شود.

ــ مولتی‌متر دیجیتال را روی حالت DC و حوزه‌ی کار مناسب بگذارید.

ــ منبع تغذیه را روشن کنید.

ــ ولوم منبع تغذیه را به‌آرامی افزایش دهید و به‌طور هم‌زمان به صفحه‌ی اسیلوسکوپ نگاه کنید. باید اشعه به سمت بالا حرکت کند.

ــ ولتاژ تغذیه را به ۶ ولت برسانید.

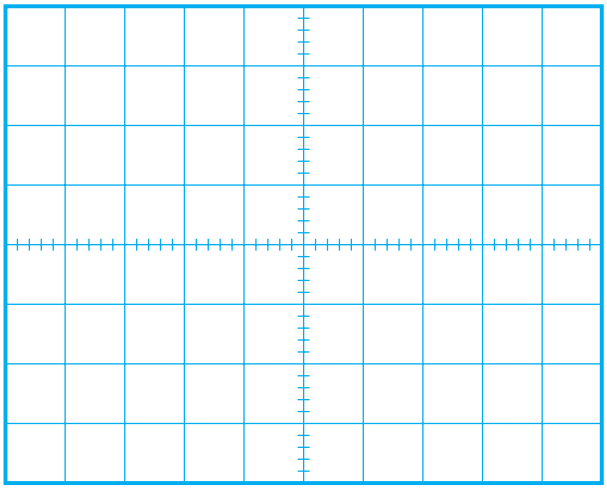
ــ شکل موج مشاهده‌شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۳۵ــ۲ رسم کنید.

ــ مقدار ولتاژ DC را از روی اسیلوسکوپ محاسبه کنید و مقدار آن را زیر نمودار شکل ۱۳۵ــ۲ بنویسید.

ــ در شرایطی که منبع تغذیه به اسیلوسکوپ وصل است کلید AC-GND-DC را در وضعیت AC قرار دهید.

ــ در این حالت اسیلوسکوپ مقدار ولتاژ DC را صفر نشان می‌دهد! علت را شرح دهید.

درصورتی که برای تنظیم اسیلوسکوپ با مشکلی مواجه شدید از مربی کارگاه کمک بگیرید.
توجه داشته باشید که اگر در هنگام تنظیم اسیلوسکوپ به‌طور برنامه‌ریزی شده و دقیق و مطابق دستور کار عمل نکنید، نمی‌توانید اشعه را روی صفحه اسیلوسکوپ بیاورید. تنظیم بی‌مورد و بدون هدف ولوم‌ها، کنترل‌ها و سلکتورها، هیچ نتیجه‌ای به جز اتلاف وقت و خستگی ندارد.



مقدار ولتاژ ورودی	=	عدد Time/Div	×	تعداد خانه‌های عمودی

$V_۱$ = ☐ × ☐ = ☐ Volt

شکل ۱۳۵ــ۲ــ اندازه‌گیری و محاسبه‌ی ولتاژ DC توسط کانال ۱ اسیلوسکوپ و مولتی‌متر دیجیتالی

به چه دلیل هنگامی که کلید AC-GND-DC روی AC قرار می‌گیرد، ولتاژ DC را صفر نشان می‌دهد؟

.....

.....

.....

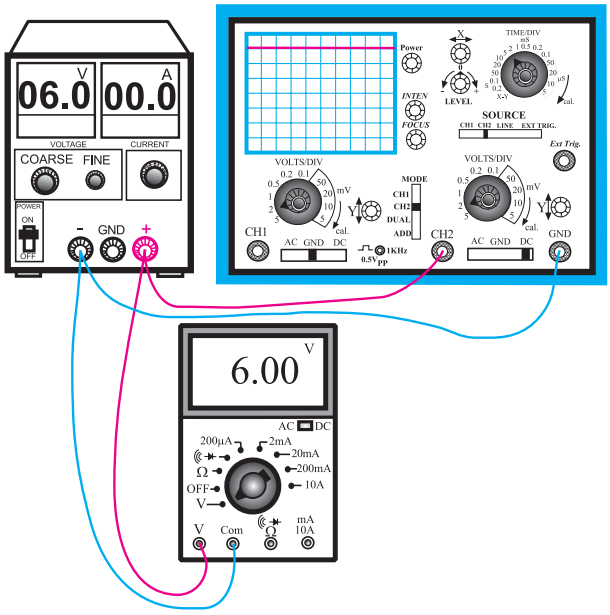
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۳۶ــ۲ــ مدار اندازه‌گیری ولتاژ با کانال ۲ اسیلوسکوپ

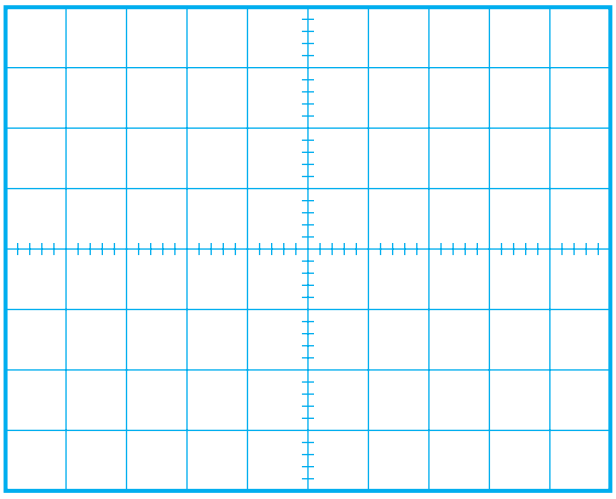
ــ طبق شکل ۱۳۶ــ۲ مراحل اجرای آزمایش را برای کانال ۲ نیز تکرار کنید و شکل موج ظاهرشده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را در شکل ۱۳۷ــ۲ رسم کنید.

ــ مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط مولتی‌متر دیجیتال را یادداشت کنید.

V_{DC} =.....volt

ــ درصورتی که آزمایش را درست انجام داده باشید باید مقادیر اندازه‌گیری شده با اسیلوسکوپ و مولتی‌متر دیجیتال یک‌سان باشد.

ــ درصورتی که نتایج یک‌سان نبود، مراحل اجرای آزمایش را تکرار کنید.



مقدار ورودی اسیلوسکوپ	=	تعداد خانه‌های قائم	×	عدد مربوط به Volt/DiV

V_1	=	V	=		×	

شکل ۱۳۷ــ۲ــ اندازه‌گیری ولتاژ ورودی

زمان	۲ ساعت

۱۳ــ۵ــ۲ــ کار عملی: مشاهده و اندازه‌گیری موج مربعی تولیدشده توسط اسیلوسکوپ جهت کالیبراسیون

- **تجهیزات مورد نیاز:** اسیلوسکوپ
- **مراحل اجرای آزمایش**

ــ طبق مراحل کار عملی شماره‌ی ۱۲ــ۵ــ۲ تنظیم‌های اولیه‌ی اسیلوسکوپ را انجام دهید.

ــ سلکتور V/Div را روی ۰/۱ ولت بگذارید.

ــ سلکتور Time/Div را روی ۰/۲ میلی ثانیه قرار دهید.

پروب اسیلوسکوپ را طبق شکل ۱۳۸ــ۲ به خروجی مربعی ۰/۵V / ۱KHz متصل کنید.

توجه: کلیه‌ی اسیلوسکوپ‌ها دارای خروجی کالیبره شده‌ی مربعی، ولتاژی در حدود ۰/۵ دقت و فرکانس ۱KHz هستند.

ــ شکل موج مربعی ظاهر شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را در شکل ۱۳۹ــ۲ رسم کنید.

ــ مقدار زمان تناوب را اندازه بگیرید.

ــ مقدار فرکانس از رابطه زیر قابل اندازه‌گیری است.

زمان تناوب = Time/DiV × تعداد خانه‌های افقی

□ × □ = □

ــ مقدار فرکانس را از رابطه‌ی $F = \frac{۱}{T}$ محاسبه کنید.

$$F = \frac{۱}{T} = Hz$$

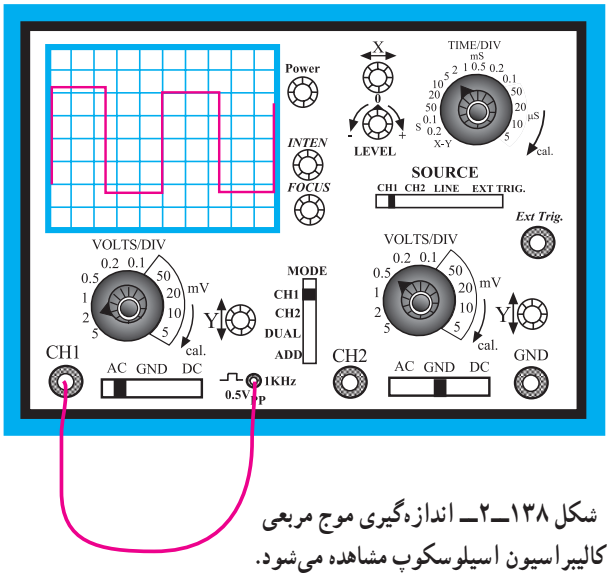
ــ آیا فرکانس اندازه‌گیری شده حدوداً برابر با ۱KHz است؟ شرح دهید؟

ــ دامنه‌ی ولتاژ موج مربعی را توسط اسیلوسکوپ اندازه بگیرید. مقدار دامنه باید برابر بار ۰/۵Vpp باشد.

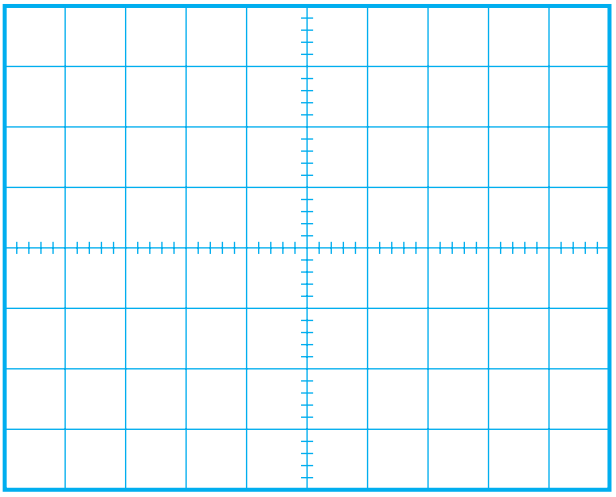
ــ این آزمایش را با کانال به اسیلوسکوپ مجدداً انجام دهید.

ــ پروب اسیلوسکوپ را روی ۱۰× بگذارید و مقادیر را اندازه‌گیری کنید.

ــ مراحل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.



شکل ۱۳۸ــ۲ــ اندازه‌گیری موج مربعی کالیبراسیون اسیلوسکوپ مشاهده می‌شود.



شکل ۱۳۹ــ۲ــ ترسیم و اندازه‌گیری موج مربعی کالیبراسیون اسیلوسکوپ

آیا فرکانس اندازه‌گیری شده در حدود ۱KHz است؟

.....

.....

.....

.....

زمان	۲ ساعت

۱۴ــ۵ــ۲ــ کار عملی: استفاده از سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ

o تجهیزات و مواد مورد نیاز: اسیلوسکوپ، سیگنال ژنراتور، سیم رابط.

o مراحل اجرای آزمایش

ــ کنترل‌ها و دکمه‌های سیگنال ژنراتور موجود در کارگاه را شناسایی کنید و با مراجعه به راهنمای دستور کار آن، نحوه‌ی استفاده از آن را یاد بگیرید.

ــ اسیلوسکوپ را طبق دستور کار گفته‌شده در کار عملی ۱۴ــ۵ــ۲ تنظیم کنید.

ــ علاوه بر تنظیم‌های صورت‌گرفته برای اسیلوسکوپ، تنظیم‌های زیر را نیز انجام دهید.

o ولوم Level را در حالت صفر (تقریباً در وسط) تنظیم کنید.

o Time/Div را روی عدد ۰/۲ms بگذارید.

o Volt/DiV را روی یک ولت قرار دهید.

o کلید source از «تریگر Trigger » را روی حالت CH۱ بگذارید.

ــ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱KHz قرار دهید.

ــ مدار شکل ۱۴۰ــ۲ را ببندید.

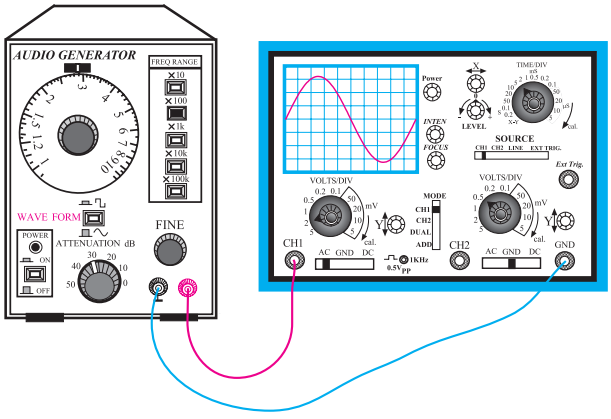
ــ با تغییر ولوم level شرایطی را به وجود آورید تا موج ثابت بماند.

برای تسلط بر نحوه‌ی کاربرد اسیلوسکوپ لازم است این آزمایش‌ها را چندین بار تکرار کنید، تا کاملاً مسلط شوید.

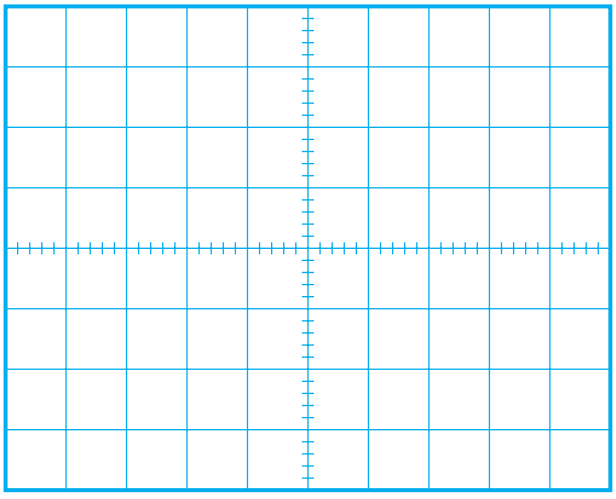
در صورت داشتن مشکل از مربی خود کمک بگیرید.

ــ دامنه‌ی سیگنال ژنراتور را طوری تغییر دهید تا سه خانه از صفحه‌ی اسیلوسکوپ را پوشش دهد.

ــ شکل موج ظاهرشده را با مقیاس مناسب در شکل ۱۴۱ــ۲ رسم کنید.



شکل ۱۴۰ــ۲ــ اندازه‌گیری فرکانس و ولتاژ سیگنال ژنراتور به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ



F =.....Hz

V_{PP} =.....Volt

شکل ۱۴۱ــ۲ــ شکل موج سینوسی سیگنال ژنراتور

ـ کلید شکل موج سیگنال ژنراتور را به موج مربعی تغییر دهید و شکل موج ایجاد شده را روی شکل ۱۴۲ـ۲، رسم کنید.

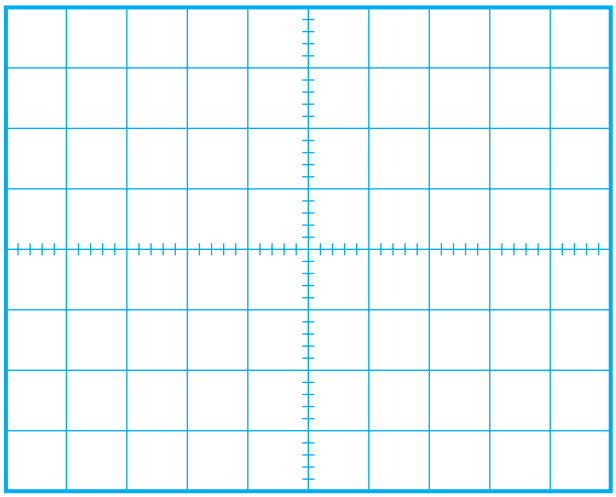
ـ مقدار فرکانس و دامنه‌ی موج‌های مربعی و سینوسی را اندازه بگیرید.

$F_۱ =\cdots \quad V_۱ =\cdots$

$F_۲ =\cdots \quad V_۲ =\cdots$

ـ مراحل آزمایش را برای فرکانس‌های ۲KHz، ۱۰۰Hz و ۵KHz تکرار کنید تا تسلط کافی به‌دست آورید.

توجه: زمانی روی اسیلوسکوپ تسلط پیدا می‌کنید که تمرین کافی داشته باشید، لذا سعی کنید از زمان کارگاه خود حداکثر استفاده را بنمایید.



$F =\cdots\cdots\cdots Hz$

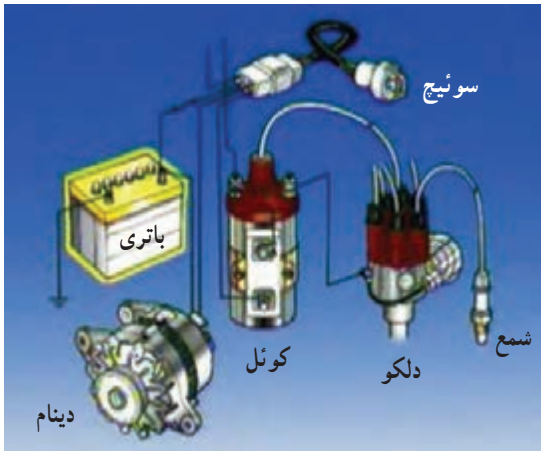
$V_{PP} =\cdots\cdots\cdots Volt$

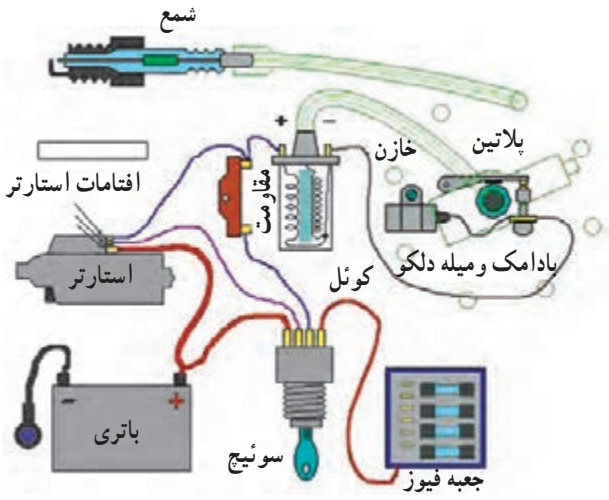
شکل ۱۴۲ـ۲ـ شکل موج مربعی خروجی سیگنال ژنراتور

۶ـ۲ـ آشنایی با کاربرد الکترونیک در خودرو

۱ـ۶ـ۲ـ ورود الکترونیک به خودرو

سیستم جرقه‌زنی: همان‌طورکه در بخش مربوط به برق خودرو بیان شد، برای سیستم جرقه‌زنی و سیستم روشنایی خودرو نیاز به الکتریسیته داریم. این الکتریسیته از طریق باتری و ژنراتور (دینام یا آلترناتور) اتومبیل تأمین می‌شود. از آن جا که برای ایجاد جرقه نیاز به ولتاژ زیاد داریم لازم است از یک ترانسفورماتور ولتاژ زیاد به نام کوئل استفاده کنیم. در سیستم‌های قدیمی خودرو برای جرقه‌زنی از پلاتین استفاده می‌کردند. به این ترتیب که با چرخش میل‌لنگ از طریق میل سوپاپ محور دلکو به دَوَران در می‌آمد و از طریق محور دلکو، پلاتین به‌صورت یک کلید قطع و وصل عمل می‌کرد و یک ولتاژ مربعی‌شکل (امواج مربعی‌شکل) را به‌وجود می‌آورد. این موج مربعی به کوئل خودرو، که یک ترانسفورماتور بود، می‌رسید و ولتاژ آن افزایش می‌یافت و حدود چندین کیلوولت را تولید می‌کرد. این ولتاژ از طریق سرِ دلکو و وایر به شمع‌ها می‌رسید و جرقه زده می‌شد. به عبارت دیگر، قسمت مکانیزم زمان جرقه مکانیکی و تولید ولتاژ مورد نیاز از طریق یک ترانسفورماتور (کوئل) صورت می‌گرفت. در شکل ۱۴۳ـ۲، دو نمونه نقشه‌ی سیستم جرقه خودرو نشان داده شده است.

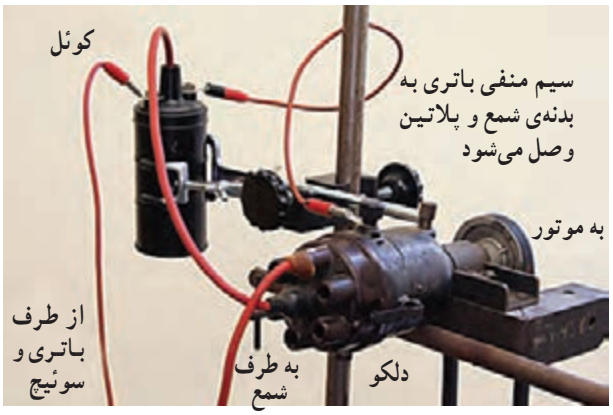




شکل ۱۴۳ـ۲ـ نقشه‌ی سیستم جرقه‌زنی اتومبیل‌های قدیمی و نمونه‌ای از دلکو و کوئل

در شکل ۱۴۴ــ۲ تصویر دلکو و کوئل را، که خارج از اتومبیل شبیه‌سازی شده است، ملاحظه می‌کنید.

با این شبیه‌ساز Simvlator به آسانی می‌توانید عمل جرقه‌زنی شمع را از نزدیک مشاهده کنید. در بعضی از شبیه‌سازها به جای موتور از اهرم دستی برای چرخاندن میله‌ی دلکو استفاده می‌کنند.

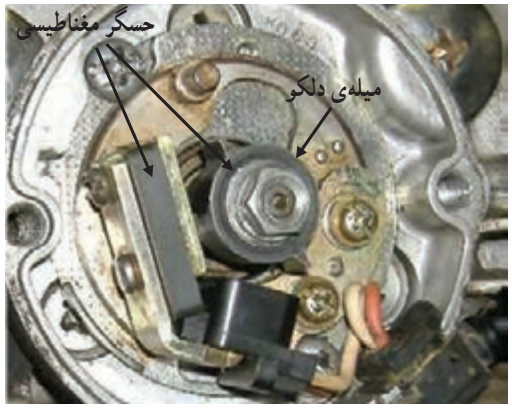


شکل ۱۴۴ــ۲ــ مدار شبیه‌سازی شده‌ی سیستم جرقه‌زنی

۷ــ۲ــ آشنایی با اصول طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی

۱ــ۷ــ۲ــ مشکلات سیستم مکانیکی: خال‌زدن پلاتین و از تنظیم خارج‌شدن آن یکی از اشکالات عمده‌ی پلاتین بود. بعد از کشف نیمه‌هادی‌ها و اختراع ترانزیستورها، دانشمندان به این فکر افتادند که به جای پلاتین از یک مدار الکترونیکی استفاده کنند. یعنی به جای پلاتین، که یک کلید تولید پالس مکانیکی بود، یک کلید الکترونیکی را جای‌گزین نمایند. پس از تحقیقات و آزمایش‌های تجربی طولانی‌مدت، حاصل تلاش آنان به نتیجه رسید و حسگر مغناطیسی جانشین پلاتین شد. در این روش، عمل قطع و وصل مدار و دادن فرمان به کلید الکترونیکی توسط حسگر مغناطیسی انجام می‌شود. آن‌گاه کلید الکترونیکی عمل قطع و وصل ولتاژ باتری را به کوئل منتقل می‌کند.

در شکل الف ــ۱۴۵ــ۲ و شکل ب ــ ۱۴۵ــ۲ دو نمونه حسگر مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. همان طور که مشاهده می‌شود با چرخش میله‌ی دلکو، عمل قطع و وصل در حسگر مغناطیسی انجام می‌شود و فرمان را به مدار الکترونیکی می‌دهید. عمل قطع و وصل می‌تواند از طریق حسگر نوری نیز صورت پذیرد. نمونه‌ای از آن را در شکل ج ــ ۱۴۵ــ۲ ملاحظه می‌کنید. معمولاً مدار الکترونیکی دلکو در یک بسته‌بندی مستقل عرضه می‌شود.



شکل ۱۴۵ــ۲ــ سه نمونه حسگر استفاده‌شده در سیستم جرقه‌زنی

در شکل ۱۴۶ــ۲ دو نمونه مدار الکترونیکی جرقه‌زنی را مشاهده می‌نمایید. برای نصب سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی باید به راهنمای کاربرد آن، که کارخانه‌ی سازنده تهیه کرده و در دسترس قرار داده است، مراجعه نمود. از آنجا که این مدارها بسیار حساس‌اند، باید هنگام نصب و راه‌اندازی کلیه‌ی نکات ایمنی ذکرشده توسط کارخانه‌ی سازنده را به‌طور دقیق رعایت کرد. از مزایای سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی دوام زیاد و بی‌نیازی به تنظیم های مکرر است. استفاده از این سامانه امکان تولید جرقه‌ی مناسب و اشتعال کامل را فراهم می‌کند.

از سال ۱۹۷۵ اغلب موتورهای خودرو از سامانه‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی برخوردار شده‌اند.

تنظیم زمان جرقه در سامانه‌های جرقه‌زنی الکترونیکی به نتایج مطلوبی منجر می‌شود، از جمله :

۱ــ بهتر روشن‌شدن موتور

۲ــ نرم و روان‌تر شدن موتور

۳ــ کاهش مصرف سوخت ؛

۴ــ افزایش گشتاور و راندمان موتور ؛

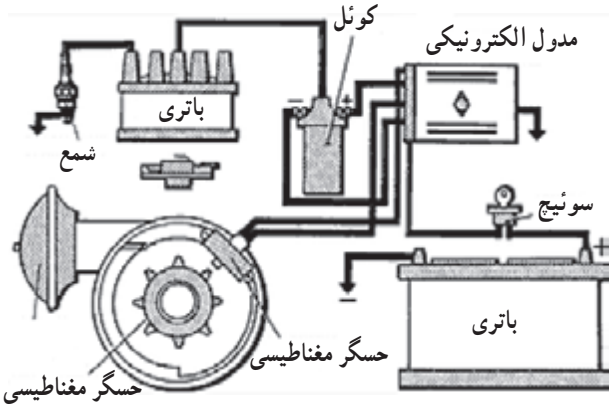
۵ــ کاهش گازهای آلاینده خروجی ؛

۶ ــ کاهش هزینه تعمیر و نگه‌داری سیستم جرقه.

۲ــ۷ــ۲ــ نحوه‌ی عملکرد سامانه‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی:

سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی یک مجموعه‌ی بدون کنتاکت الکتریکی است،(contact less). یعنی بدون این‌که نیاز به پلاتین باشد تا به‌صورت مکانیکی، مدار را قطع و وصل کند. از یک کلید و حسگر مغناطیسی یا اشعه‌ی مادون قرمز (فرو سرخ) استفاده می‌کنند. در سیستم نوری یک صفحه‌ی سوراخ‌دار که روی میل دلکو قرار می‌گیرد، در مسیر یک فرستنده و گیرنده‌ی نوری، که معمولاً مجموعه‌ای از فتودیو یا فتوترانزیستور است، قرار می‌گیرد. هنگامی که نور از سوراخ‌های صفحه عبور می‌کند فتودیو تحریک می‌شود و یک مدار الکترونیکی را راه‌اندازی می‌نماید. در مدار الکترونیکی پالس‌های مربعی تولید می‌شود و به کوئل می‌رسد. در کوئل دامنه‌ی پالس‌ها افزایش می‌یابد و ولتاژ مورد نیاز را برای جرقه‌زنی فراهم می‌کند. در شکل ۱۴۷ــ۲ نمای بلوکی و در شکل

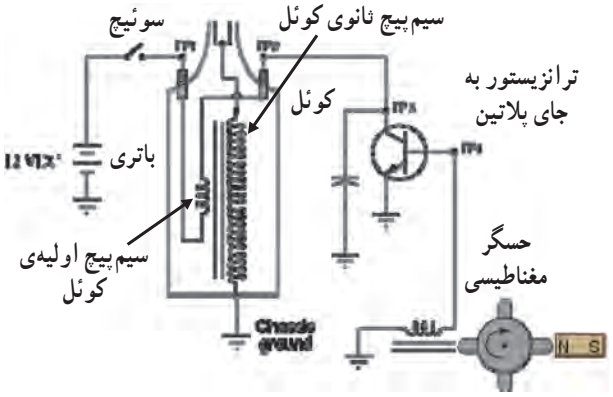
شکل ۱۴۶ــ۲ــ دو نمونه سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی قابل نصب روی انواع خودروها



شکل ۱۴۷ــ۲ــ نمای بلوکی سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی

۱۴۸ــ۲ یک نمونه نقشه‌ی مدار ساده‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.

یادآور می‌شود که مجموعه‌ی مدار الکترونیکی سیستم جرقه‌زنی خودرو را غالباً به‌صورت آب‌بندی‌شده عرضه می‌کنند و معمولاً قابل تعمیر نیست و در صورت خراب‌شدن باید تعویض شود.



شکل ۱۴۸ــ۲ــ یک نمونه مدار ساده‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی

۳ــ۷ــ۲ــ تمرین عملی: آشنایی با نحوه‌ی نصب سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی

● **مواد و تجهیزات مورد نیاز:** یک نمونه سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی ــ راهنمای نصب سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی

● **مراحل اجرای تمرین عملی:**

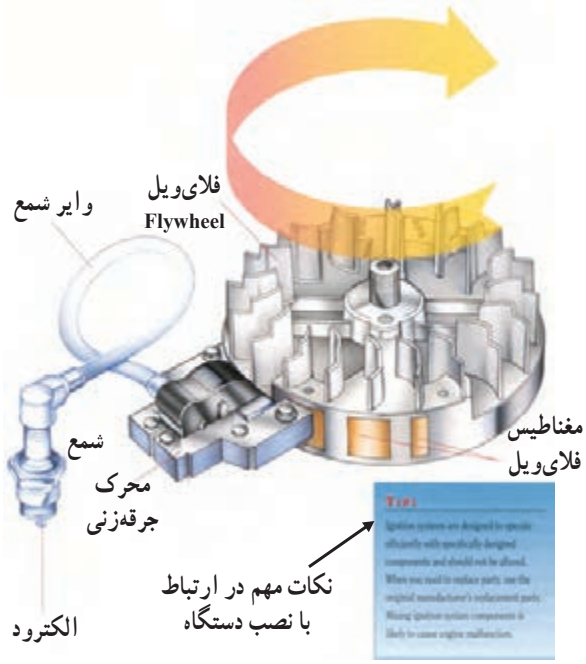
ــ دفترچه راهنمای نصب دستگاه جرقه‌زنی الکترونیکی را مورد مطالعه قرار دهید.

ــ خروجی‌ها و ورودی‌های دستگاه را شناسایی کنید.

نمونه‌ی سیستم جرقه‌زنی را در شکل ۱۴۹ــ۲ مشاهده می‌کنید.

ــ درباره‌ی نحوه‌ی نصب دستگاه با هم‌کلاسی‌های خود بحث نمایید.

زمان	۲ ساعت



شکل ۱۴۹ــ۲

توجه: درصورتی که دستگاه در اختیار نداشتید از طریق کامپیوتر و اینترنت کاتالوگ نمونه‌ی دستگاه را پیدا نمایید.

نتایج حاصل از فرآیند نصب سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی را به‌طور خلاصه شرح دهید :

.....

.....

.....

۸ــ۲ــ شناسایی مبانی طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی

۱ــ۸ــ۲ــ سامانه های خودکار بدن انسان، نمونه‌ای

در دسترس: سامانه‌های خودکار بدن انسان از جهتی ساده‌ترین نمونه‌های خودکارند. برای مثال درصورتی که انسان در بدن خود درد را احساس نکند خیلی زود فرسوده می‌شود و از دنیا می‌رود. درواقع بدن انسان دارای حسگرهایی است که بروز مشکل را به فرد اطلاع می‌دهند. در بدن انسان هزاران حسگر وجود دارد که در زمان لازم، فرمان رادریافت می‌کنند و به محل‌های مورد نیاز ارسال می‌نمایند. در بسیاری از موارد وجود حسگرها در بدن و مهیابودن یک سامانه‌ی خودکار برای تعمیر و اصلاح، موجب می‌شود که بدون واردشدن خسارت جدی به بدن، مشکل حل شود. حتماً می‌پرسید چگونه؟ فرض کنید زانوی شما به جسمی سخت برخورد می‌کند. حسگرهای روی زانو فرمان می‌گیرند و بروز درد را به مغز منتقل می‌کنند. مغز از طریق ماهیچه‌ها به ما فرمان می‌دهد و پا به عقب کشیده می‌شود. این مجموعه را یک **سامانه‌ی خودکار** می‌نامند. زیرا با عقب‌کشیدن پا، میزان آسیب به آن به حداقل می‌رسد. بعد از آن سایر اعضای داخلی بدن برای رفع عیب به همکاری می‌پردازند. درصورتی که آسیب، جزئی و در حد کوفتگی باشد، به‌تدریج بدن آن را ترمیم می‌کند. ولی اگر شکستگی رخ داده باشد، با فرمانی که به مغز می‌رسد، پا از حرکت می‌ایستد و نیاز شما را برای مراجعه به پزشک و بستن آتِل یا گچ‌گرفتن اعلام می‌کند. اگر اعصاب و حسگرهای بدن، فرمان لازم را برای توقف حرکت به ماهیچه‌ها ندهند و دردی وجود نداشته باشد استخوان شکسته شده از میان ماهیچه‌ها بیرون می‌آید و موجب خونریزی می‌شود و در نهایت به مرگ می‌انجامد.

بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که در یک سامانه‌ی خودکار یا فرآیند اجرایی خودکار میزان آسیب به حداقل می‌رسد و در بسیاری از موارد سیستم می‌تواند خود را به حالت تعادل برگرداند. در شکل ۱۵۰ــ۲ و ۱۵۱ــ۲ تعدادی از حسگرهای بدن انسان را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۵۰ــ۲ــ انسان نمونه‌ی کاملی از سامانه‌ی خودکار (اتوماسیون) قابل ترمیم با حسگرهای آن

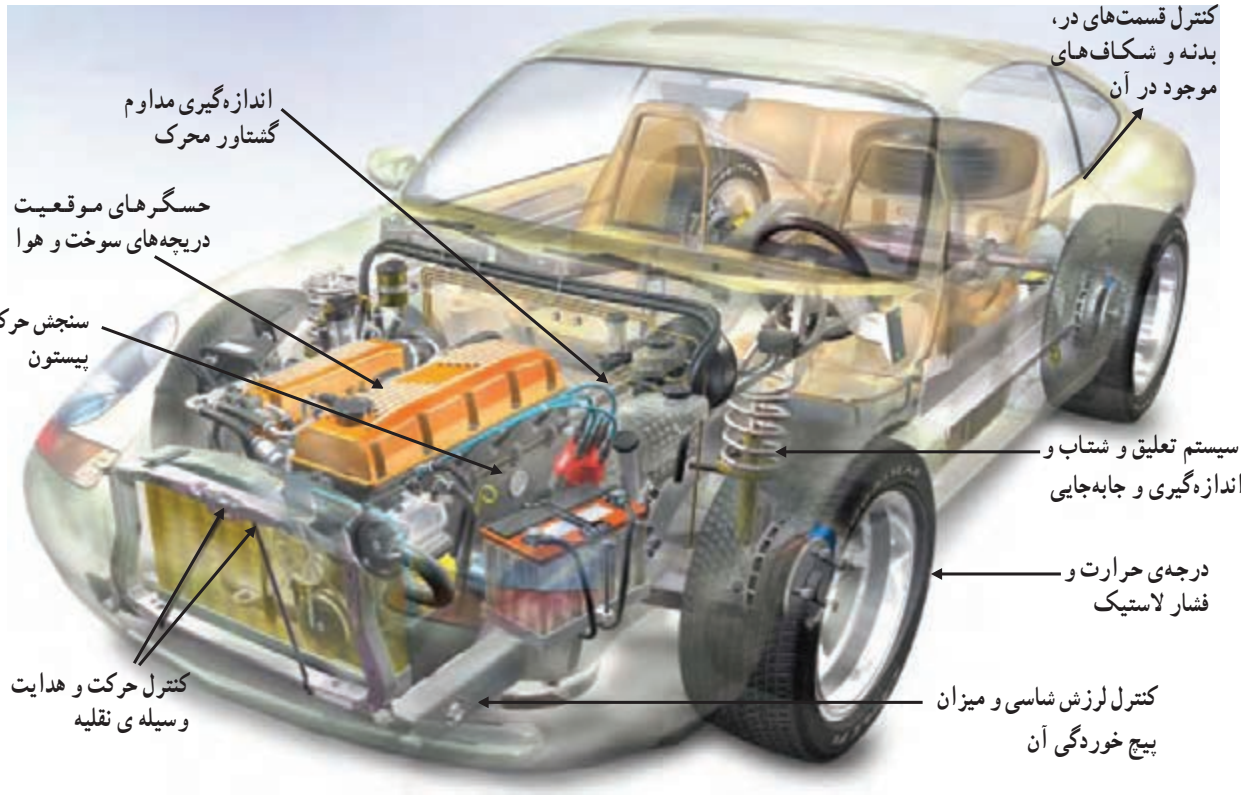
شکل ۱۵۱ــ۲ــ اگر حسگرهای بدن انسان وجود نداشته باشند، عمر انسان بسیار کم می‌شود.

۲ــ۸ــ۲ــ خودروی مجهز به سیستم الکترونیکی:

درصورتی که بخواهیم اتومبیل نیز مانند انسان، عمر طولانی داشته باشد و خیلی زود فرسوده نشود، لازم است برای آن یک سامانه‌ی خودکارتهیه کنیم. برای داشتن سامانه‌ی خودکار نیاز به سامانه‌های الکترونیکی داریم. برای مثال، درصورتی که لنت ترمز اتومبیل در حال تمام‌شدن است، اگر فرمانی به راننده داده شود، او بلافاصله اقدام به تعویض لنت می‌کند. ولی اگر این فرمان نباشد، لنت تمام می‌شود و به دیسک چرخ آسیب می‌رسد. برای صدور این فرمان می‌توان حسگری را روی کاسه‌ی چرخ نصب کرد که قطر لنت را اندازه بگیرد و به مدار الکترونیکی منتقل کند. هنگامی که قطر لنت به حد معینی رسید، مدار الکترونیکی به راننده اخطار می‌دهد. در شکل ۱۵۲ــ۲ تعدادی از مکان‌هایی که خودرو به سامانه‌ی الکترونیکی نیاز دارد، ملاحظه کنید. یادآور می‌شود که برای داشتن یک خودروی تمام خودکار (تمام الکترونیک) لازم است کلیه‌ی قسمت‌های خودرو از سامانه‌های الکترونیکی لازم برخوردار باشند.

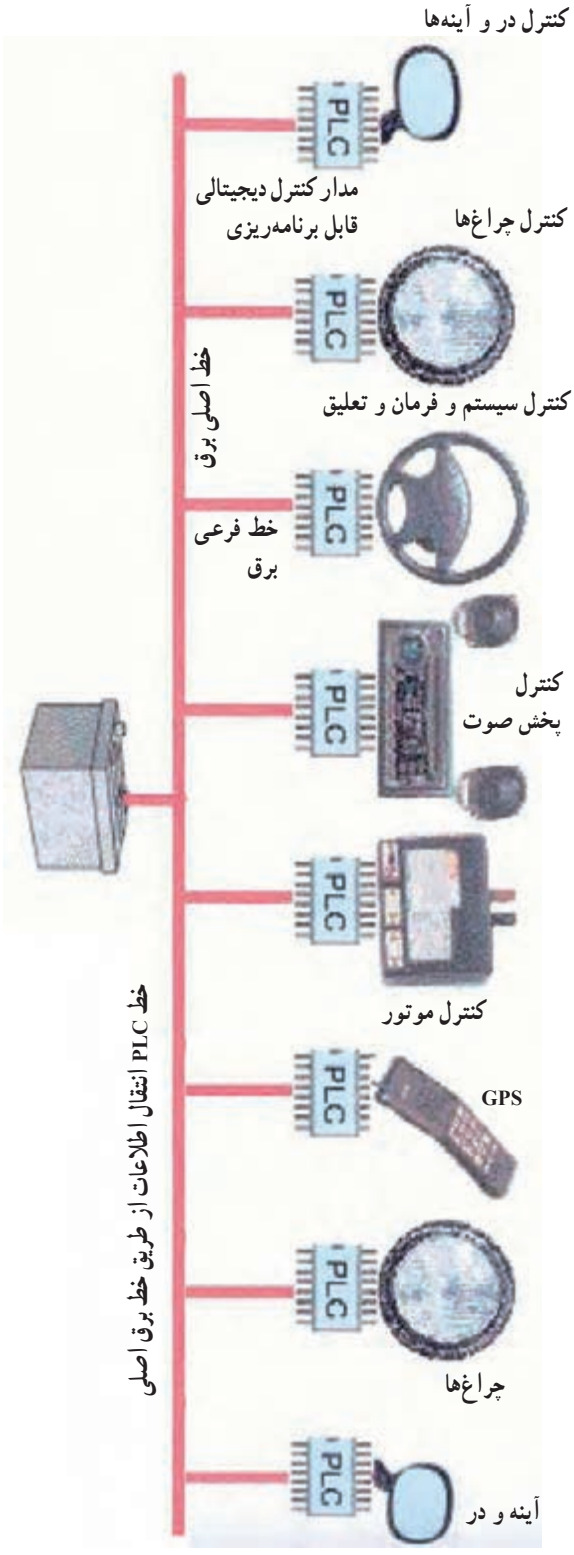
ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

کمی فکر کنید: طرحی را ارائه دهید که توسط آن بتوان نور چراغ جلوی اتومبیل را متناسب با نور محیط در شب تنظیم کرد. تعداد حسگرها، نوع حسگرها و نحوه‌ی عملکرد آن را مشخص کنید. در نهایت طرح خود را به عنوان یک طرح اولیه برای سایر دانش‌آموزان تشریح کنید و نظر آنان را بخواهید.



شکل ۱۵۲ــ۲ــ اگر قسمت‌های نشان‌داده‌شده تحت کنترل قرار گیرند، عمر خودرو چند برابر می‌شود و به تعمیر، سرویس و نگه‌داری کم‌تری نیاز خواهد داشت.

۳ــ۸ــ۲ــ کاهش حجم در خودروهای مجهز به سامانه‌های الکترونیکی: در خودروهای جدید، با وجود افزایش حسگرها (Sensors)، محرک‌ها (Actuators)، واحدهای کنترل (Control unit) تجهیزات آسایشی (comfort)، مانند تلویزیون و ایجاد ایمنی بیش‌تر (safety) از حجم سیم‌کشی کاسته شده است. در سال ۱۹۶۰ در یک خودرو تقریباً ۲۰۰ متر سیم مصرف می‌شد. درحالی که در خودروهای جدید با افزایش واحدهای خودکار یادشده حداقل به ۲ کیلو متر سیم نیاز است. استفاده از این حجم سیم موجب افزایش وزن اتومبیل و مشکل شدن فرآیند تعمیرات می‌شود. لذا شرکت‌های خودروسازی برای غلبه بر این معضل به ایجاد شبکه‌های کامپیوتری با پروتکل‌های خاص (قراردادهای خاص) برای انتقال داده‌ها (اطلاعات) و بر روی خودروها اقدام نموده‌اند. در این شبکه‌ها از گذرگاه داده‌های مولتی‌پلکس (multiplox) استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توانیم با استفاده از یک سیم اطلاعات زیادی را انتقال دهیم. برای انجام این عمل، لازم است در ابتدای خط کلیه‌ی اطلاعات رمزگذاری شود و در انتهای خط رمزگشایی گردد. اجرای این فرآیند بسیار پیچیده است. اما کلیه‌ی فرآیندها در یک یا دو بسته‌ی الکترونیکی کوچک در اختیار شما قرار می‌گیرد که فقط تعدادی سیم از آن خارج می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از خط اصلی باتری اتومبیل است که آن را پی ال سی[1] (PLC) یا انتقال اطلاعات از خط اصلی برق می‌نامند. در شکل ۱۵۳ــ۲ نمودار بلوکی این سیستم را ملاحظه می‌کنید. در روی شکل قسمت‌های دیگری وجود دارد که آن نیز با پی ال سی[2] (PLC) مشخص شده است. PLC در این قسمت به معنی کنترل دیجیتالی قابل برنامه‌ریزی است که مدار الکترونیکی خاصی است.

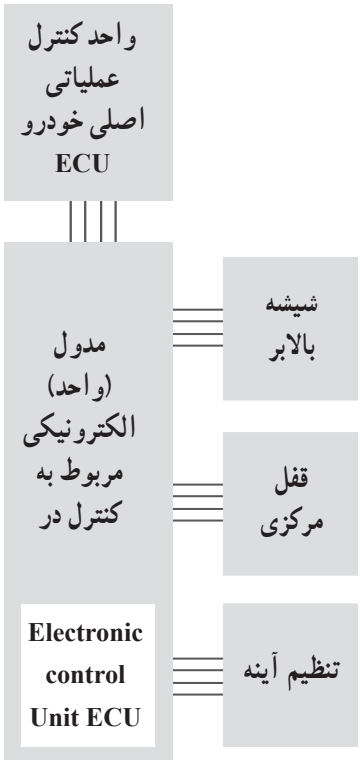


شکل ۱۵۳ــ۲ــ کاهش تعداد سیم‌ها با استفاده از انتقال اطلاعات از طریق خط برق اصلی

۱ــ PLC حروف اول power line communication است.

۲ــ PLC در این قسمت از حروف اول programable logic control استفاده شده است و به معنی مدار دیجیتالی قابل برنامه‌ریزی است.

در شکل ۱۵۴ــ۲ نمونه‌ی دیگری از شبکه سیم‌کشی را در قسمتی از یک خودروی الکترونیکی مشاهده می‌نمایید. در این شکل واحد الکترونیکی کنترل در خودرو را مشاهده می‌کنید. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، کلیه قسمت‌ها فقط با ۴ رشته سیم با هم ارتباط دارند.



شکل ۱۵۴ــ۲ــ مدار الکترونیکی کنترل مربوط به در یک نمونه خودرو

۴ــ۸ــ۲ــ قراردادهای قانونی حاکم بر سیستم‌های الکترونیکی خودرو: از آن‌جا که خودرو از نظر ایمنی باید کاملاً قابل اعتماد باشد، کارخانه‌های سازنده قانوناً ملزم‌اند مقررات آن را اجرا نمایند. برای مثال اگر در یک خودرو سیستم ترمز اِی‌بی‌اس (ABC) از کار بیفتد، نباید ترمز را از کار بیندازد. در این حالت باید ترمز خودرو مانند یک ترمز معمولی عمل کند. این نوع مقررات را اصطلاحاً پروتکل (Protocol) یا قرار داد قانونی می‌نامند. برای خودروها سه نوع قرار داد تدوین شده است.

■ قرارداد CAN[1] که کنترل عملکرد نیروی محرکه را (که برای انتقال اطلاعات به سرعت بالایی نیاز دارد) برعهده می‌گیرد.

■ قرارداد VAN[2] که برای مواردی از قبیل کیسه‌ی هوا، سیستم تهویه و ... به‌کار می‌رود.

■ قرارداد LIN[3] که برای موارد ساده‌تر مانند کمربند ایمنی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

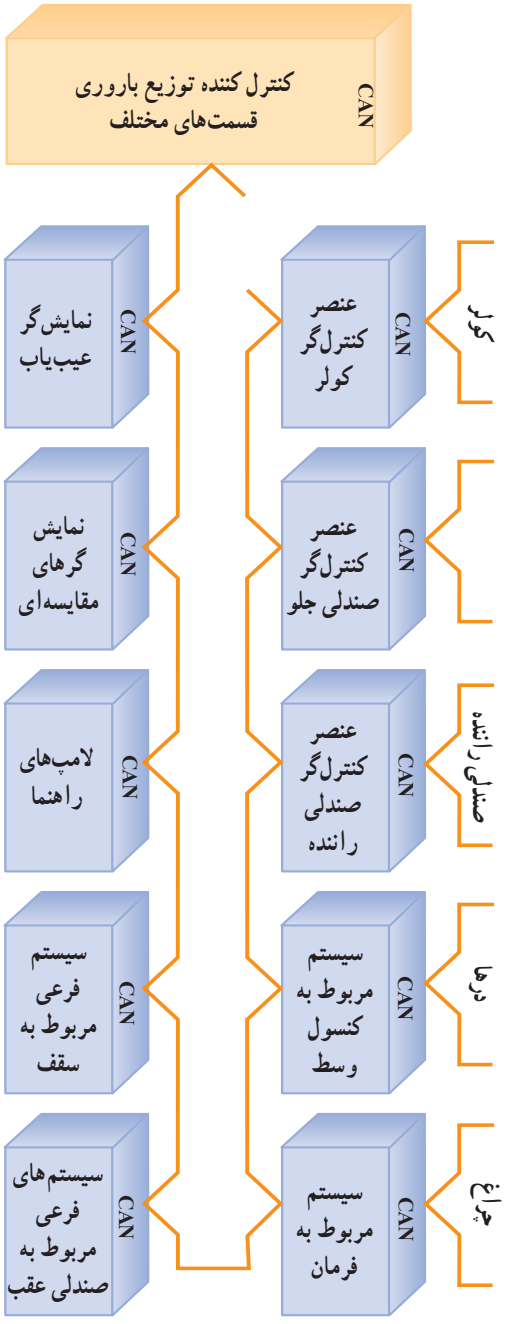
۱ــ CAN حروف اول کلمات Controler Area Net work است.

۲ــ VAN حروف اول کلمات Vehicle Area Network است.

۲ــ LIN حروف اول کلمات Local Interconnet Nerwork است.

یادآور می‌شود علاوه بر پروتکل‌های ذکر شده، پروتکل‌های دیگری نیز وجود دارد.

در واقع پروتکل‌ها در استانداردسازی سیستم‌های الکترونیکی خودرو نقش بسیار سازنده‌ای برعهده دارند. در شکل ۱۵۵ــ۲ یک سیستم فرعی پروتکل Can را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، ارتباط قسمت‌ها با هم حلقه‌ای است و با تعداد سیم بسیار کمی صورت می‌گیرد. در این سیستم‌ها نیاز به یک پردازشگر مرکزی است که در اصطلاح بازار به آن کامپیوتر ماشین می‌گویند. برای کنترل و تنظیم قسمت‌های مختلف این نوع سیستم‌ها باید از کامپیوتر و دستگاه‌های مخصوص به‌نام Diac استفاده کرد.



شکل ۱۵۵ــ۲ــ یک نمونه سیستم ساده‌شده‌ی VAN

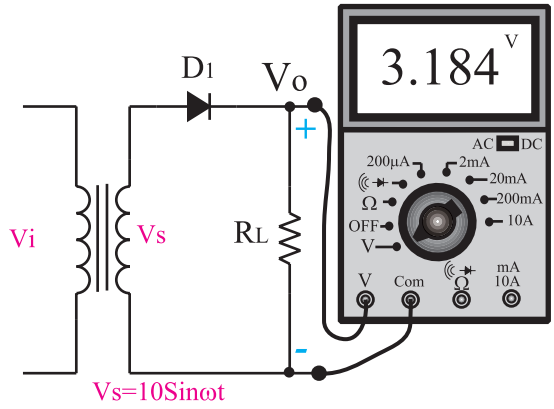
۵ــ۸ــ۲ــ اصول طراحی مدارهای الکترونیکی:

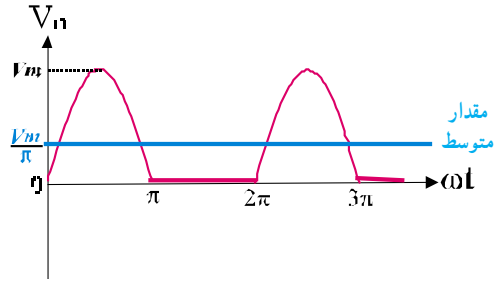
از آن‌جا که امروزه مدارهای الکترونیکی بسیار پیچیده شده است، معمولاً طراحی مدارها را یک تیم انجام می‌دهد. اما برای فراگیران ضرورت دارد که حداقل طراحی مدارهای ساده دیودی و ترانزیستوری را بیاموزند.

۶ــ۸ــ۲ــ نمونه‌هایی از مدارهای دیودی یک‌سو

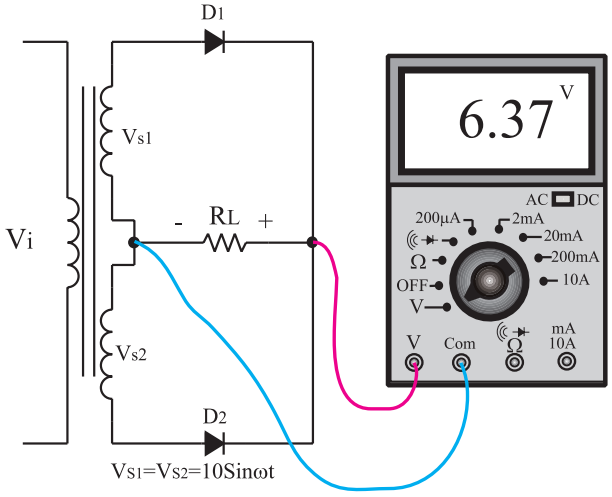
ساز : در شکل ۱۵۶ــ۲ مدار یک سو ساز نیم موج ترسیم شده است. برای طراحی این مدار باید اول بدانیم با چه ولتاژ جریانی می‌خواهیم کار کنیم. سپس با استفاده از کتاب اطلاعات، آن نوع دیودی را انتخاب کنیم که بتواند جریان و ولتاژ مورد آزمایش را تحمل کند. مثلاً اگر ولتاژ ما کم‌تر از ۱۰۰ ولت و جریان مدار کم‌تر از یک آمپر باشد دیود ۱N۴۰۰۱ مناسب است. برای طراحی مدارهای یک‌سو ساز تمام موج و پل نیز از همین قانون تبعیت می کنیم.

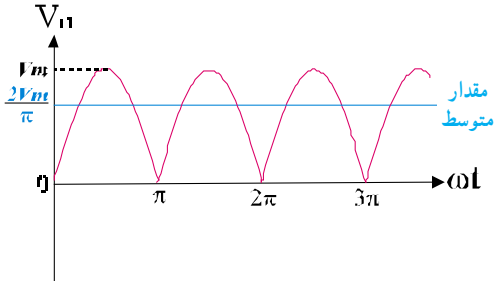
در شکل‌های ۱۵۷ــ۲ و ۱۵۸ــ۲ دو نوع مدار یک‌سو ساز تمام موج آمده است.





شکل ۱۵۶ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز نیم موج و شکل موج خروجی آن





شکل ۱۵۷ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج با دو دیود

کمی فکر کنید : نحوه‌ی عملکرد یکسو ساز تمام موج با دودیود را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید : نحوه‌ی عملکرد یکسو ساز تمام موج نوع پل تشریح کنید.

.....

.....

.....

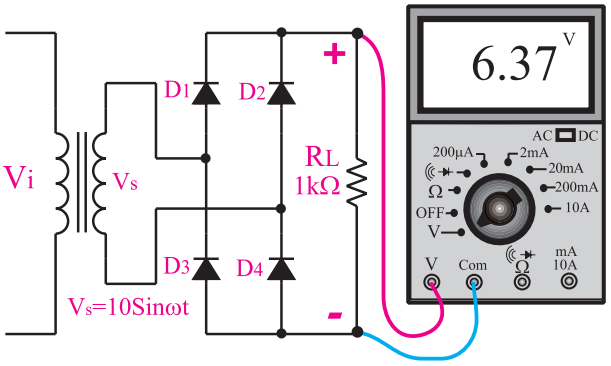
.....

.....

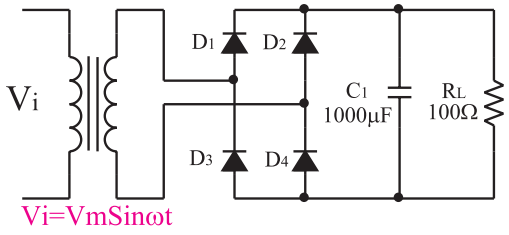
.....

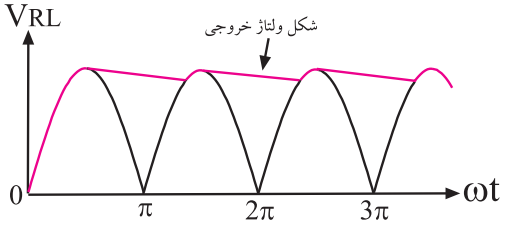
.....

.....



شکل ۱۵۸ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل



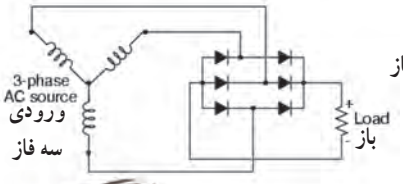


شکل موج خروجی

شکل ۱۵۹ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل با صافی خازنی

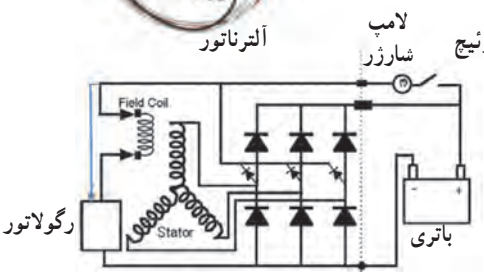
برای صاف کردن ولتاژ یک‌سو شده از خازن استفاده می‌کنیم. در شکل ۱۵۹ــ۲ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل را با خازن صافی و شکل موج خروجی مشاهده می‌کنید. در این یک‌سو ساز از ۴ دیود استفاده شده است. از یک‌سو سازها برای یک‌سو سازی جریان تولید شده توسط آلترناتور خودرو به منظور شارژ باتری استفاده می‌کنند. یادآور می‌شود که آلترناتورهای استفاده شده در خودرو به صورت سه فاز است و یک‌سو سازی آن نیز به صورت سه فاز صورت می‌گیرد.

در شکل ۱۶۰ــ۲ــالف یک نمونه مدار یک‌سو ساز سه فاز را مشاهده می‌کنید. برای یک‌سو سازی سه فاز از یک مجموعه‌ی دیود که در آن ۳ یا ۶ دیود قرار دارد استفاده می‌کنند. در شکل ۱۶۰ــ۲ــب یک نمونه دیود یک‌سو ساز سه فاز را، که در اتومبیل‌های قدیمی به‌کار می‌رود، آورده‌ایم. در شکل ۱۶۰ــ۲ــج یک نمونه مدارکامل یک‌سوساز سه فاز را با رگولاتور و اجزاء جانبی آن ملاحظه می‌کنید.



الف ــ مدار یک‌سو ساز سه فاز با ۶ دیود

ب ــ یک نمونه دیود یک‌سو ساز سه فاز قابل استفاده در خودرو



ج ــ مدار یک‌سو ساز سه فاز با رگولاتور و باتری

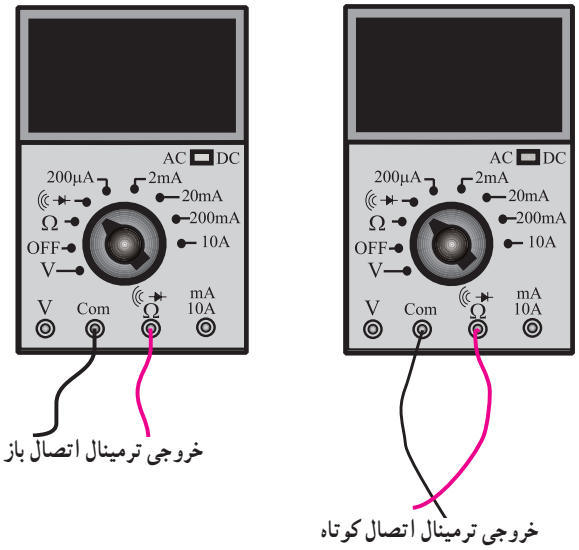
شکل ۱۶۰ــ۲ــ یک‌سو ساز سه فاز

۷ــ۸ــ۲ــ کار عملی : آزمایش دیود

زمان	۲ ساعت

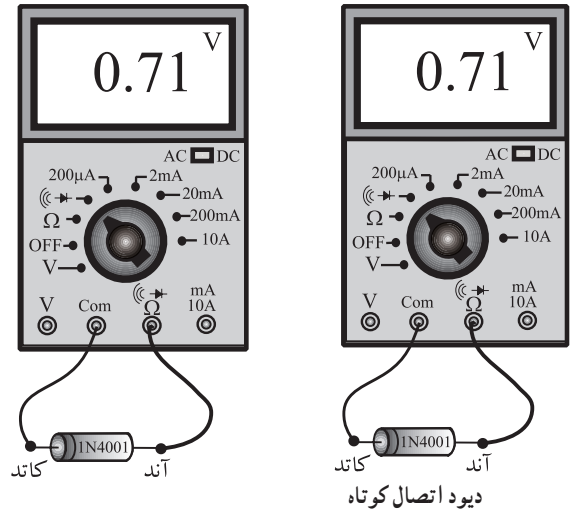
● **اطلاعات اولیه** : با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی، می‌توانید دیود را آزمایش کنید. روی هر مولتی‌متر دیجیتالی قسمتی برای آزمایش دیود وجود دارد که با علامت ⊣▷⊢ مشخص شده است. در صورتی که مولتی‌متر روی علامت ⊣▷⊢ قرار گیرد. بین ترمینال‌های Com و ترمینال مربوط به ⊣▷⊢ ، بسته به نوع مولتی‌متر، ولتاژی برابر با ۱/۵ تا سه ولت قرار می‌گیرد. در صورتی که این دو ترمینال باز باشند ولتاژ دو سر ترمینال‌ها را نشان می‌دهد. اگر دو سر ترمینال را به هم اتصال کوتاه کنیم، مولتی‌متر صفر (۰) را نشان می‌دهد (شکل ۱۶۲ــ۲).

در صورتی که دیود را طبق شکل ۱۶۲ــ۲ به مدار وصل کنیم، چنان‌چه دیود سالم باشد عددی در حدود ۰/۷ و در صورتی که اتصال کوتاه باشد عدد صفر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶۱ــ۲ــ خروجی ترمینال‌های تست دیود

هنگام آزمایش دیود به قطب‌های آن توجه کنید.



شکل ۱۶۲ــ۲ــ آزمایش دیود توسط مولتی متر دیجیتال.

تحقیق کنید : آیا روش‌های دیگری نیز برای آزمایش دیود وجود دارد؟ شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

در صورتی که به هر دلیلی دیود قطع باشد، مولتی‌متر عدد خروجی ترمینال‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۱۶۳ــ۲).

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز :** مولتی‌متر دیجیتالی، چند نمونه دیود

● **مراحل اجرای آزمایش**

ــ چند نمونه دیود سالم را در اختیار بگیرید و براساس شکل‌های شماره ۱۶۲ــ۲ تا ۱۶۳ــ۲ آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ چند نمونه دیود معیوب را که قطع یا دارای اتصال کوتاه‌اند، در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ چند نمونه دیود نورانی LED در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

نکته‌ی مهم : در صورتی که دیود مورد آزمایش از نوع سیلسیوم باشد مقدار ولتاژ هدایت آن بیش‌تر از ۰/۶ و اگر از نوع ژرمانیوم باشد ولتاژ آن کم‌تر از ۰/۴ است.

ــ چند نمونه دیود یک‌سو ساز خودروهای قدیمی را در صورتی که موجود است در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ میز کار خود را مرتب کنید و وسایل آزمایشگاهی را تحویل دهید.

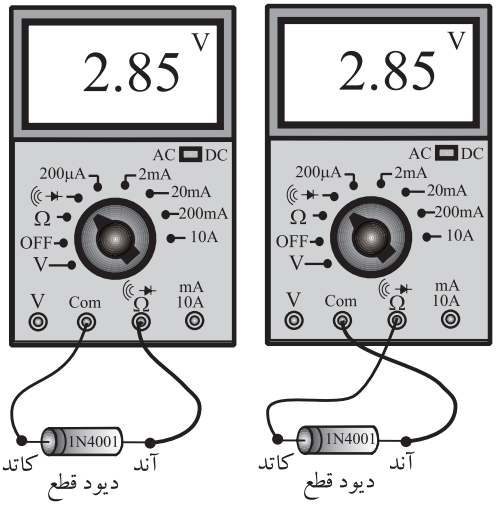
۸ــ۸ــ۲ــ کار عملی : یک سوسازی مدار یک‌سو ساز نیم موج، تمام موج، پل و صافی

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز :** ترانسفورموتور ۲۲۰ ولت به ۶ ولت، اسیلوسکوپ، بُرد آزمایشگاهی، دیود ۱N۴۰۰۱، چهار عدد، مقاومت ۱۰ کیلو اهم یک عدد، خازن ۴۷۰ µf با ولتاژ کار ۲۵ ولت یک عدد، سیم رابط به مقدار کافی.

● **مراحل اجرای آزمایش :**

ــ مدار شکل ۱۶۴ــ۲ را روی برد آزمایشگاهی ببندید.

نکته‌ی مهم : در صورت کم بود زمان می‌توانید مدار را از قبل روی بُرد مدار چاپی آماده کنید و در اختیار فراگیران قرار دهید.



شکل ۱۶۳ــ۲ــ دیود سوخته است (قطع است).

نتایج حاصل از آزمایش دیود را شرح دهید.

.....

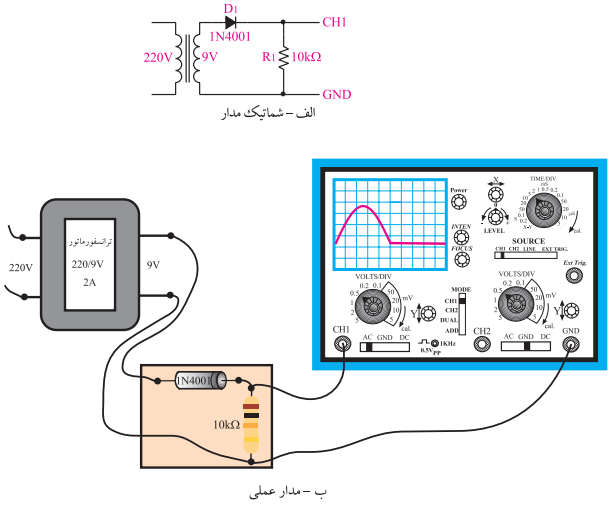
.....

.....

.....

.....

زمان	۴ ساعت



شکل ۱۶۴ــ۲ــ مدار یک‌سوز ساز نیم موج

ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.

- با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را با نور کافی و متمرکز تنظیم کنید.
- کلید سلکتور Mode را در حالت CH_1 بگذارید.
- کلید سلکتور source را در حالت LINE قرار دهید.
- کلید سلکتور volt/oiv کانال CH_1 را روی ۵ ولت بگذارید.
- کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms قرار دهید.
- به کمک V/position خط اشعه را در وسط صفحه تنظیم کنید.
- کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ را در حالت DC بگذارید.

ــ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.

ــ شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را روی نمودار شکل ۱۶۵ــ۲ رسم کنید.

ــ دامنه‌ی ولتاژ ماکزیمم نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را اندازه بگیرید.

دامنه‌ی ماکزیمم =.....volt

ــ مقدار زمان تناوب موج نشان داده شده روی شکل ۱۶۵ــ۲ را اندازه بگیرید.

T =.....ms

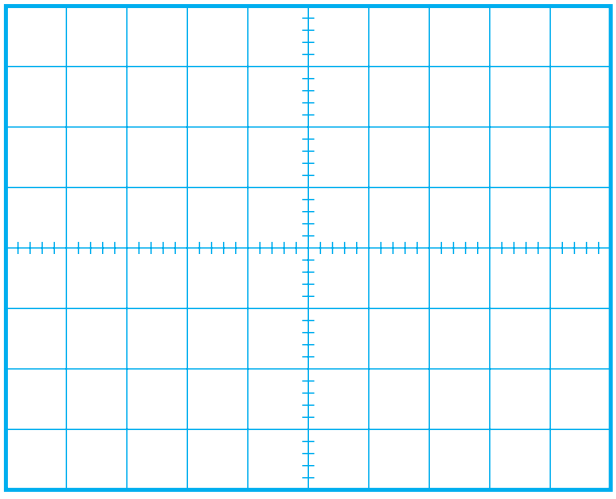
ــ مقدار فرکانس موج نشان داده شده روی شکل ۱۶۵ــ۲ را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{\dots} = Hz$$ هرتز

ــ دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل را تحویل دهید.

نکته‌ی ایمنی:

قابل توجه‌ی مربی محترم کارگاه از آن‌جا که کار با برق ۲۲۰ ولت بسیار خطرناک و مرگ‌آور است، توصیه می‌کنیم، ترانسفورماتور مورد آزمایش را در داخل یک جعبه نصب کنید و ورودی، ۲۲۰ ولت آن را کاملاً ایزوله کنید. هم‌چنین در هنگام کار نکات ایمنی را برای دانش‌آموزان به طور دقیق توضیح دهید.



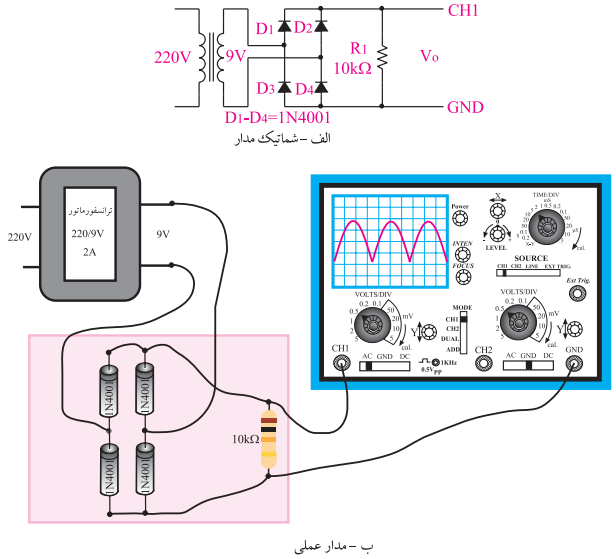
شکل ۱۶۵ــ۲ــ شکل موج خروجی مدار یک سو ساز نیم موج

مدار یک‌سوساز پل

ــ مدار یک‌سو ساز پل (شکل ۱۶۶ــ۲) را روی برد آزمایشگاهی ببندید.

ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و آن را مشابه آزمایش قبل تنظیم کنید.

ــ ورودی را با احتیاط کامل به برق بزنید.



شکل ۱۶۶ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز پل

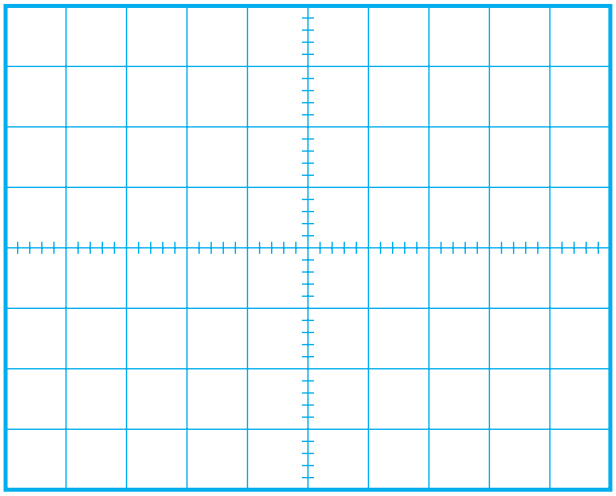
نکته‌ی ایمنی: هنگام اتصال دیودها به مدار، به قطب‌های دیود کاملاً توجه کنید. در صورتی که قطب‌های دیود را اشتباه اتصال دهید، دیود می‌سوزد و ممکن است به ترانس نیز آسیب برسد.

ــ شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۶۷ــ۲ با مقیاس مناسب‌تر ترسیم کنید.

ــ دامنه‌ی ماکزیمم سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت ..... = دامنه‌ی ماکزیمم

ــ دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید.

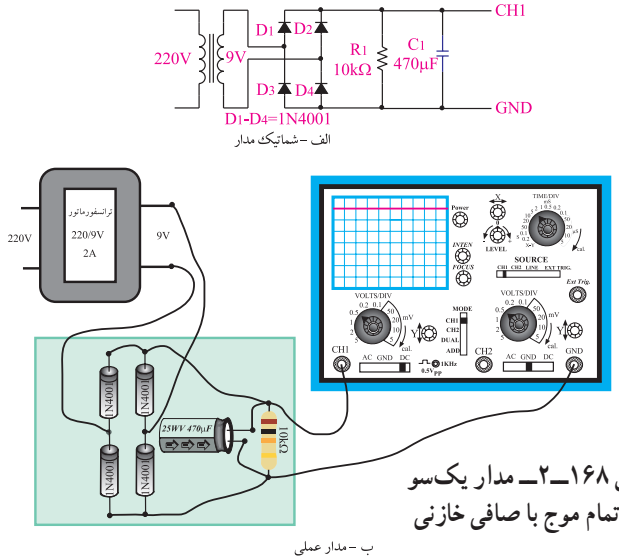


شکل ۱۶۷ــ۲ــ شکل موج خروجی مدار یک‌سو ساز پل

در صورتی که مدار آماده و مونتاژ شده در اختیار دارید، از آن استفاده کنید.

مدار یک‌سو ساز پل با صافی خازنی

ــ مدار شکل ۱۶۶ــ۲ را از برق بکشید و طبق شکل ۱۶۸ــ۲ یک عدد خازن صافی به آن اضافه کنید.



شکل ۱۶۸ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج با صافی خازنی

ــ مدار را مجدداً به برق بزنید.

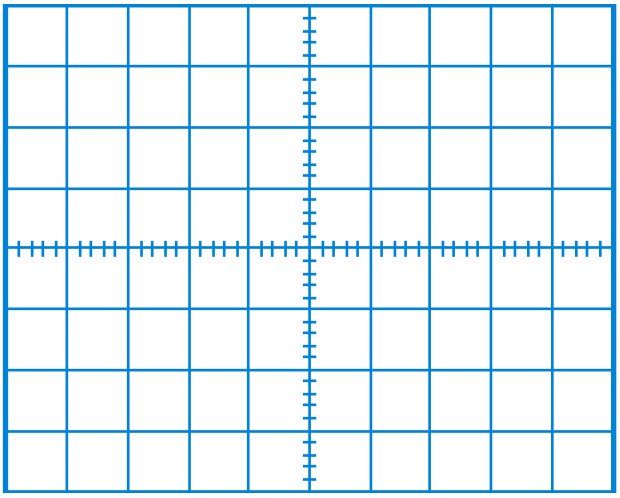
ــ شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساسِ شکل ۲ــ۱۶۹ را رسم کنید.

ــ دامنه‌ی ولتاژ DCخروجی را اندازه بگیرید.

V DC .....= دامنه ی ماکزیم ولتاژ

ــ دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل را تحویل دهید.

توجه : در صورتی که شکل موج از صفحه‌ی اسیلوسکوپ خارج نشد، سلکتور V/DIV را تغییر دهید تا شکل موج روی صفحه بیاید.



شکل ۲ــ۱۶۹ــ شکل موج خروجی مدار یک‌سو ساز تمام موج با صافی خازنی

۹ــ۸ــ۲ــ کار عملی آزمایش دیود زنر

زمان	۲ ساعت

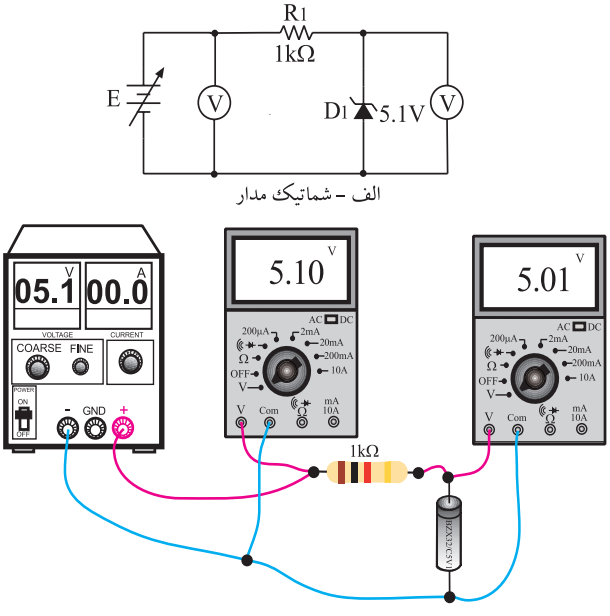
● **مواد و تجهیزات لازم :** منبع تغذیه صفر تا ۱۲ ولت

ــ دیود زنر ۵/۱ ولت ــ مقاومت ۱KΩ سیم رابط ــ مولتی‌متر دیجیتالی

● **مراحل اجرای آزمایش**

ــ مدار شکل ۲ــ۱۷۰ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.

در صورتی که بُرد آزمایشگاهی آماده در اختیار دارید. از آن استفاده نمایید.



شکل ۲ــ۱۷۰ــ مدار دیود زنر

ــ ولتاژ ورودی را به‌تدریج افزایش دهید و به ولتاژ خروجی توجه کنید. باید ولتاژ خروجی به تدریج افزایش یابد. در صورتی که ولتاژ به بیش از ۵/۱ ولت برسد، باید ولتاژ خروجی ثابت بماند.

ــ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت قرار دهید و ولتاژ خروجی را یادداشت کنید.

V_O = ...volt

ــ آیا دیود، به عنوان رگولاتور ولتاژ، قابل استفاده است؟ شرح دهید.

ــ یک دیود زنر ۱۲/۶ ولت در اختیار بگیرید و مراحل

اجرای آزمایش را تکرار کنید.

ـ میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل خود را تحویل دهید.

۱۰ــ۸ــ۲ــ نمونه‌هایی از مدارهای ترانزیستوری

طراحی مدارهای ترانزیستوری: برای طراحی مدارهای ترانزیستوری، به اطلاعات جامعی از ترانزیستور و قطعات جانبی آن نیاز داریم. برای ترانزیستور، از نظر طراحی دو بُعدِ کاملاً متفاوت وجود دارد.

ـ طراحی دی سی (DC)

ـ طراحی ا سی (AC)

در طراحی دی سی (DC) ترانزیستور از نظر DC را بایاس می‌شود. به عبارت دیگر شرایط DC برای آن مشخص می‌گردد. در طراحی اِ سی (AC) شرایط کار ترانزیستور برای ولتاژ AC مورد بررسی قرار می‌گیرد.

امروزه مجموعه‌ی مدارهای ترانزیستوری در یک آی سی (IC) قرار دارد و طراحی آن توسط تیم طراحی انجام می‌شود، مبنای طراحی ترانزیستور، جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور است. در شکل ۱۷۱ــ۲ ولتاژها و جریان‌های ترانزیستور را ملاحظه می‌کنید. در کلیه‌ی شرایط باید رابطه‌ی

$$IE=IC+IB$$

صدق کند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ بین پایه‌های ترانزیستور را با حرف V مشخص می کنند و به دنبال آن نام پایه‌ها را می‌نویسند. مثلاً ولتاژ بین پایه‌های بیس ــ امیتر را با V_{BE} مشخص می‌نمایند.

ترانزیستور می‌تواند در نقش کلید الکترونیکی، مدار تقویت کننده و ... به‌کار رود. زیرا تغییرات جریان بیس که مقدار آن بسیار کم است موجب تغییرات بسیار زیاد جریان کلکتور وامیتر می‌شود. یعنی اگر جریان بیس ۱MA تغییر کند. جریان کلکتور با توجه به نوع ترانزیستور می‌تواند تغییراتی برابر با ۱۰۰MA داشته باشد.

توضیح دهید

اصول کار و ساختمان ترانزیستور را به‌طور خلاصه تشریح کنید.

.....

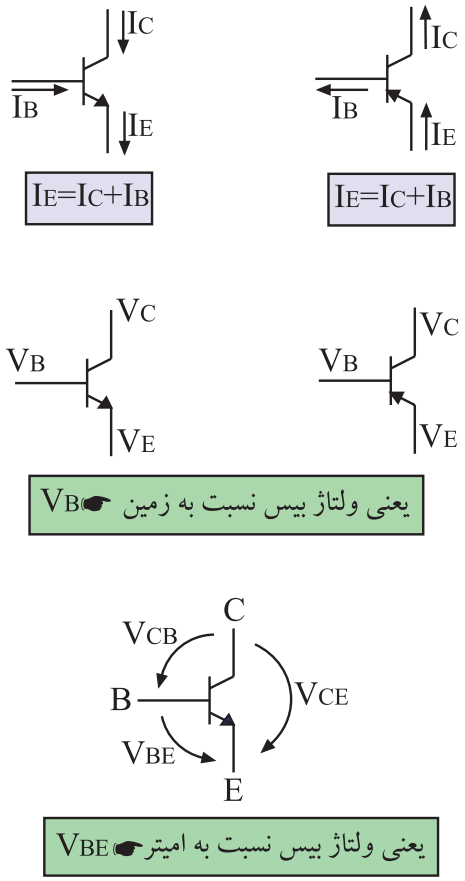
.....

.....

.....

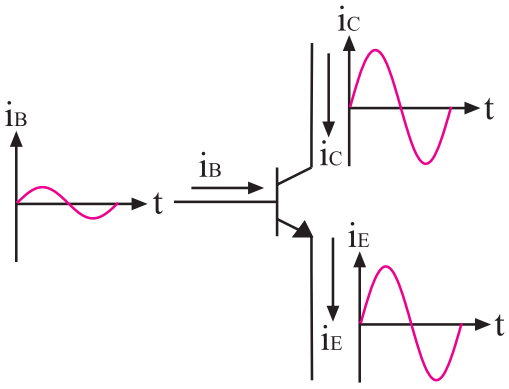
.....

.....

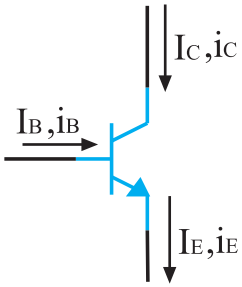


شکل ۱۷۱ــ۲ــ جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور

در شکل ۱۷۲ــ۲، عمل تقویت کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.



تغییرات جریان بیس باعث تغییر جریان کلکتور می‌شود.



ولتاژ و جریان متغیر را با حروف کوچک نشان می دهند	i_E , i_C , i_B V_E , V_C , V_B
ولتاژ و جریان ثابت را با حروف بزرگ نشان می دهند	I_E , I_C , I_B V_E , V_C , V_B

نحوه‌ی نام‌گذاری جریان‌ها و ولتاژهای متناوب و ثابت در ترانزیستور

شکل ۱۷۲ــ۲ــ عمل تقویت‌کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌های ترانزیستور

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید: به چه دلیل باید $I_E = I_B + I_C$ باشد ؛ شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

زمان	۲ ساعت

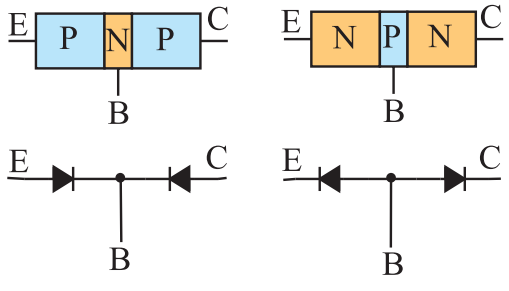
۱۱ــ۸ــ۲ــ کار عملی: آزمایش ترانزیستور

● مواد و تجهیزات مورد نیاز

مولتی‌متر دیجیتال، ترانزیستور

● مراحل اجرای آزمایش

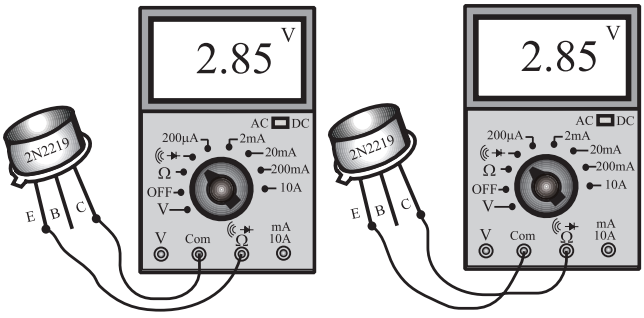
ــ یک ترانزیستور را می‌توان به‌صورت دو اتصال PN نمایش داد. در شکل ۱۷۳ــ۲ مدار معادل دو اتصال PN برای ترانزیستورهای PNP وNPN نشان داده شده است.



شکل ۱۷۳ــ۲ــ مدار معادل ترانزیستور

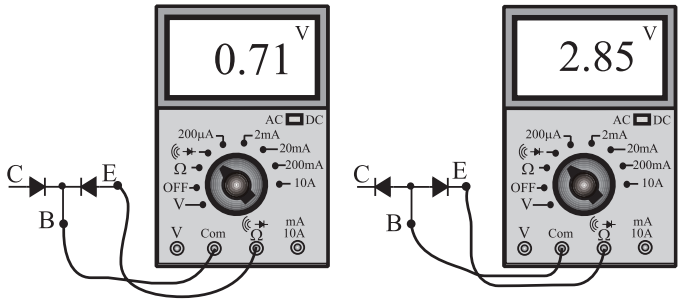
ــ برای تشخیص نوع ترانزیستور (PNP یا NPN) و نوع پایه‌های آن، می‌توانیم از مولتی‌متر دیجیتالی به‌صورت زیر استفاده کنیم.

پایه‌های کلکتور و امیتر در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند، بنابراین در یک ترانزیستور، ابتدا دو پایه‌ای را که در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند تشخیص می‌دهیم. شکل ۱۷۴ــ۲ این دو پایه یکی کلکتور دیگری امیتر است و پایه‌ی سوم نیز با فرض سالم‌بودن ترانزیستور قطعاً بیس است.



شکل ۱۷۴ــ۲ــ پیدا کردن دو پایه‌ای که با هم ارتباط ندارند.

در مرحله‌ی بعد پایه‌ی بیس را به ترمینال خروجی com و یکی از پایه‌های دیگر را به ترمینال خروجی ⊣⊢ وصل می‌کنیم. اگر بر روی صفحه‌ی نمایش عددی بین ۰/۵ تا ۰/۷ نمایان شد ترانزیستور از نوع PNP است و اگر مولتی‌متر ولتاژ مدار باز را نشان داد (۱/۵ تا سه ولت ــ بستگی به نوع آوومتر) ترانزیستور از نوع NPN است (شکل ۱۷۵ــ۲).

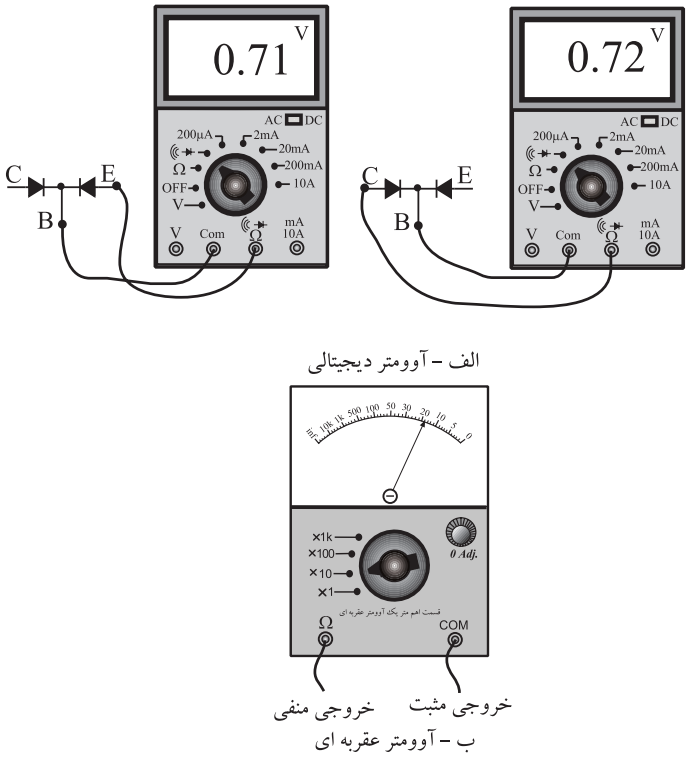


شکل ۱۷۵ــ۲ــ نحوه‌ی تشخیص ترانزیستور PNP و NPN از یکدیگر

ــ برای تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر، سعی می‌کنیم پایه «بیس و امیتر» یا «بیس و کلکتور» را به کمک ولتاژ خروجی دو سر مولتی‌متر، در بایاس مستقیم قرار دهیم. چون مقاومت اهمی بین بیس و کلکتور از مقاومت اهمی بین بیس و امیتر کم‌تر است. لذا بین بیس و پایه‌ی دیگری که ولتاژ کم‌تری در آن افت می‌کند آن پایه کلکتور است. تفاوت ولتاژ بسیار کم و در حدود چند صد هزارم ولت است.

ــ به کمک اهم متر عقربه‌ای نیز می‌توان پایه‌های ترانزیستور را تشخیص داد. برای این کار از مقاومت اهمی بین پایه‌ها استفاده می‌کنیم. اگر دیود سوخته باشد مقاومت اهمی دو سر آن در هر دو جهت صفر یا بی‌نهایت است و اگر دیود سالم باشد مقاومت اهمی آن در بایاس مخالف خیلی زیاد ولی در بایاس موافق تقریباً محدود است. در بیش‌تر مولتی‌مترهای عقربه‌ای ساده (غیر الکترونیکی) ترمینال (–) قطب مثبت ولتاژ خروجی مولتی‌متر است و ترمینال (+) قطب منفی آن را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۷۶ــ۲).

ــ تعدادی ترانزیستور در اختیار بگیرید و بر اساس شکل‌های ۱۷۵ــ۲ و ۱۷۶ــ۲ آن‌ها را آزمایش کنید.



شکل ۱۷۶ــ۲ــ تعیین نوع ترانزیستور (PNP یا NPN)

۱۲ــ۸ــ۲ــ کار عملی : مدارهای ساده‌ی ترانزیستوری

ترانزیستور به عنوان کلید الکترونیکی

زمان	۴ ساعت

● **مواد و تجهیزات لازم** : منبع تغذیه‌ی صفر تا ۳۰ ولت، مولتی متر دیجیتالی، بُرد آزمایشگاهی آماده، سیم رابط، سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ

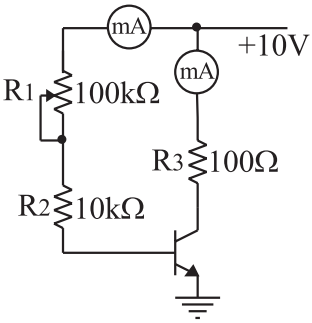
● **مراحل اجرای آزمایش**

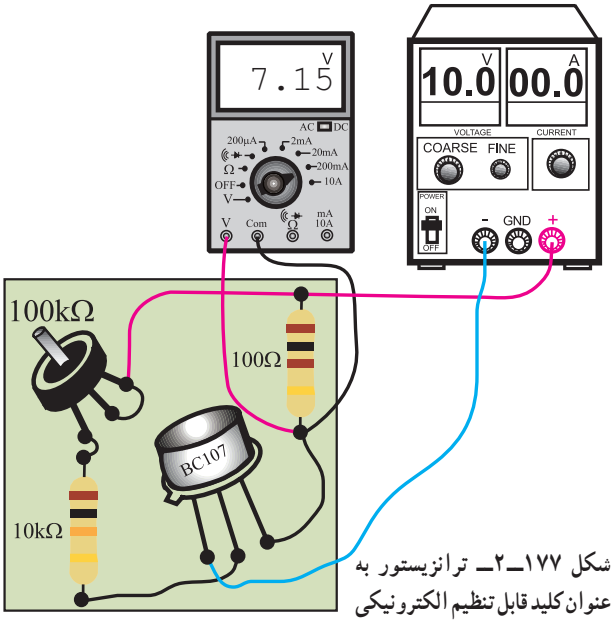
نکته‌ی مهم : برای اجرای این آزمایش بُرد آماده‌ی آزمایشگاهی مورد نیاز است.

ــ مدار شکل ۱۷۷ــ۲ را ببندید.

ــ ولوم روی بُرد آزمایشگاهی را تغییر دهید.

ــ با تغییر ولوم باید ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰۰Ω تغییر کند. در این حالت از ترانزیستور در نقش یک کلید الکترونیکی قابل تنظیم استفاده شده است. شما می‌توانید با تغییرات جریان کم روی بیس، جریان کلکتور و در نهایت ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰۰ اهمی را کنترل کنید.





شکل ۱۷۷ــ۲ــ ترانزیستور به عنوان کلید قابل تنظیم الکترونیکی

پاسخ دهید : در صورتی که به جای مقاومت ۱۰۰Ω یک لامپ قرارگیرد چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.

.....

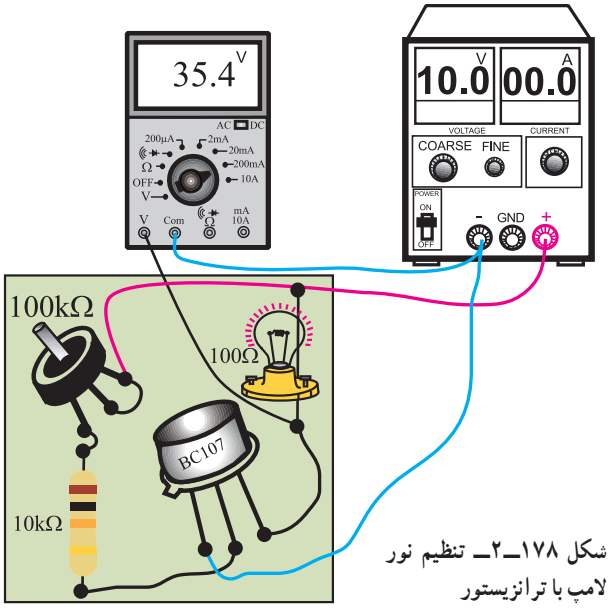
.....

ــ مدار شکل ۱۷۸ــ۲ را ببندید.

ــ ولوم را تغییر دهید. باید نور لامپ کم و زیاد شود.

ــ هنگامی که ولوم را ر وی حداکثر می‌گذارید، نور لامپ حداقل می‌شود.

ــ هنگامی که ولوم را روی حداقل می‌گذارید نور لامپ حداکثر می‌شود.



شکل ۱۷۸ــ۲ــ تنظیم نور لامپ با ترانزیستور

ترانزیستور در نقش تقویت‌کننده

● مراحل اجرای آزمایش

ــ مدار شکل ۱۷۹ــ۲ را با استفاده از بُردِ آماده‌ی تقویت کننده ببندید.

ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.

● ولوم inten و Focus را برای داشتن اشعه‌ی مناسب تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Time/DiV را روی ۰/۲ms بگذارید.

● ولوم Level را روی صفر قرار دهید.

● ولوم Time/variable را روی Cal بگذارید.

● ولوم Volt/variable هر دو کانال را روی Cal قرار دهید.

● کلید AC-GND-DC هر دو کانال را روی AC بگذارید.

● کانال یک را روی ۰/۱V/DiV و کانال ۲ را روی ۱V/Div بگذارید.

ــ سیگنال ژنراتور را روشن کنید و شکل موج خروجی را در حالت سینوسی و فرکانس۱KHZ، قرار دهید.

ــ منبع تغذیه و سیگنال ژنراتور را روشن کنید.

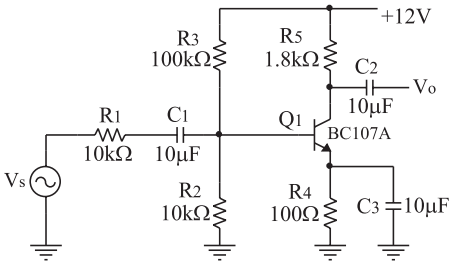
ــ کلید Mode اسیلوسکوپ را در حالت Alt قرار دهید.

ــ دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید که روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ۰/۲ ولت پیک تا پیک ظاهر شود.

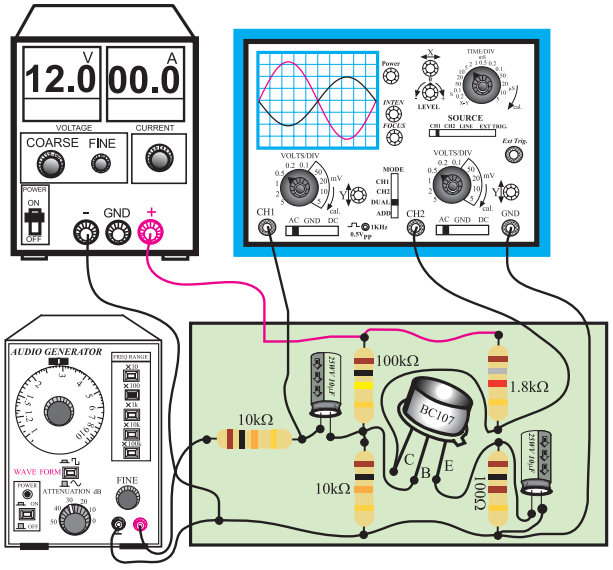
ــ شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۸۰ــ۲ با مقیاس مناسب رسم کنید.

ــ آیا ولتاژ کانال ۲ تقویت شده است؟ شرح دهید.

ــ میز کار خود را مرتب کنید و لوازم آزمایشگاهی را تحویل دهید.

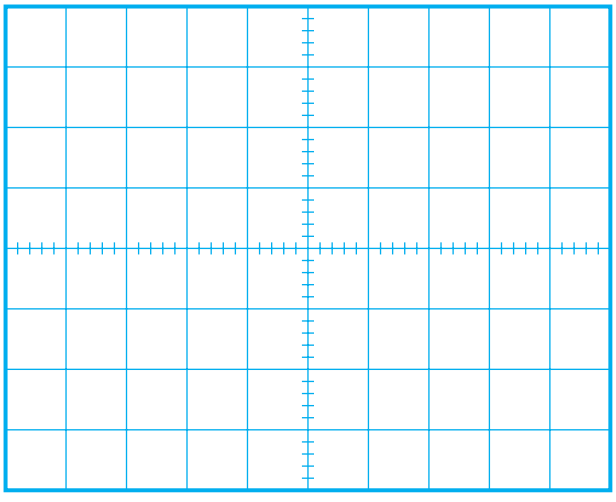


شماتیک مدار



مدار عملی

شکل ۱۷۹ــ۲ــ مدار تقویت کننده‌ی ترانزیستوری



CH_1 | Volt / Div =…V | Volt / Variable = cal.

CH_2 | Volt / Div =…V | Volt / Variable = cal.

$V_{m_{CH_1}}$ = V $V_{m_{CH_2}}$ =…V

شکل ۱۸۰ــ۲ــ شکل موج خروجی کانال‌های یک و ۲ اسیلوسکوپ

۹ــ۲ــ حسگرها و عملگرها (محرک‌ها)

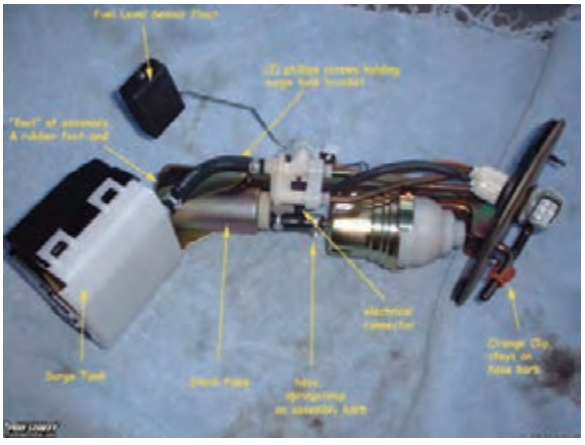
۱ــ۹ــ۲ــ حسگرها و عملگرها در خودرو: همان‌طور که در بخش‌های قبلی مطرح شد، حسگرها در خودرو بسیار گسترده و متنوع‌اند.

تعریف حسگر: حسگر یا سنسور وسیله‌ای است که می‌تواند با توجه به ساختاری که دارد عوامل مختلفی از قبیل میزان نور، میزان دما میزان فشار، میزان جریان سوخت و ... را تشخیص دهد. به عبارت دیگر حسگرها وسیله‌ای هستند که یک نوع انرژی را به انرژی دیگر تبدیل می‌کنند. از جمله، برای تشخیص دما از ترموکوپل استفاده می‌شود. ترموکوپل وسیله‌ای است که دمای الکتریکی را تبدیل به یک ولتاژ الکتریکی می‌کند. در شکل ۱۸۱ــ۲ چند نمونه حسگر حرارتی را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۸۱ــ۲ــ چند نمونه ترموکوپل که در خودرو به کار می‌رود.

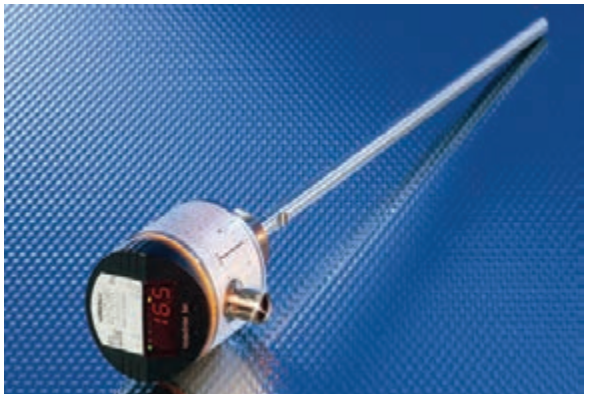
۲ــ۹ــ۲ــ انواع حسگرهای مورد استفاده در خودرو:

ــ *حسگر سطح سوخت:* این حسگر میزان سطح سوخت را تشخیص می‌دهد. حسگر سوخت در مخزن سوخت خودرو انواع متعددی دارد. ساده‌ترین آن‌ها حسگر مقاومتی است که در اتومبیل‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت در این حسگر با حرکت یک شناور یک بازو جابه‌جا می‌شود و مقدار مقاومت تغییر می‌کند. با تغییر مقاومت میزان جریان عبوری از یک میلی‌آمپرمتر تغییر می‌کند و سطح سوخت را نشان می‌دهد. در شکل ۱۸۲ــ۲ یک نمونه از این حسگر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۲ــ۲ــ یک نمونه حسگر سطح سوخت قدیمی

در اتومبیل‌های مدرن برای سنجیدن سطح مخزن سوخت از حسگرهای ویژه استفاده می‌کنند. در شکل ۱۸۳ــ۲ یک نمونه از این حسگرها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۳ــ۲ــ یک نمونه حسگر سطح سوخت جدید

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی یا سایر منابع دیگر، اصول کار این نوع حسگر را بیابید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

ــ ***حسگرهای مجاورتی:*** این حسگرها هنگامی که در مجاورت فلز قرار می‌گیرند فعال می شوند. امروزه کاربرد این‌گونه حسگرها در صنایع بسیار گسترده شده است. این حسگرها را اصطلاحاً حسگرهای مغناطیسی نیز می‌گویند. در شکل ۱۸۴ــ۲ چند نمونه از این نوع حسگرها را می بینید. حسگرهای مجاورتی برای تشخیص وضعیت میل‌لنگ، سیستم تعلیق و ... به کار می‌رود.

شکل ۱۸۴ــ۲ــ چند نمونه حسگر مجاورتی

حسگر فشار: در بسیاری از قسمت‌های مختلف خودرو نیاز به سنجش فشار است. برای مثال، میزان فشار روغن، میزان فشار سوخت برای ورود به انژکتور، میزان فشار باد لاستیک، میزان فشار گازهای متصاعد شده از مخزن سوخت، میزان فشار در داخل سیلندر در زمان‌های مختلف، میزان فشار دود و گاز خروجی و ... از مواردی است که نیاز به سنجش دارد. در شکل ۱۸۵ــ۲ دو نمونه حسگر فشار را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۸۵ــ۲ــ دو نمونه حسگر فشار

۳ــ۹ــ۲ــ عملگرها (actuators): عملگرها قطعاتی هستند که اطلاعات به‌دست آمده از حسگرها را دریافت می‌کنند و آن‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهند برای مثال هنگامی که موتور خودرو بیش از اندازه گرم می‌شود، ابتدا حسگر گرما را حس می‌کند، سپس فرمان لازم را به رله می‌دهد، رله عمل می‌کند و موتور دور تند خنک‌کننده را به کار می‌اندازد. رله را عملگر می‌نامند. شیر برقی، شیر انژکتور پمپ، در بازکن خودرو و ... همه عملگر هستند. در شکل ۱۸۶ــ۲ چند نمونه عملگر پمپ درب خودرو و قطعات جانبی آن را مشاهده می کنید. در شکل ۱۸۷ــ۲ چند نمونه عملگر دیگر به نام‌های رله‌ی استارتر، رله‌ی برق، رله‌ی سیستم روشنایی، رله‌ی بخاری و ... ملاحظه می‌شود.

شکل ۱۸۶ــ۲ــ چند نمونه عملگر

فکر کنید

تفاوت حسگر و عملگر را در سه سطر توضیح دهید.

.....

.....

شکل ۱۸۷ــ۲ــ چند نمونه عملگر پر کاربرد در خودرو

در شکل ۱۸۸ــ۲ تعدادی عملگر و حسگر را که در قسمت‌های مختلف خودرو استفاده می‌شود، ملاحظه می نمایید. هر یک از این عملگرها و حسگرها کار ویژه‌ای را انجام می‌دهند. برخی از حسگرها مغناطیسی و برخی دیگر حرارتی هستند.

برای به‌دست‌آوردن مشخصات فنی عملگرها و حسگرها باید به کاتالوگ کارخانه‌ی سازنده مراجعه کنید.

معمولاً هر یک از این قطعات دارای یک شماره‌ی فنی هستند. از طریق شماره‌ی فنی می‌توانید اطلاعات مورد نیاز خود را از دفترچه راهنمای کاربرد استخراج نمایید. آزمایش تعدادی حسگرها و عملگرها با مولتی‌متر امکان‌پذیر است. نحوه‌ی آزمایش این قطعات را معمولاً در کاتالوگ آن می‌نویسند.

شکل ۱۸۸ــ۲ــ چند نمونه حسگر و عملگر پرکاربرد در خودرو

زمان	۲ ساعت

۴ــ۹ــ۲ــ کار عملی: شناسایی حسگرها و عملگرها

● **تجهیزات و مواد لازم:** چند نمونه عملگر و حسگر استفاده شده در خودرو ــ دستور کار و راهنمای نصب حسگرها

● **مراحل اجرای آزمایش**

ــ با مراجعه به کاتالوگ و راهنمای کاربرد حسگرها، مشخصات و موارد کاربرد آن‌ها را شناسایی و در جدول ۷ــ۲ ثبت کنید.

ــ در صورت امکان محل کاربرد این حسگرها را در داخل اتومبیل شناسایی نمایید.

جدول ۷ــ۲ــ دسته‌بندی حسگرها و عملگرها

ردیف	شماره‌ی فنی	نوع حسگر	موارد کاربرد
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید

با مراجعه به منابع مختلف و سایت‌های اینترنتی، تعداد دیگر از انواع حسگر و عملگر را بیابید که در خودروهای معدن به کار می‌رود. نام‌ها را فهرست کنید.

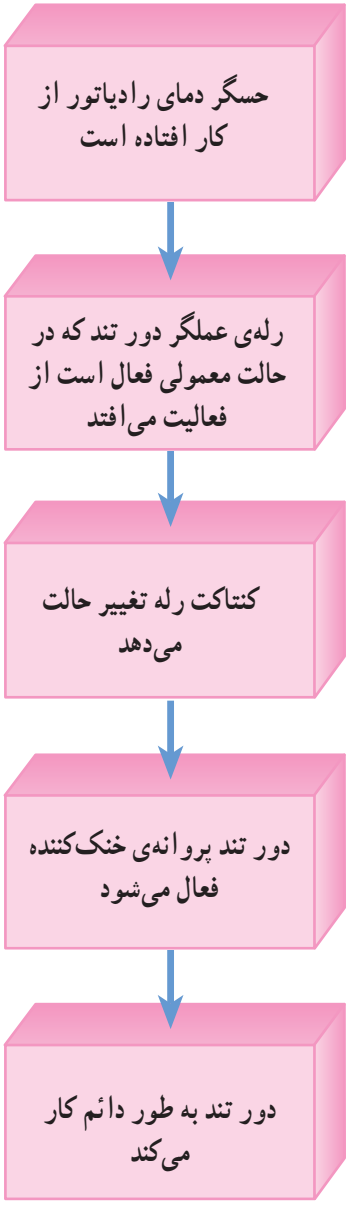
۱۰ــ۲ــ عیب‌یابی و رفع عیب انواع حسگرها و عملگرها

۱ــ۱۰ــ۲ــ اصول عیب‌یابی: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در هر خودرو تعداد بسیار زیادی حسگر و عملگر به کار می‌رود. برای این که بتوانید عیب برقی و الکترونیکی یک خودرو را تشخیص دهید، باید با اصول کار مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو کاملاً آشنا باشید. یکی از ابزارهایی که می‌تواند به شما کمک کند نقشه‌ی الکتریکی و الکترونیکی خودرو است. علاوه بر داشتن تسلط بر استفاده از نقشه‌ی الکترونیکی و الکتریکی خودرو، ضرورت دارد که با عملکرد قسمت‌های مکانیکی خودرو و عیوب آن نیز کاملاً آشنایی داشته باشید. به عبارت دیگر باید بدانید که اگر یک حسگر عمل نکند، کدام عملگر کار نمی‌کند و کدام قسمت موتور از کار می‌افتد یا فعال می‌شود.

برای مثال، اگر حسگر مربوط به دور تند پروانه‌ی خنک‌کننده خراب شود چه اتفاقی می‌افتد؟

این حسگر در حالت معمولی، بوبین یک رله یا عملگر را به صورت فعال در می‌آورد و کنتاکت‌های رله تغییر حالت می‌دهند.

در صورت خراب‌شدن، فرمان از روی رله حذف می‌شود و کنتاکت رله تغییر وضعیت می‌دهد. در نتیجه دور تند پروانه فعال می‌شود و پروانه به طور دائم کار می‌کند. در شکل ۱۸۹ــ۲، این فرآیند را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۹ــ۲ــ فرآیند بروز عیب در خودرو

۲ــ۱۰ــ۲ــ نقش بُرد کامپیوتری در خودرو: برد کامپیوتری در خودرو در نقش یک سامانه‌ی هوشمند عمل می‌کند. این بُرد اطلاعات لازم را از حسگرها به صورت پالس‌های معین (سیگنال یا موج) دریافت می‌کند و پس از پردازش به عملگرها می‌دهد. برای هر قسمت خودرو ممکن است یک بُرد کامپیوتری ویژه وجود داشته باشد که تعدادی از آن‌ها به شرح زیرند :

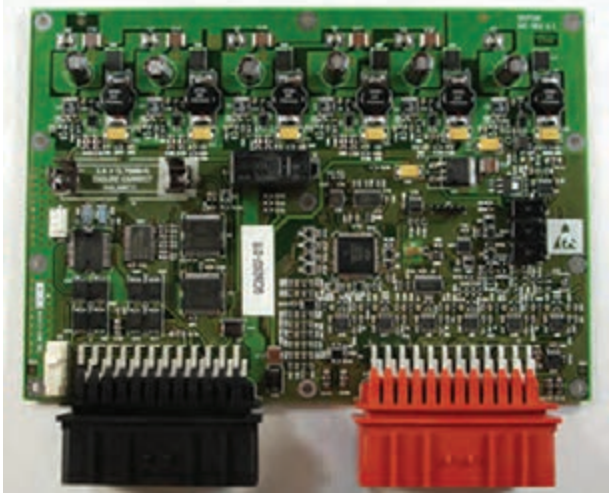
- سامانه‌ی ترمز
- سامانه‌ی فرمان و تعلیق
- سامانه‌ی سوخت‌رسانی

توجه کنید

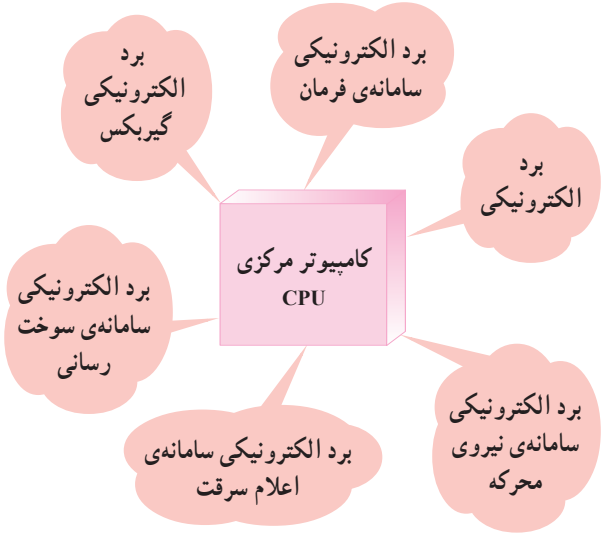
با توجه به پروتوکل‌های تعریف شده برای سامانه‌های الکترونیکی خودرو، مسئله ایمنی برای از کارافتادن حسگر دمای رادیاتور نیز رعایت شده است. به‌طوری که با از کارافتادن حسگر، سامانه‌ی خنک‌کننده‌ی موتور از کار نمی‌افتد، بلکه با دور تند عمل خنک‌کردن را ادامه می‌دهد.

ـ سامانه‌ی اعلام سرقت
ـ سامانه‌ی ایمنی مانند کیسه‌ی هوا و ...
ـ سامانه‌ی نیروی محرکه
ـ سامانه‌ی تهویه
ـ سامانه‌ی .....

در خودروهای بسیار مدرن، هر یک از بردهای الکترونیکی این سیستم‌ها به یک کامپیوتر مرکزی متصل می‌شود و کامپیوتر مرکزی پردازش اطلاعات را به عهده می‌گیرد و هشدارها و علائم مورد نیاز را به صورت صوتی، تصویری یا نوشتاری روی نمایشگر ظاهر می‌کند. در شکل ۱۹۰ــ۲ یک نمونه بُرد کامپیوتری و ارتباط قسمت‌های الکترونیکی خودرو را با هم ملاحظه می‌کنید.



یک نمونه برد کامپیوتری



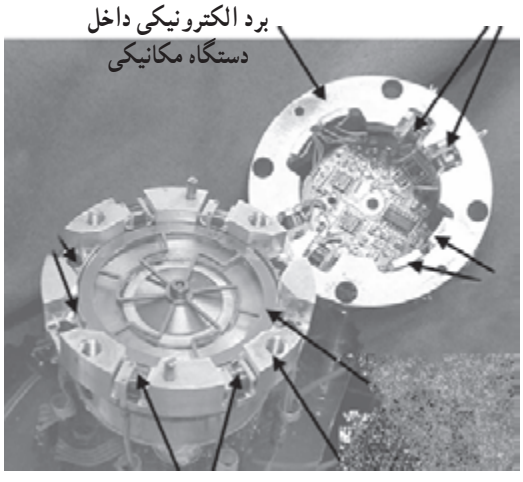
شکل ۱۹۰ــ۲ــ ارتباط قسمت‌های مختلف خودرو از نظر الکترونیکی با یکدیگر

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

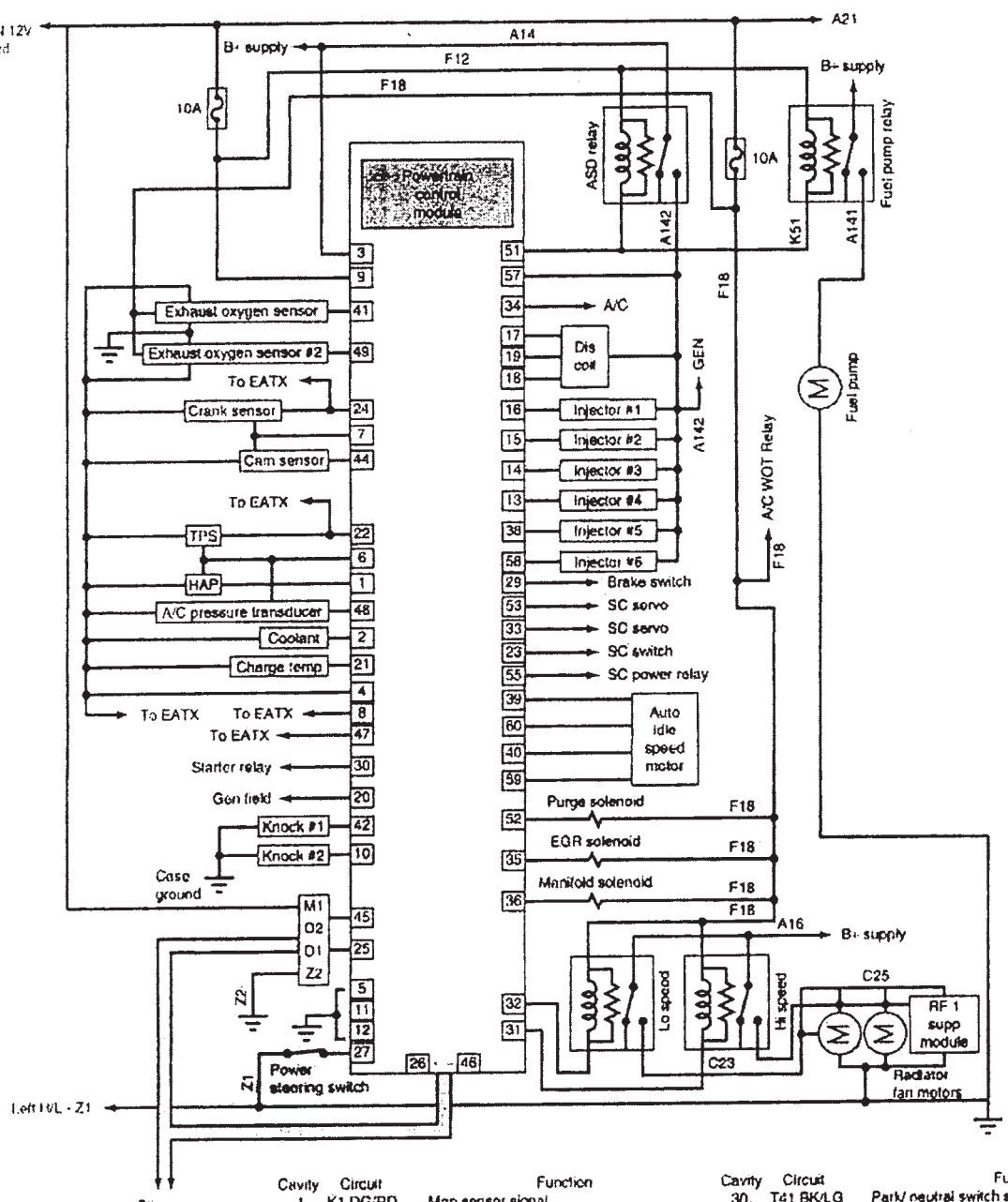
تحقیق کنید

با مراجعه به نقشه الکترونیکی یکی از خودروهای ملی، بلوک دیاگرام بردهای الکترونیکی و کامپیوتر مرکزی آن را رسم کنید و در مورد نحوه‌ی ارتباط بلوک‌ها با هم توضیح دهید.

در شکل ۱۹۱ــ۲ یک نمونه بُرد الکترونیکی را که در داخل یکی از قسمت‌های مکانیکی خودرو قرار دارد، ملاحظه می‌کنید. در شکل ۱۹۲ــ۲ نقشه بُرد الکترونیکی کنترل موتور خودرو را مشاهده می‌کنید. کلیه‌ی اصطلاحات روی این نقشه به زبان اصلی است. تنها در صورتی شما می‌توانید به تعمیراتی خودرو بپردازید که بتوانید نقشه‌ی الکترونیکی آن را به زبان اصلی بخوانید و قطعات را تشخیص دهید.



شکل ۱۹۱ــ۲ــ یک نمونه برد الکترونیکی که در داخل قسمت‌های مکانیکی نصب شده است



Cavity	Circuit	Function
1.	K1 DG/RD	Map sensor signal
2.	K2 TN/BK	Engine coolant temperature sensor signal
3.	A14 RD/WT	Battery positive voltage
4.	K4 BK/LB	Sensor ground
5.	Z11 BK/WT	Signal ground
6.	K6 VT/WT	5-volt supply
7.	K7 OR	8-volt supply
8.	T10 YL/DG	Torque management request sense
9.	F12 DB/WT	Ignition 12-volt feed
10.	K142 GY/BK	Knock sensor signal
11.	Z12 BK/TN	Power ground
12.	Z12 BK/TN	Power ground
13.	K14 LB/BR	Injector #4 driver
14.	K13 YL/WT	Injector #3 driver
15.	K12 TN	Injector #2 driver
16.	K11 WT/DB	Injector #1 driver
17.	K17 DB/YL	Ignition coil #2 driver
18.	K18 RD/YL	Ignition coil #3 driver
19.	K19 GY	Ignition coil #1 driver
20.	K20 DG	Generator field driver
21.	K21 BK/RD	Intake air temperature signal
22.	K22 OR/DB	Throttle position sensor signal
23.	V37 RD/LG	Cruise
24.	K24 GY/BK	Crank position sensor signal
25.	D21 PK	SCI transmit
26.	D1 VT/BR	Chrysler collision detection Bus (+)
27.	S28 YL/BK	Power steering pressure sense
29.	K29 WT/PK	Brake switch sense

Cavity	Circuit	Function
30.	T41 BK/LG	Park/ neutral switch sense
31.	C27 DB/PK	High rad fan contol
32.	C24 WT	Low rad fan control
33.	V36 TN/RD	Vehicle speed control vacuum solenoid control
34.	C28 DB/OR	A/C compressor clutch relay control
35.	K35 GY/YL	EGR solenoid control
36.	K36 VT/WT	Manifold solenoid driver
38.	K38 GY	Injector #5 driver
39.	K39 GY/RD	Idle air control motor #1 driver
40.	K40 BR/WT	Idle air control motor #3 driver
41.	K41 BK/DG	Left oxygen sensor signal
42.	K42 BK/LG	Left knock sensor signal
44.	K44 TN/YL	Camshaft position sensor signal
45.	D20 LG	SCI receive
46.	D2 WT/BK	Chrysler collision detection bus(+)
47.	G7 WT/OR	Speed in
48.	C18 DB	A/C pressure sense
49.	K141 TN/WT	Right oxygen sensor signal
51.	K51 DB/YL	Auto shutdown realy control
52.	K52 PK/BK	Evaporative emission solenoid control
53.	V35 LG/RD	Vehicle speed control vent solenoid control
55.	V38 TN/RD	Vehicle speed control relay control
57.	A142 DG/OR	Auto shutdown relay sense
58.	K58 BR/BK	Injector #6 driver
59.	K59 VT/BK	Idle air control motor #4 driver
60.	K60 YL/BK	Idle air control motor #2 driver

شکل ۱۹۲ــ۲ــ نقشه‌ی کنترل الکترونیکی قسمت‌های مختلف موتور یک نمونه خودرو

۳ــ۱۰ــ۲ــ کامپیوتر در نقش دستگاه خود عیب‌یاب:

توجه داشته باشید برای عیب‌یابی نیازی نیست که شما جزئیات مدارهای الکترونیکی خودرو را فرا بگیرید. کافی است با ارتباط قسمت‌های مختلف و نقشه‌ی آن آشنایی داشته باشید. از آن‌جا که کامپیوتر یک سامانه‌ی هوشمند است، با استفاده از دستگاه‌های کامپیوتری جانبی که آن را اِسکِنر موتور می‌نامند می‌توانید عیوب موتور را پیدا نمایید. در شکل ۱۹۳ــ۲ دو نمونه دستگاه اسکنر خودرو را ملاحظه می‌کنید. معمولاً روی بُرد الکترونیکی خودرو سوکت مخصوصی وجود دارد که توسط آن می‌توانید دستگاه اسکنر را به آن وصل کنید و عیوب خودرو را بیابید.

شکل ۱۹۳ــ۲ــ دو نمونه دستگاه عیب‌یاب و اسکنر خودرو

عمل کنید

با مراجعه به یک مرکز تنظیم موتورهای خودروهای مدرن، کتاب راهنمای دستگاه عیب‌یاب و اسکنر را مورد مطالعه قرار دهید و در مورد نحوه‌ی عملکرد آن به‌طور خلاصه توضیح دهید. می‌توانید از مسئولان مربوطه بخواهید که در صورت نیاز برای شما نحوه‌ی عملکرد دستگاه را شرح دهند.

در شکل ۱۹۴ــ۲ دستگاه اسکنر موتور خودرو را ملاحظه می‌کنید. دستگاه عیب‌یاب یا اسکنر دستگاهی است که پس از اتصال به کامپیوتر مرکزی خودرو، کلیه‌ی عملیات خودرو را مورد پردازش قرار می‌دهد و با ارائه‌ی یک گزارش از حسگرها و عملگرها، عیوب خودرو را روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌سازد. برخی از اسکنرها و عیب‌یاب‌ها خیلی کوچک و به اندازه‌ی مولتی‌متر هستند.

در شکل ۱۹۴ــ۲ یک نمونه از این دستگاه‌ها را، که در حال آزمایش روی اتومبیل است، مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹۴ــ۲ــ یک نمونه دستگاه اسکنر کوچک دستی

در برخی از خودروها یک صفحه‌ی نمایش نسبتاً بزرگ نصب می‌شود که از این صفحه نمایش برای مشاهده‌ی عیوب موتور نیز می‌توان استفاده کرد. روی همین صفحه‌ی نمایش است که به راننده هشدارهای مربوط به بروز عیب داده می‌شود. در شکل ۱۹۵ــ۲ یک نمونه از این صفحه‌ی نمایش‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹۵ــ۲ــ دستگاه مانیتور نصب شده روی خودرو که می‌تواند در نقش عیب‌یاب نیز عمل کند.

تمرین کنید:

سعی کنید به چند مرکز تعمیر و عیب‌یابی خودروهای مدرن مراجعه کنید و مشاهدات خود را در طی یک هفته در ارتباط، نحوه‌ی عیب‌یابی و رفع عیب بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

برای این که بتوانید عیب مدارهای الکترونیکی خودرو را پیدا کنید باید توانایی استفاده از دستگاه‌های عیب‌یاب و اسکنر را داشته باشید. برای رسیدن به این توانایی، خواندن راهنمای دستور کار دستگاه و نحوه‌ی استفاده از آن، که به زبان اصلی بیان می‌شود، ضرورت دارد.

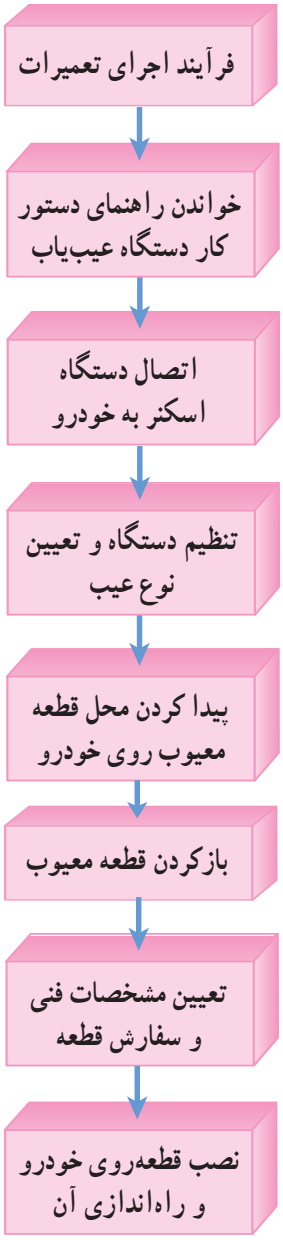
پس از این مرحله باید با ساختار خودرو آشنا باشید و بتوانید محل قطعات معیوب را تشخیص دهید و آن‌ها را از محل خود خارج سازید.

پس از این مرحله باید بتوانید مشخصات فنی قطعه را شناسایی کنید و سفارش دهید. در نهایت قطعه را جای‌گزین کنید و دستگاه را راه‌اندازی نمایید.

در شکل ۱۹۶ــ۲ فرآیند اجرای تعمیرات را ملاحظه می‌کنید.

نکته‌ی مهم: در فرآیند اجرای تعمیرات لازم است کلیه‌ی نکات ایمنی را رعایت کنید.

با توجه به این که خودروهای جدید به صورت هوشمند عمل می‌کنند و متناسب با شرایط، فرمان‌های لازم را به خودرو می‌دهند. برای تنظیم این دستگاه‌ها از دستگاه‌های مخصوص استفاده می‌کنند. معمولاً دستگاه‌های اسکنر و عیب‌یاب برای تنظیم خودرو نیز به کار می‌روند.



شکل ۱۹۶ــ۲ــ فرآیند اجرای تعمیرات در خودرو

زمان ۴ ساعت

۴ــ۱۰ــ۲ــ کار عملی: استفاده از اسکنر

- **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** دستگاه اسکنر راهنمای دستور کار، ابزار اولیه متناسب با نیاز، موتور خودرو
- **مراحل انجام کار**

ــ راهنمای دستور کار دستگاه اسکنر را مطالعه کنید.

ــ دستگاه اسکنر را به خودرو وصل کنید.

نکته ایمنی

در صورتی که با اصول کار دستگاه اسکنر آشنا نیستید، حتی در یک دوره کارآموزی در محل شرکت تولید کننده، نحوه‌ی استفاده از آن را فرا بگیرید سپس اقدام به تعمیر کنید.

ـ خودرو را مورد پردازش قرار دهید.

ـ عیوب خودرو را روی صفحه‌ی نمایش دستگاه مشخص کنید.

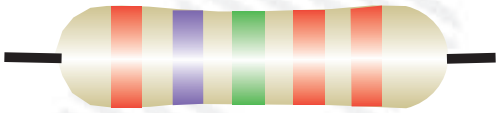
ـ قطعه‌ی معیوب را شناسایی و رفع عیب کنید.

شکل ۱۹۷ـ۲

آزمون پایانی (۲)

۱ــ سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال را توضیح داده و شکل موج آن‌ها را رسم کنید.

۲ــ مقدار مقاومت شکل مقابل برابر است با :



الف ــ ۵۲۷KΩ ۷- ب ــ ۲۷۵KΩ ۵-

ج ــ ۲۷۵KΩ ۲- د ــ ۲۷۵KΩ ۲-

۳ــ روی خازنی عدد ۱۰۴ نوشته شده است مقدار ظرفیت خازن چقدر است؟

.....

.....

۴ــ در کدام یک از وسایل زیر سیم‌پیچ مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟

الف ــ کویل خودروهای قدیمی ب ــ کویل خودروهای جدید

ج ــ رله‌های استارتر د ــ ترموکوپل

۵ــ LED (دیود نورانی) را توضیح دهید و موارد کاربرد آن را بنویسید.

.....

.....

۶ــ برای تخلیه بار الکترواستاتیک بدن انسان از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.

.....

.....

۷ــ کدام یک از موارد زیر در مولتی‌متر دیجیتال وجود ندارد؟

الف ــ LCD ب ــ V/Ω ter minal

ج ــ Time/DIV د ــ Function key

۸ــ نحوه‌ی آزمایش سالم‌بودن فیوز تیغه‌ای را با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی توضیح دهید.

.....

.....

۹ــموارد کاربرد پروب ۱× و ۱۰× در اسیلوسکوپ را توضیح دهید.

.....

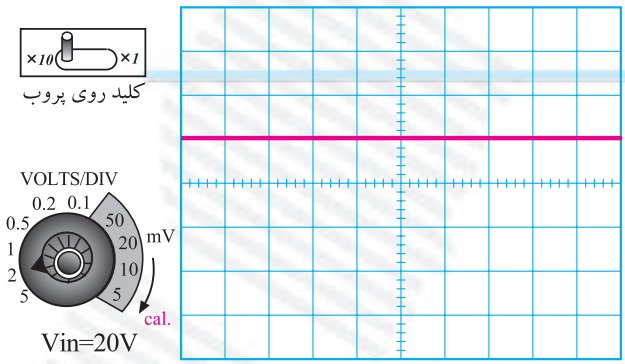
.....

۱۰ــ برای تنظیم صفر اشعه در روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ از کدام یک استفاده می‌شود؟

الف ــ AC-GND-DC　　ب ــ y Position

ج ــ H Position　　د ــ V/DIV

۱۱ــ در شکل مقابل مقدار ولتاژ DC چقدر است؟ توضیح دهید.



.....

.....

.....

۱۲ــ نحوه‌ی تنظیم اسیلوسکوپ برای اندازه‌گیری ولتاژ، زمان تناوب و فرکانس را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۱۳ــ تفاوت سیستم جرقه‌زنی مکانیکی را نسبت به الکترونیکی توضیح دهید.

.....

.....

۱۴ــ عملکرد سه نمونه حسگر موجود در بدن انسان را با حسگرهای استفاده شده در خودرو مقایسه کنید.

.....

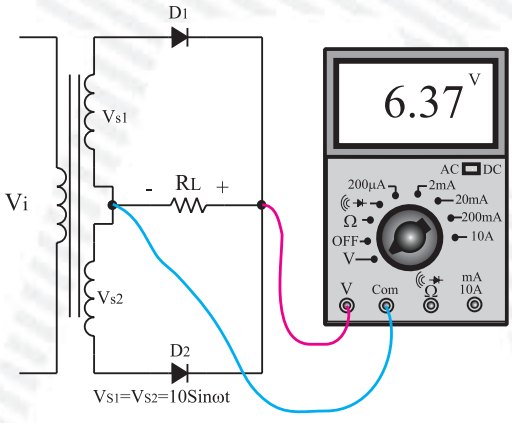
.....

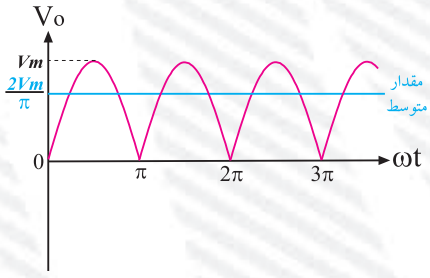
۱۵ــ آزمایش شکل مقابل را توضیح دهید.

.....

.....

.....





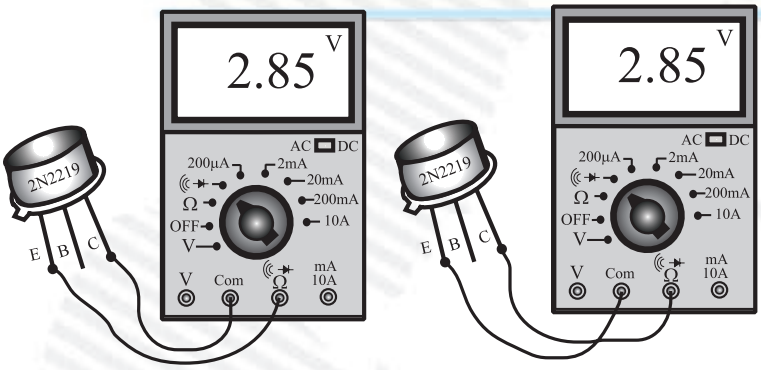
۱۶ــ نحوه‌ی آزمایش دیود را توضیح دهید.

.....

.....

.....

۱۷ــ نحوه‌ی آزمایش ترانزیستور را توضیح دهید.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۱۸ــ عملکرد حسگر سطح سوخت را توضیح دهید.

.....

.....

.....

۱۹ــ کدام یک از قطعات زیر حسگر و کدام یک عملگر است؟

ــ پمپ شیشه بالابر، رله‌ی استارتر، تشخیص دهنده‌ی درجه حرارت آب موتور اندازه‌گیر فشار روغن

.....

.....

.....

منابع و مأخذ

۱ــ Automotive Techno logy-jak Erjavec 2004 by Delmar learning

۲ــ تجربیات شخصی مؤلفین

۳ــ سایت‌های اینترنتی مرتبط با مدارهای الکترونیکی و الکتریکی خودرو

۴ــ کاتالوگ و نقشه‌های انواع دستگاه‌ها و سیستم‌های الکترونیکی خودرو ساخت داخل و خارج

۵ــ کاتالوگ انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی ساخت داخل و خارج

۶ــ نمونه‌ی Demo ی‌نرم افزار ادیسون Edison

۷ــ کتاب‌های ابزار مقدماتی الکترونیک، دیودترانزیستور کاربرد قطعات در مدارهای الکترونیکی تألیف آقای فتحا... نظریان ناشر شرکت صنایع آموزشی

۸ــ Practical electronic نوشته‌ی شرکت مهندسی Buck