بسم الله الرحمن الرحیم

آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی

دستور کار و مراحل اجرای آزمایش‌ها
(جلد اوّل)

رشتهٔ الکترونیک

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۲۰۹۲

۶۲۱ نظریان، فتح‌الله
/۳۷۴ آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی (جلد اوّل) /مؤلفان : فتح‌الله نظریان (۱۳۸۹) سید محمود صموتی
۰۲۸ و شهرام نصیری سوادکوهی (۱۳۹۰). ــ تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
آ ۵۱۲ ن ۱۴۸ ص. :مصور. ــ(آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۲۰۹۲)
۱۳۹۴ متون درسی رشتهٔ الکترونیک، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی و نظارت،بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ الکترونیک دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. برق ــ اندازه‌گیری ــ آزمایش‌ها. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ الکترونیک. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

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

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

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

جداول هدف محتوای کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری در کمیسیون تخصصی رشتهٔ الکترونیک دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش تهیه شده و در گردهمایی‌های هنرآموزان سراسر کشور در مرداد ماه ۱۳۷۹ و تیرماه ۱۳۸۱ مورد بررسی و تجدیدنظر قرار گرفته است. هم‌چنین با توجه به اجرای کتاب در سال‌های متوالی، در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مورد بازنگری مجدد قرار گرفته است. در سال ۱۳۸۸ با توجه به درخواست هنرآموزان و گروه‌های آموزشی مبنی بر به روز کردن کتاب و در هم تنیدن IT در آن، جدول هدف محتوی، بازنگری شد و در سال ۱۳۸۹ به تأیید رسید و کتاب حاضر با تغییراتی متجاوز از ۵۰ درصد بازسازی و تألیف شد. در این کتاب توصیه بر استفاده از نرم‌افزارهای Electronic assistant، مولتی سیم و ادیسون شده است.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی (جلد اوّل) ـ ۳۵۹/۹۴**

مؤلفان : **سیدمحمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی (بازسازی و تألیف دوباره ۱۳۹۰)، فتح‌اللّه نظریان (۱۳۸۹)**

اعضای کمیسیون تخصصی رشتهٔ الکترونیک : **رسول ملک‌محمد، هادی عابدی، مهین ظریفیان‌جولایی، محمود شبانی، فرشته داودی‌لعل‌آبادی، سهیلا ذوالفقاری و حسین جنانی**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir برای دریافت pdf

مدیر امور فنی و چاپ : **لیدا نیک‌روش**

رسام : **گروه مؤلفین**

طراح جلد : **مریم کیوان**

صفحه‌آرا : **زهره بهشتی‌شیرازی**

حروفچین : **زهرا ایمانی‌نصر**

مصحح : **رضا جعفری، حسین چراغی**

امور آماده‌سازی خبر : **فاطمه پزشکی**

امور فنی رایانه‌ای : **حمید ثابت‌کلاچاهی، فاطمه رئیسیان‌فیروزآباد**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

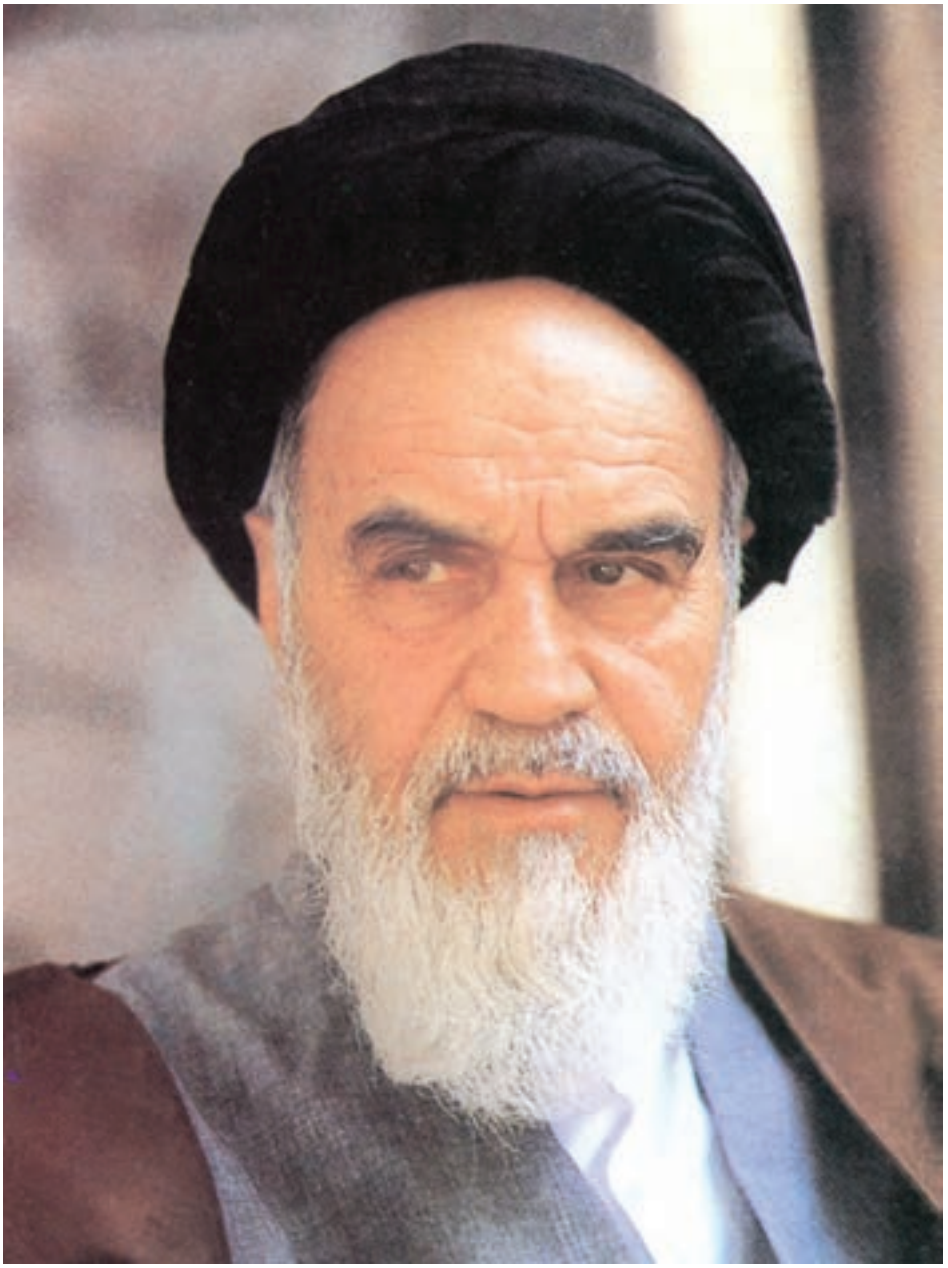
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ پنجم ۱۳۹۴**

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۱-۱۹۶۹-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN 978-964-05-1969-1**



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 «قدّس‌سرّه الشّریف»

سخنی با همکاران

همکاران عزیز، کتاب حاضر براساس مصوبات کمیسیون تخصصی رشتهٔ الکترونیک، مطابق با هدف‌های رفتاری پیش‌بینی شده تألیف شده است.

همان‌طور که می‌دانید، یکی از نقاط ضعف هنرجویان رشتهٔ برق و الکترونیک، در کلیهٔ آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، آشنا نبودن آن‌ها با دستگاه‌های اندازه‌گیری و کاربرد صحیح آن‌هاست درحالی که مهم‌ترین مسئله در آزمایشگاه و کارگاه‌ها، همین اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی است. لذا ضروری است که کلیهٔ هنرجویان در یک آزمایشگاه اختصاصی، دستگاه‌های اندازه‌گیری متداول را بشناسند و کاربرد صحیح آن‌ها را عملاً در آزمایشگاه مجازی و آزمایشگاه واقعی تجربه کنند. این امر، جزءِ یکی از نخستین هدف‌های درسِ حاضر است.

در تدریس و استفاده از این کتاب باید به این نکات توجه نمود :

۱ــ به منظور عمق بخشیدن به آموزش و تسهیل آن، توصیه می‌شود قبل از اجرای آزمایش‌ها روی مدار واقعی، ابتدا آن‌ها را در آزمایشگاه مجازی به‌صورت شبیه‌سازی نرم‌افزاری اجرا کنید و برای هنرجویان به نمایش درآورید. هم‌چنین نحوهٔ استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم و ادیسون برای دروس اندازه‌گیری و آزمایشگاه آن در کتاب جداگانه‌ای با عنوان آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ تألیف شده است.

۲ــ در این کتاب سعی شده است، جهت تسهیل کار، برای انجام آزمایش‌های مختلف از وسایل مشابه استفاده شود؛ به‌عنوان مثال، هرجا که نیاز به ولتاژ AC است از ترانسفورماتور ۹V × ۲۲۰/۲ یا سیگنال ژنراتور AF و هرجا به ولتاژ DC نیاز است از یک منبع تغذیهٔ ۳۰V ــ ۰ استفاده کرده‌ایم. توصیه می‌شود به منظور دسترسی آسان به تجهیزات، وسایل آزمایشگاهی را روی میز آزمایشگاه نصب کنید.

۳ــ آزمایش‌ها طوری تدوین شده‌اند که به سادگی می‌توان آن‌ها را در آزمایشگاه الکترونیک عمومی و در فضای آزمایشگاه مجازی اجرا کرد، از این‌رو عملاً فضای جداگانه‌ای به نام آزمایشگاه اندازه‌گیری مورد نیاز نیست.

۴ــ آزمایش‌ها بر مبنای کتاب درسی مبانی برق، اصول اندازه‌گیری و الکترونیک عمومی ۱ تدوین شده است.

۵ــ توصیه می‌شود که مربی درس نظری اصول اندازه‌گیری و آزمایشگاه اصول اندازه‌گیری یک نفر باشد، تا تطبیق مطالب تئوری و عملی به‌نحو مطلوب صورت گیرد.

۶ــ در بعضی از آزمایش‌ها، برحسب ضرورت نیاز به محاسبات ریاضی است؛ لذا توصیه می‌شود هنرجویان را راهنمایی کنید تا عادت کنند قبل از ورود به آزمایشگاه، دستور کار آزمایش را مطالعه کنند و در صورت نیاز به محاسبات، این کار را در منزل انجام دهند؛ بدین ترتیب از اتلاف وقت آنان در آزمایشگاه جلوگیری می‌شود.

۷ــ در ابتدای هر سال تحصیلی، کلیهٔ وسایل مورد نیاز کلیه آزمایش‌ها را تهیه کنید و آن‌ها را تحویل انبار آزمایشگاه دهید، تا در خلال انجام آزمایش‌ها، به علت کمبود قطعه، یا وسایل، دچار مشکل نشوید. هم‌چنین هنرجو موظف است یک جعبهٔ ابزار برای خود تهیه کند و آن را به آزمایشگاه بیاورد و مورد استفاده قرار دهد.

۸ــ در حال حاضر چون اکثر هنرستان‌های کشور بیش از ۹۰ درصد از دستگاه‌ها و قطعات مورد نیاز خود را در اختیار دارند،

لذا لازم است در ابتدای سال، کلیهٔ دستگاه‌ها مورد بازبینی قرار گیرد و آماده کار شود.

۹ــ در تدوین آزمایش‌ها سعی شده است دستگاه‌هایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند که از نظر فراوانی و کاربرد عمومیت داشته باشند.

۱۰ــ با توجه به این که توان مصرفی دستگاه‌های اندازه‌گیری کم است، در حدامکان سعی شود برق اصلی آزمایشگاه توسط ترانسفورماتور V ۲۲۰/۲۲۰ از شبکهٔ اصلی جدا گردد تا خطر برق‌گرفتگی احتمالی، به حداقل برسد.

۱۲ــ در متن کتاب هریک از آزمایش‌ها با عنوان آزمایش شمارهٔ... مشخص شده‌اند. مراحل انجام آزمایش‌ها نیز به ترتیب و به صورت مرحله به مرحله بیان شده است.

۱۳ــ سؤالات داده شده، در ارتباط با تحلیل آزمایش‌های انجام شده توسط هنرجویان است؛ لذا آنان را در این مورد راهنمایی کنید تا در هر آزمایش، مراحل را با دقت کافی اجرا کنند.

۱۴ــ جلسهٔ اول آزمایشگاه را به امور آشنایی هنرجویان با آزمایشگاه، مسائل ایمنی، چگونگی دریافت وسایل از انبار، آشنایی با بِرِد بُرد یا بُرد آزمایشگاهی و از همه مهم‌تر تهیهٔ گزارش کار و نحوهٔ نوشتن آن اختصاص دهید.

۱۵ــ در بعضی از آزمایش‌ها، به دلیل آشنا نبودن هنرجویان با برخی از وسایل و دستگاه‌ها، قید شده است که «با کمک مربی آزمایشگاه انجام گیرد»؛ رعایت این مسئله نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱۶ــ از آن‌جا که مسایل مرتبط با ایمنی و نظم و ترتیب در آزمایشگاه می‌تواند به عنوان یک اصل امور تربیتی هنرجویان مؤثر باشد لذا در جریان اجرای آزمایش‌ها به این مهم توجه نمایید.

۱۷ــ در فرآیند اجرای آزمایش‌ها توصیه شده است که از نرم‌افزارهای مرتبط با موضوع آزمایش به صورت آزمایشگاه مجازی استفاده نمایند. اجرای این مسئله می‌تواند علاوه بر سوق دادن هنرجویان به سمت فناوری اطلاعات، سرعت و دقت را در اجرای آزمایش‌ها افزایش دهد و موجب عمیق‌تر شدن آموزش و فرآیند آموزشی شود. محتوای آزمایشگاه مجازی در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول آمده است. این کتاب همراه با لوح فشرده عرضه می‌شود.

۱۸ــ به اقتضای نوع آزمایش، سؤالاتی در متن آزمایش و یا در پایان آن آورده شده است. بنابراین لازم است از هنرجویان بخواهید تا در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم) پاسخ دهند. درضمن گزارش کار را در حضور هنرجو و با بحث و گفت‌وگو با وی تصحیح نمایید.

با تشکر مؤلفان

از آن‌جا که انرژی یک سرمایهٔ ملی است و صرفه‌جویی در آن سبب بقای این انرژی برای نسل‌های بعدی می‌شود. هنگام ترک کارگاه کلیهٔ دستگاه‌ها و روشنایی‌ها را خاموش کنید تا این سرمایه به هدر نرود.

سخنی با هنرجویان

هنرجویان گرامی! درس «آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی» یکی از درس‌های مهم شما در رشتهٔ الکترونیک است لازم است بدانید که موفقیت شما در رشتهٔ الکترونیک بستگی به تسلط شما بر دستگاه‌های اندازه‌گیری دارد. زیرا در هر آزمایشگاه یا کارگاه برای انجام آزمایش‌ها نیاز به اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مانند مقاومت اهمی، جریان و ولتاژ دارید.

به‌منظور بهره‌برداری هرچه بیش‌تر از کتاب نکات زیر را مورد توجه قرار دهید :

۱ــ در انجام آزمایش‌ها، بسیار دقیق باشید و سعی کنید مطالب را کاملاً درک کنید تا تسلط کافی پیدا کنید.

۲ــ قبل از ورود به آزمایشگاه متن کامل آزمایش‌ها را دقیقاً مطالعه کنید و چنانچه نیاز به محاسبهٔ بعضی از پارامترها باشد، سعی کنید آن‌ها را در منزل انجام دهید تا وقتی وارد آزمایشگاه می‌شوید بدانید که موضوع آزمایش چیست، چه هدفی را دنبال می‌کند و به کجا ختم می‌شود.

۳ــ در آزمایشگاه به توصیه‌های مربی، توجه کامل داشته باشید.

۴ــ قبل از شروع آزمایش وسایل مورد نیازی را که در ابتدای هر آزمایش نوشته شده است با وسایل موجود تطبیق دهید و کسری های آن را تأمین کنید.

۵ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری بسیار حساس اند، مواظب باشید در هنگام حمل و نقل به آن‌ها ضربه وارد نشود و صدمه نبینند، زیرا اگر یک مولتی‌متر عقربه‌ای از روی میز و یا از دست شما به زمین بیفتد ممکن است به شدت آسیب ببیند و دیگر قابل استفاده نباشد.

۶ــ سعی کنید پاسخ سؤالات مطرح شده در آزمایش را در خلال آزمایش به‌دست آورید.

۷ــ بعد از انجام هر آزمایش به‌طور مرتب گزارش کار را در جلد دوم (کتاب گزارش کار) در منزل بنویسید و در جلسهٔ بعدی تحویل مربی آزمایشگاه دهید.

۸ــ به شعار «**اول ایمنی، بعد کار**» در آزمایشگاه توجه کنید. چنانچه وسایلی را به برق وصل می‌کنید نهایت احتیاط را بکنید تا حادثهٔ ناگواری برای شما رخ ندهد.

۹ــ در بعضی از آزمایش‌ها، قید شده است که آزمایش را به کمک مربی انجام دهید. توصیه می‌شود این موارد را جدی بگیرید.

۱۰ــ سعی کنید با توجه به ارائهٔ آزمایش‌ها، با استفاده از نرم‌افزارها توسط معلم، آزمایش‌های این کتاب را در خارج از ساعات آزمایشگاه، روی شبیه‌ساز (آزمایشگاه مجازی) به‌اجرا درآورید. محتوای آزمایش‌ها در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ آمده است.

۱۱ــ قبل از اجرای هر آزمایش نکات ایمنی و دستورالعمل اجرایی کارگاه‌ها را حتماً مطالعه کنید.

۱۲ــ حتماً برای خودتان یک کیف ابزار تهیه کنید و آن را مورد استفاده قرار دهید.

با تشکر ــ مؤلفان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
آزمایش شمارهٔ ۱ــ میزکار، تجهیزات و قطعات اساسی	۱
۱ــ۱ــ اطلاعات اولیه	۲
۱ــ۲ــ نکات ایمنی	۲
۱ــ۳ــ کار با نرم‌افزار	۷
۱ــ۴ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز	۷
۱ــ۵ــ مراحل اجرای آزمایش میز کار	۷
۱ــ۶ــ نتایج آزمایش	۳۵
۱ــ۷ــ الگوی پرسش	۳۶
۱ــ۸ــ ارزشیابی	۳۷
کلیه مراحل مندرج در آزمایش شماره ۱ در سایر آزمایش‌ها، تکرار شده است	
آزمایش شمارهٔ ۲ــ مولتی متر و کاربرد آن	۳۸
آزمایش شمارهٔ ۳ــ مقاومت متغیر	۵۸
آزمایش شمارهٔ ۴ــ کار با سیگنال ژنراتور صوتی و فرکانس‌متر	۷۰
آزمایش شمارهٔ ۵ــ اندازه‌گیری اختلاف فاز با اسیلوسکوپ	۸۳
آزمایش شمارهٔ ۶ــ مشاهدهٔ منحنی مشخصهٔ دیود و ترانزیستور به‌وسیلهٔ اسیلوسکوپ	۱۰۶
آزمایش شمارهٔ ۷ــ آزمایش دیود و محاسبهٔ پارامترهای آن	۱۲۱
آزمایش شمارهٔ ۸ــ یکسوسازهای نیم‌موج، تمام‌موج و صافی خازنی	۱۲۸
آزمایش شمارهٔ ۹ــ کار با چند نمونه سنسور	۱۳۹
منابع و مآخذ	۱۴۸

هدف کلی

کار با قطعات و دستگاه‌های اندازه‌گیری پایه در رشتهٔ الکترونیک
(سخت‌افزاری و نرم‌افزاری)

جدول بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی		
شمارهٔ آزمایش	عنوان	زمان اختصاص داده شده به ساعت آموزش
۱	میز کار، تجهیزات و قطعات اساسی	۹
۲	مولتی‌متر و کاربرد آن	۱۲
۳	مقاومت‌های متغیر	۶
۴	کار با سیگنال ژنراتور صوتی (AF)	۳
۵	اندازه‌گیری با اسیلوسکوپ	۱۲
۶	مشاهدهٔ منحنی مشخصهٔ دیود و ترانزیستور با اسیلوسکوپ	۱۸
۷	آزمایش دیود و محاسبهٔ مشخصه‌های آن	۱۵
۸	یکسوسازهای نیم‌موج، تمام موج و صافی خازنی	۹
۹	معرفی و کار با نمونه‌هایی از حسگرها (سنسورها ـ Sensors)	۶

آزمایش شمارهٔ ۱

زمان اجرا : ۹ ساعت آموزشی

میزکار، تجهیزات و قطعات اساسی

هدف کلی آزمایش

آشنایی با تجهیزات میزکار و قطعات اساسی در الکترونیک

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱ــ امکانات نصب شده روی میزکار را نام ببرد.

۲ــ کاربرد امکانات نصب شده روی میزکار را به اختصار توضیح دهد.

۳ــ مشخصات شامل مدل، شماره سریال و سایر مشخصات را از روی پلاک دستگاه بخواند.

۴ــ نکات ایمنی و بهداشت مربوط به آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی را عملاً رعایت کند.

۵ــ نرم‌افزار Electronics assistant که مربوط به کدهای رنگی و خواندن مقاومت‌ها و خازن‌ها است را روی کامپیوتر نصب کند و آن را مورد استفاده قرار دهد.

۶ــ مقاومت الکتریکی را تعریف کند.

۷ــ مشخصه‌های مقاومت ثابت را تعریف کند.

۸ــ کد رنگی مقاومت‌ها را توضیح دهد.

۹ــ مقدار مقاومت و تولرانس (خطا) و استاندارد آن را با استفاده از روش‌های مختلف از روی مقاومت بخواند.

۱۰ــ ساختمان مقاومت متغیر را توضیح دهد.

۱۱ــ مقاومت‌های تابع نور را توضیح دهد.

۱۲ــ مقاومت‌های تابع حرارت را توضیح دهد.

۱۳ــ انواع مقاومت‌ها را با توجه به شکل ظاهری از یکدیگر تمیز دهد.

۱۴ــ خازن را تعریف کند.

۱۵ــ مشخصات خازن را تعریف کند.

۱۶ــ خازن‌های الکترولیتی و غیرالکترولیتی را از یکدیگر تشخیص دهد.

۱۷ــ ظرفیت خازن‌های مختلف را از روی خازن‌ها بخواند.

۱۸ــ مشخصات سلف را تعریف کند.

۱۹ــ انواع سلف‌ها را از نظر شکل ظاهری از یکدیگر تمیز دهد.

۲۰ــ پیل و باتری را تعریف کند.

۲۱ــ انواع پیل‌ها و باتری‌ها را از یکدیگر تمیز دهد.

۲۲ــ با استفاده از Data sheet و Data book اطلاعات مربوط به انواع مقاومت، خازن، سلف و باتری را استخراج کند.

۲۳ــ نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم را روی رایانهٔ خود نصب کند.

۲۴ــ قطعات و المان‌های موجود در آزمایش اول را با استفاده از نرم‌افزار شناسایی کند و روی میز کار بیاورد.

۲۵ــ گزارش کار جامع از مراحل اجرای آزمایش‌ها تهیه کند.

حیطه‌های عاطفی نیاز به زمان جداگانه ندارند و در خلال فعالیت‌های آزمایشگاهی بروز می‌کنند و مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند.

۲۶ــ آزمایش‌ها را با اعتماد به نفس و به‌طور دقیق انجام دهد.

۲۷ــ نظم و ترتیب و حضور به موقع در آزمایشگاه را رعایت کند.

۲۸ــ مسئولیت‌های واگذار شده را به‌طور دقیق اجرا کند.

۲۹ــ در زنگ تفریح حتماً استراحت و تفریح کند.

۳۰ــ در موقعیت‌های مناسب از آزمایشگاه مجازی استفاده کند.

۳۱ــ از قطعات ــ ابزار و تجهیزات به خوبی نگهداری کند.

۳۲ــ ابهامات و سؤالات خود را بپرسد.

۳۳ــ در گروه کاری خود مشارکت فعال و همکاری مؤثر داشته باشد.

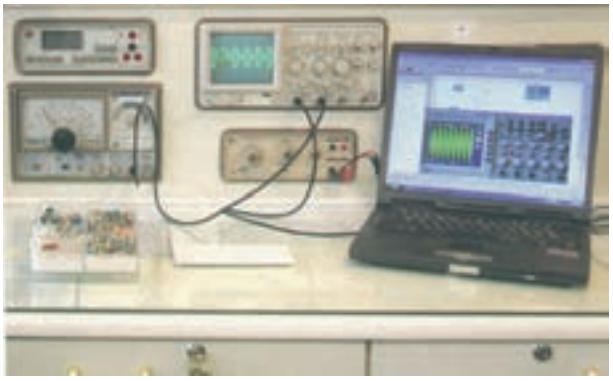
۳۴ــ نسبت به حل مشکلات سایر هنرجویان حساس و فعال باشد.

۳۵ــ سایر هنرجویان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات راهنمایی و تشویق کند.

۳۶ــ به سؤالات آزمون‌های مستمر عملی و نظری پاسخ دهد.

۱ــ۱ــ اطلاعات اولیه

یکی از تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری و الکترونیک میز آزمایشگاهی است. تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز ممکن است روی میز نصب شده باشد یا به‌صورت قابل حمل روی آن قرار گیرد. آشنایی و نحوهٔ استفاده از میزکار و تجهیزات آن از مواردی است که فراگیرنده در هر سطحی که باشد باید به خوبی آن را بیاموزد. در شکل ۱ــ۱ نمونه‌ای از میزکار آزمایشگاهی الکترونیک را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱ــ۱ــ نمونه‌ای از میز کار آزمایشگاهی الکترونیک

اول ایمنی، بعد کار

۲ــ۱ــ نکات ایمنی

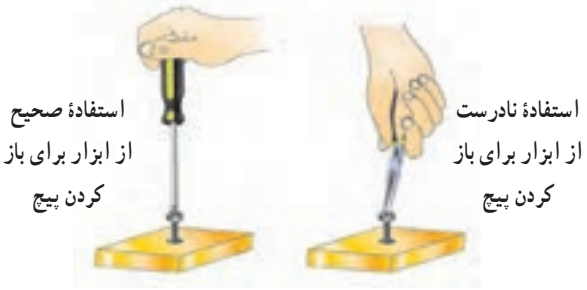
نکات ایمنی عمومی : در کارگاه‌های فنی و حوزه‌های صنعتی برای اجرای کارهای عملی لازم است دستورهای حفاظتی و ایمنی توسط مسئولین هنرستان، سرپرست کارگاه، هنرآموزان و هنرجویان کاملاً مورد توجه قرار گیرد، تا از بروز خطرات احتمالی مانند برق‌گرفتگی و آسیب‌رسانی به تجهیزات جلوگیری شود.

۱ــ۲ــ۱ــ نظم و ترتیب را در کارگاه و آزمایشگاه رعایت کنید (شکل ۲ــ۱).

رعایت این توصیه، مهارت دقت نظر، سرعت کار و کیفیت آموزشی را در فرد افزایش می‌دهد.

شکل ۲ــ۱ــ نظم و ترتیب کارگاه

۲ــ۲ــ۱ــ انتخاب ابزار کار مناسب و استفادهٔ صحیح از آن‌ها، یکی دیگر از نکات ایمنی عمومی است (شکل ۳ــ۱).



شکل ۳ــ۱ــ انتخاب درست ابزار کار و نحوهٔ کاربرد صحیح آن

استفادهٔ بهینه از وسایل و تجهیزات، مهارت الگوی صحیح مصرف را در فرد ایجاد می‌کند و طول عمر وسایل را افزایش می‌دهد.

۳ــ۲ــ۱ــ از ابزاری که به دستهٔ عایق مجهز است، استفاده کنید. استفاده از این وسایل، صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی ناشی از صدمه‌های جانی و مالی را به‌دنبال دارد (شکل ۴ــ۱).

شکل ۴ــ۱ــ استفاده از ابزار با دستهٔ عایق

۴ــ۲ــ۱ــ میزهای آزمایشگاهی و تابلوهای برق را به فیوزهای F_I و F_U مجهز کنید تا دچار برق‌گرفتگی نشوید. هنگام تعمیر از ترانس ایزوله ۱ : ۱ با فیوز مناسب استفاده کنید (شکل ۵ــ۱).

شکل ۵ــ۱ــ فیوز حفاظتی نصب شده در کارگاه

نکته‌های مهم

- فیوزهای F_I و F_U را در اصطلاح بازاری فیوزهای حافظ جان می‌گویند.
- ترانسفورماتور «یک به یک» ترانسفورماتوری است که ولتاژ ورودی و خروجی آن باهم برابر است و به‌منظور جداسازی دستگاه از شبکهٔ برق شهر به کار می‌رود.

استفاده از ترانس ایزوله ضریب اطمینان ایمنی و حفاظت در کار را بالا می‌برد و مهارت مقابله با استرس را در فرد افزایش می‌دهد.

یکی از ویژگی‌های یک شهروند مسئول

یک شهروند مسئول در همه‌جا به نکات ایمنی توجه می‌کند و آن‌ها را اجرا می‌نماید. یکی از نکات ایمنی که باعث حفاظت جان اعضای خانواده می‌شود، نصب فیوزهای F_I و F_U است. آیا شما در این ارتباط یک شهروند مسئول هستید؟ موضوع را در کلاس به بحث بگذارید.

۵ــ۲ــ۱ــ از وارد کردن ضربه به دستگاه‌ها و تجهیزات خودداری کنید (شکل ۶ــ۱).

شکل ۶ــ۱ــ از ضربه زدن به دستگاه خودداری کنید.

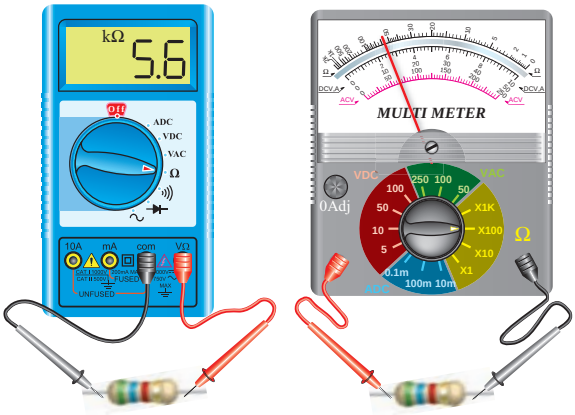
به‌طور کلی حفاظت از وسایل، مهارت ارزش‌گذاری بر ثروت عمومی، مسئولیت‌پذیری و توجه به هزینه‌هایی که برای تحصیل هر فرد صرف می‌شود را به‌وجود می‌آورد.

۶ــ۲ــ۱ــ هنگام جازدن و یا کشیدن دو شاخهٔ برق از سیم‌های متصل شده به آن استفاده نکنید و دو شاخه را به‌طور صحیح در دست بگیرید (شکل ۷ــ۱).

شکل ۷ــ۱ــ اتصال صحیح دو شاخه

این نکته مهارت دقت نظر و توجه بیش‌تر را در فرد ایجاد می‌کند و مانع بروز حادثه می‌شود.

۷ــ۲ــ۱ــ هنگام اندازه‌گیری کمیت‌های الکترونیکی، توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری، از حوزهٔ صحیح کار و گسترهٔ مناسب آن استفاده کنید (شکل ۸ ــ۱).



شکل ۸ــ۱ــ استفاده از حوزهٔ کار صحیح دستگاه اندازه‌گیری

این مهارت علاوه بر جلوگیری از بروز حادثه باعث افزایش دقت‌نظر، کیفیت و سرعت در انجام کار می‌شود.

۸ــ۲ــ۱ــ از روشن و خاموش کردن دستگاه‌هایی که با کاربری آن‌ها آشنا نیستید و ارتباطی با کار شما ندارد جداً خودداری کنید. هم‌چنین از چرخاندن بی‌مورد ولوم‌ها و قطع و وصل کردن و فشار دادن کلیدهای مربوط به تجهیزات و دستگاه‌های الکترونیکی بپرهیزید (شکل ۹ــ۱).

شکل ۹ــ۱ــ از دست‌کاری بی‌مورد کلیدهای دستگاه خودداری کنید.

این امر مهارت حفاظت از وسایل را افزایش می‌دهد و از بروز خطرات و آسیب‌رسانی به افراد و تجهیزات جلوگیری می‌کند.

۹ــ۲ــ۱ــ از تردد بی‌دلیل در محیط کارگاه و حضور بی‌مورد در محل میزهای کاری دیگران جداً خودداری کنید (شکل ۱۰ــ۱).

شکل ۱۰ــ۱ــ بی‌دلیل در کارگاه تردد نکنید.

توجه : با جلوگیری از اختلال در کار، هم‌چنین ایجاد نظم در کارگاه و برقراری آرامش، فضای آرامی به وجود می‌آید که می‌توان اجرای وظایف محوله را با دقت و کارآیی مطلوب امکان‌پذیر ساخت.

۱۰ــ۲ــ۱ــ از گذاشتن وسایل اضافی روی میزکار جداً خودداری کنید (شکل ۱۱ــ۱).

شکل ۱۱ــ۱ــ وسایل اضافی را روی میزکار نگذارید.

این امر مهارت به‌کارگیری نظم و ترتیب را افزایش می‌دهد. داشتن تمرکز، تعهد و نظم در کار، انسان را به عظمت می‌رساند.

نکات مهم اجرایی در کارگاه‌ها

۱۱ــ۲ــ۱ــ حضور به موقع در کارگاه باعث افزایش رشد شخصیت اجتماعی و بهره‌وری در سیستم آموزشی می‌شود. هم‌چنین صحیح نشستن روی صندلی، سلامت شما را تضمین می‌کند (شکل ۱۲ــ۱).

شکل ۱۲ــ۱ــ نشستن هنرجو روی صندلی درست نیست.

۱۲ــ۲ــ۱ــ پوشیدن لباس کار، حس تملک و علاقه را نسبت به محیط در فرد ایجاد می‌کند و هنگام کار مانع از کثیف شدن لباس‌های شما می‌شود (شکل ۱۳ــ۱).

شکل ۱۳ــ۱ــ ایجاد حس تملک با پوشیدن لباس کار

۱۳ــ۲ــ۱ــ تشکیل گروه‌های کاری باعث ایجاد و مهارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با دیگران می‌شود (شکل ۱۴ــ۱).

مهارت شنیدن نظرات دیگران، موجب می‌شود تا برای برقراری ارتباط، بهترین روش‌ها را به‌کار بگیرید.

شکل ۱۴ــ۱ــ تشکیل گروه‌های کاری

۱۴ــ۲ــ۱ــ توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه‌ها، بررسی دقیق میزهای کار، تعیین وسایل معیوب و گزارش آن به مربیان، از وظایف مهمی است که به ارشد دوره‌ای کارگاه واگذار می‌شود (شکل ۱۵ــ۱).

شکل ۱۵ــ۱ــ تعیین ارشد کلاس

ارشد کارگاه در هر هفته تغییر می‌کند، با این هدف، حس مسئولیت‌پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می‌شود.

۱۵ــ۲ــ۱ــ تهیهٔ دفتر گزارش کار و تنظیم آن برای هر آزمایش کمک می‌کند تا مهارت بازبینی فعالیت‌های انجام شده توجه به هدف و نتیجه، پیدا کردن اشکالات و رفع آن‌ها در فرد ایجاد شود (شکل ۱۶ــ۱).

رعایت این توصیه، مهارت تبدیل نقاط ضعف به نقاط قوت را در فراگیر ایجاد می‌کند.

شکل ۱۶ــ۱ــ دفترگزارش کار و بازبینی آن توسط مربی کارگاه

۱۶ــ۲ــ۱ــ خواندن دستورهای اجرایی و مراحل اجرای آزمایش قبل از شروع کار، مهارت اعتماد به نفس و داشتن آرامش را در اجرای آزمایش امکان‌پذیر می‌کند (شکل ۱۷ــ۱).

شکل ۱۷ــ۱ــ خواندن دستور کار قبل از شروع آزمایش

۱۷ــ۲ــ۱ــ استفاده از آزمایشگاه مجازی (Virtual lab) به عنوان پیش آزمایش موجب صرفه‌جویی در ابزار، قطعات و تجهیزات می‌شود و آموزش را عمیق‌تر می‌سازد.

استفاده از نرم‌افزار

برخی از مزایای استفاده از آزمایشگاه مجازی عبارتند از:

- در صورت بروز اشتباه در بستن مدار و اتصال دستگاه‌ها به آن، آسیبی به مدار و دستگاه‌ها وارد نمی‌شود و خسارت مالی رخ نمی‌دهد.
- مقادیر قطعات قابل تغییر است و با تغییر آن‌ها می‌توانید اثر آن را به راحتی روی مدار مشاهده کنید.
- بدون نیاز به قطعات سخت‌افزاری می‌توانید مدارهای دلخواه خود را ببندید و خلاقیت خود را بروز دهید.
- به‌راحتی می‌توانید بدون هیچ هزینه و در زمان کوتاهی آزمایش‌ها را به دفعات متعدد تکرار کنید.

نکات ایمنی خاص این آزمایش

۱۸ــ۲ــ۱ــ روی صندلی درست بنشینید.

۱۹ــ۲ــ۱ــ با کلیدها و ولوم‌های دستگاه‌ها بازی نکنید.

۲۰ــ۲ــ۱ــ تا زمانی که مربیان کارگاه اجازه نداده‌اند، دستگاه را روشن نکنید.

۲۱ــ۲ــ۱ــ همیشه به آهستگی صحبت کنید.

۲۲ــ۲ــ۱ــ بدون اجازهٔ مربیان کارگاه در محیط آزمایشگاه تردد نکنید.

۲۳ــ۲ــ۱ــ هنگام کار کردن با دستگاه‌ها به میز تکیه ندهید و وزن خود را روی میز نیندازید.

۲۴ــ۲ــ۱ــ هنگام در دست گرفتن مقاومت‌ها مراقب باشید پایه‌های آن خم نشود.

۲۵ــ۲ــ۱ــ در صورتی که چشم شما ضعیف است حتماً از **عینک** طبی استفاده کنید. زیرا مقادیر نوشته شده روی قطعات مختلف الکترونیکی بسیار ریز هستند و هنگام خواندن مقادیر با مشکل مواجه خواهید شد.

۲۶ــ۲ــ۱ــ از قطعاتی که در اختیار شما قرار می‌دهند به‌دقت مراقبت کنید زیرا این قطعات بسیار کوچک هستند و ممکن است زیر دست و پا گم شوند.

توجه کنید: پاسخ سؤال‌هایی که ستاره دار است را در جلد دوم کتاب تحت عنوان کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۳ــ ۱ــ کار با نرم‌افزار

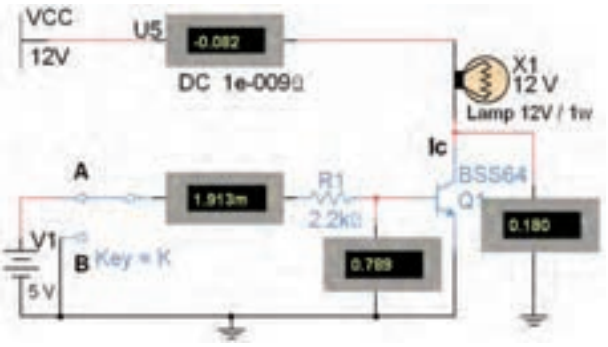
* **۱ــ۳ــ۱ــ** هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم) بنویسید.

۲ــ۳ــ۱ــ مربی محترم آزمایشگاه، قبل از شروع مرحلهٔ ۵ــ۱ کلیهٔ آزمایش‌های قسمت ۵ــ۱ را تا آن‌جا که نرم‌افزار اجازه می‌دهد شبیه‌سازی نماید و برای هنرجویان به نمایش درآورد.

* **۳ــ۳ــ۱ــ** هنرجویان عزیز با مراجعه به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول مراحل این آزمایش را شبیه‌سازی نمایند و فایل مربوطه را تحویل مربی آزمایشگاه دهند. این عمل به تدریج در طول سال انجام می‌شود.

* **۴ــ۳ــ۱ــ** هریک از هنرجویان نقشهٔ یک نمونه از موارد شبیه‌سازی شدهٔ خود را کپی بگیرند و آن را در محل مربوطه دردفترگزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بچسبانند.

در شکل ۱۸ــ۱ یک نمونه از مدار شبیه‌سازی شده مربوط به یکی از آزمایش‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸ــ۱ــ نمونه‌ای از شبیه‌سازی

* **۵ــ۳ــ۱ــ** مراحل اجرای شبیه‌سازی را توضیح دهید.

۴ــ۱ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

ــ میز آزمایشگاه الکترونیک	یک دستگاه
ــ مقاومت ۴ نواره	۱۰ عدد
ــ مقاومت ۵ نواره	۱۰ عدد
ــ مقاومت متغیر	۱ عدد
ــ مقاومت تابع نور	۱ عدد
ــ مقاومت تابع حرارت	۲ عدد
ــ انواع مقاومت‌ها مانند سیمی و آجری	از هرکدام ۲ عدد
ــ خازن غیرالکترولیتی	۵ عدد
ــ خازن الکترولیتی	۵ عدد
ــ سلف ساده	۲ عدد
ــ سلف با کد رنگی	۲ عدد
ــ انواع پیل‌های متداول از هر نمونه	۱ عدد
ــ Data sheet مقاومت، سلف خازن و پیل	
ــ رایانه	یک دستگاه
ــ نرم‌افزار ادیسون، مولتی‌سیم الکترونیک آسیستانت (Electronic Assistant)	

۵ــ۱ــ مراحل اجرای آزمایش میزکار

* **۱ــ ۵ــ۱ــ** میزکار آزمایشگاه را مورد بررسی قرار دهید و براساس جدول ۱ــ۱ نام دستگاه‌ها، قطعات و تجهیزات نصب شده روی میز و مشخصات فنی شامل، مدل شمارهٔ سریال، ولتاژ کار و توان مصرفی را در جدول ۱ــ۱ بنویسید. در شکل ۱۹ــ۱ نمونهٔ دیگری از تصویر میز آزمایشگاهی الکترونیک را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹ــ۱ــ نمونه‌ای از میز آزمایشگاهی استاندارد

* **۲ــ ۵ــ۱ــ** در مورد عملکرد هریک از قطعات و دستگاه‌های ذکر شده در جدول ۱ــ۱ حداکثر در یک سطر توضیح دهید.

* **۳ــ۵ــ۱ــ** میز آزمایشگاهی که از آن استفاده می‌کنید چه ویژگی‌هایی دارد؟ تعداد کشو ــ قفل برق ــ قطعات و دستگاه‌های نصب شده روی میز یا جداگانه و لوازم اضافی دیگر را نام ببرید.

* **۴ــ۵ــ۱ــ تحقیق کنید :** با مراجعه به یکی از موتورهای جست‌وجو و درج نام هریک از دستگاه‌های موجود در میز آزمایشگاهی به زبان انگلیسی تصاویر تعداد دیگری از دستگاه‌ها را بیابید و آن را به کلاس ارائه کنید.

توجه کنید : رعایت سکوت در هنگام کار محیط آرامی را برای شما فراهم می‌کند و فرصت تفکر و تحقیق را مهیا می‌سازد.

* **۵ــ۵ــ۱ــ** دربارهٔ جدول ۱ــ۱ با هم گروهی خود بحث کنید و در صورتی که ابهامی وجود دارد از مربی کارگاه بپرسید و نتایج بحث را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

* **۶ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم (جلد اول، کتاب آزمایشگاه مجازی) دستگاه‌های موجود در میز آزمایشگاهی را بیابید و نام آن‌ها را بنویسید.

مقاومت ثابت

۷ــ۵ــ۱ــ هر عاملی را که باعث کم شدن یا توقف جریان الکتریکی شود، خاصیت مقاومت الکتریکی (Resistance) می‌نامند. مقاومت الکتریکی را اصطلاحاً Resistor می‌نامند و آن را با حرف R نشان می‌دهند. این نوع مقاومت‌ها را مقاومت اهمی می‌نامند.

نماد مقاومت الکتریکی در استاندارد IEC به صورت است.

۸ــ۵ــ۱ــ مقاومت‌های اهمی در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی نقش‌هایی به شرح زیر دارند :

- محدود کردن جریان در مدار و ایجاد افت ولتاژ در نقاط مختلف مدارها
- ایجاد حرارت
- تعیین مقاومت ورودی و خروجی در مدارهای الکترونیکی
- مقاومت‌ها کاربردهای متعدد دیگری در مدارهای مختلف الکترونیکی نیز دارند که در آینده به آن‌ها می‌پردازیم.

در شکل ۲۰ــ۱ تعدادی از مقاومت‌های پرکاربرد در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی نشان داده شده است. این مقاومت‌ها در انواع گوناگونی مانند کربنی، نصب سطحی، چندتایی، (مجتمع) و سیمی ساخته می‌شوند.

کربنی

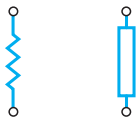
چندتایی

سیمی

آجری

نصب سطحی SMD

مقاومت با گرماگیر Heat sink


نمادهای مقاومت

شکل ۲۰ــ۱ــ تصویر ظاهری چند نمونه مقاومت اهمی

۹ــ۵ــ۱ــ واحد مقاومت الکتریکی اهم است که آن را با Ω (می‌خوانند اُمگا) نشان می‌دهند. واحدهای بزرگ‌تر از اهم را کیلواهم (KΩ) و مگااهم (MΩ) می‌نامند.

* **۱۰ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به یکی از موتورهای جست‌وجو و درج کلمهٔ Resistor، تصاویر تعداد دیگری از مقاومت‌ها را بیابید و فایل تصویری آن‌ها را ذخیره کنید. سپس نتایج کار را به کلاس ارائه دهید و نحوهٔ جست‌وجوی تصاویر و ذخیرهٔ آن‌ها را بیان کنید.

۱۱ــ۵ــ۱ــ به‌طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر کاربرد به سه دستهٔ کلی : ثابت، متغیر و تابع عوامل فیزیکی تقسیم کرد.

مقاومت‌های ثابت : مقاومت‌های ثابت، همان‌طور که از اسم آن‌ها برمی‌آید، مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها ثابت است و تابع عواملی مانند دما، فرکانس، میدان مغناطیسی، نور، ولتاژ و رطوبت نیستند. شکل ۲۱ــ۱ یک نمونه از مقاومت ثابت را نشان می‌دهد.

شکل ۲۱ــ۱ــ یک نمونه مقاومت ثابت

جورج سیمون اهم (۱۸۵۴ــ۱۷۸۹) دانشمند آلمانی که بیان‌کننده قانون اهم است.

۱۲ــ۵ــ۱ــ معمولاً مقدار مقاومت را روی آن می‌نویسند یا با استفاده از کدرنگی مشخص می‌کنند.

۱۳ــ۵ــ۱ــ هر مقاومت برای تحمل توان مشخص ساخته می‌شود که آن را اصطلاحاً wattage (واتیج یا توان مجاز) می‌نامند. رایج‌ترین توان‌های مجاز مقاومت‌های استاندارد برابر با $\frac{۱}{۱۶}$ ، $\frac{۱}{۸}$ ، $\frac{۱}{۴}$ ، ۲،۱، ۳ و ۵ وات است. در یک مجموعهٔ مقاومت از یک جنس و یک مقدار معین، مقاومتی که بزرگ‌تر است دارای توان مجاز بیش‌تری است.

۱۴ــ۵ــ۱ــ هنگامی که یک مقاومت را می‌سازند، مقدار واقعی مقاومت ساخته شده از مقدار نوشته شده روی آن بیش‌تر یا کم‌تر است. این تفاوت مقرر را خطا یا تولرانس (Tolerance) مقاومت می‌نامند و آن را با درصد مشخص می‌کنند. مثلاً اگر یک مقاومت یک کیلواهمی دارای خطای ۱۰درصد باشد مقدار واقعی آن با روش زیر مشخص می‌شود :

مقدار تولرانس $۱۰۰۰ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = ۱۰۰\Omega$

$۱۰۰۰ - ۱۰۰ = ۹۰۰\ \Omega$

$۱۰۰۰ + ۱۰۰ = ۱۱۰۰\ \Omega$

مقدار واقعی مقاومت‌های ساخته شده بین ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ اهم قرار دارد.

۱۵ــ۵ــ۱ــ مقدار عددی مقاومت روی مقاومت‌هایی نوشته می‌شود که مقدار توان آن بیش‌تر از یک وات باشد. در این روش واحد مقاومت و تولرانس آن را با حروف مشخص می‌کنند و مقدار اهم را با R، کیلواهم را با K و مگااهم را با M نشان می‌دهند. برای تولرانس نیز حرف M مشخص‌کنندهٔ تولرانس ۲۰ درصد و حرف K ده درصد و حرف J برابر با ۵ درصد است. به عنوان مثال مقدار مقاومت ۱۰ KJ برابر با ۱۰ اهم و تولرانس آن ۵ درصد است. در صفحهٔ بعد چند نمونه مقدار مقاومت با این روش را آورده‌ایم.

R۱۷J = ۰/۱۷Ω ± ٪۵

۱۰RJ = ۱۰Ω ± ٪۵

۲K۲K = ۲/۲KΩ ± ٪۱۰

۶M۸J = ۶/۸MΩ ± ٪۵

۳۳KK = ۳۳KΩ ± ٪۱۰

۴۷۰RM = ۴۷۰Ω ± ٪۲۰

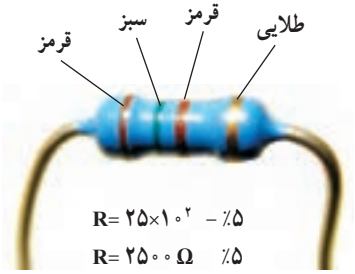
این روش را کد یا رمز «عدد ــ حرف» می‌نامند.

در این روش حرف G را برای تولرانس ٪۲ و حرف F را برای ٪۱ ، حرف D برای ٪۵ و حرف B را برای ۰/۱ درصد درنظر می‌گیرند.

* **۱۶ــ۵ــ۱ــ** مقدار مقاومت ۴ عدد مقاومت که با رمز «عدد ــ حرف» مشخص شده است را بخوانید و نتایج را در جدول ۲ــ۱ یادداشت کنید.

۱۷ــ۵ــ۱ــ یکی دیگر از روش‌های خواندن مقاومت استفاده از کد رنگی است. این روش برای مقاومت‌هایی به‌کار می‌رود که ابعاد آن کوچک است. در این روش طبق شکل ۲۱ــ۱ تعداد ۴، ۵ یا ۶ نوار رنگی روی مقاومت ترسیم می‌کنند و به هر نوار طبق شکل ۲۲ــ۱ عددی را اختصاص می‌دهند. در مقاومت‌هایی که ۴ نوار دارند، نوار اول نمایندهٔ رقم اول، نوار دوم نمایندهٔ رقم دوم و نوار سوم ضریب ده یا تعداد صفرهایی است که در جلوی عدد قرار می‌گیرد. نوار چهارم میزان تولرانس یا خطای مقاومت را نشان می‌دهد.

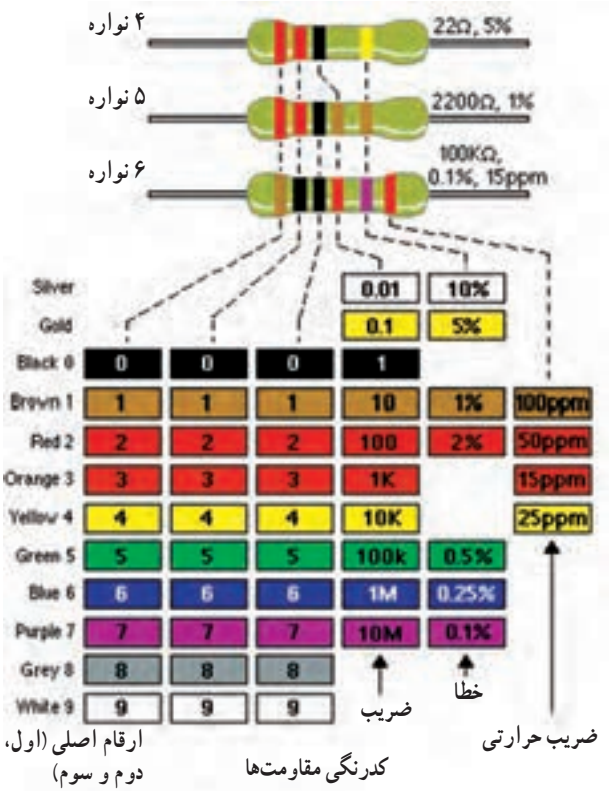
۱۸ــ۵ــ۱ــ جدول کدهای رنگی مقاومت‌ها معمولاً به آسانی در دسترس است. شما می‌توانید از طریق موتورهای جست‌وجو در فضای مجازی اینترنت نمونه‌های مختلف این جداول را به‌دست آورید. خواندن مقاومت‌های ۵ نواره و ۶ نواره مشابهت زیادی با خواندن مقاومت‌های ۴ نواره دارد. در شکل ۲۳ــ۱ جدول مربوط به کدهای رنگی را برای مقاومت‌های ۴ ، ۵ و ۶ نواره، ملاحظه می‌کنید.



استاندارد کد نوارهای رنگی مقاومت

رنگ	اعداد صحیح		ضریب نوار سوم	تولرانس نوار چهارم
	نوار اول	نوار دوم		
سیاه	ــ	۰	×۱	ــ
قهوه‌ای	۱	۱	×۱۰	ــ
قرمز	۲	۲	×۱۰۰	ــ
نارنجی	۳	۳	×۱۰۰۰	ــ
زرد	۴	۴	×۱۰k	ــ
سبز	۵	۵	×۱۰۰k	ــ
آبی	۶	۶	×۱۰۰۰k	ــ
بنفش	۷	۷	ــ	ــ
خاکستری	۸	۸	ــ	ــ
سفید	۹	۹	ــ	ــ
طلایی	ــ	ــ	×۰/۱	± ٪۵
نقره‌ای	ــ	ــ	×۰/۰۱	± ٪۱۰
بی‌رنگ	ــ	ــ	ــ	± ٪۲۰

شکل ۲۲ــ۱ــ خواندن رمز رنگی مقاومت‌های ۴نواره



شکل ۲۳ــ۱ــ نحوهٔ خواندن کدرنگی مقاومت‌های ۴، ۵ و ۶ نواره

نکتهٔ مهم: درصورتی که در نوار مربوط به ضریب، رنگ‌های طلایی و نقره‌ای قرار گیرد، ضریب مقاومت به ترتیب ۰/۱ و ۰/۰۱ می‌شود.

* **۱۹ــ۵ــ۱ــ** از هریک از مقاومت‌های ۴ ، ۵ و ۶ نواره تعداد ۳ عدد تهیه کنید و مقادیر هریک را بخوانید و در جدول ۳ــ۱ بنویسید.

* **۲۰ــ۵ــ۱ــ** با همکار گروهی خود تصویر تعدادی مقاومت را روی کاغذ ترسیم کنید و روی آن‌ها نوارهای رنگی بکشید و مقدار مقاومت‌ها را برای مقاومت‌های ۴، ۵ و ۶ نواره تمرین کنید. نتایج حاصل شده از این تجربه را در سه سطر توضیح دهید.

* **۲۱ــ۵ــ۱ــ** نحوهٔ خواندن کد رنگی مقاومت‌های ۴ ، ۵ و ۶ نواره را به‌طور خلاصه در ۶ سطر توضیح دهید.

نرم‌افزار Electronic assistant E.A.

۲۲ــ۵ــ۱ــ با مراجعه به لوح فشردهٔ آزمایشگاه مجازی، نرم‌افزار Electronic assistant را طبق مراحل زیر نصب کنید.

ابتدا روی نماد برنامه که با کلمات assistance ExE capacitor code مشخص شده است. طبق شکل ۲۴ــ۱ دوبار کلیک کنید.

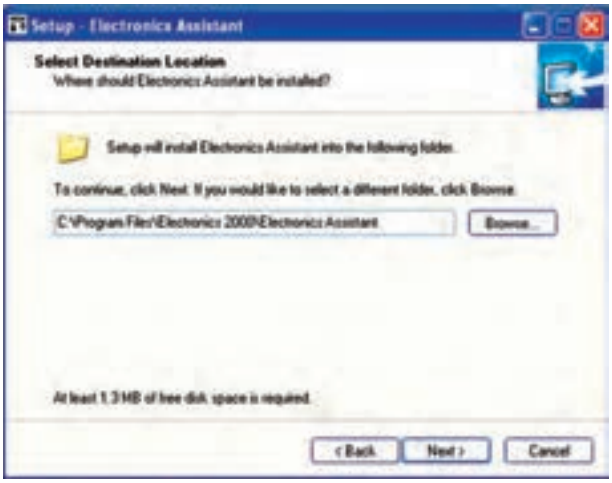
شکل ۲۴ــ۱ــ فعال کردن نرم‌افزار برای نصب

● پنجره‌ای مطابق شکل ۲۵ــ۱ باز می‌شود. روی زبانهٔ Next کلیک کنید. این پنجره به شما خوش‌آمد می‌گوید و توصیه می‌کند که سایر برنامه‌ها را ببندید. هم‌چنین اعلام می‌کند که این برنامه نسخهٔ ۴/۱ است.

شکل ۲۵ــ۱ــ بازشدن پنجرهٔ welcome

● پس از کلیک کردن روی زبانهٔ Next پنجرهٔ نشان داده شده در شکل ۲۶ــ۱ ظاهر می‌شود، در این پنجره می‌توانید از طریق Brouse محل نصب برنامه را مشخص کنید. برای ادامه

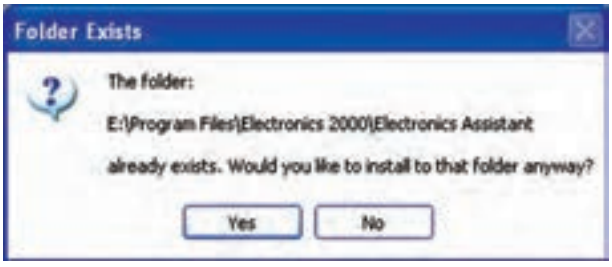
روی زبانهٔ Next کلیک کنید.



شکل ۲۶ــ۱ــ تعیین مسیر و محل نصب برنامه

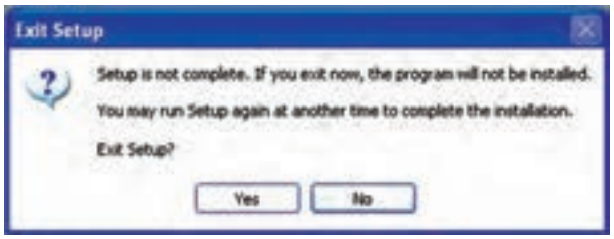
● در صورتی که از قبل برنامه را نصب کرده باشید، پنجرهٔ نشان داده شده در شکل ۲۷ــ۱ ظاهر می‌شود و از شما می‌پرسد در هر صورت می‌خواهید نصب برنامه را ادامه دهید یا خیر.

توصیه می‌کنیم در صورتی که برنامه نصب شده است در همین مرحله روی زبانهٔ NO کلیک کنید. سپس با کلیک کردن روی زبانهٔ Back مراحل نصب را متوقف نمایید.



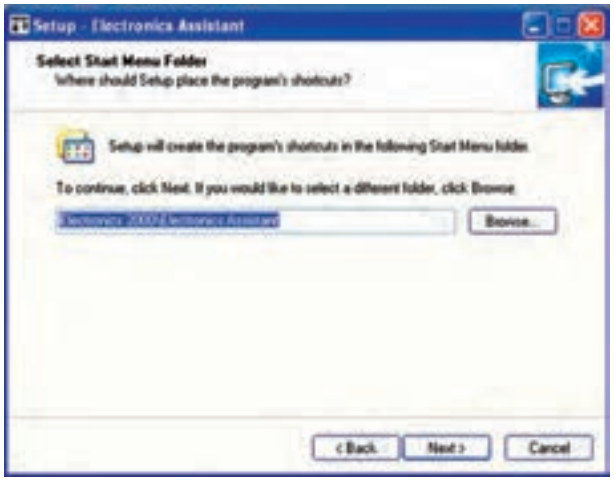
شکل ۲۷ــ۱ــ پنجره‌ای که نشان می‌دهد برنامه از قبل روی کامپیوتر نصب شده است.

● پس از فعال کردن زبانهٔ NO زبانهٔ cancel را فعال کنید. پنجرهٔ شکل ۲۸ــ۱ ظاهر می‌شود این پنجره به شما می‌گوید که نصب برنامه صورت نگرفته است آیا می‌خواهید متوقف کنید؟ در این حالت زبانهٔ Yes را فعال کنید تا نصب برنامه متوقف شود.



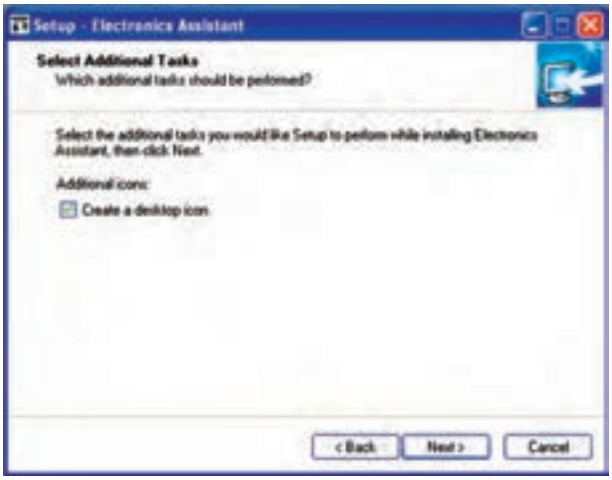
شکل ۲۸ــ۱ــ توقف نصب برنامه

● در صورتی که برنامه روی سیستم کامپیوتری شما نصب نشده باشد، پنجرهٔ نشان داده شده در شکل ۲۹ــ۱ ظاهر می‌شود. این پنجره اعلام می‌کند که یک میان‌برهای (shortcuts) نصب از طریق منوی استارت در این مسیر قرار می‌گیرد. می‌توانید از طریق این پنجره، ادامهٔ مسیر نصب را تغییر دهید. برای ادامهٔ نصب، زبانهٔ Next را فعال کنید تا پنجره بعدی ظاهر شود.

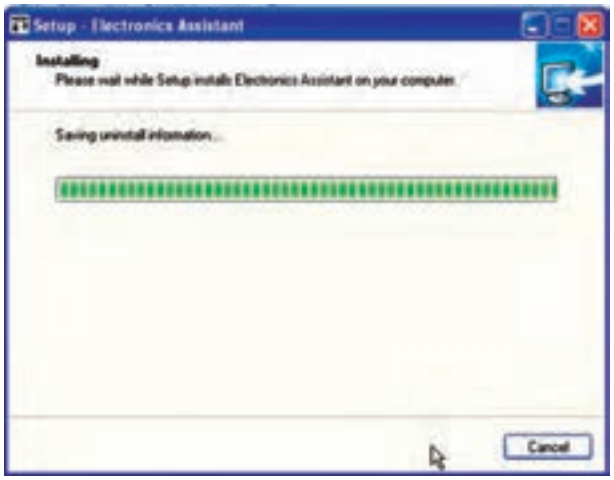


شکل ۲۹ــ۱ــ مشخص کردن ادامهٔ مسیر نصب و قرارگرفتن میان‌برها

● در شکل ۳۰ــ۱ پنجرهٔ ادامهٔ مراحل نصب را مشاهده می‌کنید. در این پنجره از شما می‌پرسد آیا می‌خواهید روی Desktop آیکون نصب برنامه را داشته باشید. در صورتی که روی علامت مربع نشان داده شده در شکل کلیک کنید، علامت ✓ حذف می‌شود. به این ترتیب میان‌بُر روی صفحهٔ اصلی کامپیوتر (Desktop) ظاهر نخواهد شد. پس از تصمیم‌گیری روی زبانهٔ Next کلیک کنید.

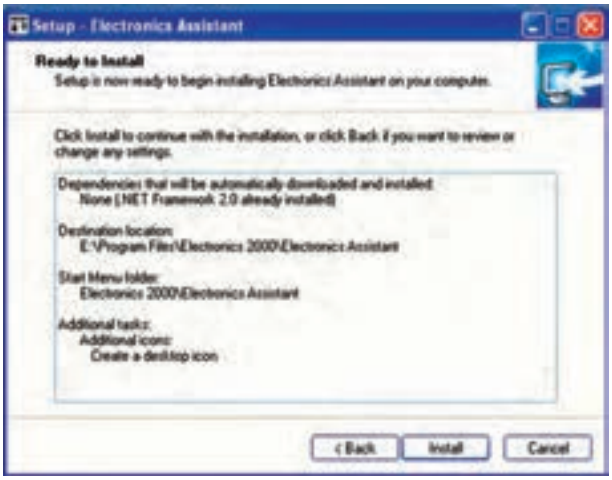


شکل ۳۰ــ۱ــ قرار دادن میان‌بر نصب روی Desktop



شکل ۳۲ــ۱ــ ادامهٔ نصب برنامه

● در پنجرهٔ بعدی که در شکل ۳۱ــ۱ نشان داده شده است. در این صفحه اطلاعات کامل مربوط به برنامه، مسیر نصب و محل قرار گرفتن میان‌برها اعلام می‌شود. درصورتی که تصمیم به اصلاح داشته باشید زبانهٔ Back را فعال کنید. در غیراین‌صورت روی زبانهٔ Next کلیک کنید تا پنجرهٔ بعدی ظاهر شود.



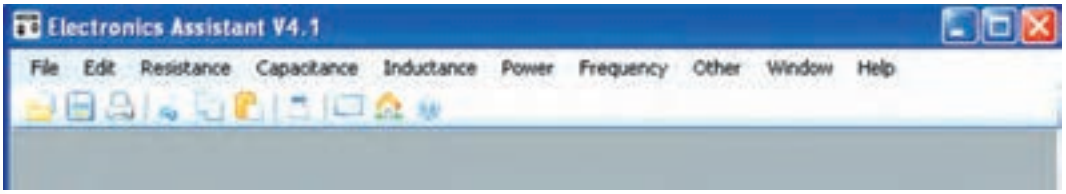
شکل ۳۱ــ۱ــ اطلاعات کامل مراحل نصب

● در شکل ۳۲ــ۱ پنجرهٔ بعدی را که مربوط به نصب برنامه است، ملاحظه می‌کنید.

● پس از نصب کامل برنامه روی کامپیوتر، شکل ۳۳ــ۱ ظاهر می‌شود. روی زبانهٔ finish کلیک کنید.

شکل ۳۳ــ۱ــ پایان نصب برنامه

● پس از پایان نصب برنامه، صفحهٔ نشان داده شده در شکل ۳۴ــ۱ ظاهر می‌شود که صفحهٔ اصلی مربوط به خواندن مقاومت‌ها و خازن‌ها است.

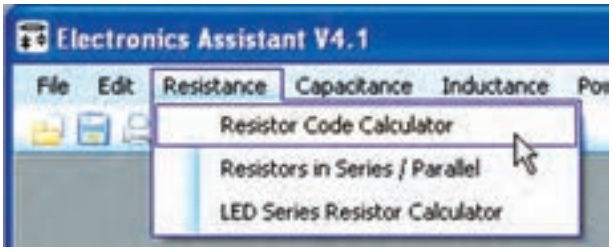


شکل ۳۴ــ۱ــ صفحهٔ اصلی نرم‌افزار Electronic assistant V4.1

● همان‌طور که مشاهده می‌شود، صفحهٔ اصلی نرم‌افزار E.A. تشابه زیادی با نرم‌افزارهایی مانند word و power point دارد.

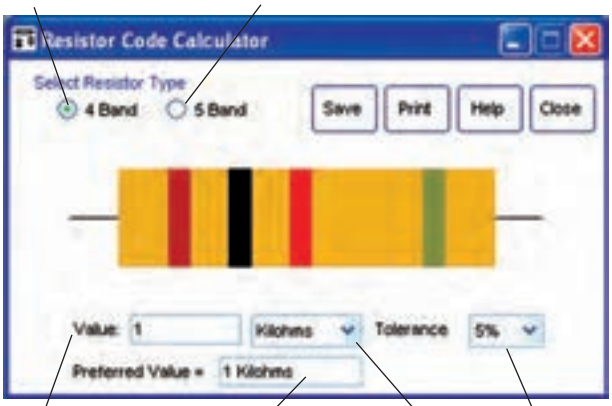
محاسبه‌گر کد رنگی در نرم‌افزار Electronic assistant)

● مکان‌نما را روی کلمهٔ Resistance بگذارید و روی آن کلیک کنید. شکل ۳۴ــ۱ ظاهر می‌شود.



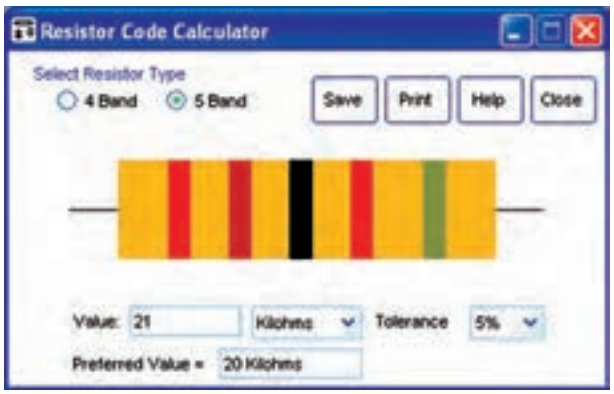
شکل ۳۵ــ۱ــ فعال کردن Resistance

● روی جملهٔ Resistor code calculator کلیک کنید. پنجرهٔ ۳۶ــ۱ ظاهر می‌شود. در این پنجره شما می‌توانید مقاومت‌های ۴ نواره یا ۵ نواره را انتخاب کنید و با تغییر رنگ نوارها مقدار مقاومت را بخوانید یا با تغییر رنگ اعداد، کد رنگی را به‌دست آورید. با استفاده از این پنجره می‌توانید مقاومت را ذخیره یا چاپ کنید. هم‌چنین با استفاده از زبانهٔ Help می‌توانید نحوهٔ استفاده از نرم‌افزار را بیاموزید. با کلیک کردن روی زبانهٔ close، این پنجره بسته می‌شود.



شکل ۳۶ــ۱ــ استفاده از نرم‌افزار برای خواندن کد رنگی

درصورتی که طبق شکل ۳۷ــ۱ روی دایرهٔ توخالی که در کنار 5Band وجود دارد کلیک کنید. مقاومت روی صفحه، ۵ نواره می‌شود.

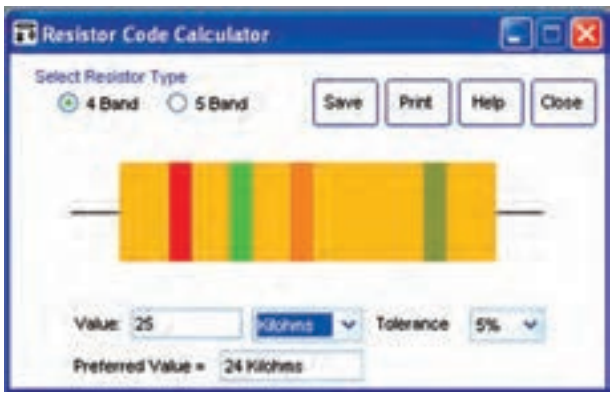


شکل ۳۷ــ۱ــ نمایش مقاومت ۵نواره

نکتهٔ مهم: فرایند نصب نرم‌افزار یک بار در فضای آزمایشگاه توسط مربی آموزش داده می شود، سپس از هنرجویان خواسته می‌شود که در خارج از ساعات آزمایشگاهی نرم‌افزار را نصب و با آن تمرین کنند.

* **۲۳ــ۵ــ۱ــ** مراحل نصب نرم‌افزار را به‌طور خلاصه شرح دهید.

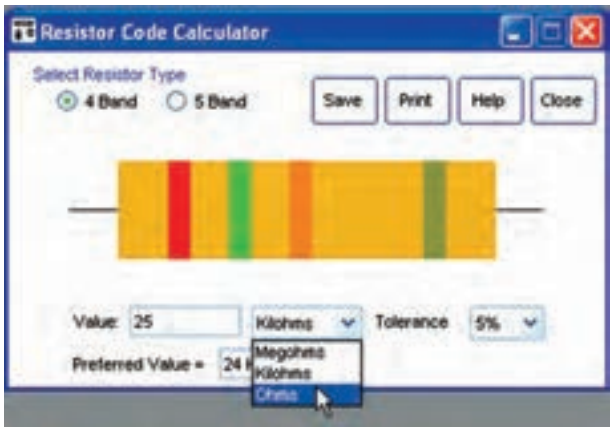
۲۴ــ ۵ــ۱ــ طبق شکل ۳۶ــ۱ نوع مقاومت را روی ۴ نواره بگذارید. مکان‌نما را روی زبانهٔ مقدار (Value) ببرید و روی آن کلیک کنید تا نما چشمک‌زن روی زبانه ظاهر شود. سپس با کلیک کردن و نگهداشتن روی موشواره آن را بکشید تا به رنگ آبی تغییر حالت دهد. با استفاده از کلید Back space، عدد را پاک



شکل ۳۸ــ۱ــ تغییر مقدار مقاومت

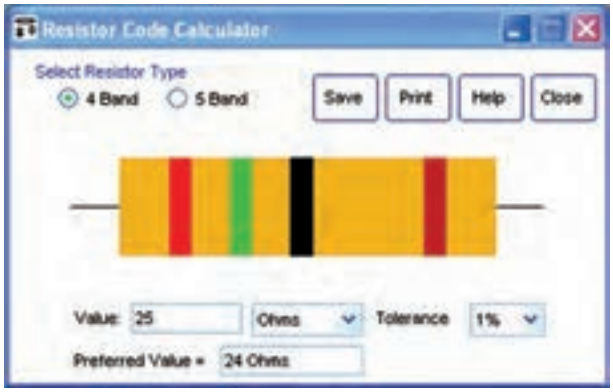
کنید و طبق شکل ۳۸ــ۱، عدد ۲۵ را در زبانهٔ مقدار بنویسید.

۲۵ــ۵ــ۱ــ طبق شکل ۳۹ــ۱ روی علامت در زبانهٔ Kilohms کلیک کنید و واحد ohms را انتخاب نمایید. این عمل را برای زبانهٔ Tolerance نیز انجام دهید و تولرانس موردنظر را یک‌درصد انتخاب کنید.



شکل ۳۹ــ۱ــ انتخاب واحد و تولرانس

۲۶ــ۵ــ۱ــ طبق شکل ۴۰ــ۱ باید نوارهای رنگی به صورت قرمز، سبز، سیاه و قهوه‌ای از سمت چپ به راست قرار گیرد.



شکل ۴۰ــ۱ــ مشاهدهٔ نوارهای رنگی

* **۲۷ــ۵ــ۱ــ** از آن‌جا که در این سری مقاومت‌ها، مقاومت ۲۵ اهمی وجود ندارد، در قسمت مقاومت ترجیحی (پیشنهادی ــ استاندارد) (Prefered value)، مقدار مقاومت استاندارد ۲۴ اهم را پیشنهاد کرده است.

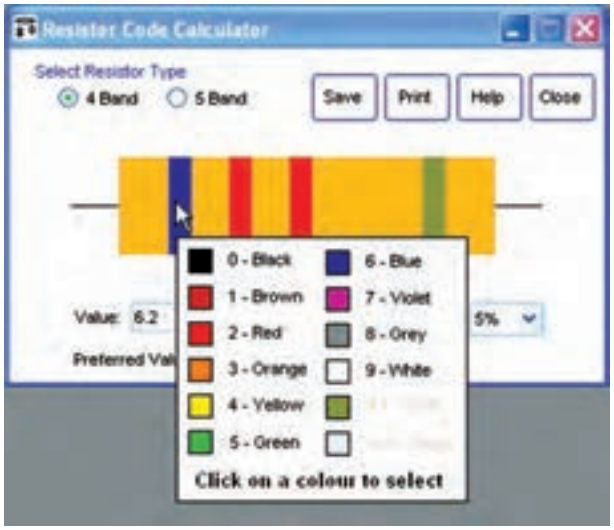
مراحل استفاده از این نرم‌افزار را برای ایجاد نوارهای رنگی روی مقاومت با استفاده از اعداد آن به‌طور خلاصه شرح دهید.

* **۲۸ــ۵ــ۱ــ** نوارهای رنگی مقاومت‌های ۲۲Ω، ۱۸۰Ω، ۲۲۰Ω، ۱۰kΩ، ۵۶kΩ، ۱۷MΩ و ۳۵۰MΩ را با استفاده از نرم‌افزار Electronic assistant شبیه‌سازی نمایید و نتایج به‌دست آمده را در جدول ۴ــ۱ درج کنید.

توجه: نرم‌افزار Electronic assistant را از این پس به‌منظور ساده‌تر شدن، نرم‌افزار E.A. می‌نامیم.

تولرانس مقاومت‌ها را به دلخواه خودتان انتخاب کنید.

۲۹ــ۵ــ۱ــ در صورتی که طبق شکل ۴۱ــ۱ مکان‌نما را روی هریک از نوارهای رنگی بگذارید و کلیک کنید، جدول رنگ‌ها ظاهر می‌شود. با انتخاب هریک از رنگ‌ها و کلیک کردن روی آن، رنگ نوار مقاومت عوض می‌شود. به این ترتیب می‌توانید با تغییر رنگ نوارها، کد رنگی مقاومت‌ها را تغییر دهید. پس از تغییر رنگ نوارها، مقدار مقاومت، تولرانس و مقاومت پیشنهادی استاندارد در زبانه‌های مربوطه ظاهر می‌شوند.



شکل ۴۱ــ۱ــ تغییر رنگ نوارها در کد رنگی مقاومت

* **۳۰ــ۵ــ۱ــ** مراحل تغییر رنگ نوارهای رنگی روی مقاومت‌ها را به‌طور خلاصه شرح دهید.

* **۳۱ــ۵ــ۱ــ** در جدول ۵ــ۱ برای مقاومت ۴نواره، به دلخواه طبق الگوی داده شده، تعدادی رنگ را اختصاص دهید. سپس مقدار مقاومت، تولرانس و مقاومت پیشنهادی (استاندارد) را در جدول بنویسید.

۳۲ــ۵ــ۱ــ طبق شکل ۳۷ــ۱ روی گزینهٔ 5Band کلیک کنید تا مقاومت ۵ نواره ظاهر شود.

* **۳۳ــ۵ــ۱ــ** طبق جدول ۶ــ۱ با استفاده از مقدار مقاومت، کد رنگی مقاومت ۵ نواره را به‌دست آورید. مقدار تولرانس را به دلخواه انتخاب کنید.

* **۳۴ــ۵ــ۱ــ** طبق جدول ۷ــ۱ تعدادی رنگ براساس الگوی پیشنهادی انتخاب کنید سپس مقدار مقاومت را بنویسید.

نکته‌های مهم

- هنگام خواندن مقاومت، معمولاً اولین نوار رنگی نواری است که به یک انتهای مقاومت نزدیک‌تر است.
- مقدار مقاومت از طرف اولین نوار خوانده می‌شود.
- نوار طلایی و نقره‌ای در محل اولین و دومین نوار قرار نمی‌گیرد.

* **۳۵ــ۵ــ۱ــ** با توجه به نکته‌های مهم ذکر شده در بالا، تعدادی مقاومت ۴ نواره و ۵ نواره در اختیار بگیرید و نکته‌های ذکر شده را روی آن‌ها بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

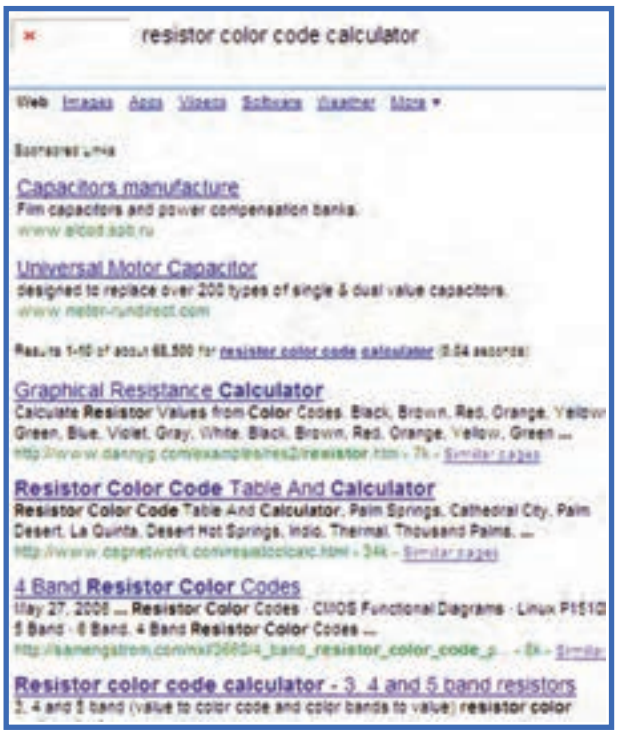
* **۳۶ــ۵ــ۱ــ** نرم‌افزار E.A. را مورد بررسی قرار دهید. این نرم‌افزار چه توانایی‌های دیگری دارد؟ به‌طور خلاصه توضیح دهید.

* **۳۷ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی، نرم‌افزار ادیسون را روی کامپیوتر خودتان نصب کنید و کد رنگی مقاومت‌ها را روی آن تمرین نمایید. با انتخاب هر مقاومت، متناسب با مقدار نوشته شده روی آن، رنگ نوارها تغییر می‌کند. نتایج به‌دست آمده را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

* **۳۸ــ۵ــ۱ــ** در یکی از موتورهای جست‌وجوی اینترنتی مانند «google» جملهٔ زیر را بنویسید.

Resistor color code calculator

پس از جست‌و جو، تعدادی سایت مطابق شکل ۴۲ــ۱ یا مشابه آن به شما می‌دهد. در صورتی که وارد سایت‌ها شوید انواع نرم‌افزارهای مربوط به خواندن مقاومت‌ها با استفاده از کدرنگی را مشاهده خواهید کرد. نحوهٔ به‌دست آوردن فهرست سایت‌های مربوط به نرم‌افزار کد رنگی را توضیح دهید.

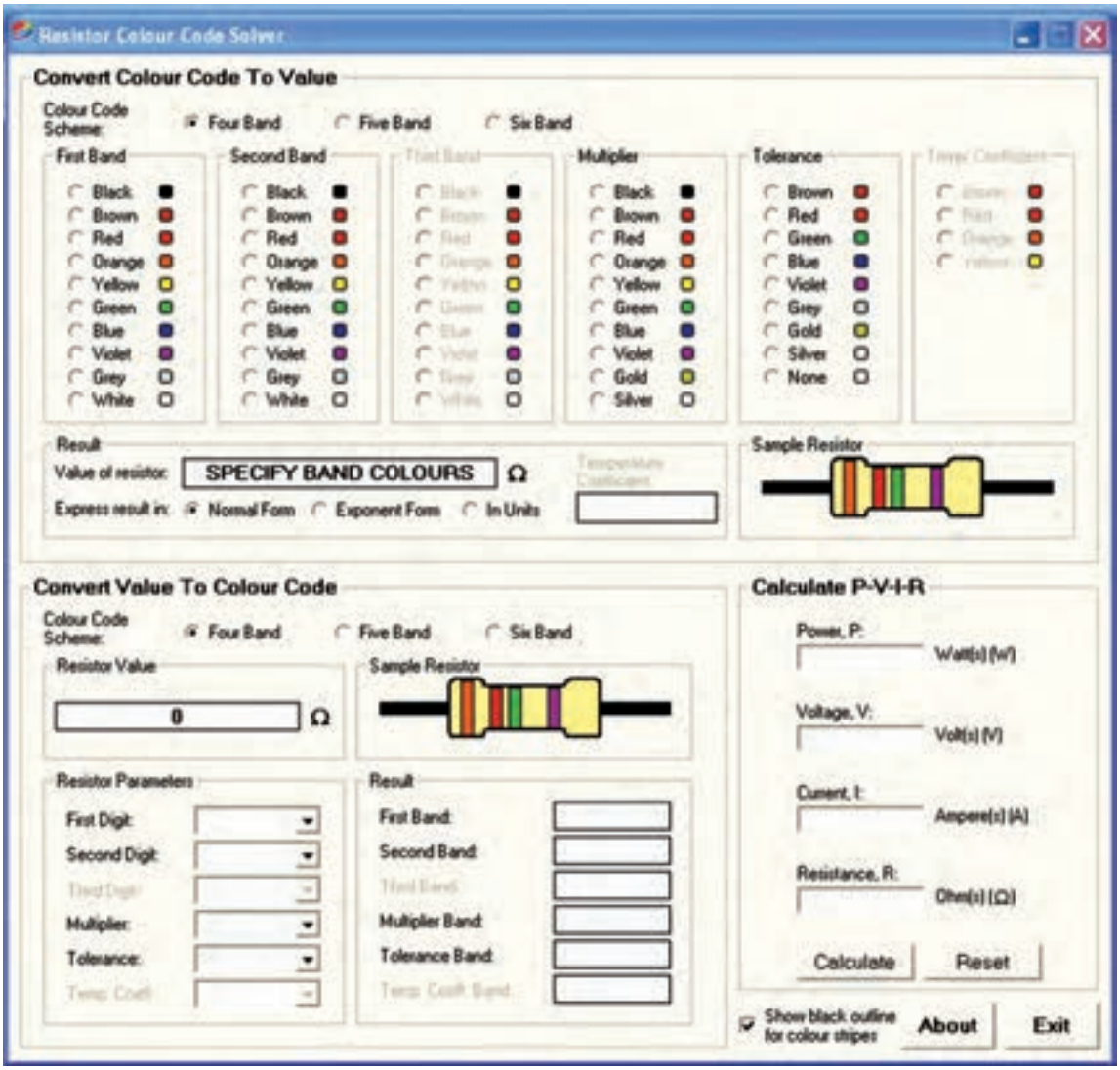


شکل ۴۲ــ۱ــ سایت‌های مربوط به نرم‌افزار کدهای رنگی

۳۹ــ ۵ــ۱ــ در شکل‌های ۴۳ــ۱ نمونهٔ دیگری از نرم‌افزار مربوط به کد رنگی آمده است.

سعی کنید خودتان یاد بگیرید.

اگر همیشه منتظر باشید که دیگران به شما آموزش بدهند، حرکت به سوی موفقیت به کندی صورت می‌گیرد. در صورتی که با تفکر و خلاقیت بیش‌تر سعی کنید خودتان بیاموزید، جهش به سوی موفقیت را سرعت داده‌اید. پس: بیاموزیم که چگونه یاد بگیریم.



شکل ۴۳ــ۱ــ نمونهٔ دیگری از نرم‌افزار کد رنگی مقاومت‌ها

* ۴۰ــ۵ــ۱ــ با تعداد دیگری از نرم‌افزار کد رنگی مقاومت‌ها کار کنید، نام نرم‌افزار را بنویسید و در مورد فعالیت خود به‌طور خلاصه توضیح دهید.

توجه : در ضمیمهٔ شمارهٔ ۱ آزمایش ۱ در جلد دوم (کتاب گزارش کار) آزمایشگاه اندازه‌گیری تصویر تعداد دیگری از نرم‌افزارهای مرتبط با کد رنگی مقاومت‌ها را مشاهده می‌کنید.

* ۴۱ــ۵ــ۱ــ تعدادی از نرم‌افزارهای مربوط به محاسبهٔ کد رنگی مقاومت‌ها قابل دانلود (Download) شدن است. تعداد دیگری از آن‌ها فقط در فضای اینترنت و هنگامی که در سایت حضور دارید قابل استفاده است. هم‌چنین تعدادی از این نرم‌افزارها رایگان و تعداد دیگری را باید خریداری کنید. برای اطلاع از نرم‌افزارهای رایگان جملهٔ زیر را در یکی از موتورهای جست‌وجو بنویسید.

Resistor color code calculator + free software

تعدادی سایت به شما معرفی می‌شود که نمونه‌ای از آن را در شکل ۴۴ــ۱ ملاحظه می‌کنید. از طریق این سایت‌ها می‌توانید نرم‌افزار رایگان را دانلود کنید.

شکل ۴۴ــ۱ــ جست‌وجوی نرم‌افزار رایگان

نتایج حاصل از این فعالیت را به‌طور خلاصه شرح دهید.

سری‌های مقاومت

*** ۴۲ــ۵ــ۱ــ** مقاومت‌ها را معمولاً در سری‌های E۶، E۱۲، E۲۴، E۴۸، E۹۶ و E۱۹۲ می‌سازند.

متداول‌ترین مقاومت‌های پرکاربرد در سری‌های E۶، E۱۲ و E۲۴ قرار دارد. تقسیم‌بندی سری‌های مقاومت براساس تولرانس آن‌ها صورت می‌گیرد. تولرانس سری‌های مختلف مقاومت‌ها در استاندارد EIA به شرح زیر است.

E۶ → ۲۰٪ E۱۲ → ۱۰٪ E۲۴ → ۵٪	E۴۸ → ۲٪ E۹۶ → ۱٪
E۱۹۲ → ۰/۵ , ۰/۲۵ , ۰/۱ , ۰/۰۵٪	

همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقاومت سری E۱۹۲ دارای تولرانس ۰/۰۵٪ تا ۰/۵٪ است که از انواع بسیار دقیق مقاومت‌ها است و در کاربردهای دقیق مانند دستگاه‌های اندازه‌گیری به‌کار می‌رود. تحقیق کنید آیا سری‌های دیگری وجود دارد؟ دربارهٔ آن توضیح دهید.

*** ۴۳ــ۵ــ۱ــ** مقاومت‌های پرکاربرد که در سری‌های E۶، E۱۲ و E۲۴ قرار دارند معمولاً به‌صورت ۴ نواره ساخته می‌شوند. از طرف دیگر، چون مقاومت‌ها به‌صورت استاندارد[۱] و با مقدار مشخص تولید و به بازار عرضه می‌شود، می‌بایستی با توجه به تولرانس، فاصلهٔ بین مقاومت‌ها به‌گونه‌ای باشد که با یک‌دیگر تداخل نکند. مثلاً مقاومت‌های سری E۶ را با ضریب‌های ۱۰، ۱۵، ۲۲، ۳۳، ۴۷، و ۶۸ تولید می‌کنند. برای مثال با توجه به تولرانس، هرگز تداخلی بین مقاومت‌های ۱۰ و ۱۵ اهم به‌وجود نمی‌آید. زیرا مقاومت ۱۰ اهمی می‌تواند حداکثر ۱۲ اهم و مقاومت ۱۵ اهمی می‌تواند حداقل مقدار ۱۲ اهم را داشته باشد زیرا :

$$۱۰+۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}=۱۲$$

$$۱۵-۱۵\times\frac{۲۰}{۱۰۰}=۱۲$$

سری مقاومت‌ها را به‌طور خلاصه شرح دهید و حدفاصل بین مقاومت‌های ۲۲ و ۳۳ اهم را محاسبه کنید. آیا با هم تداخل دارد؟ توضیح دهید.

توجه: در ضمیمهٔ شمارهٔ ۲ جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی (کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی) سری کامل مقاومت‌ها در استاندارد EIA آمده است.

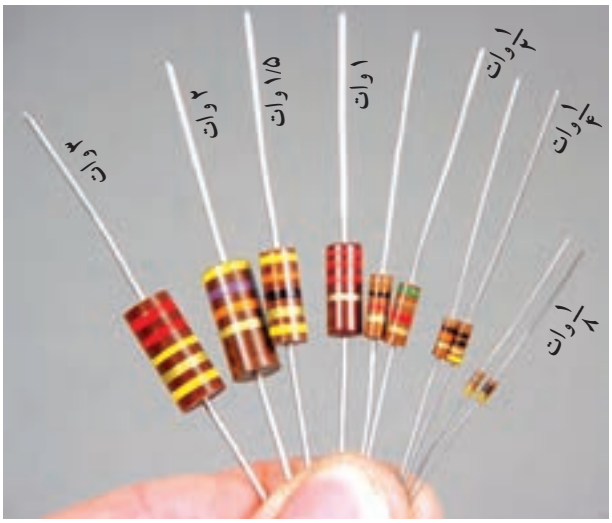
*** ۴۴ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۴ عدد مقاومت در اختیار بگیرید و سری‌های آن‌ها را مشخص کنید. مقدار آن‌ها را بنویسید.

توان مقاومت wattage

۴۵ــ۵ــ۱ــ همان‌طور که قبلاً ذکر شد، توان قابل تحمل مقاومت‌های از یک جنس بستگی به ابعاد آن دارد. هرقدر ابعاد مقاومت بزرگ‌تر باشد توان مقاومت بیش‌تر است. در شکل ۴۵ــ۱ چند نمونه مقاومت از جنس توده کربن همراه با توان قابل تحمل و ابعاد آن آمده است.

۱ــ استاندارد Standard در کتاب فرهنگ لغت به معانیِ مقیاس، معیار، سنجیده شده، اندازه‌گیری شده، دارای حجم و اندازهٔ متداول، مورد تصدیق و ارزش همگانی، قابل استفاده به عنوان واحد اندازه‌گیری و مقایسه آمده است. در صنایع به منظور هماهنگی و یکسان‌سازی و سهولت در کاربرد، معمولاً قطعات را استاندارد می‌کنند.

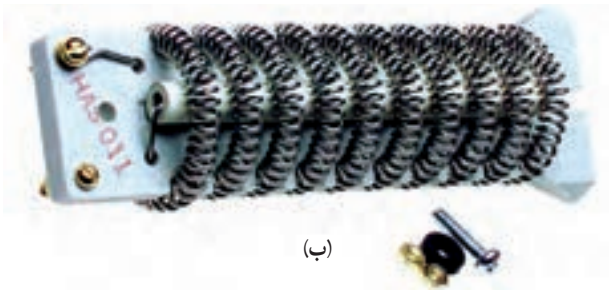
(الف)



(ب)

شکل ۴۵ــ۱ــ توان قابل تحمل مقاومت‌ها

۴۶ــ۵ــ۱ــ توان قابل تحمل مقاومت‌های سیمی با توجه به قطر سیم آن تعیین می‌شود. در شکل ۴۶ــ۱ چهار نمونه مقاومت سیمی با وات بالا را که در گرم‌کن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد مشاهده می‌کنید.



(ب)

(الف)

(ج)

شکل ۴۶ــ۱ــ چهار نمونه مقاومت سیمی با وات بالا

* **۴۷ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۶ عدد مقاومت مختلف را در اختیار بگیرید و میزان توان قابل تحمل آن‌ها را مشخص کنید. نتایج حاصل شده را در جدول ۸ــ۱ بنویسید.

مقاومت‌های SMD

* **۴۸ــ۵ــ۱ــ** مقاومت‌ها به‌صورت نصب سطحی (Surface mount Device) نیز ساخته می‌شوند. این نوع

مقاومت‌ها را SMD می‌نامند. در شکل ۴۷ــ۱ نمونه‌هایی از این نوع مقاومت‌ها را ملاحظه می‌کنید. تعدادی بُرد خراب شده مربوط به دستگاه‌های مختلف را در اختیار بگیرید و مقاومت‌های SMD روی آن‌ها را شناسایی کنید و مقدار مربوط به ۶ عدد از مقاومت‌ها را در جدول ۹ــ۱ بنویسید.

(الف)

(ب) ــ مقاومت ۱۰kΩ

(ج) ــ ابعاد مقاومت SMD

د ــ مقاومت‌های اتصال کوتاه یا جمپر

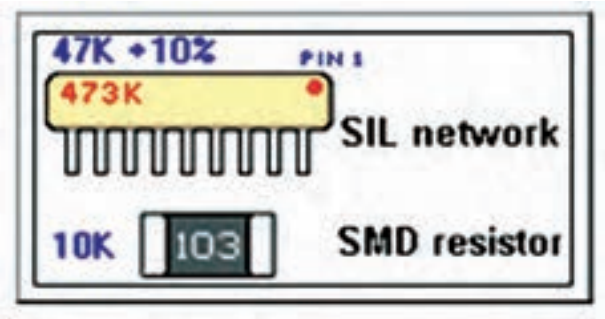
این روش به ندرت استفاده می‌شود

شکل ۴۷ــ۱ــ مقاومت‌های نصب سطحی SMD

* **۴۹ــ۵ــ۱ــ** یکی دیگر از روش‌های درج مقدار مقاومت روی قطعه استفاده از رمز ترکیبی «عدد ــ حرف» است که در قطعات با ابعاد کوچک مورد استفاده قرار می گیرد. این روش مشابه مرحلهٔ ۱۵ــ۵ــ۱ است، با این تفاوت که مقاومت برحسب اهم به‌دست می‌آید. در این روش مقدار مقاومت را با سه رقم و یک حرف مشخص می‌کنند. رقم اول و دوم رقم‌های اصلی مقاومت است و رقم سوم ضریب ده را نشان می‌دهد. حرف سوم تولرانس مقاومت را بیان می‌کند برای مثال اگر روی مقاومت عدد ۶۸۳ نوشته شده باشد، مقدار مقاومت ۶۸۰۰۰Ω یا ۶۸kΩ است. این روش برای مقاومت‌های SMD یا چندتایی (Array – network– multiple) به‌کار می‌رود.

در شکل ۴۸ــ۱ دو نمونه از این مقاومت‌ها را ملاحظه می‌کنید. در صورتی که در ادامه یک حرف قرار گیرد، تولرانس مقاومت را نشان می‌دهد.

توجه: SIL مخفف Silver به معنی نقره یا مخفف کلمات Semiconductor Injection lazer به معنی تزریق نیمه‌هادی از طریق لیزر است.



شکل ۴۸ــ۱ــ دو نمونه مقاومت با کد «عدد ــ حرف» ترکیبی

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود مقاومت چندتایی با عدد K ۴۷۳ نشان داده شده است که مقدار آن برابر با ۴۷۰۰۰ اهم و تولرانس آن ۱۰٪ = K است. مقاومت SMD با عدد ۱۰۳ مشخص شده که مقدار آن برابر با ۱۰۰۰۰Ω یا ۱۰kΩ است. مقدار تولرانس مقاومت SMD را یا در سمت پشت مقاومت درج می‌کنند یا در برگهٔ اطلاعات و مشخصات ارائه شده توسط کارخانه ارائه می‌نمایند.

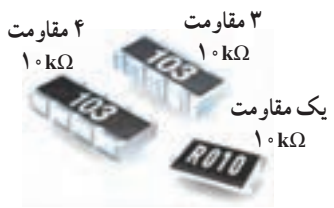
تعدادی مقاومت SMD و چندتایی را در اختیار بگیرید و مقادیر آن‌ها را بخوانید و در جدول ۱۰ــ۱ بنویسید.

* **۵۰ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به یکی از موتورهای جست‌وجو مانند MSN کلماتی مانند Sil Network resistor یا SMD resistor را درج کنید و سپس تصاویر چند نمونه را جست‌وجو و ذخیره کنید و نتایج را به‌صورت یک گزارش به کلاس ارائه کنید و خلاصهٔ نتایج به‌دست آمده را بنویسید. در شکل ۴۹ــ۱ تعدادی از تصاویر این نوع مقاومت‌ها را که از شبکهٔ اینترنت به‌دست آمده است مشاهده می‌کنید.

الف ــ مقاومت‌های ۱۷۶۰kΩ، ۳۰۰Ω، ۶/۲Ω، ۱۲۰۰Ω

ب ــ یک مقاومت SMD روی انگشت دست

ج ــ ۳ مقاومت ۱۰کیلواهمی (چندتایی)

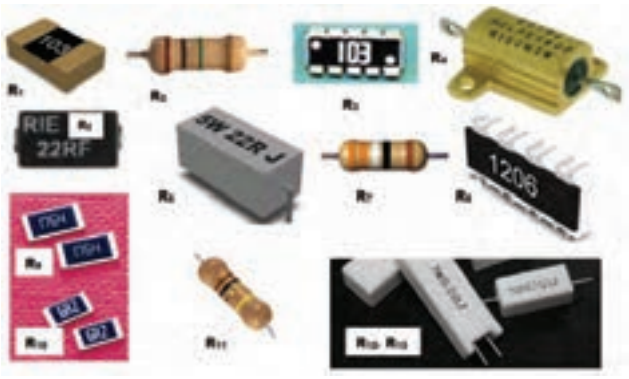


د

هـ ــ ۵ مقاومت ۴/۷ کیلواهمی چندتایی

شکل ۴۹ــ۱ــ مقاومت‌های SMD ساده و چندتایی (شبکه‌ای)

* **۵۱ــ۵ــ۱ــ** مقاومت‌های نشان داده شده در شکل ۵۰ــ۱ را بخوانید و مقادیر آن‌ها را در جدول ۱۱ــ۱ بنویسید.



شکل ۵۰ــ۱ــ تعداد دیگری مقاومت

نکته‌های مهم

- مقاومت‌های چندتایی را مقاومت‌های شبکه یا مجتمع (IC) نیز می‌نامند.
- مقاومت‌های SMD که ۴ رقم به‌صورت کد عددی روی آن نوشته شده است، مشابه مقاومت‌های ۵ نواره خوانده می‌شوند. یعنی سه رقم اول نمایندهٔ ارقام اول تا سوم و عدد چهارم نمایندهٔ تعداد صفرها یا ضریب ده است. برای مثال اگر روی مقاومتی عدد ۱۴۳۲ نوشته شده باشد مقدار مقاومت برابر با ۱۴۳۰۰Ω یا ۱۴/۳ kΩ است.
- اگر روی مقاومت SMD رقم ۰ یا ۰۰ یا ۰۰۰ نوشته شده باشد، این مقاومت به مفهوم اتصال کوتاه یا جمپر (Jumper) است.

برگهٔ اطلاعات (Data Sheet)

* **۵۲ــ۵ــ۱ــ** معمولاً مشخصات فنی قطعات الکترونیکی از جمله مقاومت‌ها را در برگهٔ اطلاعات Datasheet می‌نویسند.

Specification sheet
به‌طور خلاصه
Spec sheet

در برگهٔ اطلاعات، مشخصاتی مانند شمارهٔ سری مقاومت، توان مجاز، نوع بسته‌بندی، نحوهٔ کدگذاری برای خواندن، تولرانس، ابعاد مشخصات استاندارد از قبیل توان تلف شده، حداکثر ولتاژ کار، محدودهٔ مقاومت‌هایی که ساخته می‌شود، ضریب حرارتی محدودهٔ مقاومت و تولرانس آن، توجه به ضریب حرارتی، ولتاژ جداسازی و محدودهٔ درجه حرارت کار آن داده می‌شود. در شکل ۵۱ــ۱ قسمتی از صفحه اول مربوط به برگهٔ اطلاعات سری مقاومت‌های RC که مربوط به یکی از کارخانه‌های سازنده است را مشاهده می‌کنید.

برگهٔ مشخصات

spec sheet

مقاومت ثابت ترکیب کربنی

Fixed Carbon Composition Resistor ISO 9001:2000 TS-16949

RC 1/4, 1/2, 1 Series

سری‌های RC در توان‌های $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{2}$ و یک وات ساخته می‌شود.

براساس استانداردهای بالا ساخته شده است.

1. Features ویژگی‌ها

- Wide resistance range is available, 1 ohm - 22M ohm
- Stability class: 10%

در محدودهٔ وسیع ۱Ω تا ۲۲MΩ ساخته شده است.

کلاس پایداری : ۱۰٪

2. Type Designation نوع نام‌گذاری

Type designation shall be as the following form.

نام‌گذاری قطعات به شرح زیر انجام می‌شود.

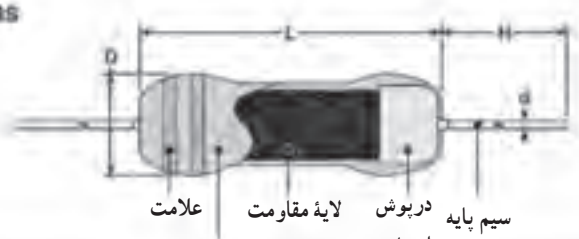
RC	1/2	T	T52	A	104	J
Type	Power Rating	Termination Material	Taping & Forming	Packaging	Nominal Resistance	Tolerance
نوع مقاومت RC	1/4: 0.25W 1/2: 0.5W 1: 1W	T: Sn	T52: H forming: 1/2 only H60, H62: 1/4 only	بسته‌بندی A: Ammo: R: Reel Bulk: No Designation (RC 1: Bulk Only, 500 pcs.)	2 significant figures + 1 multiplier	J: ±5% K: ±10%
	توان مجاز	پایه‌ها قلع‌اندود	شکل درپوش		مقدار مقاومت با کد عددی	خطا با حروف j و k

شکل ۵۱ــ۱ــ قسمتی از برگهٔ اطلاعات مقاومت کربنی سری RC

خلاصه ای از مشخصات داده شده در برگهٔ اطلاعات شکل ۵۱ــ۱ را بنویسید.

* **۵۳ــ۵ــ۱ــ** در شکل ۵۲ــ۱ ابعاد مقاومت سری RC را مشاهده می‌کنید. برای مثال مقاومت $\frac{1}{4}$RC با توجّه به شکل دارای طولی (L) برابر با ۶/۳±۰/۷ میلی‌متر است که مقدار آن برحسب اینچ برابر با ۰/۲۴۸ ±۰/۰۲۸ می‌شود. اعداد

3. Dimensions



ابعاد برحسب اینچ و میلی‌متر

جدول ۱

Type نوع	L طول مقاومت	D قطر	H طول سیم پایه	d قطر سیم
RC 1/4	0.248±0.028 (6.3±0.7)	0.094±0.004 (2.4±0.1)	1.181±0.118 (30±3.0)	0.024±0.002 (0.6±0.05)
RC 1/2	0.374 $^{+.031}_{-.039}$ (9.5 $^{+0.8}_{-1.0}$)	0.142±0.008 (3.6±0.2)	1.102±0.118 (28±3.0)	0.028 $^{+.003}_{-.005}$ (0.7 $^{+0.08}_{-0.13}$)
RC 1	0.582±0.02 (14.3±0.7)	0.224±0.01 (5.7±0.3)	1.02±0.01 (26±0.2)	0.035±0.002 (0.9±0.05)

شکل ۵۲ــ۱ــ قسمت دیگری از برگهٔ اطلاعات Data sheet

نشان داده شده در داخل پرانتز، مقادیر را برحسب میلی‌متر نشان می‌دهد.

با مراجعه به برگهٔ اطلاعات شکل ۵۲ــ۱ مشخصات کامل مقاومت‌های $\frac{1}{2}$ RC و ۱ RC را به دست‌آورید و بنویسید.

***۵۴ــ۵ــ۱ــ** در برگه‌های اطلاعات معمولاً اطلاعات بسیار زیادی از قطعات داده می‌شود. به‌عنوان مثال با مراجعه به برگهٔ اطلاعات می‌توانید تلفات توان مقاومت را در درجه حرارت معین به دست آورید، یا محدودهٔ مقاومت‌ها را با توجه به ضریب حرارتی تعیین کنید. در شکل ۵۳ــ۱ مشخصات استاندارد مقاومت‌ها آمده است.

با مراجعه به این شکل مشخصات استاندارد مقاومت $\frac{1}{2}$ R C را به‌دست آورید و در جدول ۱۲ــ۱ یادداشت کنید.

توجه : ضریب حرارتی مقاومت میزان افزایش مقدار مقاومت را برحسب افزایش درجه حرارت نشان می‌دهد و برحسب درصد بیان می‌شود.

4. Standard Specifications

Style	Rated Dissipation at 70°C W	Limiting Element Voltage V	Rated Resistance Range	Temp. Coefficient of Resistance % @ -55°C	@ +100°C	@ +125°C	Rated Resistance Range	Tolerance	Isolation Voltage V	Operating Temperature Range °C
RC 1/4	0.2	250	1 ohm ~ 5.6M ohm	-(1.5 ~ 0	—	+1 ~ -5	1 ohm ~ 1k ohm	J (±5%) E24 series	100	-55°C to +125°C
				+10 ~ 0	—	0 ~ -6	1.1k ohm ~ 10k ohm	K (±10%) E12 series		
				+13 ~ 0	—	0 ~ -7.5	11k ohm ~ 100k ohm			
RC 1/2	0.5	350	1 ohm ~ 22M ohm	+15 ~ 0	—	0 ~ -10	110k ohm ~ 1M ohm		500	
				+20 ~ 0	—	0 ~ -15	1.1M ohm ~ 22M ohm			
RC 1	1.0	500	2.2 ohm ~ 1.0M ohm	+6.5 ~ -3	+5 ~ -4	—	2.2 ohm ~ 1k ohm	K (±10%) E12 series	1000	-55°C to +100°C
				+10 ~ -3	+6 ~ -5	—	12k ohm ~ 10k ohm			
				+13 ~ -3	+7.5 ~ -6	—	12k ohm ~ 100k ohm			
				+15 ~ -3	+1 ~ -7	—	120k ohm ~ 1M ohm			

Note 1 Rated Voltage: V = √(Rated dissipation) x (Rated resistance) (d.c. or a.c. r.m.s. voltage)
Note 2 Limited Element Voltage can only be applied to resistors when the resistance value is equal to or higher than the critical resistance value.

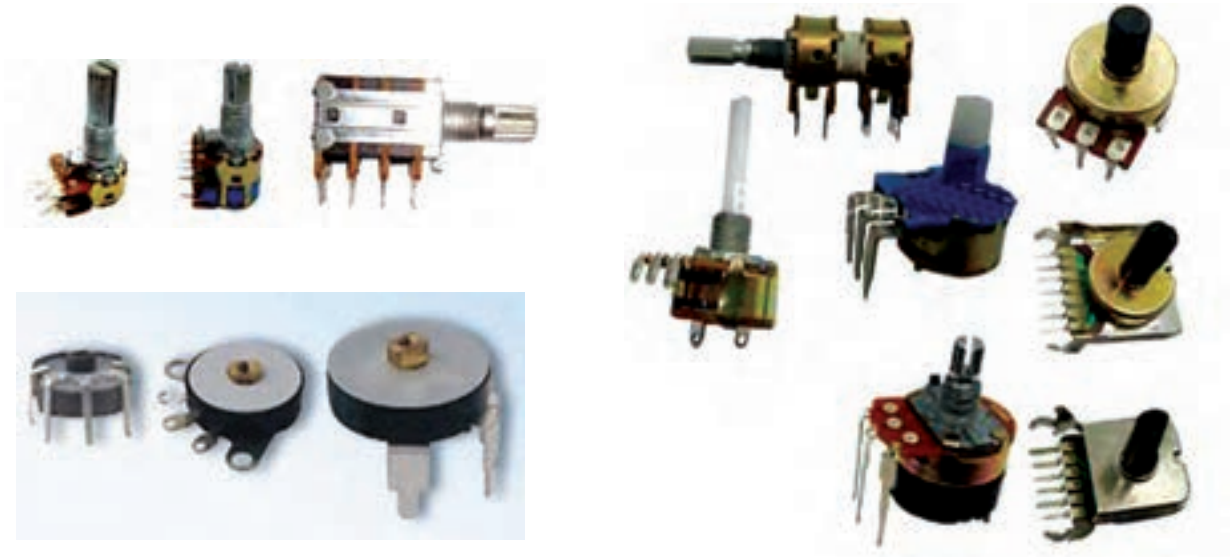
شکل ۵۳ــ۱ــ مشخصات استاندارد و مقاومت‌ها در برگهٔ اطلاعات

علاوه‌بر اطلاعاتی که در این مجموعه آمده است، اطلاعات دیگری نیز وجود دارد که بنا به نیاز می‌توانید از آن‌ها استفاده کنید. برای مثال برگه‌های اطلاعات مربوط به مقاومت‌های SMD با شمارهٔ فنی RC در ۸ صفحه وجود دارد که برای دسترسی به سایر اطلاعات می‌توانید به سایت www.koaspeer.com مراجعه کنید. در ضمیمهٔ شمارهٔ ۴ جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری (کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی) صفحهٔ اول برگه‌های اطلاعات سه نمونه مقاومت SMD را آورده‌ایم. برای دسترسی به این اطلاعات می‌توانید به وب‌گاه‌های اینترنتی مانند Alldatasheet.com مراجعه کنید.

مقاومت‌های متغیر : (Variable resistors)

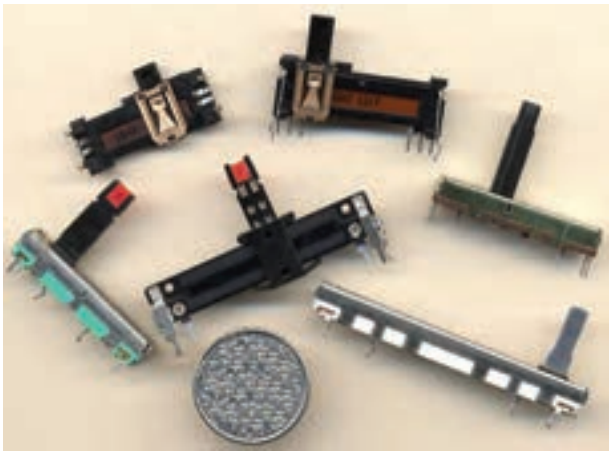
۵۵ــ۵ــ۱ــ مقاومت‌های متغیر مقاومت‌هایی هستند که مقدار مقاومت آن‌ها را می‌توان توسط عوامل مختلف مانند تغییر مکان مکانیکی (متغیر معمولی)، نور (تابع نور) و حرارت تغییر داد.

***۵۶ــ۵ــ۱ــ مقاومت متغیر معمولی :** مقاومت‌های متغیر معمولی مقاومت‌هایی هستند که مقدار مقاومت آن‌ها را می‌توان با تغییر مکان یا تغییر زاویهٔ محور متحرکی که دارند تنظیم کرد. در شکل ۵۴ــ۱ چند نمونه مقاومت معمولی با محور دورانی را ملاحظه می‌کنید.

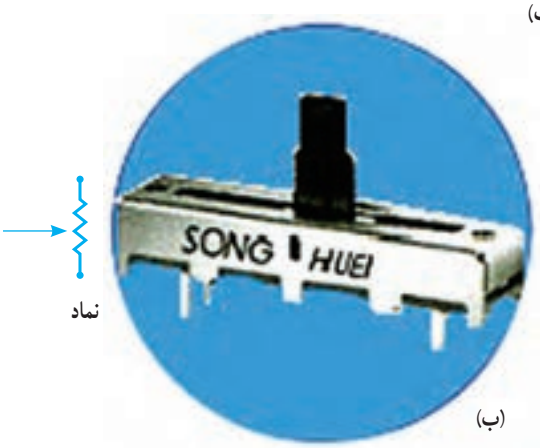


شکل ۵۴ــ۱ــ چند نمونه مقاومت معمولی با محور دورانی

در شکل ۵۵ــ۱ چند نمونه مقاومت متغیر با محور کشویی و نماد مقاومت متغیر را ملاحظه می‌کنید.



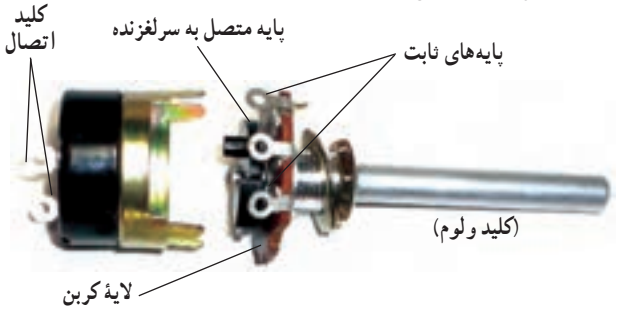
(الف)



شکل ۵۵ــ۱ــ چند نمونه مقاومت متغیر کشویی

مقاومت متغیر، دارای دو ترمینال ثابت است که این دو ترمینال، به ابتدا و انتهای یک لایه کربن مقاومت‌دار، متصل شده‌اند؛ بنابراین مقدار مقاومت این دو ترمینال نسبت به هم همیشه ثابت است و تابع گردش محور نیست. مقدار این مقاومت، بر روی بدنهٔ مقاومت متغیر، نوشته می‌شود.

ترمینال متغیر به اتصال لغزنده متصل است و این اتصال لغزنده می‌تواند از طریق جابه‌جایی محور بر روی لایهٔ کربن حرکت کند و مقدار مقاومت این ترمینال را نسبت به ترمینال‌های ثابت تغییر دهد (شکل ۵۶ــ۱).



شکل ۵۶ــ۱ــ نمونه‌ای از کلید ولوم

روی بعضی از مقاومت‌های متغیر با محور گردان یک کلید خاموش روشن نیز نصب می‌شود. به این نوع مقاومت‌های متغیر اصطلاحاً کلید ولوم می‌گویند. از کلید ولوم برای روشن‌کردن گیرنده‌های رادیویی و تنظیم صدای آن استفاده می‌کنند. شکل

۱ــ۵۶ نمونه‌ای از کلید ولوم است.

تعدادی مقاومت متغیر در اختیار بگیرید و آن‌ها را مورد بررسی قرار دهید. نوع مقاومت متغیر (کشویی ــ دورانی) و پایه‌های آن را به‌صورت مشاهده‌ای تشخیص دهید. خلاصه‌ای از نتایج به‌دست آمده را بنویسید.

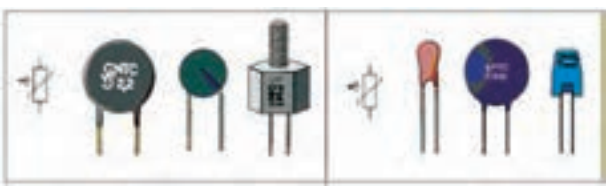
* **۱ــ۵ــ۵۷ــ** مقاومت‌های متغیر را به‌صورت چند طبقه نیز می‌سازند. در شکل ۱ــ۵۷ نمونه‌هایی از مقاومت‌های متغیر چند طبقه نشان داده شده است.

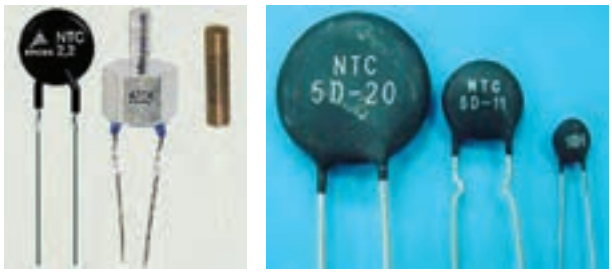
شکل ۱ــ۵۷ــ مقاومت متغیر چند طبقه

در بین دستگاه‌های مستعمل جست‌وجو کنید و انواع مقاومت‌های متغیر از جمله مقاومت‌های متغیر چند طبقه را شناسایی کنید و درمورد آن‌ها توضیح دهید.

۱ــ۵ــ۵۸ــ مقاومت‌های تابع حرارت (ترمیستور):

مقاومت تابع حرارت یا ترمیستور به مقاومت‌هایی گفته می‌شود که مقدار مقاومت آن‌ها تابع حرارت است. تأثیر حرارت بر روی مقدار مقاومت به دو صورت ظاهر می‌شود. ترمیستورهایی که در اثر افزایش دما مقدار مقاومت آن‌ها کاهش می‌یابد. این ترمیستورها را با ضریب حرارتی منفی یا ترمیستورهای N.T.C (NegativeTemperature Coefficient) می‌نامند. ترمیستورهای N.T.C اکثراً به شکل‌های دیسکی و استوانه‌ای ساخته می‌شوند. شکل ۱ــ۵۸ چند نمونه ترمیستور N.T.C و علامت فنی آن را نشان می‌دهد.





علامت فنی N.T.C

شکل ۱ــ۵۸ــ چند نمونه مقاومت تابع حرارت N.T.C

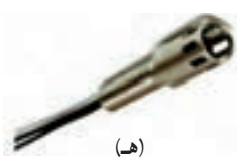
دستهٔ دیگری از ترمیستورهایی که در اثر افزایش دما، مقدار مقاومتشان افزایش می‌یابد. این ترمیستورها را با ضریب حرارتی مثبت یا ترمیستورهای P.T.C (Positive Temperature Coefficient) می‌گویند. در شکل ۱ــ۵۹ چند نمونه مقاومت P.T.C همراه با علامت فنی آن نشان داده شده‌اند.

(الف)

(ب)

(ج)

(د)



(هـ)

علامت فنی

شکل ۱ــ۵۹ــ چند نمونه از مقاومت‌های P.T.C همراه با علامت فنی آن

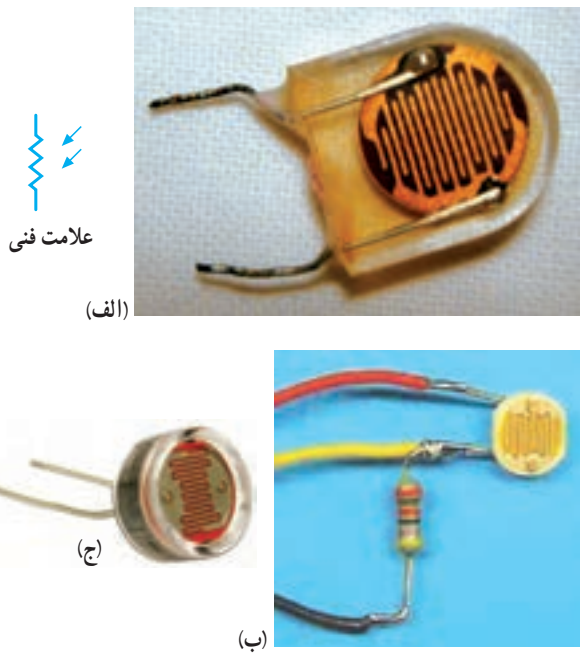
مقدار مقاومت ترمیستورها تابع درجه حرارت است. ولی معمولاً مقدار آن در درجه حرارت محیط ($25^{\circ}C$–$30^{\circ}C$) توسط کارخانه سازنده مشخص می‌شود. این مقدار را یا روی مقاومت با اعداد یا کدرنگی می‌نویسند، یا با شمارهٔ فنی در Datasheet مشخص می‌کنند.

* **۵۹ــ۵ــ۱ــ** چند نمونه مقاومت تابع حرارت (NTC یا PTC) در اختیار بگیرید و آن‌ها را از نظر ابعاد و شکل ظاهری به صورت چشمی بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

* **۶۰ــ۵ــ۱ــ** تعدادی بُرد الکترونیکی معیوب و مستعمل را در اختیار بگیرید و مقاومت‌های NTC و PTC را شناسایی کنید. در مورد این تجربه به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۶۱ــ۵ــ۱ــ مقاومت تابع نور یا LDR

(Light Dependent Resistor) : مقاومت‌های تابع نور را فتورزیستور (Photo Resistor) می‌نامند. فتورزیستور به مقاومتی گفته می‌شود که با تغییرات نور تابانیده شده به سطح آن، مقدار مقاومت آن تغییر کند. به عبارت دیگر، مقاومت تابع نور، مقاومتی است که مقدار آن، در هر لحظه، بستگی به مقدار نوری دارد که به سطح آن تابانیده شده است. شکل ۶۰ــ۱ تصویر ظاهری و علامت فنی این نوع مقاومت را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰ــ۱ــ شکل ظاهری و نماد فنی مقاومت تابع نور LDR

* **۶۲ــ۵ــ۱ــ** چند نمونه مقاومت تابع نور را در اختیار بگیرید و آن‌ها را از نظر ابعاد و شکل ظاهری شناسایی کنید. در مورد این تجربه توضیح دهید.

کار با نرم‌افزار

* **۶۳ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم، تعدادی مقاومت ثابت با کد رنگی را روی میز کار بیاورید. در مورد نحوهٔ آوردن مقاومت‌ها و تغییر مقادیر آن‌ها توضیح دهید.

* **۶۴ــ۵ــ۱ــ** با مراجعه به نرم‌افزارهای مولتی‌سیم و ادیسون تعدادی مقاومت متغیر معمولی، متغیر تابع نور (LDR) و تابع حرارت (NTC و PTC) را روی میز کار بیاورید. در مورد نحوهٔ آوردن این مقاومت‌ها و تغییر مقادیر آن توضیح دهید.

توجه : نحوهٔ نصب و استفاده از نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم، همراه با لوح فشردهٔ آن، در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ به‌طور کامل آمده است. برای اجرای این مراحل به کتاب مزبور مراجعه کنید.

* **۶۵ــ۵ــ۱ــ** در نرم‌افزار E.A. تحقیق کنید آیا مواردی در ارتباط با مقاومت‌های متغیر وجود دارد؟ نتیجهٔ تحقیق را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

خازن (Capacitor)

۶۶ــ۵ــ۱ــ خازن، قطعه‌ای (المانی) است که انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می‌کند. ساختمان خازن از دو قسمت اصلی تشکیل شده است :

الف) صفحات هادی که به آن‌ها جوشن نیز گفته می‌شود. این صفحات معمولاً ورقه‌هایی نازک از جنس آلومینیوم، روی و یا نقره هستند.

ب) عایق بین صفحات هادی که به آن دی‌الکتریک نیز گفته می‌شود.

معمولاً خازن‌ها از نظر دی‌الکتریک به‌کار رفته در ساختمان آن‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند.

مشخصات خازن

۶۷ــ۵ــ۱ــ ظرفیت خازن (capacitance) : توانایی ذخیره بار الکتریکی[1] در خازن را ظرفیت خازن می‌نامند و آن را با C نمایش می‌دهند. مقدار ظرفیت خازن را برحسب فاراد[2] (Farad)، میلی‌فاراد (mF)، میکروفاراد (μF)، نانوفاراد (nF) یا پیکوفاراد (pF) روی بدنه آن درج می‌کنند.

۶۸ــ۵ــ۱ــ ولتاژ کار (Working voltage – wv) : ماکزیمم ولتاژی راکه به دو سر خازن اعمال می‌شود تا مولکول‌های عایق درون خازن شکسته نشوند، ولتاژ کار می‌نامند. معمولاً ولتاژ کار خازن همراه با ظرفیت آن روی بدنه نوشته می‌شود.

میشل فارادی (۱۸۶۷ــ۱۷۹۱) شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی که ظرفیت خازن به نام او ثبت شده است.

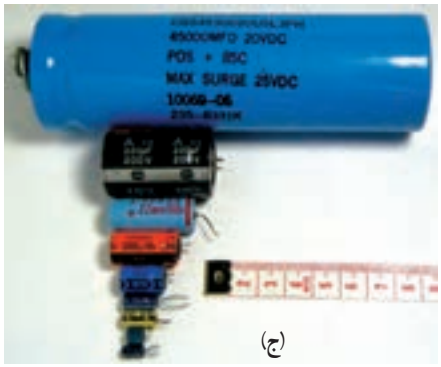
توجه : مشخصات دیگر خازن مانند ضریب حرارتی، ماکزیمم فرکانس کار، ضریب تلفات خازن و ماکزیمم درجه حرارت مجاز نیز مطرح هستند که متناسب با نیاز در مورد آن‌ها بحث خواهد شد.

۶۹ــ۵ــ۱ــ خازن‌های الکترولیتی : در میان خازن‌ها بیش‌ترین ظرفیت را خازن‌های الکترولیتی دارند.

خازن‌های الکترولیتی اکثراً قطبی و دارای آند و کاتد هستند؛ بنابراین باید توجه داشت که در حین کار، دو قطب آن‌ها جابه‌جا نصب نشود. در صورت اشتباه متصل کردن دو قطب خازن الکترولیتی، واکنش‌های الکتروشیمیایی درون خازن روی می‌دهد و خازن معیوب می‌شود. شکل ۶۱ــ۱ چند نمونه خازن الکترولیتی و نماد فنی آن‌ها را نشان می‌دهد. لایهٔ دی‌الکتریک (عایق) خازن‌های الکترولیتی از مواد مختلف ساخته می‌شود و ظرفیت آن از یک میکروفاراد به بالا است.

(الف)

(ب)



(ج)

(د)

علامت فنی خازن

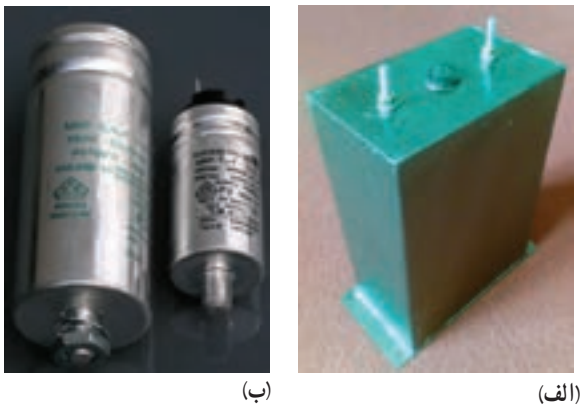
شکل ۶۱ــ۱ــ خازن‌های الکترولیتی

۱ــ رابطهٔ $Q=\frac{C}{E}$ در مورد ظرفیت خازن صدق می‌کند که در آن Q بار الکتریکی و E ولتاژ است.

۲ــ $1F=10^{3}mF$ ، $1F=10^{6}\mu F$ ، $1F=10^{9}nF$ و $1F=10^{12}pF$ است. (ظرفیت خازن برحسب mF معمولاً استفاده نمی‌شود).

۷۰ــ۵ــ۱ــ خازن‌های کاغذی : عایق این نوع خازن‌ها از یک صفحهٔ نازک کاغذ مشبک تشکیل شده است که یک نوع دی‌الکتریک مناسب درون آن تزریق می‌شود. جوشن‌های این نوع خازن نیز معمولاً از ورقه‌های آلومینیوم است.

خازن‌های کاغذی دارای ابعاد فیزیکی بزرگ هستند و در ولتاژهای زیاد کاربرد دارند. معمولاً ظرفیت این نوع خازن‌ها حداکثر در حدود میکروفاراد است و اغلب در دستگاه‌هایی مانند موتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۶۲ــ۱ چند نمونه از این نوع خازن‌ها را مشاهده می‌کنید.



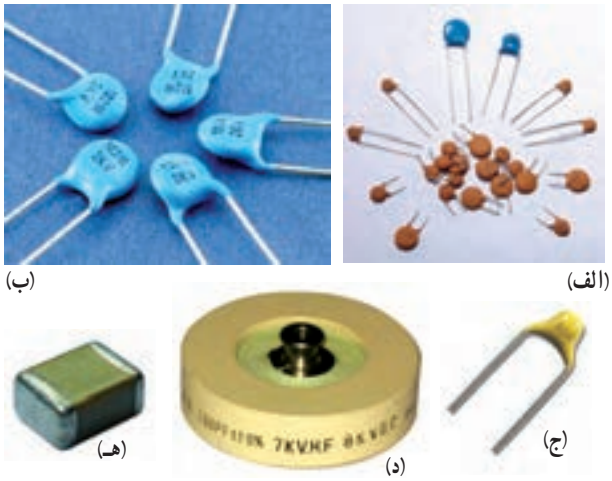
(الف) (ب)

(ج)

(د)

شکل ۶۲ــ۱ــ چند نمونه خازن کاغذی

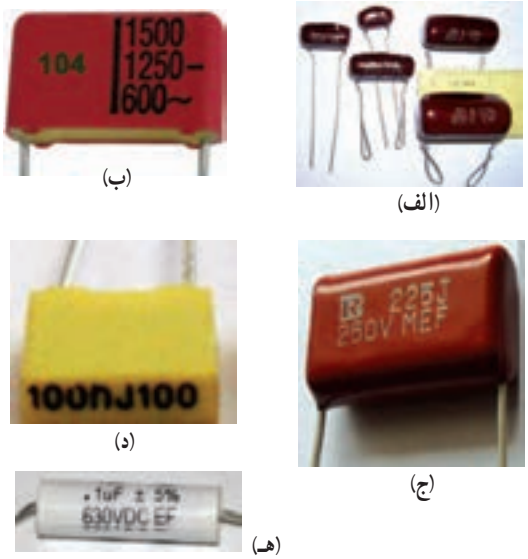
۷۱ــ۵ــ۱ــ خازن‌های سرامیکی : این نوع خازن‌ها اکثراً به‌صورت دیسکی (عدسی) ساخته می‌شوند. به دلیل استفاده از سرامیک به‌عنوان عایق، ولتاژ کار این خازن‌ها زیاد و ظرفیت آن‌ها در محدودهٔ pf ۱۰۰ تا ۰/۱μ قرار دارد. شکل ۶۳ــ۱ چند نمونه خازن سرامیکی را نشان می‌دهد.



(الف) (ب) (ج) (د) (هـ)

شکل ۶۳ــ۱ــ چند نمونه خازن سرامیکی

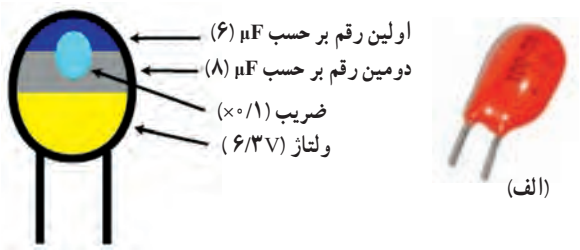
۷۲ــ۵ــ۱ــ خازن‌های پلی‌استر : عایق این خازن‌ها از نوع پلی‌استر (Polyster) است و از نظر مشخصات تا حدودی مشابه خازن‌های سرامیکی هستند. در شکل ۶۴ــ۱ چند نمونه خازن پلی‌استر را ملاحظه می‌کنید.



(الف) (ب) (ج) (د) (هـ)

شکل ۶۴ــ۱ــ چند نمونه خازن با عایق پلی‌استر

۷۳ــ۵ــ۱ــ خازن‌های تانتالیوم : این خازن‌ها دارای ظرفیت خازنی زیاد و قطبی شده هستند. ابعاد خازن‌های تانتالیومی در مقایسه با خازن‌های الکترولیتی بسیار کوچک‌تر است. در شکل ۶۵ــ۱ چند نمونه خازن تانتالیومی را مشاهده می‌کنید.



(الف)

(ب)

(ج) ۲/۲ میکرو فاراد ۲۵ ولت

(د) ۴/۷ میکروفاراد ۳۵ ولت

شکل ۶۵ــ۱ــ چند نمونه خازن الکترولیتی

۷۴ــ۵ــ۱ــ خازن‌های نصب سطحی SMD : خازن‌های نصب سطحی از نظر شکل ظاهری مشابه مقاومت‌های نصب سطحی هستند و از نظر ظاهری نمی‌توان آن‌ها را از یکدیگر تمیز داد. در شکل ۶۶ــ۱ چند نمونه خازن SMD را ملاحظه می‌کنید.

(الف)

(د)

(ج)

(ب)

شکل ۶۶ــ۱ــ چند نمونه خازن SMD

نکتهٔ مهم: معمولاً نوع عایق خازن‌ها را نمی‌توان از روی شکل ظاهری آن‌ها مشخص کرد. در این شرایط با مراجعه به برگهٔ اطلاعات می‌توانید مشخصات فنی خازن از جمله نوع عایق آن را تعیین کنید.

* **۷۵ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۴ عدد خازن الکترولیتی را در اختیار بگیرید و مشخصات آن‌ها را در جدول ۱۳ــ۱ بنویسید.

* **۷۶ــ۵ــ۱ــ** پایه‌های مثبت و منفی خازن را مشخص کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

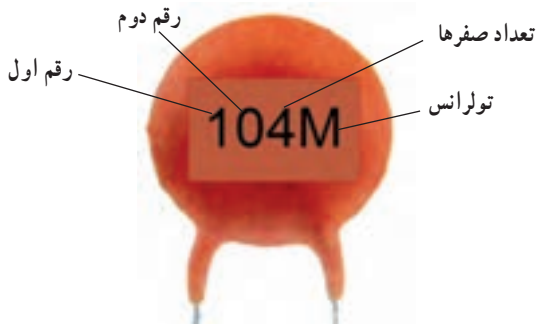
* **۷۷ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۵ عدد خازن از انواع مختلف در اختیار بگیرید و در صورت امکان نوع آن را مشخص کنید و در جدول ۱۴ــ۱ بنویسید.

تعیین مقدار ظرفیت خازن

۷۸ــ۵ــ۱ــ کد رنگی : کد نوارهای رنگی در خازن‌ها بسیار متنوع است و معمولاً کارخانه‌های سازندهٔ خازن هریک علائم خاصی را برای کد رنگی تعریف می‌کنند. برای خواندن مقادیر خازن با استفاده از کد رنگی باید به جدول تهیه شده توسط کارخانه مراجعه کنید. در پاره‌ای از موارد کد رنگی خازن مشابه کد رنگی مقاومت انتخاب می‌شود.

۷۹ــ۵ــ۱ــ نوشتن مقادیر روی بدنهٔ خازن : این روش برای خازن‌های الکترولیتی و خازن‌های کاغذی که ابعاد بزرگی دارند به‌کار می‌رود. در شکل ۶۱ــ۱ب ولتاژ کار خازن ۵۰ ولت و ظرفیت آن ۴۷ میکروفاراد (µf) است که به‌طور مستقیم روی آن نوشته شده است.

۸۰ــ۵ــ۱ــ استفاده از کد «عدد ــ حرف» : این روش مشابه روشی است که در مقاومت‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این روش یک عدد سه‌رقمی روی خازن می‌نویسند که رقم‌های اول و دوم نمایندهٔ رقم‌های اول و دوم و رقم سوم نمایندهٔ تعداد صفرها یا ضریب ده است. در این حالت مقدار خازن برحسب پیکوفاراد ($۱۰^{-۱۲}$) تعیین می‌شود. حرفی که بعد از عدد می‌آید تولرانس یا خطا را نشان می‌دهد. در شکل ۶۷ــ۱ یک نمونه از این کدگذاری را مشاهده می‌کنید.



C=۱۰۰۰۰۰pf=۱۰۰NF

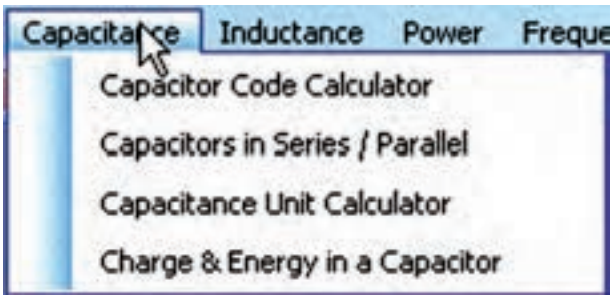
M = ۲۰٪ = تولرانس

شکل ۶۷ــ۱ــ تعیین ظرفیت خازن با کد عددی

* **۸۱ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۴ عدد خازن با کد «عدد ــ حرف» را در اختیار بگیرید و مشخصات آن را در جدول ۱۵ــ۱ بنویسید.

کار با نرم‌افزار E.A.

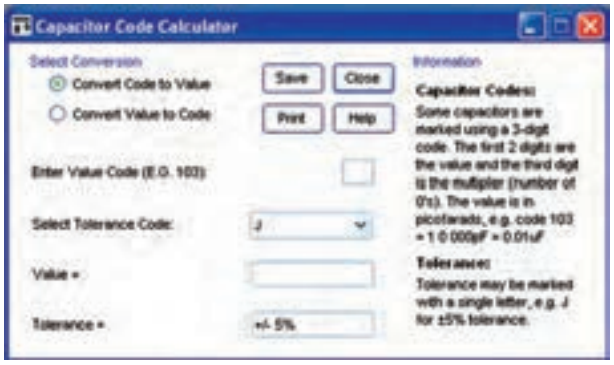
۸۲ــ۵ــ۱ــ نرم‌افزار E.A. را که قبلاً نحوهٔ نصب و کاربرد آن را آموزش دادیم باز کنید و طبق شکل ۶۸ــ۱ روی گزینهٔ capacitance کلیک کنید تا فهرست آن باز شود.



شکل ۶۸ــ۱ــ انتخاب گزینهٔ capacitance

نکتهٔ مهم: درصورتی که در استفاده از نرم‌افزار با مشکلی مواجه شدید، آن را ببندید و دوباره باز کنید. چنان چه مشکل هم‌چنان وجود داشت نرم‌افزار را حذف و دوباره نصب کنید.

۸۳ــ۵ــ۱ــ روی زبانهٔ Capacitor code calculator کلیک کنید تا صفحهٔ محاسبه‌گر کد ظرفیت خازن طبق شکل ۶۹ــ۱ باز شود. با استفاده از این صفحه می‌توانید مقدار ظرفیت خازن را به کد «عدد ــ حرف» یا کد «عدد ــ حرف» را به ظرفیت تبدیل کنید.



شکل ۶۹ــ۱ــ صفحهٔ مربوط به محاسبه‌گر کد «عدد ــ حرف» ظرفیت خازن

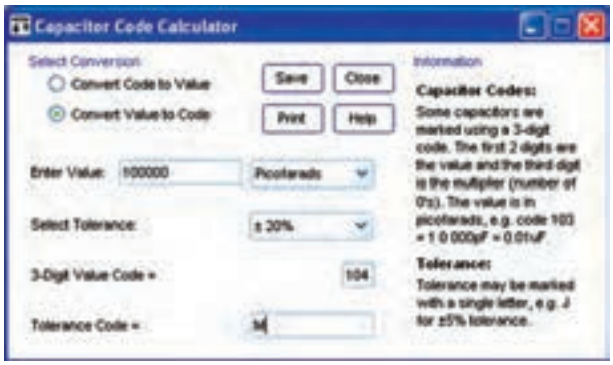
۸۴ــ۵ــ۱ــ درصورتی که گزینهٔ زبانهٔ تبدیل کد عددی به مقدار (convert code to value) را طبق شکل ۶۹ــ۱ انتخاب کنید با دادن کد «عدد ــ حرف» ظرفیت خازن و تولرانس آن در زبانهٔ Value داده می‌شود. برای مثال در شکل ۷۰ــ۱ عدد ۱۰۴ را در زبانهٔ Enter Value code (E.C. ۱۰۳) و حرف M را در زبانهٔ Select tolerance code وارد کرده‌ایم. به عبارت دیگر کد «عدد ــ حرف» خازن ۱۰۴M است.

مقدار ظرفیت در زبانهٔ «Valu=» برابر با ۱۰۰Nanofarad و مقدار تولرانس در زبانهٔ «Toleranc=» برابر با ۲۰ درصد نوشته می‌شود.

* **۸۵ــ۵ــ۱ــ** تعداد ۴ عدد خازن مختلف با کد «عدد ــ حرف» را در اختیار بگیرید و ابتدا مقدار ظرفیت و تولرانس آن را خودتان بخوانید و در جدول ۱۵ــ۱ یادداشت کنید. سپس مقادیر ظرفیت‌ها را با استفاده از نرم‌افزار E.A. به‌دست آورید و نتایج را در جدول ۱۶ــ۱ بنویسید، سپس نتایج را با هم مقایسه کنید و توضیح دهید.

* **۸۶ــ۵ــ۱ــ** طبق شکل ۷۰ــ۱ زبانهٔ convert value to code را انتخاب کنید. با انتخاب این زبانه می‌توانید با واردکردن مقدار ظرفیت و تولرانس خازن به نرم‌افزار مقدار کد عددی را به دست آورید. برای تمرین، مقدار ظرفیت خازن به‌دست آمده در مرحلهٔ ۸۶ــ۵ــ۱ را وارد نرم‌افزار کنید و کُد عددی آن را مشاهده نمایید. دربارهٔ نحوهٔ اجرای این تمرین توضیح دهید.

توجه : در این مرحله باید واحد ظرفیت خازن را نیز در زبانهٔ "Enter value" انتخاب کنید.



شکل ۷۰ــ۱ــ تعیین کد عددی ظرفیت خازن در نرم‌افزار E.A.

✻ **۸۷ــ۵ــ۱ــ** ظرفیت خازن‌های زیر را ابتدا خودتان، سپس توسط نرم‌افزار تبدیل به کد «عدد ــ حرف» کنید و در جدول ۱۷ــ۱ بنویسید. دربارهٔ اجرای این فعالیت به‌طور خلاصه شرح دهید.

C_1=۱۰۰Pf ۵٪

C_2=۴۷۰Nf ۱۰٪

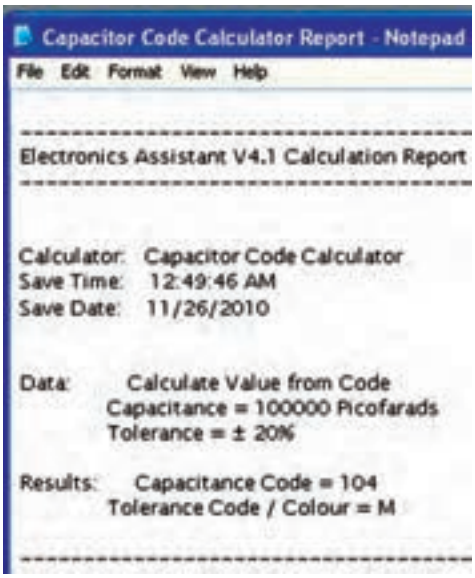
C_3=۰/۱μf ۲٪

C_4=۰/۴۷Nf ۲۰٪

✻ **۸۸ــ۵ــ۱ــ** با استفاده از زبانه‌های save و print می‌توانید اطلاعات مربوط به خازن را ذخیره یا چاپ کنید.

نکتهٔ مهم : از آن جا که این نرم‌افزار به‌صورت نمایشی ارائه شده است امکان چاپ مستقیم از طریق نرم‌افزار وجود ندارد ولی می‌توانید اطلاعات را ذخیره کنید.

در شکل ۷۱ــ۱ نمونه‌ای از اطلاعات ذخیره شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷۱ــ۱ــ نمونه‌ای از اطلاعات ذخیره‌شده مربوط به ظرفیت خازن‌های متغیر

۸۹ــ۵ــ۱ــ خازن‌های متغیر خازن‌هایی هستند که ظرفیت آن را می‌توانیم تغییر دهیم.

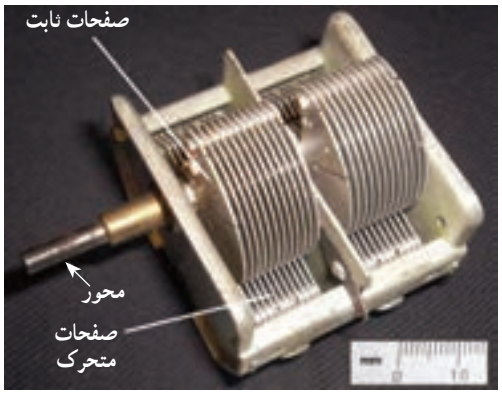
ظرفیت خازن متغیر را می‌توان با تغییر سه عامل تغییر داد.

الف) تغییر فاصله‌ای صفحات

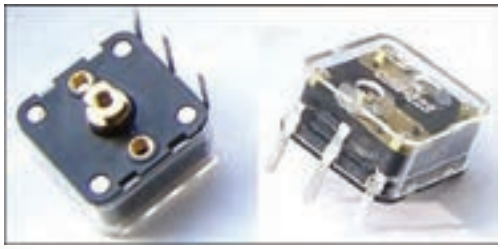
ب) تغییر سطح مشترک صفحات

ج) تغییر نوع دی‌الکتریک.

از سه روش فوق، رایج‌ترین روش تغییر ظرفیت خازن، تغییر سطح مؤثر صفحات است. شکل ۷۲ــ۱ چند نمونه خازن



(الف)



(ب)

شکل ۷۲ــ۱ــ چند نمونه خازن متغیر

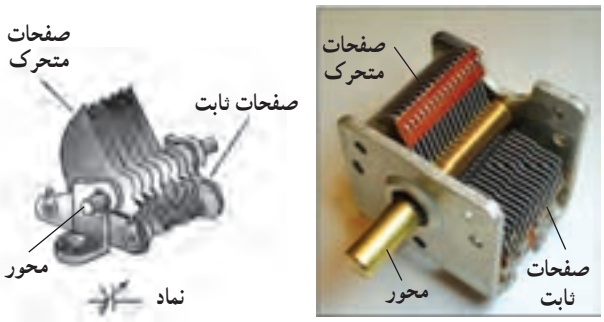
متغیر را نشان می‌دهد.

در یک خازن متغیر دو نوع صفحه وجود دارد :

الف) صفحات ثابت

ب) صفحات متغیر

محور خازن، به صفحات متغیر، متصل است (شکل ۷۳ــ۱).



شکل ۷۳ــ۱ــ اجزاء خازن متغیر

با چرخاندن محور، صفحات متحرک به سمت صفحات ثابت هدایت می‌شود و به‌صورت شانه‌ای طبق شکل ۷۳ــ۱ در لابه‌لای صفحات ثابت قرار می‌گیرد. با این حرکت، سطح مشترک صفحات افزایش و ضخامت لایهٔ دی‌الکتریک کاهش می‌یابد و ظرفیت خازن را زیاد می‌کند. درصورتی که با چرخش محور، صفحات متحرک از بین صفحات ثابت به خارج هدایت شوند، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

ماکزیمم زاویهٔ چرخش محور در خازن‌های متغیر ۱۸۰ درجه است. هم‌چنین حوزهٔ تغییر ظرفیت خازن‌ها متغیر رایج «۵/۷Pf تا ۷۸Pf»، «۶/۳Pf تا ۱۲۳Pf» و «۱۰Pf تا ۳۶۵Pf» است.

تحقیق کنید : با استفاده از رابطهٔ $C=K\frac{A}{d}$ نحوهٔ افزایش و کاهش ظرفیت خازن را با ذکر یک مثال عددی بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

توجه داشته باشید که جنس دی‌الکتریک خازن متغیر هواست و ظرفیت خازن در هر زمان بستگی به زاویهٔ محور دارد یعنی می‌توان با تغییر زاویهٔ محور ظرفیت خازن را کم یا زیاد کرد.

* **۹۰ــ۵ــ۱ــ** تعدادی خازن متغیر در اختیار بگیرید و ساختمان و عملکرد آن را مورد بررسی قرار دهید. نتیجه را به‌طور خلاصه شرح دهید.

* **۹۱ــ۵ــ۱ــ** با استفاده از یکی از موتورهای جست‌وجو تصویر تعداد دیگری از خازن متغیر را بیابید و آن‌ها را در دفتر گزارش کار بچسبانید.

* **۹۲ــ۵ــ۱ــ** در نرم‌افزارهای، E.A، ادیسون و مولتی‌سیم جست‌و جو کنید و بررسی نمایید آیا خازن متغیر در این نرم‌افزارها وجود دارد؟ نتیجه را به‌طور خلاصه شرح دهید.

* **۹۳ــ۵ــ۱ــ** با جست‌وجو در سایر نرم‌افزارهایی که نسبت به آن‌ها آگاهی دارید، خازن متغیر را جست و جو کنید و نتیجه را بنویسید.

* **۹۴ــ۵ــ۱ــ** روی بُردهای الکترونیکی معیوب و مستعمل مطالعه کنید و خازن‌های متغیر آن‌ها را شناسایی کنید. نتیجه را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

توجه : مراحل نصب، راه‌اندازی و نحوهٔ کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ بخش اول، فصل دوم آمده است. لازم است در مراحل مختلف به کتاب مزبور مراجعه کنید.

* **۹۵ــ۵ــ۱ــ** تعداد دیگری از نرم‌افزارهای محاسبه‌گر کد رنگی خازن‌ها را شناسایی کنید و چگونگی استفاده از آن‌ها را توضیح دهید.

سلف یا سیم پیچ

۹۶ــ۵ــ۱ــ سلف یا سیم‌پیچ قطعه‌ای الکتریکی است که می‌تواند مانند خازن ولی با روشی دیگر، انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. سلف از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود :

الف) پیچه؛ که از پیچیدن طول معینی از یک سیم هادی، با روکش عایق، بر روی یک پایهٔ عایق شکل می‌گیرد.

ب) هسته؛ که درون سیم‌پیچ قرار می‌گیرد و جنس آن از هوا، فلزات آهنی یا فریت است.

ضریب خودالقایی سلف (L) : مهم‌ترین مشخصهٔ سلف، خودالقایی آن است که آن را با عنوان ضریب خودالقایی سلف مشخص می‌کنند و با L نمایش می‌دهند. مقدار L بستگی به مشخصه‌های فیزیکی سلف‌مانند تعداد دور سیم‌پیچ، ابعاد، شکل، جنس هسته و ... دارد.

واحد خودالقایی (L) هانری (H) است و واحدهای کوچک‌تر آن میلی‌هانری (هانری $\frac{۱}{۱۰۰۰}$=mH) و میکروهانری (هانری $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}$ = μH) هستند.

عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی : تعداد دور، قطر و طول سیم‌پیچ و همچنین جنس هستهٔ به‌کار رفته از عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی یک سلف هستند.

درصورتی که طول سیم‌پیچ ثابت باشد، سیم‌پیچ‌های با ضریب خودالقایی کم دارای تعداد دور کم و هستهٔ هوا هستند. در شکل ۷۴ــ۱ تعدادی سیم‌پیچ با هستهٔ هوا را مشاهده می‌کنید.

(ب)

(الف)

(ج)

شکل ۷۴ــ۱ــ تعدادی سیم‌پیچ با هستهٔ هوا

ژوزف هانری (۱۸۷۸ــ۱۷۹۷) دانشمند آمریکایی، واحد ضریب خودالقایی (L) به نام او ثبت شده است.

سیم‌پیچ‌های با ضریب خودالقایی زیاد، دارای تعداد دور زیاد و هستهٔ آهنی یا فریت (یا مواد دیگر) هستند.

در شکل ۷۵ــ۱ تعدادی سیم‌پیچ یا هستهٔ فلزات آهنی و فریت را ملاحظه می‌کنید.

(الف)

(ب)

(ج)

(د)

شکل ۷۵ــ۱ــ تعدادی سیم‌پیچ با هستهٔ فلزات آهنی و فریت

از مشخصه‌های دیگر سیم‌پیچ می‌توان ضریب کیفیت (Q) و ماکزیمم فرکانس را نام برد.

* **۹۷ــ۵ــ۱ــ** تعدادی سیم‌پیچ با هستهٔ آهنی، هوا و فریت را در اختیار بگیرید و پس از بررسی در مورد آن‌ها توضیح دهید.

مشخص‌کردن مقادیر سیم‌پیچ

۹۸ــ۵ــ۱ــ مقدار ضریب خودالقای سیم‌پیچ را مانند مقاومت‌ها و خازن‌ها با سه روش زیر مشخص می‌کنند.

الف) نوشتن مقدار اندوکتانس روی سیم‌پیچ

ب) استفاده از کد رنگی

ج) استفاده از کد «عدد ــ حرف»

نوشتن مقدار اندوکتانس روی سیم‌پیچ‌ها نشانه مقاومت‌ها و خازن‌ها است.

مشخص‌کردن مقدار اندوکتانس سیم‌پیچ با کد رنگی نیز تا حدودی به کد رنگی مقاومت‌ها تشابه دارد.

کد «حرف ــ عدد» سیم‌پیچ‌ها دقیقاً مشابه کد «حرف ــ عدد» خازن‌ها و مقاومت‌ها است.

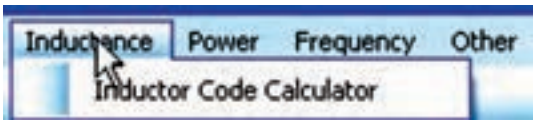
* **۹۹ــ۵ــ۱ــ** تعدادی سیم‌پیچ در اختیار بگیرید و مقدار نوشته شده روی آن‌ها را بررسی کنید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

نکات مهم

- درصورتی که هیچ عددی روی سیم‌پیچ نوشته نشده باشد باید به جعبهٔ بسته‌بندی سیم‌پیچ از طرف کارخانه مراجعه کنید.
- درصورتی که روی سیم‌پیچ عددی نوشته شده باشد که مقدار سیم‌پیچ را مشخص نکند باید به برگهٔ اطلاعات کارخانه Data sheet مراجعه کنید.

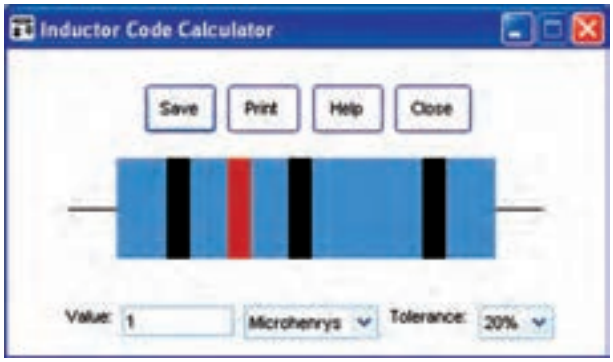
کار با نرم‌افزار

۱۰۰ــ۵ــ۱ــ نرم‌افزار E.A. را که قبلاً چگونگی نصب و کاربرد آن را آموزش دادیم باز کنید و طبق شکل ۷۶ــ۱ روی گزینهٔ Inductance کلیک کنید تا فهرست آن باز شود.



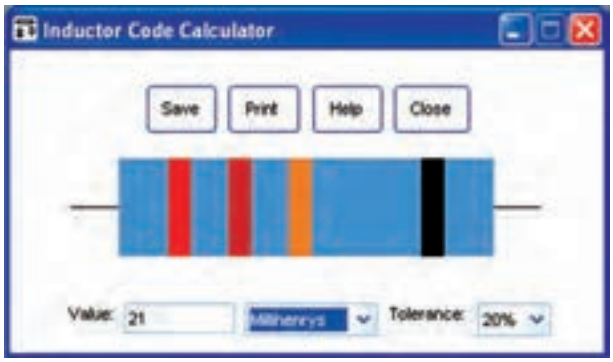
شکل ۷۶ــ۱ــ انتخاب گزینهٔ Inductance

۱۰۱ــ۵ــ۱ــ روی زبانهٔ Inductor code calculator. کلیک کنید تا صفحهٔ محاسبه‌گر کد اندوکتانس سیم‌پیچ طبق شکل ۷۷ــ۱ باز شود.



شکل ۷۷ــ۱ــ صفحهٔ محاسبه‌گر کد سیم‌پیچ و مقدار ظرفیت برحسب میکروهانری

همان‌طورکه مشاهده می‌شود، مقدار ضریب خودالقای سیم‌پیچ برحسب میلی‌هانری یا میکروهانری داده می‌شود. در شکل ۷۷ــ۱ مقدار ظرفیت برحسب میکروهانری و در شکل ۷۸ــ۱ مقدار ظرفیت برحسب میلی‌هانری تعیین شده است.



شکل ۷۸ــ۱ــ مقدار ظرفیت برحسب میلی‌هانری

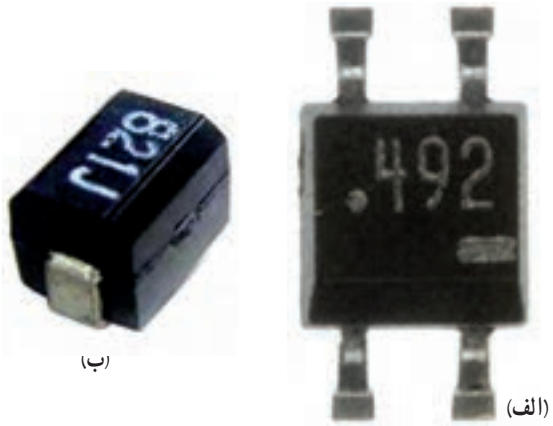
۱۰۲ــ۵ــ۱ــ استفاده از محاسبه‌گر: کد رنگی سیم‌پیچ‌ها کاملاً مشابه مقاومت‌ها است. شما می‌توانید نوارهای رنگی را تغییر دهید و مقدار ضریب خودالقای سیم‌پیچ را به‌دست آورید. هم‌چنین با دادن مقدار ضریب خودالقایی می‌توانید کد رنگی آن‌ها را داشته باشید. در شکل ۷۹ــ۱ یک نمونه از سیم‌پیچ با کد رنگی را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۷۹ــ۱ــ سیم‌پیچ با کد رنگی

* **۱۰۳ــ۵ــ۱ــ** برای ۴ عدد سیم‌پیچ، نوار رنگی تعریف کنید، (۴ نواره)، ابتدا مقادیر اندوکتانس سیم‌پیچ‌ها را بخوانید و در جدول ۱۸ــ۱ بنویسید. سپس با استفاده از نرم‌افزار E.A. مقدار اندوکتانس را بخوانید و در جدول درج کنید. در نهایت مقادیر را با هم مقایسه کنید و نتایج را بنویسید.

* **۱۰۴ــ۵ــ۱ــ** مقدار عددی اندوکتانس ۴ سیم‌پیچ را به محاسبه‌گر بدهید و نوارهای رنگی آن‌ها را مشخص کنید. نتایج را در جدول ۱۹ــ۱ بنویسید.

۱۰۵ــ۵ــ۱ــ مقدار اندوکتانس را با کد «عدد ــ حرف» نیز نشان می‌دهند. در شکل ۸۰ــ۱ نمونه‌هایی از سیم‌پیچ با کد «عدد ــ حرف» را ملاحظه می‌کنید.



(ب) (الف)

شکل ۸۰ــ۱ــ سیم‌پیچ با کد «عدد ــ حرف»

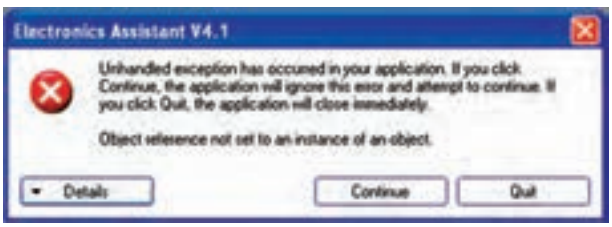
* **۱۰۶ــ۵ــ۱ــ** تعداد سه عدد سیم‌پیچ با کد نوار رنگی و سه عدد سیم‌پیچ با کد عدد حرف در اختیار بگیرید و مقادیر آن‌ها را در جدول ۲۰ــ۱ بنویسید.

* **۱۰۷ــ۵ــ۱ــ** سیم‌پیچ‌ها را به‌صورت چندتایی (شبکه ــ مدار مجتمع) نیز می‌سازند. در شکل ۸۱ــ۱ نمونه‌هایی از سیم‌پیچ ۴تایی را که در یک بسته‌بندی قرار دارد مشاهده می‌کنید.

شکل ۸۱ــ۱ــ سیم‌پیچ به‌صورت مدار مجتمع

با مراجعه به یکی از موتورهای جست‌وجو تعداد دیگری از سیم‌پیچ‌های مجتمع را بیابید و تصویر آن را در دفتر گزارش کار بچسبانید.

درصورتی که هنگام شروع کار نرم‌افزار با خطایی مشابه شکل ۸۲ــ۱ مواجه شدید، زبانهٔ continue را فعال کنید. چنان‌چه نرم‌افزار راه‌اندازی نشد، باید یک بار نرم‌افزار را حذف (uninstal) و مجدداً نصب (instal) کنید.



شکل ۸۲ــ۱ــ خطای نرم‌افزار E.A.

۶ــ۱ــ نتایج آزمایش

آنچه را که در این آزمایش تجربه کرده‌اید در حداقل ۱۲ سطر توضیح دهید.

۷ــ۱ــ الگوی پرسش

کامل‌کردنی

۱ــ۷ــ۱ــ مقاومت‌هایی که مقدار آن‌ها ثابت است و تابع عواملی مانند .... ، .... ، .... ، ..... و ..... و رطوبت نیستند، مقاومت ..... نام دارند.

۲ــ۷ــ۱ــ Wattage همان ..... مقاومت است.

۳ــ۷ــ۱ــ یک مقاومت ۱/۲ کیلواهمی با تولرانس ۵ درصد، مقاومتی بین ..... اهم تا ..... اهم دارد.

صحیح یا غلط

۴ــ۷ــ۱ــ معمولاً مقدار عددی مقاومت را روی مقاومت‌های با توان کم‌تر از یک وات می‌نویسند.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ــ۷ــ۱ــ روی مقاومتی 4K7J نوشته شده است. مقدار این مقاومت ۴/۷ KΩ و تولرانس آن ۵ درصد است.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ــ۷ــ۱ــ در برگهٔ مشخصات مقاومت، Power Rating به مفهوم توان مجاز و Packaging به مفهوم بسته‌بندی است.

صحیح ☐ غلط ☐

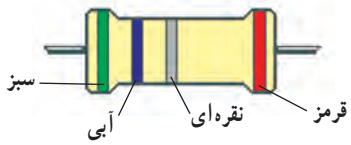
چهارگزینه‌ای

۷ــ۷ــ۱ــ رمز عدد و حروف مقاومت ۶۸ اهم با تولرانس ۱۰ درصد به کدام صورت است؟

۱) R۶۸K ۲) ۶۸RK

۳) R۶۸J ۴) K۶۸K

۸ــ۷ــ۱ــ مقدار مقاومت و درصد تولرانس مقاومتی نشان داده شده در شکل ۸۳ــ۱ کدام است؟

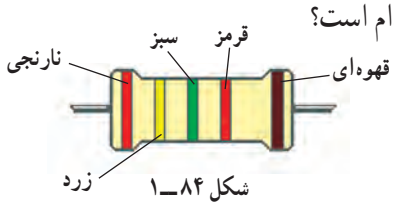


شکل ۸۳ــ۱

۱) ۵۶Ω ±۲٪ ۲) ۰/۵۶Ω ±۲٪

۳) ۵۶۰۰Ω ±۱۰٪ ۴) ۵۶۰Ω ±۱٪

۹ــ۷ــ۱ــ مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل ۸۴ــ۱، کدام است؟



شکل ۸۴ــ۱

۱) ۳۴/۵ KΩ ۲) ۳۴۵۲ KΩ

۳) ۳۴/۵۲ KΩ ۴) ۳۴/۵۲۱ KΩ

۱۰ــ۷ــ۱ــ مقدار ظرفیت خازن نشان داده شده در شکل ۸۵ــ۱ کدام است؟

شکل ۸۵ــ۱

۱) ۱۰۴μF ۲) ۱۰۰۰۰nF

۳) ۱۰۰nF ۴) ۱۰۰μF

تشریحی

۱۱ــ۷ــ۱ــ نقش مقاومت‌های اهمی را در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی شرح دهید.

۱۲ــ۷ــ۱ــ نقش فیوزهای FI و Fu را در میزهای آزمایشگاهی و تابلوهای برق شرح دهید.

۱۳ــ۷ــ۱ــ از نرم‌افزار Electronic assistant، برای خواندن مقادیر چه قطعاتی استفاده می‌کنیم؟ توضیح دهید.

۱۴ــ۷ــ۱ــ SMD حروف اول کدام کلمات انگلیسی است؟

۱۵ــ۷ــ۱ــ SIL مخفف کدام کلمه و کلمات انگلیسی است؟ شرح دهید.

۱۶ــ۷ــ۱ــ ظرفیت هریک از خازن‌های شکل ۸۶ــ۱ را برحسب میکروفاراد بنویسید.

۸ــ۱ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به الگوی پرسش، گزارش کار خود را آماده کنید و در زمان تعیین شده برای ارزشیابی ارائه نمایید.

(الف) (ب) (ج)

شکل ۸۶ــ۱

آزمایش شمارهٔ ۲

زمان اجرا : ۱۲ ساعت آموزشی

مولتی‌متر و کاربرد آن

هدف کلی آزمایش

استفاده از مولتی‌متر در اندازه‌گیری تعدادی از کمیت‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱ــ با بردبرد و ترمینال‌های آن آشنا شود.

۲ــ مولتی‌متر عقربه‌ای را از سایر دستگاه‌ها تمیز دهد.

۳ــ علائم اصلی روی مولتی‌متر عقربه‌ای را تشریح کند.

۴ــ مقادیر کمیت‌های اصلی الکتریکی را (A، Ω و V) از روی صفحه مدرج بخواند.

۵ــ سه نمونه مقاومت اهمی را با مولتی‌متر عقربه‌ای اندازه بگیرد.

در صورتی که مولتی‌متر عقربه‌ای در اختیار ندارید از ارزان‌ترین نوع مولتی‌متر عقربه‌ای موجود در بازار به تعداد محدود استفاده کنید به دلیل فراگیر شدن مولتی‌مترهای دیجیتالی و از رده خارج شدن مولتی‌مترهای عقربه‌ای، هدف از آموزش مولتی‌متر عقربه‌ای فقط آشنایی با این دستگاه است.

۶ــ سه نمونه ولتاژ DC را با مولتی‌متر عقربه‌ای اندازه بگیرد.

۷ــ سایر توانایی‌های کار با مولتی‌متر عقربه‌ای از جمله اندازه‌گیری دسی‌بل را نام ببرد.

۸ــ مولتی‌متر دیجیتالی را از سایر دستگاه‌ها تمیز دهد.

۹ــ پانل یک مولتی‌متر دیجیتالی را تشریح کند.

۱۰ــ مقاومت اهمی را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرد.

۱۱ــ جریان DC را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرد.

۱۲ــ ولتاژ DC را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرد.

۱۳ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم نحوهٔ اندازه‌گیری ولتاژ و جریان DC و AC رااجرا کند.

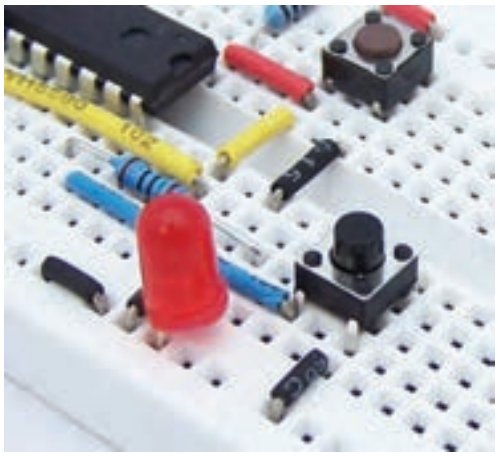
۱۴ــ گزارش کار را به‌طور کامل ــ دقیق و مستند بنویسد.

۱۵ــ هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش اول آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱ــ۲ــ اطلاعات اولیه

برد بُرد Bread board یا برد آزمایشگاهی کوچک وسیله‌ای است که توسط آن به‌آسانی می‌توانید آزمایش‌های الکترونیک را بدون نیاز به لحیم‌کاری با سیم‌های رابط جداگانه اجرا کنید. چون این بُرد (صفحه ــ تخته) به‌صورت یک صفحهٔ ساده ساخته شده است و مشابه یک تکه نان به نظر می‌آید نام Bread board یا تختهٔ آزمایشگاهی شبیه قطعهٔ نان به آن داده شده است. در شکل ۱ــ۲ قسمتی از بِرد بُرد که تعدادی قطعه روی آن نصب شده است را مشاهده می‌کنید.

مولتی‌متر (multimeter) وسیله‌ای است که توسط آن می‌توانید چندین کمیت الکتریکی را اندازه‌گیری کنید. کلمهٔ multi به معنی چند و meter به معنی اندازه‌گیر است.



شکل ۱ــ۲ــ یک نمونه بِردبُرد با قطعات نصب‌شده روی آن

مولتی‌متر در دو نوع آنالوگ (Analouge) یا عقربه‌ای و دیجیتال (Digital) یا رقمی و عددی ساخته می‌شود. در شکل ۲ــ۲ــ الف یک نمونه مولتی‌متر عقربه‌ای و در شکل ۲ــ۲ــ ب یک نمونه مولتی‌متر دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.

الف) یک نمونه مولتی‌متر عقربه‌ای

ب) یک نمونه مولتی‌متر دیجیتالی

شکل ۲ــ۲ــ مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتالی

در ادامهٔ این آزمایش چگونگی استفاده از برد بُرد و مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتالی را جهت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی، ولتاژ و جریان DC در فضای آزمایشگاه واقعی و نرم‌افزاری می‌آموزید.

۲ــ۲ــ نکات ایمنی

۱ــ۲ــ۲ــ کلیهٔ نکات ایمنی آموزش داده شده در آزمایش شمارهٔ یک را در مراحل اجرای این آزمایش نیز اجرا نمایید.

۲ــ۲ــ۲ــ از ابزار موجود در جعبه ابزار به‌طور صحیح استفاده کنید و پس از استفاده آن‌ها را با دقت جمع‌آوری کنید و در محل خود قرار دهید.

۳ــ۲ــ کار با نرم‌افزار

قبل یا پس از اجرای هر آزمایش در آزمایشگاه واقعی،

آزمایش‌ها را توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار دیگری که در اختیار دارید نیز اجرا نمایید.

قبل از اجرای آزمایش‌ها در آزمایشگاه واقعی، آن‌ها را به صورت نرم‌افزاری انجام دهید تا نتیجه بهتری کسب کنید. در جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی (کد ۳۵۸/۳) چگونگی کار با نرم‌افزار به‌طور کامل و دقیق آموزش داده شده است.

نکتهٔ مهم: از مربیان محترم درخواست می‌شود، قبل از اجرای آزمایش‌ها در فضای واقعی آزمایشگاه، آن‌ها را به‌صورت نرم‌افزاری اجرا نمایند و برای هنرجویان نمایش دهند. هم‌چنین با یک برنامه‌ریزی دقیق از هنرجویان بخواهند که قبل از اجرای آزمایش‌ها در آزمایشگاه واقعی آن‌ها را به صورت نرم‌افزاری اجرا نمایند.

۴ــ۲ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

ــ هریک از هنرجویان موظف هستند که یک کیف ابزار شامل؛ سیم‌چین، دم‌باریک، انبردست، مولتی‌متر دیجیتالی، سه نمونه پیچ‌گوشتی تخت، سه نمونه پیچ‌گوشتی چهارسو (فیلیپس) با اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ برای کارهای الکترونیکی، فازمتر، هویه قلمی و مقداری سیم تلفنی، مقداری قلع، قلع کش، ۴ قطعه سیم با گیرهٔ دو سر سوسماری، ۴ قطعه سیم با فیش معمولی، دو قطعه سیم شیلد دو سر سوسماری، یک قطعه برد برد متوسط و ذره‌بین را تهیه کنند و همیشه در ساعات کارگاهی همراه داشته باشند.

بدیهی است با توجه به فعالیت‌هایی که انجام می‌دهید به‌تدریج به ابزارهای دیگری مانند دستگاه پرچ فیش پاناسونیکی تلفن نیاز پیدا می‌کنید. این نیاز موجب کامل‌شدن جعبهٔ ابزار شما و کسب تجربهٔ بیش‌تر می‌شود. در شکل ۳ــ۲ یک نمونه مجموعهٔ ابزار و کیف ابزار الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.

یکی از ویژگی‌های یک شهروند مسئول: یک شهروند مسئول می‌بایستی آموزش‌هایی را که در طول زندگی می‌بیند در مکان‌ها و زمان‌های مختلف مورد استفاده قرار دهد. تهیه کیف ابزار این امکان را به شما می‌دهد که در هر زمان یا مکانی که بخواهید ازاین ابزار استفاده کنید و سرویس‌های مناسبی را به خانوادهٔ خود یا سایرین ارائه دهید. به این ترتیب شما در جامعه یک شهروند مسئول و توان‌مند شناخته می‌شوید.

تجهیزات خاص

ــ میز آزمایشگاهی الکترونیک	یک دستگاه
ــ برد بُرد	یک قطعه
ــ سیم تلفنی	به مقدار کافی
ــ مولتی‌متر عقربه‌ای	یک دستگاه

(الف)

(ب)

شکل ۳ــ۲ــ یک نمونه کیف ابزار الکترونیکی و مجموعهٔ ابزار

ـ مولتی‌متر دیجیتالی	یک دستگاه
ـ منبع تغذیه صفر تا ۳۰ ولت	یک دستگاه
ـ مقاومت ۱۰۰Ω، ۲۲۰Ω و ۱KΩ	
$\frac{۱}{۴}$ وات	ازهرکدام یک عدد

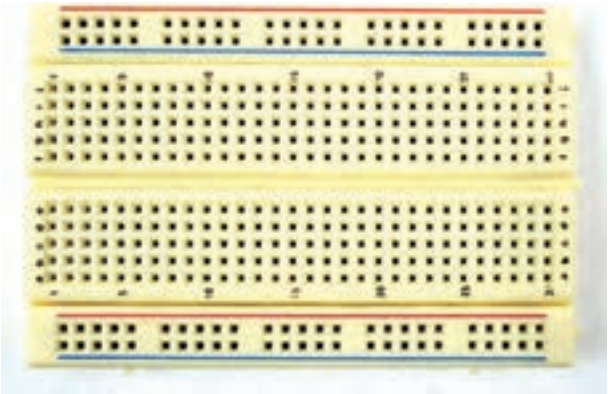
۵ــ۲ــ مراحل اجرای آزمایش

نکتهٔ مهم: نتایج حاصل ازمواردی که با ستاره مشخص شده است را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری با عنوان کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

* **۱ــ ۵ــ۲ــ** هدف کلی آزمایش شمارهٔ ۲ را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری بنویسند.

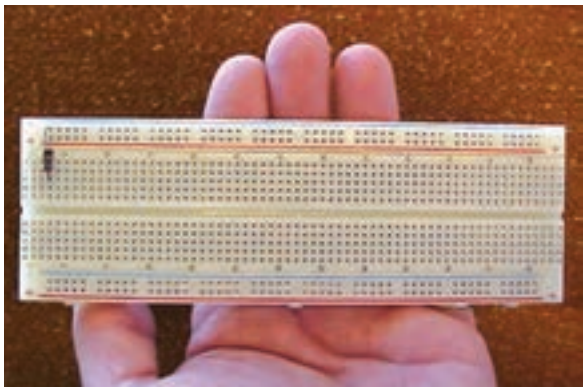
ابعاد و تعداد سوراخ‌های برد بُرد

۲ــ۵ــ۲ــ ابعاد برد برد را با توجه به تعداد سوراخ‌های طولی و عرضی مشخص می‌کنند. برای مثال یک برد بُرد ۱۴×۶۵ دارای ۶۵ سوراخ در طول و ۱۴ سوراخ در عرض است. این برد بُرد جمعاً ۹۱۰ سوراخ دارد. در شکل ۴ــ۲ یک قطعه برد بُرد ۱۴×۳۰ سوراخ را ملاحظه می‌کنید. این برد بُرد جمعاً ۴۲۰ سوراخ دارد.



شکل ۴ــ۲ــ بردبُرد ۱۴×۳۰ سوراخ

در شکل ۵ــ۲ ابعاد واقعی یک برد بُرد ۱۴×۶۳ سوراخ که در دست گرفته شده است را مشاهده می‌کنید.

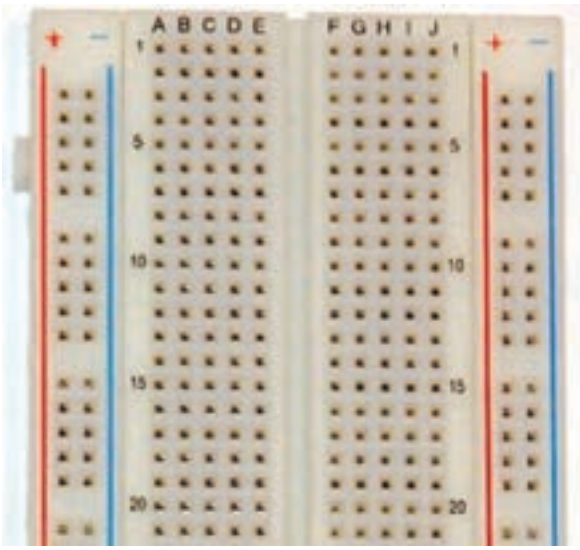


شکل ۵ــ۲ــ ابعاد واقعی یک بردبُرد ۸۸۲=۱۴×۶۳ سوراخ در مقایسه با دست انسان

* **۳ــ۵ــ۲ــ** یک قطعه بِرد بُرد در اختیار بگیرید و تعداد سوراخ‌ها و ابعاد آن را با رسم شکل مشخص کنید.

حروف و شماره‌گذاری بِرد بُرد

۴ــ۵ــ۲ــ معمولاً سوراخ‌های طولی برد بُرد را با شماره و سوراخ‌های عرضی آن را با حروف a، b، c، d، e، f، g، h، i و j مشخص می‌کنند. هم‌چنین در هریک از قسمت‌های بالا و پایین و در طول برد بُرد دو ردیف سوراخ وجود دارد که با علامت مثبت (+) و منفی (−) مشخص شده است در شکل ۶ــ۲ یک نمونه شماره‌گذاری و حروف‌گذاری روی برد بُرد را ملاحظه می‌کنید. در برخی از بِرد بُردها یک ردیف سوراخ در وسط یعنی حد فاصل حروف (a، b، c، d، e) و حروف (f، g، h، i، j) وجود دارد.



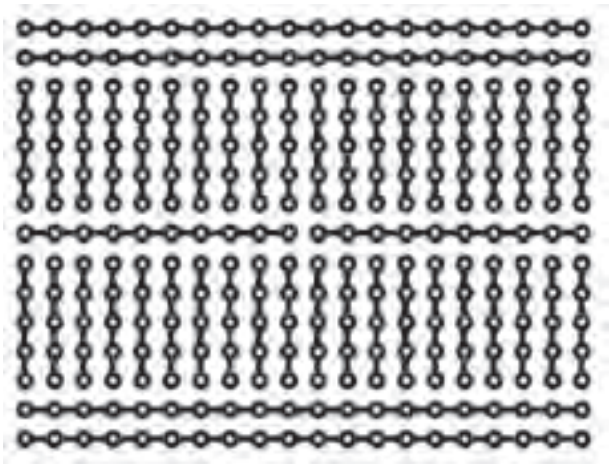
شکل ۶ــ۲ــ شماره و حروف‌گذاری روی بِردبُرد

* **۵ــ۵ــ۲ــ** بِرد بُردی را که در اختیار دارید مجدداً بررسی کنید و شماره‌گذاری و حروف‌گذاری آن‌ها را یادداشت کنید.

اتصال‌های داخلی بِرد بُرد

۶ــ۵ــ۲ــ در شکل ۷ــ۲ اتصالات داخلی سوراخ‌های برد بُرد را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود سوراخ‌های حروف‌گذاری شده در جهت عمودی با هم ارتباط دارند و در جهت افقی بین آن‌ها هیچ‌گونه ارتباطی وجود ندارد. سوراخ‌های ردیف‌های بالا، وسط و پایین در جهت افقی به هم مربوط هستند.

نکتهٔ مهم: در برخی از برد بُردها ردیف‌های بالا و پایین در قسمت وسط بِردبُرد با هم ارتباط ندارند و در صورت نیاز باید با یک سیم آن‌ها را به هم متصل کنید.

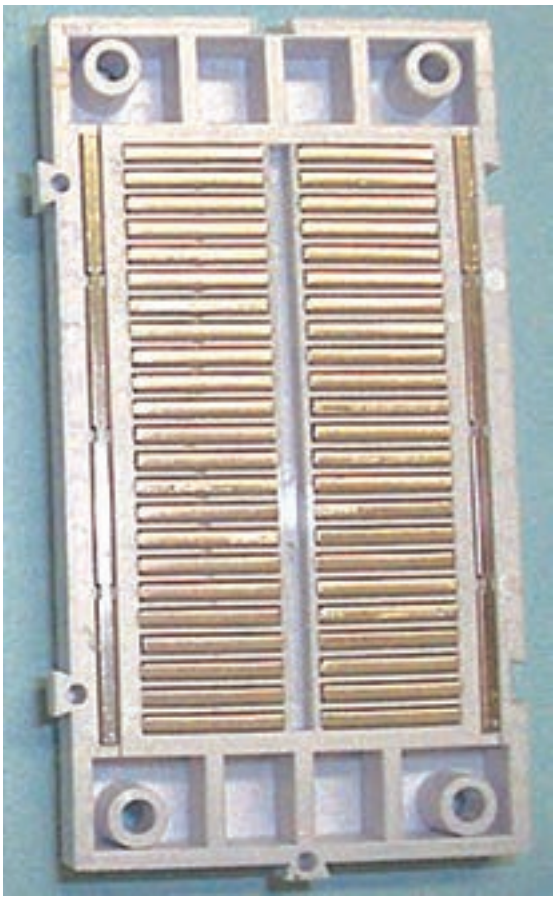


شکل ۷ــ۲ــ چگونگی اتصال پایه‌های بِردبُرد به یکدیگر

اتصالات برد بُرد از قطعات شانه‌ای فلزیِ (فنری) آبکاری شده ساخته شده است. در شکل ۸ــ۲ این قطعات فلزی از پشت برد بُرد نشان داده شده است.

افزایش ابعاد برد بُرد

۷ــ۵ــ۲ــ یکی از ویژگی‌های برد بُردها قابلیت افزایش ابعاد و تعداد سوراخ‌های آن است. شما می‌توانید چند قطعه بردبُرد را به هم اتصال دهید و یک برد بُرد بزرگ بسازید. برای این کار معمولاً در کناره‌های بردبُرد زایده‌هایی به‌صورت نر و ماده



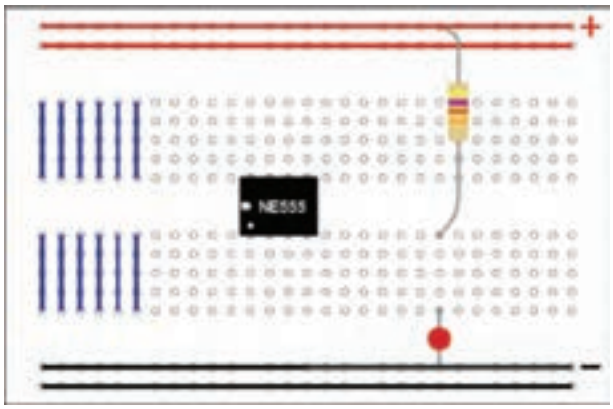
شکل ۸ــ۲ــ قطعات داخلی بِردبُرد

شکل ۹ــ۲ــ افزایش ابعاد و تعداد سوراخ‌های بِردبُرد از طریق اتصال چند بردبُرد به یک‌دیگر

وجود دارد که از طریق آن می‌توانید دو یا چند قطعه برد بُرد را به هم متصل کنید. در شکل ۹ــ۲ یک نمونه برد بُرد توسعه‌یافته را مشاهده می‌کنید.

* **۸ــ۵ــ۲ــ** دو قطعه بردبُرد را در اختیار بگیرید و آن‌ها را به هم متصل کنید و ابعاد آن را افزایش دهید. دربارهٔ این تجربه توضیح دهید.

۹ــ۵ــ۲ــ در شکل ۱۰ــ۲ نمونهٔ دیگری از چگونگی اتصال پایه‌های بردبُرد و نحوهٔ قرارگرفتن قطعات را روی آن ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۰ــ۲ــ اتصال پایه‌های بِردبُرد و نحوهٔ قرارگرفتن قطعات روی آن

* **۱۰ــ۵ــ۲ــ** اتصال پایه‌های بردبُرد موجود در آزمایشگاه را با رنگ‌های مختلف مشخص کنید، (دوباره ترسیم کنید).

۱۱ــ۵ــ۲ــ کار با مولتی‌متر عقربه‌ای

الف) ساختار کلی: مولتی‌متر عقربه‌ای را مولتی‌متر آنالوگ (Analouge) نیز می‌گویند. این دستگاه کمیت مورد اندازه‌گیری را از طریق حرکت و انحراف عقربه نشان می‌دهد. در شکل ۱۱ــ۲ نمونهٔ دیگری از مولتی‌متر عقربه‌ای را مشاهده می‌کنید.

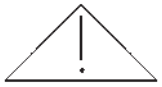
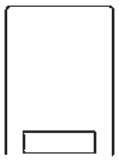
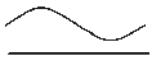
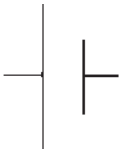
ب) علائم روی دستگاه: روی مولتی‌متر عقربه‌ای علائمی وجود دارد که لازم است قبل از شروع کار با دستگاه به آن‌ها توجه کنید. در شکل ۱۲ــ۲ یک نمونه صفحهٔ مدرج و علائم روی آن را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۱ــ۲ــ نمونهٔ دیگری از مولتی‌متر عقربه‌ای (آنالوگ)

شکل ۱۲ــ۲ــ صفحهٔ مدرج و علائم روی آن در مولتی‌متر آنالوگ

توجه : امروزه به دلیل کارآیی بالا، قیمت ارزان و دقت بالایی که مولتی‌مترهای دیجیتالی دارند از مولتی‌متر عقربه‌ای کم‌تر استفاده می‌شود و به مرور زمان از رده خارج خواهد شد.

در شکل ۱۳ـ۲ مفهوم هریک از علائم روی صفحه را که به صورت خلاصه‌شده و در یک جدول آمده است مشاهده می‌کنید.

علامت	مفهوم
	دقت و احتیاط
	نوع و ساختمان دستگاه (قاب گردان)
	توانایی اندازه‌گیری کمیت‌های AC و DC
	نحوهٔ قرارگرفتن دستگاه به‌صورت افقی
۱/۵ یا ۲/۵ یا ...	خطای دستگاه در انحراف کامل برحسب درصد
	آزمایش ولتاژ دستگاه تا ۳۰۰۰ ولت
	وجود مدار الکترونیکی در دستگاه
	نشان‌دهندهٔ میزان ولتاژ باتری داخل دستگاه

شکل ۱۳ـ۲ـ مفهوم برخی از علائم روی دستگاه مولتی‌متر آنالوگ

نکتهٔ بسیار مهم : برای کسب اطلاع از توانایی‌های یک دستگاه اندازه‌گیری باید به راهنمای کاربرد که با دستگاه داده می‌شود مراجعه کنید. معمولاً این راهنما به زبان انگلیسی یا زبان‌های دیگر است. بنابراین فراگیری اصطلاحات و مفاهیم انگلیسی در ارتباط با این موضوع بسیار ضروری است.

* **۱۲ـ۵ـ۲ـ** یک مولتی‌متر آنالوگ (عقربه‌ای) را در اختیار بگیرید و علائم روی آن را ترسیم کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

کلید سلکتور و صفحهٔ مدرج مولتی‌متر عقربه‌ای

۱۳ـ۵ـ۲ـ از آن‌جا که توسط مولتی متر می‌توانیم کمیت‌های مختلف الکتریکی مانند مقاومت، جریان و ولتاژ را اندازه‌گیری کنیم، برای انتخاب کمیت مورد نظر معمولاً روی دستگاه یک انتخاب کننده یا سلکتور قرار دارد. توسط کلید سلکتور می‌توانید کمیت مورد نظر و حوزهٔ اندازه‌گیری را انتخاب کنید. در شکل ۱۴ـ۲ یک نمونه کلید سلکتور مولتی‌متر آنالوگ را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۴ـ۲ـ یک نمونه کلید سلکتور مولتی‌متر عقربه‌ای

* **۱۴ـ۵ـ۲ـ** با توجه به شکل ۱۴ـ۲ کمیت‌ها و حوزهٔ کار قابل اندازه‌گیری توسط این مولتی‌متر را در جدول ۱ـ۲ بنویسید.

نکته: حوزهٔ کار یا رنج Range مولتی‌متر عبارت از محدوده‌ای است که دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری کند. برای مثال در شکل ۱۴ـ۲ حوزهٔ کار ولتاژ DC بین ۰/۱ تا ۱۰۰۰ ولت است که در مراحل ۰/۱، ۰/۵، ۲/۵، ۱۰، ۵۰، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ولت قابل اندازه‌گیری است.

الساندرو ولتا (۱۸۲۷ــ۱۷۴۵) واحد اختلاف پتانسیل (ولتاژ) به نام اوست و پیل روی ــ کربن را (ولتا) ساخته است.

۱۵ــ۵ــ۲ــ اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف به وسیلهٔ مولتی‌متر سبب شده است که صفحهٔ مدرج آن نیز دارای درجه‌بندی‌های متعدد باشد در شکل ۱۵ــ۲ یک نمونه صفحهٔ مدرج مولتی‌متر آنالوگ را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۵ــ۲ــ صفحهٔ مدرج یک نمونه مولتی‌متر آنالوگ

همان‌طورکه در شکل ۱۵ــ۲ مشاهده می‌شود این مولتی‌متر می‌تواند، مقاومت اهمی، ولتاژهای AC و DC، جریان DC و کمیت‌های دیگری مانند ظرفیت خازن، دسی‌بل (db)، I_{CEO} و h_{FE} را اندازه‌گیری کند. در این آزمایشگاه دربارهٔ کمیت‌های اخیر بحثی نخواهیم کرد و فراگیری آن‌ها را به سال‌های بعد موکول می‌کنیم.

* **۱۶ــ۵ــ۲ــ** کمیت‌ها و حوزه‌های کار نشان داده شده در صفحهٔ مدرج شکل ۱۵ــ۲ را با مقادیر نشان داده شده در سلکتور شکل ۱۴ــ۲ مقایسه کنید. آیا مقادیر تا حدودی با هم تطبیق دارند؟ دربارهٔ نتایج به‌دست آمده توضیح دهید.

* **۱۷ــ۵ــ۲ــ** صفحهٔ مدرج و سلکتور مولتی‌متر نشان داده شده در شکل ۱۱ــ۲ را با صفحهٔ مدرج و سلکتور نشان داده شده در شکل‌های ۱۴ــ۲ و ۱۵ــ۲ مقایسه کنید. آیا با هم تطبیق می‌کند؟ دربارهٔ آن توضیح دهید.

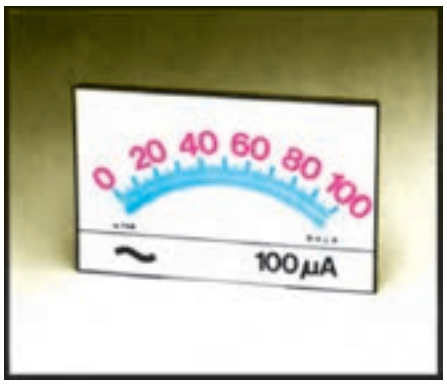
* **۱۸ــ۵ــ۲ــ** یک دستگاه مولتی‌متر آنالوگ را در اختیار بگیرید از سلکتور و صفحه مدرج آن عکس بگیرید یا آن را ترسیم کنید.

* **۱۹ــ۵ــ۲ــ** کمیت‌ها و حوزه‌های کار مولتی‌متر موجود در آزمایشگاه را در جدول ۲ــ۲ یادداشت کنید.

نحوهٔ خواندن کمیت‌های ولتاژ، جریان و ضریب مقیاس (scale) صفحهٔ مدرج

۲۰ــ۵ــ۲ــ به‌طورکلی برای خواندن دقیق مقادیر کمیت‌های الکتریکی در مولتی‌متر آنالوگ باید به کلید سلکتور اصلی مولتی‌متر که مقدار ماکزیمم کمیت را روی صفحهٔ مدرج نشان می‌دهد توجه کنیم. هم‌چنین باید تعداد تقسیمات روی درجه‌بندی صفحه مدرج و عدد مربوط به انحراف کامل آن را در نظر بگیریم.

برای مثال ابتدا طبق شکل ۱۶ــ۲ به درجه‌بندی روی صفحه مدرج می‌پردازیم. این شکل درجه‌بندی یک میکروآمپر متر را نشان می‌دهد. در این درجه‌بندی، فاصلهٔ بین صفر تا ۱۰۰ میکروآمپر به ۲۰ قسمت تقسیم شده است و هر قسمت $\frac{۱۰۰}{۲۰} = ۵$ میکروآمپر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ــ۲ــ یک نمونه درجه‌بندی صفحهٔ مدرج مولتی‌متر آنالوگ

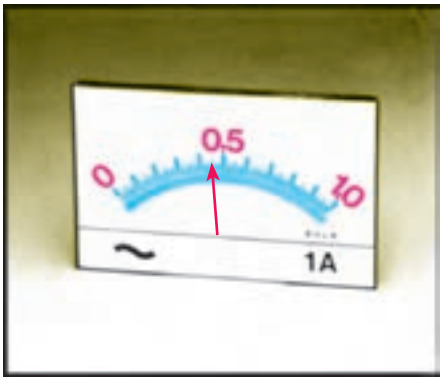
توجه داشته باشید که خطوط کوچک، نمایندهٔ ۵ میکروآمپر است. برای اینکه تقسیم‌بندی‌ها بهتر نشان داده شود، هر دو قسمت کوچک را با خط بزرگ‌تری مشخص کرده‌اند که نماینده $\frac{۱۰۰}{۱۰}=۱۰$ میکروآمپر است. طبق شکل ۱۶ــ۲ هر دو قسمت بزرگ ۲۰ میکروآمپر را نشان می‌دهد.

نسبت بین ماکزیمم کمیت و تعداد کوچک‌ترین تقسیم‌بندی‌ها را ($\frac{۱۰۰}{۲۰}$) ضریب مقیاس صفحهٔ مدرج (scale) می‌نامند.

۲۱ــ۵ــ۲ــ برای به‌دست‌آوردن مقدار کمیت اندازه‌گیری شده، ابتدا باید دید که عقربه چند قسمت منحرف شده است. سپس تعداد این تقسیمات را در ضریب مقیاس صفحه مدرج ضرب کرد. مثلاً اگر عقربه به اندازهٔ ۱۵ قسمت منحرف شود مقدار جریان برابر است با :

$$۱۵\times\frac{۱۰۰\mu A}{۲۰\ \text{قسمت}}=۱۵\times۵=۷۵\mu A$$

در شکل ۱۷ــ۲ صفحهٔ مدرج یک نمونه آمپرمتر را ملاحظه می‌کنید. ضریب را برای این آمپرمتر به دست‌آورید. درصورتی که عقربه روی درجه‌بندی ۹ قرار گرفته باشد مقدار جریان چند آمپر است؟



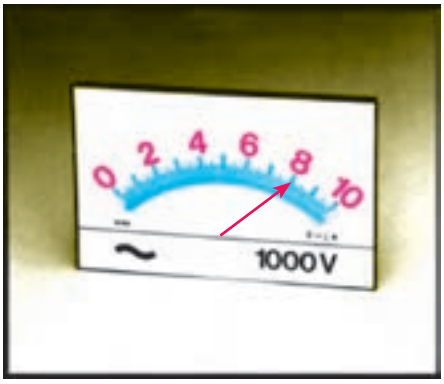
شکل ۱۷ــ۲ــ صفحهٔ مدرج یک آمپری

حل :

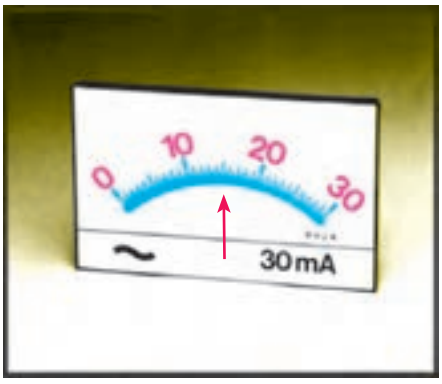
$$\text{ضریب مقیاس صفحهٔ مدرج}=\frac{۱A}{۲۰\ \text{قسمت}}=۰/۰۵$$

$$\text{مقدار کمیت}=\text{ضریب مقیاس}\times\text{انحراف عقربه}=۰/۰۵\times۹=۰/۴۵A$$

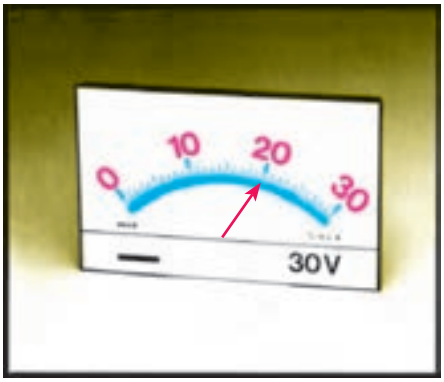
* **۲۲ــ۵ــ۲ــ** مقادیر ضریب مقیاس صفحهٔ مدرج را برای مقادیر جریان، با توجه به محل قرارگرفتن عقربه در شکل‌های ۱۸ــ۲ــ الف، ب و ج به‌دست آورید.



الف



ب



ج

شکل ۱۸ــ۲ــ محاسبهٔ مقادیر ولتاژ و جریان

آندره ماری آمپر (۱۸۳۶ــ۱۷۷۵) فیزیک‌دان و ریاضی‌دان فرانسوی که واحد شدت جریان به‌نام او ثبت شده است.

۲۳ــ۵ــ۲ــ برای خواندن مقدار واقعی کمیت باید ضریب کلید سلکتور را نیز درنظر گرفت. برای مثال اگر از درجه‌بندی صفر تا ۳۰ ولت روی صفحهٔ مدرج استفاده کنیم و کلید سلکتور روی ۳۰۰ ولت باشد باید مقدار خوانده شده را در عدد $\frac{۳۰۰}{۳۰}=۱۰$ ضرب کنیم.

$$\frac{\text{۳۰۰ (عدد روی کلید سلکتور)}}{\text{۳۰ (ماکزیمم عدد روی صفحه مدرج)}} \times ۱۰ = ۱۰۰\,\text{volt}$$

درصورتی که در شکل ۱۸ــ۲ــ ج کلید سلکتور مولتی‌متر روی عدد ۳۰۰ باشد، مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده را به‌دست آورید.

حل :

$$\text{ضریب مقیاس صفحهٔ مدرج} = \frac{۳۰\text{V}}{\text{۳۰ (قسمت)}} = ۱$$

$$\text{مقدار کمیت روی صفحهٔ مدرج} = ۲۰ \times ۱ = ۲۰$$

$$\text{مقدار واقعی کمیت} = ۲۰ \times \frac{۳۰۰}{۳۰} = ۲۰۰\text{V}$$

* **۲۴ــ۵ــ۲ــ** درصورتی که در شکل ۱۸ــ۲ــ ب کلید سلکتور روی 3A باشد، مقدار جریان اندازه‌گیری شده را به‌دست آورید.

نکتهٔ مهم : درجه‌بندی مربوط به مقادیر ولتاژ و جریان روی صفحه مدرج خطی است. یعنی اگر مقدار ولتاژ دو برابر شود، مقدار انحراف عقربه نیز دو برابر می‌شود.

اندازه‌گیری مقاومت اهمی

۲۵ــ۵ــ۲ــ چون درجه‌بندی صفحهٔ مدرج برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی خطی نیست، بنابراین، نحوهٔ خواندن مقدار مقاومت اهمی با آن‌چه که در مورد نحوهٔ خواندن ولتاژ و جریان گفته شد تفاوت دارد. برای اندازه‌گیری مقاومت باید مراحل زیر را به‌ترتیب انجام دهید :

● یک حوزهٔ کار (Range) را به‌دلخواه توسط کلید سلکتور انتخاب کنید (... و R × ۱k و R × ۱۰۰ و R × ۱۰ و R × ۱)،(شکل ۱۹ــ۲).

شکل ۱۹ــ۲ــ انتخاب رنج دلخواه

● دو سیم رابط (پروب Probe) اهم‌متر را به هم وصل کنید. در این حالت عقربه به سمت راست منحرف می‌شود و باید روی صفر قرار گیرد (شکل ۲۰ــ۲).

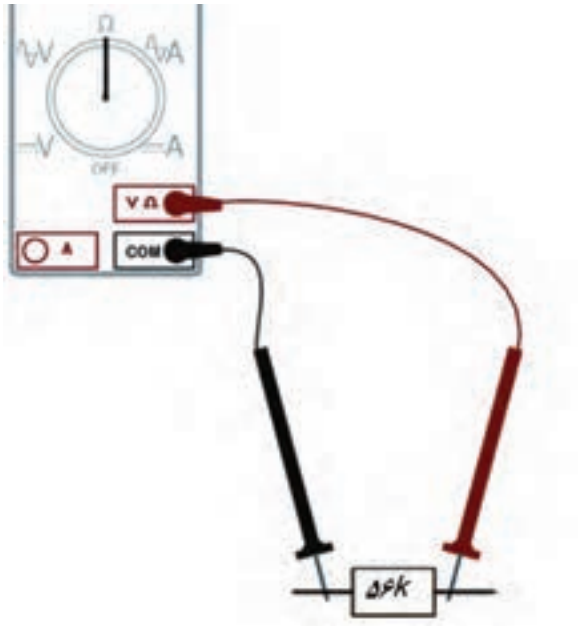
الف

ب

شکل ۲۰ــ۲ــ اتصال دو پروب اهم‌متر به یک‌دیگر

● درصورتی که عقربه روی صفر قرار نگرفت، توسط دکمهٔ تنظیم صفر (Zero Adjust)، عقربه را روی صفر تنظیم کنید.

● پروب را از هم جدا کنید و طبق شکل ۲۱ــ۲ مقاومت را بین دو پروب قرار دهید و مقدار مقاومت را بخوانید.



شکل ۲۱ــ۲ــ اندازه‌گیری مقاومت اهمی

نکتهٔ مهم : برخی از مولتی‌مترها دارای بیش از دو ترمینال (پایانهٔ) ورودی هستند. در این صورت باید به ترمینال ورودی مربوط به اندازه‌گیری مقاومت که با Ω مشخص شده است توجه کنید.

● هنگام خواندن مقدار مقاومت باید عقربه در منطقهٔ مناسب منحرف شود. چون درجه‌بندی اهم‌متر غیرخطی است و در قسمت‌های سمت چپ درجه‌بندی، فواصل به هم نزدیک است. توصیه می‌شود که مقادیر را طبق شکل ۲۲ــ۲ در منطقهٔ A تا B بخوانید. در این فاصله اعداد به‌طور واضح و دقیق قابل خواندن هستند.

شکل ۲۲ــ۲ــ منطقهٔ مناسب برای خواندن مقدار مقاومت

● درصورتی که برای اندازه‌گیری مقاومت، رنج کلید سلکتور را تغییر دادید، لازم است طبق شکل ۲۰ــ۲، دوباره صفر اهم‌متر را تنظیم کنید.

● چنان‌چه باتری داخلی اهم‌متر ضعیف شود، صفر آن قابل تنظیم نخواهد بود. در این حالت باید باتری داخلی اهم‌متر را تعویض کنید.

چند نکتهٔ ایمنی دربارهٔ مولتی‌متر و بردبُرد

● هرگز بردبُرد را خم نکنید. زیرا اتصال‌های داخل آن صدمه می‌بینند.

● از داخل کردنِ سیم‌های ضخیم به سوراخ‌های بردبُرد جداً خودداری کنید.

● برای اتصال سوراخ‌های بردبُرد با دستگاه‌های اندازه‌گیری از سیم‌های تلفنی یا فیش‌های مخصوص بردبُرد استفاده کنید.

● درصورتی که پایهٔ قطعهٔ مورد آزمایش ضخیم است جهت اتصال آن به بردبُرد از سیم تلفنی استفاده کنید.

● از ضربه زدن به مولتی‌متر خودداری کنید.

● هنگام اندازه‌گیری با مولتی‌متر مراقب باشید که عقربه آن به انتهای صفحه نرسد و ضربه نخورد.

● به حوزهٔ کار ولتاژ یا جریان قابل اندازه‌گیری توجه کنید.

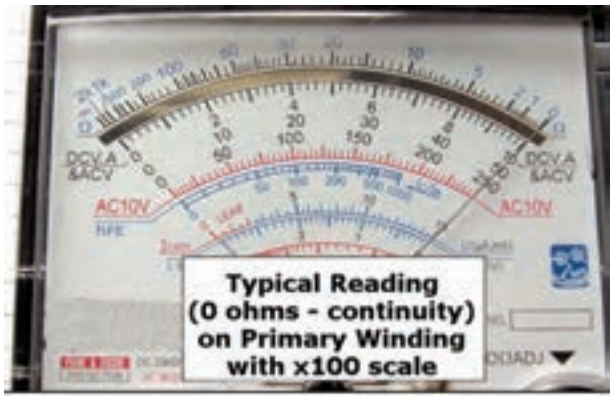
این نکات برای انواع بردبُردها و مولتی‌مترها صادق است و باید رعایت شود.

توجه : چگونگی کار با مولتی‌متر و چگونگی تعویض باتری و نکات ایمنی مربوط به آن در دفترچهٔ راهنمای مولتی‌متر نوشته شده است. قبل از استفاده از مولتی‌متر حتماً دفترچهٔ راهنمای آن را بخوانید.

* **۲۶ــ۵ــ۲ــ** مراحل بیان شده در مرحلهٔ ۲۵ــ۵ ــ۲ را روی مولتی‌متر موجود در آزمایشگاه تمرین کنید و نتایج به‌دست آمده را به‌طور خلاصه بنویسید.

اندازه‌گیری مقاومت اهمی و آزمایش اتصال‌های بردبُرد

* **۲۷ــ۵ــ۲ــ** با استفاده از اهم‌متر عقربه‌ای اتصال‌های بردبُرد را مورد بررسی قرار دهید. این نوع آزمایش را اصطلاحاً آزمایش پیوستگی (اتصال) مدار می‌گویند. برای آزمایش پیوستگی یا برقراری اتصال در مدار، کافی است دو سیم رابط اهم‌متر را بین دو نقطه قرار دهیم. درصورتی که مقاومت صفر را نشان دهد اتصال و پیوستگی برقرار است. درشکل ۲۳ــ۲ برقراری اتصال بین سیم‌پیچ یک ترانسفورماتور را در حوزهٔ کار ۱۰۰Ω× مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۳ــ۲ــ آزمایش پیوستگی یا برقراری اتصال کوتاه

نتایج حاصل از اتصال پایه‌های بردبُرد را به‌طور خلاصه شرح دهید.

* **۲۸ــ۵ــ۲ــ** تعداد سه عدد مقاومت را در اختیار بگیرید و با استفاده از مولتی‌متر عقربه‌ای آن را اندازه‌گیری کنید و مقادیر را در جدول ۳ــ۲ بنویسید.

* **۲۹ــ۵ــ۲ــ** آیا مقادیر مقاومت با استفاده از کد رنگی و اندازه‌گیری توسط اهم‌متر با هم انطباق دارد؟ شرح دهید. درصورتی که تفاوت وجود دارد علت را بیان کنید.

منبع تغذیه

۳۰ــ۵ــ۲ــ روی میز آزمایشگاه دستگاهی به‌نام منبع تغذیه یا (Power Supply) وجود دارد. توسط این دستگاه می‌توانید ولتاژهای مختلف تولید نمایید. از آن‌جا که تنوع دستگاه‌های منبع تغذیه بسیار زیاد است و هر آزمایشگاهی منبع تغذیهٔ خاص مربوط به خود را دارد، از تشریح آن خودداری می‌کنیم. برای فراگیری نحوهٔ استفاده از منبع تغذیه به دفترچهٔ راهنمای آن مراجعه کنید.

نکتهٔ مهم: در این مرحله لازم است هنرآموزان محترم نحوهٔ استفاده از دفترچهٔ راهنمای کاربرد منبع تغذیهٔ میز آزمایشگاهی را به هنرجویان آموزش دهند و اشکالات آنان را برطرف نمایند.

در شکل ۲۴ــ۲ دو نمونه منبع تغذیهٔ آزمایشگاهی با مشخص کردن دکمه‌ها و کنترل‌های آن نشان داده شده است.

الف

ب

شکل ۲۴ــ۲ــ دو نمونه منبع تغذیهٔ DC

* **۳۱ــ۵ــ۲ــ** منبع تغذیه را روی ۳، ۸، ۱۲ و ۲۵ ولت DC بگذارید و مقدار ولتاژ خروجی آن را با استفاده از مولتی‌متر عقربه‌ای اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۴ــ۲ بنویسید.

مولتی‌متر دیجیتالی

۳۲ــ۵ــ۲ــ مولتی‌متر دیجیتالی دستگاهی است که کمیت‌های مورد نظر را به‌صورت عدد و رقم نشان می‌دهد. مولتی‌متر دیجیتالی در انواع بسیار متنوعی ساخته می‌شود. در شکل ۲۵ــ۲ نمونهٔ دیگری از مولتی‌متر دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲۵ــ۲ــ نمونهٔ دیگری از مولتی‌متر دیجیتالی

۳۳ــ۵ــ۲ــ همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یکی از روش‌های کسب توانایی در کاربرد دستگاه‌های الکترونیکی مطالعهٔ دفترچهٔ راهنمای آن است. دفترچه راهنما معمولاً همراه با دستگاه در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. این دفترچه معمولاً به زبان انگلیسی یا سایر زبان‌ها است. یک تکنسین الکترونیک باید توانایی خواندن دفترچه راهنمای دستگاه‌های اندازه‌گیری در الکترونیک مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ، فانکشن ژنراتور و منبع تغذیه را بیاموزد.

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.

در ادامه به توضیح کامل یک نمونه دفترچهٔ راهنمای کاربرد یکی از متداول‌ترین مولتی‌مترهای دیجیتالی موجود در بازار می‌پردازیم.

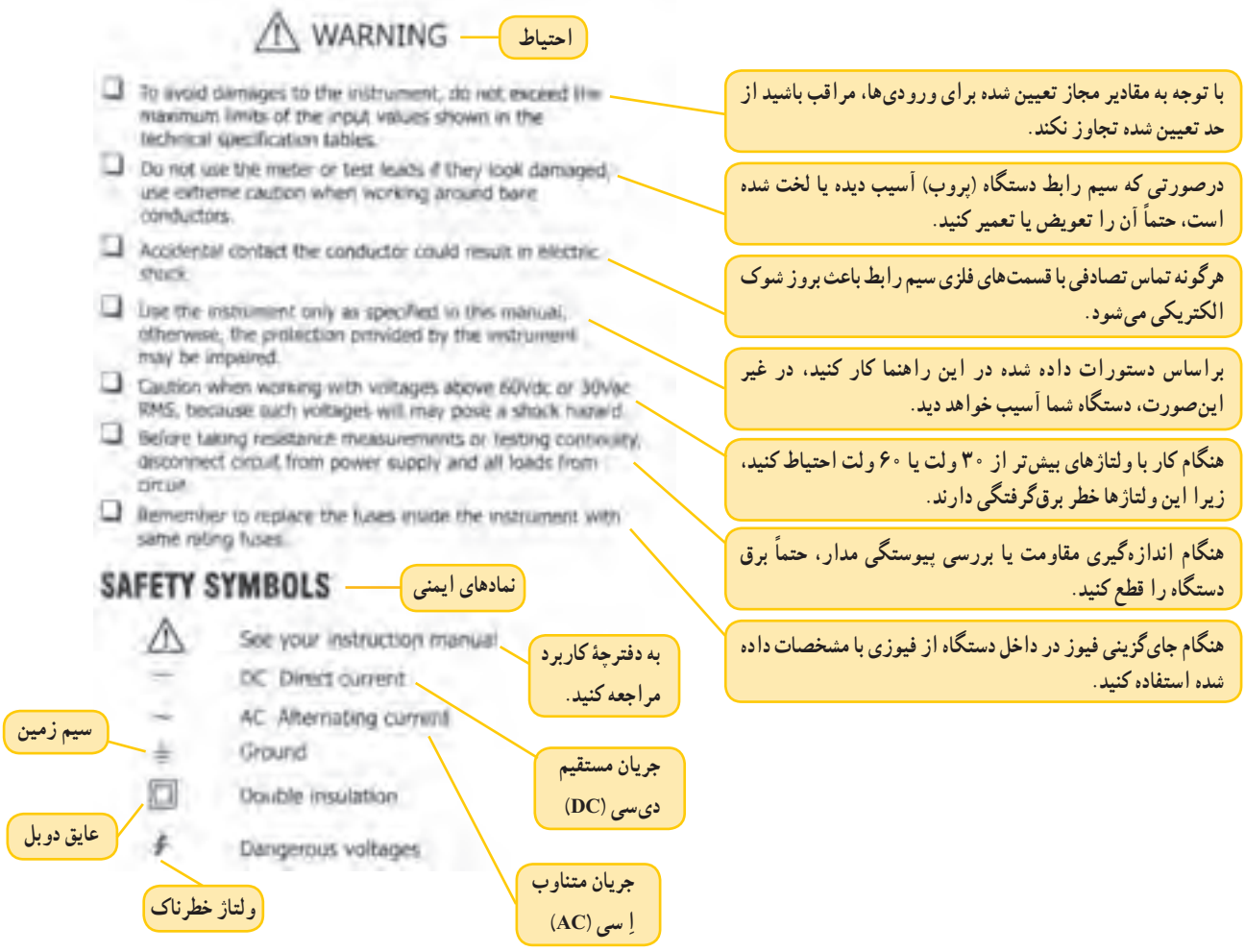
دفترچهٔ راهنمای کاربرد به زبان انگلیسی

۳۴ــ۵ــ۲ــ در شکل ۲۶ــ۲ صفحهٔ اول دفترچهٔ راهنمای کاربرد مولتی‌متر ××××× را ملاحظه می‌کنید. در این صفحه نام دستگاه، شمارهٔ سریال، نام دفترچه و استانداردهای حاکم بر دستگاه درج می‌شود.

شکل ۲۶ــ۲ــ صفحهٔ اول دفترچهٔ راهنمای مولتی‌متر دیجیتالی

۳۵ــ۵ــ۲ــ در صفحهٔ دوم معمولاً نکات ایمنی و اخطارها نوشته می‌شود. این نکات دربارهٔ تمام دستگاه‌های

اندازه‌گیری صدق می‌کند. در شکل ۲۷ــ۲ متن اصلی و ترجمهٔ مربوط به این نکات را ملاحظه می‌کنید. درصورتی که برای یک بار این اصطلاحات را فرا بگیرید، می‌توانید آن‌ها را برای انواع مولتی‌مترها به‌کار ببرید.



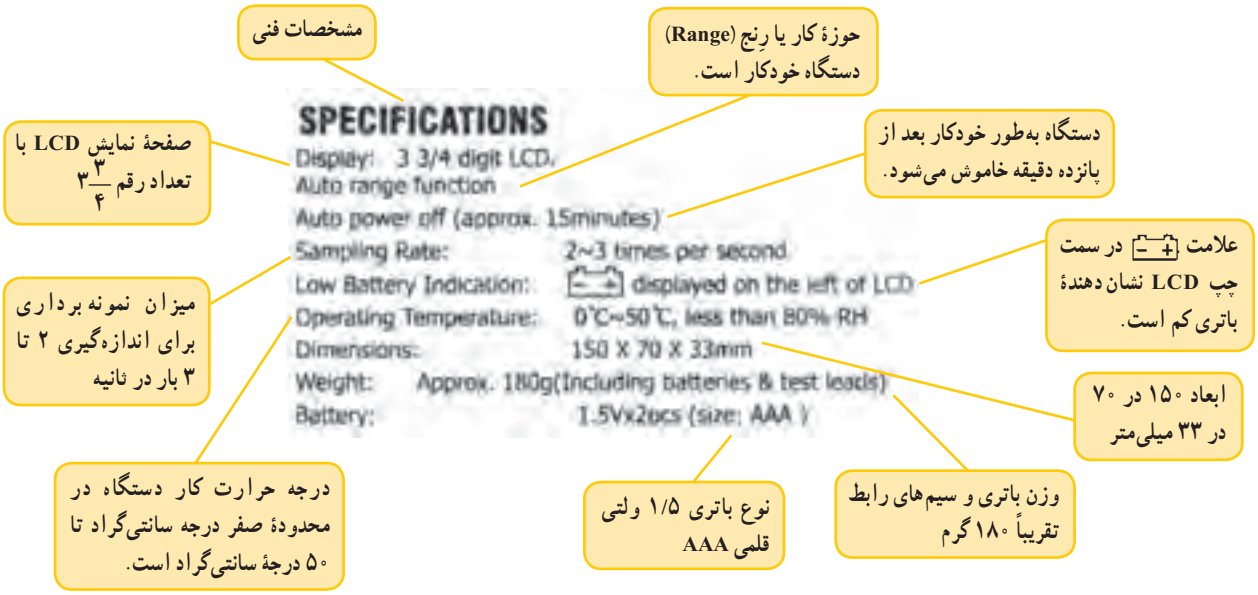
شکل ۲۷ــ۲ــ نکات و نمونه‌های ایمنی برای دستگاه اندازه‌گیری دیجیتال

* **۳۶ــ۵ــ۲ــ** دفترچهٔ راهنمای مولتی‌متر دیجیتال خودتان را در اختیار بگیرید و موارد مربوط به صفحه اول و دوم آن را ترجمه کنید. خلاصه‌ای از یافته‌های خود را در ارتباط با این فعالیت در دفتر گزارش کار بنویسید.

۳۷ــ۵ــ۲ــ مشخصات فنی : در صفحات بعدی مشخصات فنی دستگاه و حوزهٔ کار آن خواهد آمد. در شکل ۲۸ــ۲، مشخصات فنی دستگاه مورد بحث را ملاحظه می‌کنید.

با فراگیری این اصطلاحات به‌آسانی می‌توانید مشخصات فنی کلیهٔ مولتی‌مترهای دیجیتالی را یاد بگیرید.

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



شکل ۲۸ــ۲ــ مشخصات فنی دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی

* **۳۸ــ۵ــ۲ــ** مشخصات فنی دستگاه مولتی متر دیجیتالی خودتان را از دفترچهٔ راهنمای کاربرد استخراج کنید و آن را در جدول ۵ــ۲ بنویسید.

۳۹ــ۵ــ۲ــ مشخصات فنی مولتی‌متر

حوزهٔ کار و حدود اندازه‌گیری: حوزهٔ کار و حدود اندازه‌گیری و دقت دستگاه را معمولاً در دفترچه راهنمای کاربرد ارائه می‌کنند.

در شکل ۲۹ ــ۲ حوزهٔ کار ولتاژ DC مولتی متر مورد نظر را مشاهده می‌کنید.

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

حوزهٔ کار ولتاژ DC و AC

ولتاژ DC	حوزهٔ کار خودکار
حوزهٔ کار	دقت
۴۰۰MV	± (۰/۵ درصد مقدار خوانده شده به‌علاوهٔ یک رقم)
۴V ۴۰۰V ۶۰۰V	± (۰/۸ درصد مقدار خوانده شده به‌علاوهٔ یک رقم)

- حداکثر مقدار اندازه‌گیری ۶۰۰V
- مقاومت دستگاه ۱۰ مگا اهم
- حفاظت در حوزهٔ کار ۴۰۰ میلی‌ولت، ۲۲۰ ولت AC و DC و در سایر حوزه‌های ۶۰۰ ولت AC و DC
- ولتاژ قابل اندازه‌گیری تا ۶۰۰ ولت

DC VOLTAGE: —Auto ranging

Range	Resolution	Accuracy
400mV	0.1mV	±(0.5%rdg+1digits RE330E Only)
4V	1mV	±(0.8%rdg+1digit)
40V	10mV	
400V	100mV	
600V	1V	

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

شکل ۲۹ــ۲ــ حوزهٔ کار ولتاژ DC

در شکل ۳۰ــ۲ حوزهٔ کار ولتاژ AC آمده است.

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

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

AC VOLTAGE: —Auto ranging

Range	Resolution	Accuracy
4V	1mV	±(1.0%rdg+2digits)
40V	10mV	
400V	100mV	
600V	1V	

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 ۳۰ــ۲ــ حوزهٔ کار ولتاژ AC

* **۴۰ــ۵ــ۲ــ** با مراجعه به دفترچهٔ راهنمای مولتی‌متر خود، حوزهٔ کار ولتاژ DC و AC را در جدول ۶ــ۲ بنویسید.

مفهوم دقت : با توجه به شکل ۳۰ــ۲ در صورتی که ولت‌متر AC روی ۴۰۰ ولت AC باشد و عدد ۲۵۰ را نشان دهد، دقت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

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

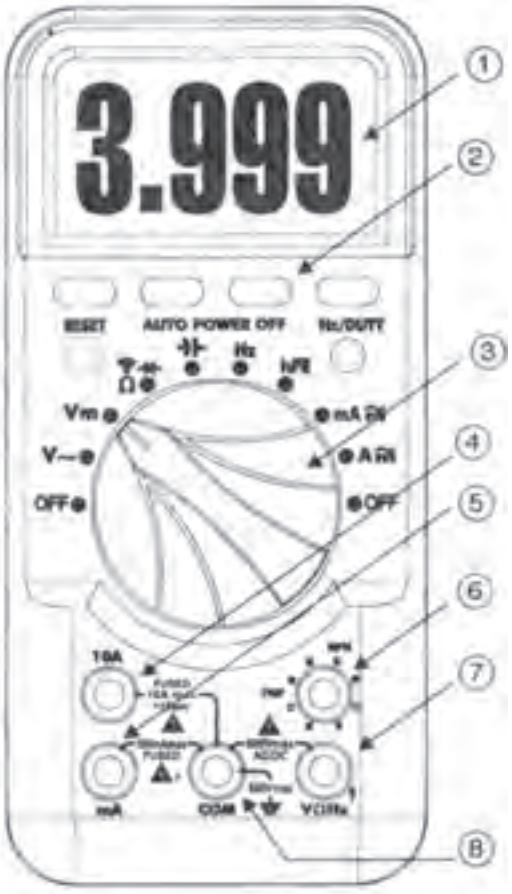
$$\text{دقت} = \pm ۲/۲۵V$$

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

توجه : سایر حوزه‌های کار مولتی‌متر دیجیتالی به زبان انگلیسی و ترجمهٔ آن در ضمیمهٔ شمارهٔ ۴ جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری (کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی) آمده است.

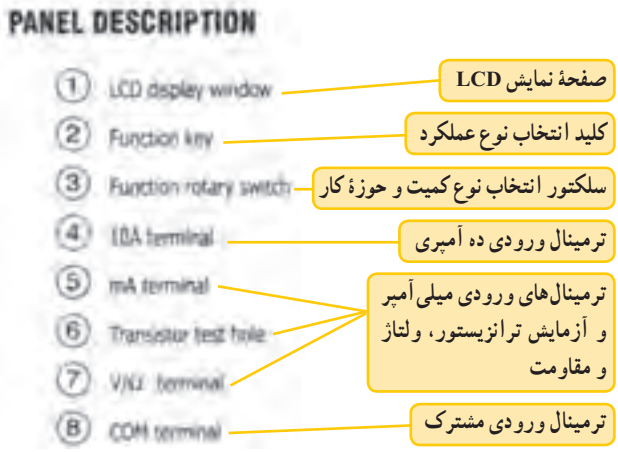
۴۱ــ۵ــ۲ــ در دفترچهٔ راهنمای مولتی‌متر شکل ظاهری دستگاه عملکرد دکمه‌ها و سلکتورها نیز داده می‌شود.

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 ۳۱ــ۲ شکل ظاهری دستگاه را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۱ــ۲ــ شکل ظاهری دستگاه

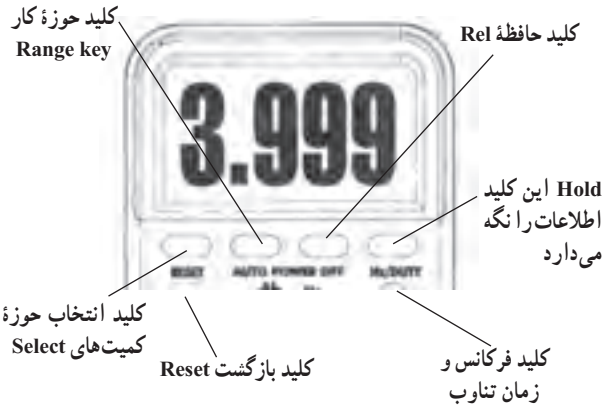
در شکل ۳۲ــ۲ مشخصات دکمه‌ها و صفحه نمایش مولتی‌متر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۲ــ۲ــ مشخصات دکمه‌های مولتی‌متر دیجیتالی

* **۴۲ــ۵ــ۲ــ** شکل ظاهری و مشخصات دکمه‌های مولتی‌متر خود را ترسیم کنید یا تصویری از آن را در دفتر گزارش کار بچسبانید.

۴۳ــ۵ــ۲ــ در شکل ۳۳ــ۲ کلیدهای فشاری مولتی‌متر دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۳ــ۲ــ نام دکمه‌های فشاری

کار این دکمه‌ها به شرح زیر است :

Rangekey : این کلید حوزهٔ کار را انتخاب می‌کند. اگر این کلید را یک‌بار فشار دهید. انتخاب حوزهٔ کار دستی می‌شود. اگر این کلید را چند ثانیه فشرده نگه‌دارید، از حالت دستی (Manual) خارج می‌شود و به حالت خودکار (Auto) می‌رود. این حالت برای خازن و فرکانس قابل استفاده نیست. در صورتی که این کلید پشت سر هم 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 حوزهٔ کار کمیت مورد اندازه‌گیری را در محدودهٔ دل‌خواه خودمان تغییر می‌دهیم. شکل ۳۳ــ۲، این کلیدها را نشان می‌دهد.

Hold key : با فشار دادن این کلید مقدار مورد اندازه‌گیری روی صفحه به‌طور ثابت باقی می‌ماند. در این حالت کلمهٔ Hold روی صفحه ظاهر می‌شود. با فشار دادن مجدد این دکمه، حالت Hold غیرفعال 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 : درصورتی که کلید شمارهٔ ۳ روی قسمت‌هایی قرار گیرد که چند کمیّت را نشان می‌دهند (مثلاً Ω، ⊣⊢،))، برای انتخاب هریک 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» غیرفعال 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 به‌حالت قبلی برمی‌گردد.

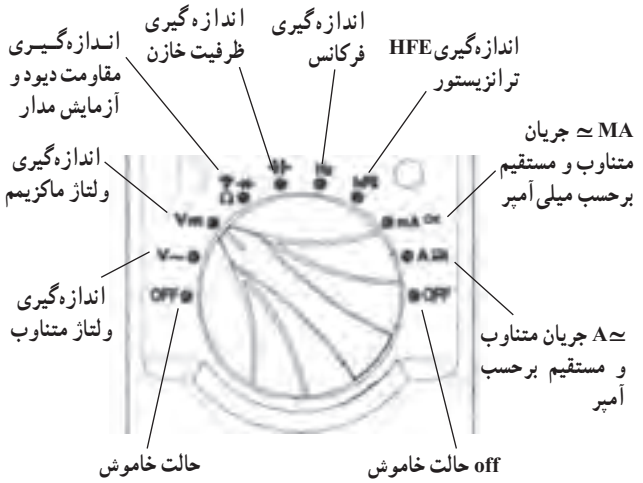
Reset key (کلید بازگشت یا «ری‌سِت») : با فشار دادن این شستی دستگاه به حالت اولیه برمی‌گردد.

***۴۴ــ۵ــ۲ــ** دکمه‌های فشاری دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی خودتان را با توجه به دفترچهٔ راهنمای آن بررسی و با آن‌ها کار کنید. نتایج حاصل از این فعالیت را به‌طور خلاصه بنویسید.

۴۵ــ۵ــ۲ــ در شکل ۳۴ــ۲ کلید سلکتور مولتی‌متر

دیجیتالی را مشاهده می‌کنید. عملکرد موقعیت مکانی سلکتور روی آن نوشته شده است.

این سلکتور دارای ۱۰ حالت مختلف است.

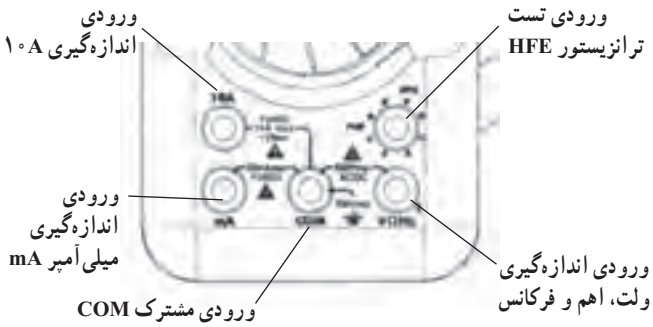


شکل ۳۴ــ۲ــ حالت‌های مختلف سلکتور دستگاه مولتی‌متر دیجیتال

نکتهٔ مهم : تعداد دکمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدودهٔ 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.

* **۴۶ــ۵ــ۲ــ** تصویر سلکتور مولتی‌متر دیجیتالی خود را در دفترگزارش کار بچسبانید و دربارهٔ موقعیت سلکتورها و توانایی‌های آن توضیح دهید.

۴۷ــ۵ــ۲ــ در شکل ۳۵ــ۲ ورودی‌های دستگاه مولتی‌متر مورد مطالعه را مشاهده می‌کنید. این مولتی‌متر دارای ۵ ورودی است که مشخصات آن در شکل نشان داده شده است.



شکل ۳۵ــ۲ــ ورودی‌های مولتی‌متر دیجیتال

* **۴۸ــ۵ــ۲ــ** ورودی‌های مولتی‌متر دیجیتالی خودتان را مشخص کنید و دربارهٔ آن‌ها توضیح دهید.

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 به‌دست آمده را به کلاس ارائه دهید.

اندازه‌گیری کمیت‌ها با مولتی‌متر دیجیتالی

۴۹ــ۵ــ۲ــ اندازه‌گیری کمیت‌ها با مولتی‌متر دیجیتالی بسیار ساده تراز مولتی‌متر عقربه‌ای است، زیرا این مولتی‌متر مقدار کمیت را به‌طور مستقیم نشان می‌دهد.

اندازه‌گیری ولتاژهای DC و AC

- پروب سیاه مولتی‌متر را به ورودی مشترک (com) و سیم قرمز را به ورودی V/Ω وصل کنید.
- کلید سلکتور شمارهٔ ۲ را در وضعیت ولتاژ متناوب V~ یا مستقیم V– قرار دهید. علامت Auto حالت DC یا AC روی صفحه ظاهر می‌شود.
- سیم‌های رابط مولتی‌متر را با رعایت نکات ایمنی به مدار مورد اندازه‌گیری وصل کنید.

توجه : چگونگی اندازه‌گیری سایر کمیت‌ها به زبان انگلیسی و ترجمهٔ آن در ضمیمهٔ شمارهٔ ۴ جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری آمده است.

* **۵۰ــ۵ــ۲ــ** با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی خودتان تعداد ۴ مقاومت مختلف را بخوانید و اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۷ــ۲ یادداشت کنید.

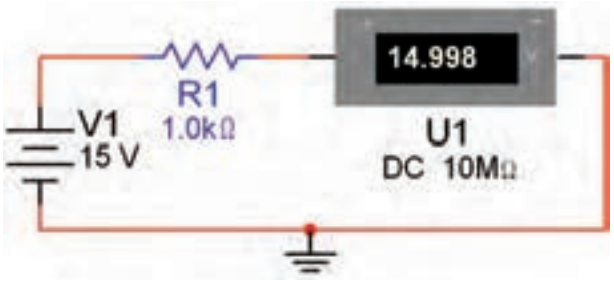
* **۵۱ــ۵ــ۲ــ** مقادیر را با هم مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید. درصورتی که مقادیر متفاوت است علت آن را شرح دهید.

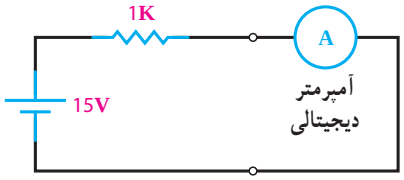
* **۵۲ــ۵ــ۲ــ** با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی

ولتاژهای ۳، ۸، ۱۲ و ۲۵ ولت که توسط منبع تغذیه تولید می‌کنید را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۸ــ۲ یادداشت کنید.

توجه : هنگام اندازه‌گیری ولتاژ مراقب باشید که دستگاه روی کمیت و حوزهٔ کار صحیح قرار داشته باشد در غیر این‌صورت به مولتی‌متر آسیب می‌رسد.

* **۵۳ــ۵ــ۲ــ** مدار شکل ۳۶ــ۲ روی بردبُرد ببندید و جریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را یادداشت کنید.





شکل ۳۶ــ۲ــ اندازه‌گیری جریان DC

نکتهٔ مهم : توجه داشته باشید که آمپرمتر همیشه به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرد.

* **۵۴ــ۵ــ۲ــ** در شکل ۳۹ــ۲ ولتاژ دو سر مقاومت یک کیلو اهمی را با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

* **۵۵ــ۵ــ۲ــ** با مراجعه به جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی کد ۳۵۸/۳ مولتی‌مترهای مختلف موجود در نرم‌افزار را شناسایی و با آن‌ها کمیت‌های ولتاژ، جریان و مقاومت را اندازه بگیرید. فصول تدوین شده برای مبانی برق می‌تواند در این زمینه به شما کمک کند. نتایج حاصل را به‌صورت یک فایل کامپیوتری درآورید و تحویل مربی کارگاه دهید. نتایج حاصل از این فعالیت را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۶ــ۲ــ نتایج حاصل از این آزمایش و هم‌چنین مشکلات و پیشنهادات خود را بنویسید.

۷ــ۲ــ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ــ۷ــ۲ــ Multi به معنی..... و Meter به معنی..... است.

۲ــ۷ــ۲ــ یک بردبرد ۱۴×۶۵ دارای..... سوراخ در طول و..... سوراخ در عرض است. این بردبرد جمعاً..... سوراخ دارد.

۳ــ۷ــ۲ــ AutoRangingDMM به‌مفهوم..... است.

صحیح یا غلط

۴ــ۷ــ۲ــ در یک مولتی‌متر عقربه‌ای ثابت سنجش از رابطهٔ $C = \frac{\text{عدد کلید سلکتور}}{\text{بزرگ‌ترین عدد صفحهٔ مدرج}}$ به‌دست می‌آید.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ــ۷ــ۲ــ حوزهٔ کار یا رنج (Range) مولتی‌متر عبارت از محدوده‌ای است که دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری کند.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ــ۷ــ۲ــ مولتی‌متری که می‌تواند کمیت مورد نظر را از طریق حرکت و انحراف عقربه، اندازه‌گیری کند، مولتی‌متر دیجیتالی نام دارد.

صحیح ☐ غلط ☐

چهار گزینه‌ای

۷ــ۷ــ۲ــ کدام مفهوم علامت نشان داده شده روی دستگاه اندازه‌گیری آنالوگ صحیح نیست؟

۱) دقت و احتیاط

۲) توانایی اندازه‌گیری کمیت‌های AC

۳) نحوهٔ قرار گرفتن دستگاه به‌صورت افقی

۴) وجود مدارهای الکترونیکی در دستگاه

۸ــ۷ــ۲ــ با فشار دادن کدام کلید دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی، مقدار مورد اندازه‌گیری را در داخل دستگاه ذخیره می‌کند؟

۱) Select Key

۲) Rane Key

۳) Hold Key

۴) Rel Key

۹ــ۷ــ۲ــ با فشار دادن کلید (Reset Key) در دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی چه عملی اجرا می‌شود؟

۱) مولتی‌متر خاموش می‌شود.

۲) مولتی‌متر به حالت اولیه برمی‌گردد.

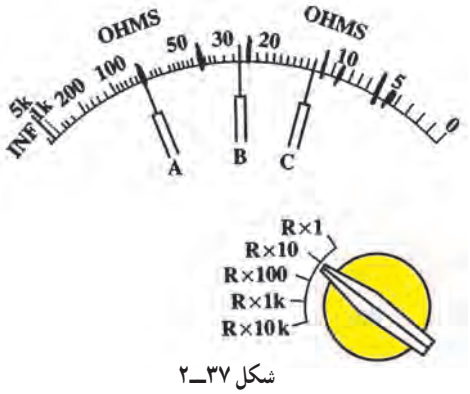
۳) مقدار مورد اندازه‌گیری روی صفحه ثابت باقی می‌ماند.

۴) مقدار مورد اندازه‌گیری در داخل دستگاه ذخیره می‌شود.

تشریحی و محاسباتی

۱۰ــ۷ــ۲ــ برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت توسط مولتی‌متر عقربه‌ای، چه مراحلی را باید به اجرا درآورید؟ به‌ترتیب اجرای عمل، شرح دهید.

۱۱ــ۷ــ۲ــ با توجه به عدد کلید سلکتور شکل ۳۷ــ۲، مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده در نقاط A و B و C را بنویسید.



شکل ۳۷ــ۲

۱۲ــ۷ــ۲ــ اگر کلید سلکتور ولت‌متری روی عدد ۲۵۰ قرار گیرد و بزرگ‌ترین عدد صفحهٔ مدرج ۱۰۰ باشد، ثابت سنجش را محاسبه کنید.

۱۳ــ۷ــ۲ــ مفهوم عبارت

Auto Power off (approx 15 minutes)

در مورد مولتی‌مترهای دیجیتالی را شرح دهید.

۱۴ــ۷ــ۲ــ در کنار نشانهٔ ⧈ روی یک مولتی‌متر دیجیتالی نوشته شده است.

Double Insulation

مفهوم آن را شرح دهید.

۱۵ــ۷ــ۲ــ روی دستگاه منبع تغذیه ولوم‌های (Voltage) و (Current) مقدار چه کمیت‌هایی را تنظیم می‌کنند؟ توضیح دهید.

۱۶ــ۷ــ۲ــ جملهٔ انگلیسی زیر

Accidental contact the conductor could result in electric shock

که روی کاتالوگ مولتی‌متر دیجیتالی نوشته شده است، را به فارسی ترجمه کنید.

۸ــ۲ــ ارزش‌یابی

پس از پاسخ دادن به سؤال‌های الگوی پرسش و تکمیل دفتر گزارش کار، در زمان تعیین شده، کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی را جهت ارزشیابی به مربی تحویل دهید.

آزمایش شمارهٔ ۳

زمان اجرا : ۶ ساعت آموزشی

مقاومت متغیر

هدف کلی آزمایش

اندازه‌گیری انواع مقاومت‌های متغیر در فضای آزمایشگاه واقعی و فضای نرم‌افزاری

هدف‌های رفتاری : پس از اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ مقدار مقاومت متغیر را اندازه بگیرد.

۲ــ تفاوت مقاومت‌های متغیر خطی و غیرخطی را با توجه به زاویه گردش توضیح دهد.

۳ــ انواع مقاومت‌های متغیر پله‌ای ، پیوسته و مولتی‌ترن (multiturn) را از یکدیگر تمیز دهد.

۴ــ مقدار مقاومت تابع حرارت را با گرم و سرد کردن محیط آن اندازه بگیرد.

۵ ــ مقدار مقاومت تابع نور را در تاریکی و روشنایی اندازه بگیرد.

۶ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم آزمایش شماره ۳ را شبیه‌سازی کند.

۷ــ گزارش کار را به‌طور کامل و دقیق و مستند بنویسد.

۸ ــ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش اول آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱ــ۳ــ اطلاعات اولیه

مقاومت‌ها را در انواع مقاومت های ثابت و متغیر می‌سازند. مقاومت‌های ثابت مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها تقریباً ثابت است. مقاومت‌هایی را که تاکنون در مورد آن‌ها صحبت کردیم از انواع مقاومت‌های ثابت هستند.

مقاومت‌های متغیر مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها قابل تغییر است. مقاومت‌های متغیر را در دو دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند.

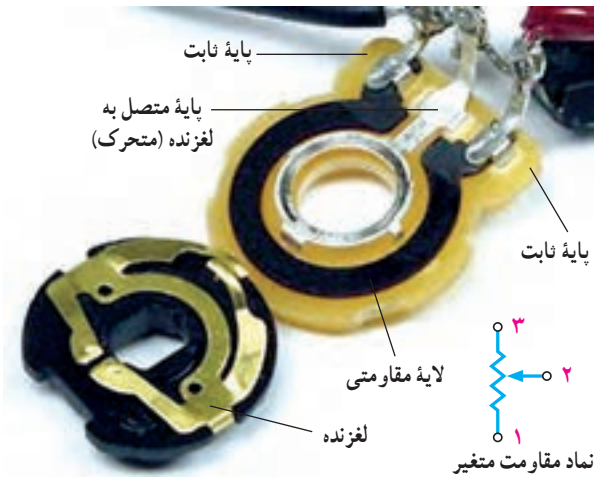
- مقاومت‌های متغیر با تنظیم دستی
- مقاومت‌های متغیر تابع عوامل فیزیکی.

مقاومت‌های متغیر با تنظیم دستی یا قابل تنظیم، سه پایه دارند که دو پایهٔ آن ثابت و پایهٔ دیگر آن به یک لغزنده اتصال‌دارد و توسط یک محور یا با استفاده از پیچ‌گوشتی قابل تنظیم است. در شکل ۱ــ۳ چند نمونه مقاومت متغیر را ملاحظه می‌کنید. این نوع مقاومت‌ها را در اصطلاح عمومی

شکل ۱ــ۳ــ چند نمونه مقاومت متغیر

پتانسیومتر نیز (potentiometer) می‌نامند.

در شکل ۲ــ۳ ساختمان داخلی و نماد یک نمونه مقاومت متغیر را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲ــ۳ــ ساختمان داخلی مقاومت

برای جست‌وجو در شبکهٔ اینترنت اگر از کلمهٔ potentiometer استفاده کنید، سریع‌تر و بهتر به نتیجه می‌رسید.

مقاومت‌های تابع عوامل فیزیکی مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها در اثر عوامل فیزیکی مانند نور، حرارت و ولتاژ تغییر می‌کند. در این آزمایش به بررسی عملی انواع مقاومت‌های متغیر می‌پردازیم.

۲ــ۳ــ نکات ایمنی

نکات ایمنی ارائه شده در آزمایش‌های گذشته را در این آزمایش نیز رعایت کنید.

۳ــ۳ــ کار با نرم‌افزار

قبل از اجرای آزمایش در آزمایشگاه واقعی، آن‌ها را توسط نرم‌افزارهای ادیسون، مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار دیگری که در دسترس دارید اجرا نمایید.

در جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی کد ۳۵۸/۳ چگونگی استفاده از نرم‌افزارهای مولتی‌سیم و ادیسون به‌طور کامل آموزش داده شده است.

نکتهٔ مهم : از مربیان عزیز درخواست می‌شود قبل از اجرای آزمایش، آن‌ها را به‌صورت نرم‌افزاری برای دانش‌آموزان به نمایش درآورند.

۴ــ۳ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد موردنیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

ــ کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شمارهٔ ۲

تجهیزات و ابزار خاص

ــ بردبُرد	۱ قطعه
ــ سیم تلفن	به مقدار کافی
ــ مولتی‌متر دیجیتالی	۱ دستگاه
ــ مقاومت متغیر از نوع B	۲ عدد
ــ مقاومت متغیر از نوع A	۲ عدد
ــ مقاومت متغیر با کلید	۱ عدد
ــ مقاومت متغیر چند دور (مولتی‌ترن ــ multiturn)	۱ عدد
ــ مقاومت تابع نور (LDR)	۲ عدد
ــ مقاومت تابع حرارت (NTC)	۱ عدد
ــ مقاومت تابع حرارت (PTC)	۱ عدد

توجه: پاسخ مواردی که با ستاره (*) مشخص شده است را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری بنویسید.

۵ــ۳ــ مراحل اجرای آزمایش

* **۱ــ۵ــ۳ــ** هدف کلی آزمایش را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری بنویسید.

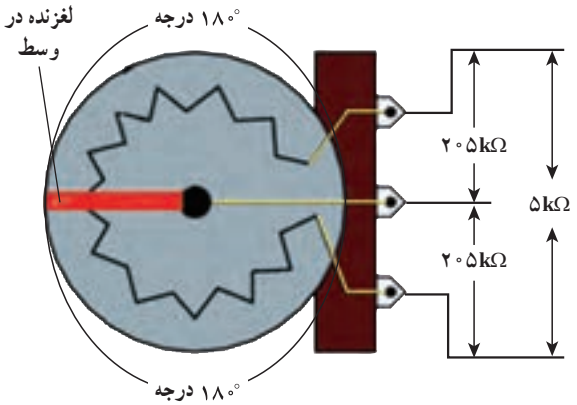
مقاومت‌های متغیر قابل تنظیم ساده

۲ــ۵ــ۳ــ همان‌طور که اشاره شد مقاومت‌های متغیر

ساده دارای سه‌پایه هستند. معمولاً مقدار مقاومت متغیر را روی آن می‌نویسند. در شکل ۳ــ۳ مقدار نوشته شده روی یک نمونه مقاومت متغیر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۳ــ۳ــ مقدار نوشته شده روی مقاومت

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در کنار نوشتهٔ ۵KΩ حرف انگلیسی B وجود دارد. حرف B نشان‌دهندهٔ تغییرات خطی مقاومت است. یعنی با تغییر زاویهٔ چرخش، مقدار مقاومت به‌صورت خطی تغییر می‌کند. به‌عبارت دیگر اگر اتصال لغزندهٔ مقاومت را دقیقاً در وسط دایره قرار دهیم، مقدار مقاومت بین پایهٔ متصل شده به لغزنده و دو پایه دیگر، مساوی و برابر با نصف مقدار مقاومت است. یعنی اگر مقدار یک مقاومت خطی برابر با ۵ کیلواهم باشد، با قرار گرفتن



شکل ۴ــ۳ــ شرایط پتانسیومتر خطی وقتی لغزنده در وسط قرار دارد

سر لغزنده روی ۱۸۰ درجه، مقدار مقاومتِ بینِ هریک از پایه‌ها و لغزنده برابر با ۲/۵ کیلو اهم خواهد شد (شکل ۴ــ۳).

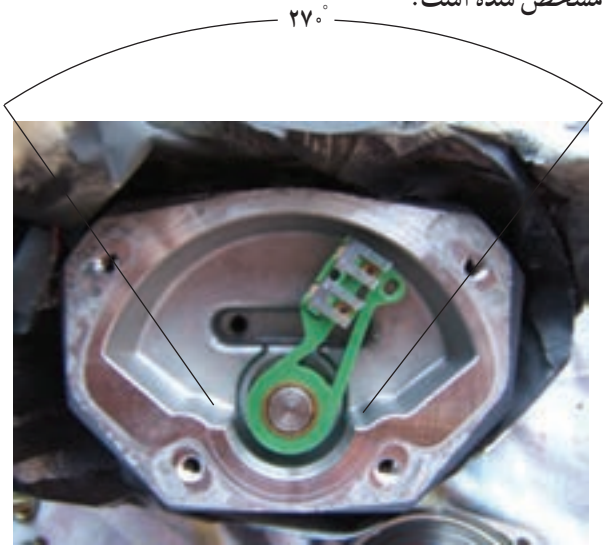
*۳ــ۵ــ۳ــ یک عدد مقاومت متغیر ساده از نوع خطی را در اختیار بگیرید شکل ظاهری آن را ترسیم کنید و مشخصات آن را در جدول ۱ــ۳ بنویسید. روی شکل پایه‌های ثابت و پایه‌های متصل به لغزنده را از طریق بررسی چشمی مشخص کنید.

نکتهٔ مهم: درصورتی که روی مقاومت متغیری مقدار مقاومت نوشته نشده باشد، باید به برگهٔ اطلاعات (Datasheet) مراجعه کنید یا از طریق اندازه‌گیری مقدار آن را به‌دست آورید.

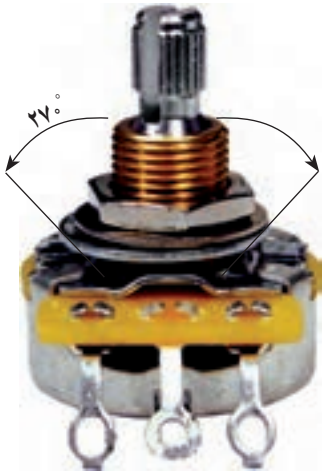
۴ــ۵ــ۳ــ مقاومت‌های متغیر مانند مقاومت‌های ثابت دارای توان ماکزیمم مجاز است. مقدار توان مجاز را در برگه اطلاعات، یا روی مقاومت یا روی بسته‌بندی مقاومت مشخص می‌کنند. علاوه بر توان، سایر مشخصات مقاومت متغیر مانند ولتاژ کار، تولرانس، نیروی گردشی و فشاری وارد بر مقاومت، درجه حرارت کار و زاویهٔ چرخش محور مقاومت را نیز مشخص می‌کنند.

زاویهٔ چرخش محور مقاومت عبارت است از زاویه‌ای که لغزنده می‌تواند روی لایهٔ مقاومت جابه‌جا شود.

در شکل ۵ــ۳ــ الف و ب زاویهٔ چرخش دو نمونه مقاومت مشخص شده است.



شکل ۵ــ۳ــ الف ــ زاویه چرخش ۲۷۰ درجه

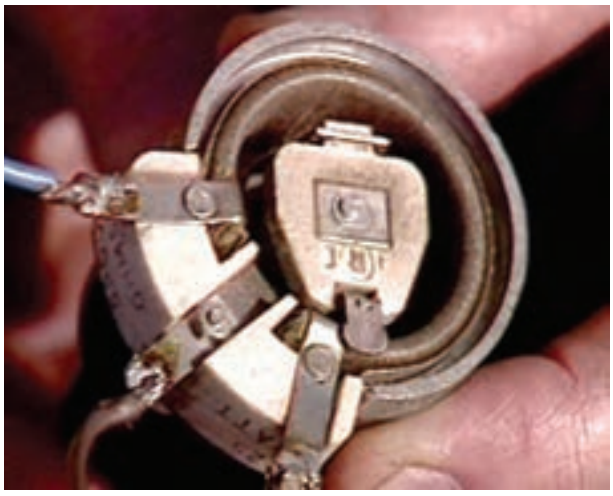


شکل ۵ــ۳ــ ب ــ زاویه چرخش در پتانسیومترهای معمولی ساده ۲۷۰ درجه

از آن‌جا که معمولاً قسمتی از کمان دایرهٔ مربوط به پتانسیومتر را پایه‌های خروجی می‌پوشاند، زاویهٔ چرخش پتانسیومترها معمولاً ۲۷۰ درجه است.

نکتهٔ مهم: توجه داشته باشید که محدودیت زاویهٔ چرخش فقط مربوط به مقاومت‌های متغیر ساده است.

* **۵ــ۵ــ۳ــ** زاویهٔ چرخش مقاومت متغیری را که در اختیار دارید و مقاومت متغیر نشان داده شده در شکل ۶ــ۳ را اندازه بگیرید و در جدول ۲ــ۳ یادداشت کنید.



شکل ۶ــ۳ــ اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش

۶ــ۵ــ۳ــ مشخصات مقاومت متغیر را در برگهٔ اطلاعات یا (Datasheet) نیز ارائه می‌کنند. در شکل ۷ــ۳ یک نمونه مقاومت متغیر را ملاحظه می‌کنید.

- نوع مقاومت متغیر = ساده
- ماکزیمم ولتاژ کار = ۵۰VAC و ۲۰VDC
- تولرانس = ۲۰ درصد
- نیروی چرخشی قابل تحمل = ۰/۳ نیوتون متر
- نیروی فشاری و کششی قابل تحمل = ۵۰ نیوتون
- درجه حرارت کار از ۱۰- درجهٔ سانتی‌گراد تا ۷۰+ درجه سانتی‌گراد

- Single turn (280 degree) vertical type
- 50VAC or 20VDC maximum operating voltage
- +/- 20% resistance tolerance
- 0.3Nm stopper strength
- 50N maximum push-pull strength
- -10C to +70C operating temperature

شکل ۷ــ۳ــ مشخصات فنی یک نمونه مقاومت متغیر

* **۷ــ۵ــ۳ــ** با مراجعه به سایت‌های اینترنتی، مشخصات نمونهٔ دیگری از مقاومت متغیر را پیدا کنید و بنویسید.

۸ــ۵ــ۳ــ مقاومت‌های متغیر را به‌صورت غیرخطی نیز می‌سازند. در این نوع مقاومت‌ها، مقدار مقاومت متناسب با چرخش زاویهٔ لغزنده تغییر نمی‌کند. برای مثال، اگر محور را ۱۰ درجه تغییر دهیم و مقدار مقاومت از صفر به ۱۰۰ اهم برسد، در ده درجهٔ بعدی از ۱۰۰ اهم به ۱۰۰۰ اهم خواهد رسید. این نوع تغییرات را لگاریتمی می‌گویند. مقاومت‌های غیرخطی را با حرف A مشخص می‌کنند. برای مثال اگر مقاومت متغیر شکل ۳ــ۳ غیرخطی باشد، به‌جای حرف B، حرف A را روی آن می‌نویسند.

* **۹ــ۵ــ۳ــ** یک نمونه مقاومت متغیر غیرخطی را در

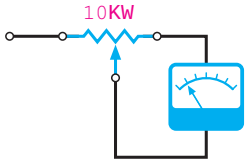
اختیار بگیرید و مشخصات فنی و میزان زاویهٔ چرخش آن را در جدول ۳ــ۳ یادداشت کنید.

اندازه‌گیری مقاومت متغیر ساده

۱۰ــ۵ــ۳ــ برای اندازه‌گیری مقاومت متغیر ساده از حوزهٔ کار اهم‌متر مولتی‌متر دیجیتالی استفاده کنید. در شکل ۸ــ۳ چگونگی اتصال مولتی‌متر دیجیتالی به پتانسیومتر نشان داده شده است.

شکل ۸ــ۳ــ اتصال مقاومت متغیر به مولتی‌متر دیجیتالی

در شکل ۹ــ۳ روش دیگر اتصال مقاومت متغیر به مولتی‌متر دیجیتالی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۹ــ۳ــ اتصال مقاومت متغیر با استفاده از گیرهٔ سوسماری

توجه : در صورت نیاز می‌توانید سیم تلفنی به پایه‌های مقاومت متغیر لحیم کنید و با اتصال آن به بردبُرد مقدار آن را اندازه‌گیری نمایید.

*** ۱۱ــ۵ــ۳ــ** یک عدد مقاومت متغیر معمولی خطی و یک عدد مقاومت معمولی غیرخطی را در اختیار بگیرید و با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی مقدار مقاومت بین دو پایهٔ ثابت را اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۴ــ۳ بنویسید. درحالی که اهم‌متر به مقاومت متغیر وصل است، محور مقاومت متغیر را بچرخانید و اثر آن را روی مقاومت بررسی کنید و توضیح دهید.

*** ۱۲ــ۵ــ۳ــ** محور هریک از پتانسیومترها را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید و مقاومت بین پایهٔ متصل شده به سر لغزنده و هریک از دو پایه را اندازه بگیرید. به منظور جلوگیری از اشتباه، پایه‌ها را طبق شکل ۱۰ــ۳ با حروف یا شماره مشخص کنید. نتایج را در جدول ۵ــ۳ بنویسید.

شکل ۱۰ــ۳ــ شماره‌گذاری پایه‌های مقاومت متغیر

*** ۱۳ــ۵ــ۳ــ** محور مقاومت‌ها را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید و مقاومت بین پایه‌های «۲ و ۱» و «۲ و ۳» را اندازه بگیرید در جدول ۶ــ۳ یادداشت کنید.

* **۱۴ــ۵ــ۳ــ** جدول‌های شمارهٔ ۵ ــ۳ و ۶ ــ۳ را با هم مقایسه کنید و دربارهٔ عملکرد مقاومت متغیر توضیح دهید.

* **۱۵ــ۵ــ۳ــ** برای هریک از مقاومت‌ها، محور را به‌گونه‌ای بچرخانید که زاویهٔ چرخش پایهٔ وسط (متصل به لغزنده) نسبت به دو پایه دیگر برابر با ۱۸۰ درجه باشد. سپس مقاومت بین پایه‌های «۲ و ۱» و «۲ و ۳» را برای هریک از مقاومت‌ها اندازه بگیرید و در جدول ۷ــ۳ یادداشت کنید.

* **۱۶ــ۵ــ۳ــ** نتایج به‌دست آمده در جدول ۷ــ۳ را بررسی کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید. آیا اندازه‌گیری‌های انجام شده، خطی بودن یا غیرخطی بودن مقاومت‌های متغیر را مشخص می‌کند؟ توضیح دهید.

ولوم و سر ولوم

۱۷ــ۵ــ۳ــ از مقاومت متغیر برای تغییر و تنظیم ولتاژ یا جریان استفاده می‌کنند. توسط این مقاومت‌ها می‌توان حجم صدا یا شدت نور را تغییر داد. مقاومت‌های متغیر را در اصطلاح عمومی، ولوم (Volume) نیز می‌نامند. ولوم به معنی حجم است. برای این‌که بتوانیم میزان تغییرات را ملاحظه کنیم روی محور مقاومت دکمه‌ای را نصب می‌کنند که آن را سر ولوم می‌نامند. در شکل ۱۱ــ۳ چند نمونه سر ولوم را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۱ــ۳ــ چند نمونه سر ولوم

در شکل ۱۲ــ۳ یک نمونه ولوم و سر ولوم آن را ملاحظه می‌کنید.

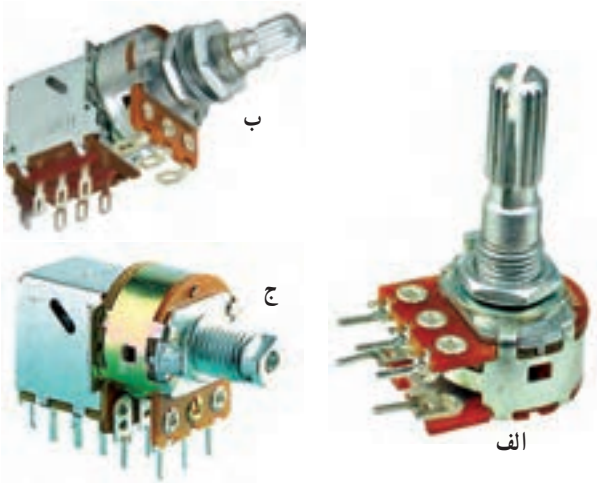
شکل ۱۲ــ۳ــ یک نمونه ولوم و سر ولوم

مراحل ۱۷ـ۵ـ۳ و ۱۸ـ۵ـ۳ را در صورت داشتن وقت اضافی انجام دهید.

* **۱۸ــ۵ــ۳ــ** یک مقاومت متغیر خطی را در اختیار بگیرید و آن را برحسب مقدار مقاومت درجه‌بندی کنید. شکل به‌دست آمده را رسم کنید.

کلید ولوم

۱۹ــ۵ــ۳ــ مقاومت‌های متغیر را به‌صورت ترکیبی با کلید «خاموش ــ روشن» (ON – Off) نیز می‌سازند. در شکل ۱۳ــ۳ــ الف یک نمونه مقاومت متغیر با کلید خاموش و روشن را ملاحظه می‌کنید. این نوع مقاومت‌های متغیر را اصطلاحاً «کلید ــ ولوم» می‌نامند. در برخی از مقاومت‌های متغیر به‌جای یک کلید سادهٔ ON – Off از کلیدهای ترکیبی چند حالته استفاده می‌کنند. در شکل ۱۳ــ۳ ــ ب و ج سه نمونه از این نوع «کلید ــ ولوم»ها آمده است.



شکل ۱۳ــ۳ــ سه نمونه کلید ولوم

در صورت داشتن وقت اضافی این مرحله را انجام دهید.

*۲۰ــ۵ــ۳ــ دو نمونه کلید ولوم در اختیار بگیرید، اتصال‌های مربوط به کلید آن را با اهم‌متر دیجیتالی شناسایی کنید. نماد کلید ولوم را ترسیم کنید.

۲۱ــ۵ــ۳ــ مقاومت‌های متغیر را به‌صورت چند طبقه نیز می‌سازند. از این نوع مقاومت‌ها در دستگاه‌های صوتی و تصویری مدرن استفاده می‌شود. در شکل ۱۴ــ۳ چند نمونه

شکل ۱۴ــ۳ــ چند نمونه مقاومت متغیر چند طبقه

مقاومت متغیر چندطبقه را مشاهده می‌کنید.

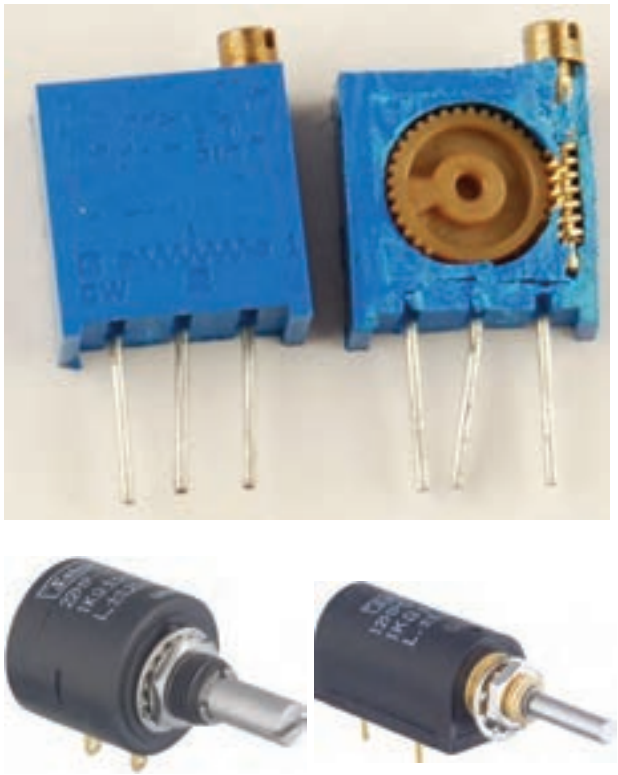
در صورت موجود بودن قطعات انجام دهید.

*۲۲ــ۵ــ۳ــ دو نمونه مقاومت متغیر چندطبقه را در اختیار بگیرید. مقاومت هر طبقه را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید. دربارهٔ نتایج به‌دست آمده توضیح دهید.

مقاومت‌های چند دور مولتی‌تِرن

(multiturn variable Resistor)

۲۳ــ۵ــ۳ــ زاویهٔ گردش مقاومت‌های متغیری را که تاکنون دربارهٔ آن بحث کردیم حداکثر ۳۰۰ درجه بود. مقاومت‌هایی ساخته شده‌اند که می‌توانند زاویهٔ گردشی برابر با چندین دور ۳۶۰ درجه داشته باشند. این مقاومت‌ها را مقاومت‌های متغیر چند دور یا مولتی‌تِرن (multiturn) می‌نامند. در شکل ۱۵ــ۳ چند نمونه از انواع این نوع مقاومت‌ها را مشاهده می‌کنید. تنوع و کاربرد این نوع مقاومت بسیار زیاد است.



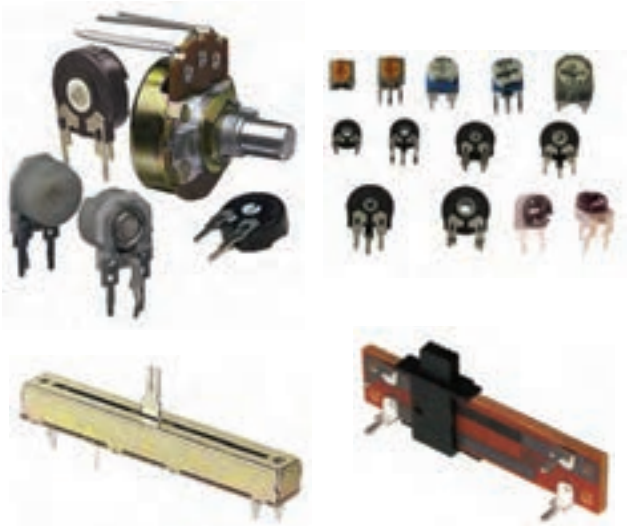
شکل ۱۵ــ۳ــ سه نمونه مقاومت متغیر مولتی‌تِرن

در صورت موجود بودن قطعات انجام دهید.

* **۲۴ــ۵ــ۳ــ** دو عدد مقاومت متغیر مولتی‌ترن را در اختیار بگیرید. مقدار کل مقاومت و تعداد دور آن را مشخص کنید و بنویسید.

در برابر هر دور چرخش، مقدار مقاومت چه‌قدر تغییر می‌کند؟ مقاومت خطی است یا غیرخطی؟ توضیح دهید.

۲۵ــ۵ــ۳ــ همان‌طور که قبلاً اشاره شد مقاومت‌های متغیر را به‌صورت کشویی و قابل تنظیم با پیچ‌گوشتی نیز می‌سازند. درشکل ۱۶ــ۳ مجموعه‌ای از این نوع مقاومت‌ها را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۶ــ۳ــ مقاومت‌های متغیر کشویی، معمولی و قابل تنظیم با پیچ‌گوشتی

* **۲۶ــ۵ــ۳ــ** یک عدد مقاومت قابل تنظیم با پیچ‌گوشتی و یک عدد مقاومت متغیر کشویی در اختیار بگیرید و مراحل زیر را انجام دهید.

- شکل ظاهری آن‌ها را رسم کنید.
- مقدار مقاومت کل را برای هریک با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید.
- نوع مقاومت از نظر خطی بودن و غیرخطی بودن را مشخص کنید.

* **۲۷ــ۵ــ۳ــ** در نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار دیگری که در اختیار دارید، جست‌وجو کنید و انواع مقاومت‌های متغیر موجود در آن را شناسایی کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

* **۲۸ــ۵ــ۳ــ** سه نمونه مقاومت متغیر موجود در نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم را انتخاب کنید. ابتدا مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید. سپس نوع آن‌ها را از نظر خطی یا غیرخطی بودن مشخص کنید. در نهایت مقادیر آن‌ها را تغییر دهید. دربارهٔ نتایج حاصل از این آزمایش توضیح دهید.

مقاومت تابع حرارت

۲۹ــ۵ــ۳ــ مقاومت تابع حرارت را Temperature Dependent Resistor می‌نامند. این مقاومت‌ها در دو نوع ساخته می‌شوند.

- مقاومت‌های با ضریب حرارتی مثبت یا PTC (Positive Temperature Coefficient) مقدار این مقاومت‌ها با افزایش حرارت زیاد می‌شود. در شکل ۱۷ــ۳ چند نمونه مقاومت PTC را مشاهده می‌کنید.

مقدار مقاومت‌های PTC را به‌طور مستقیم یا با استفاده از کد عددی روی آن می‌نویسند.

شکل ۱۷ــ۳ــ چند نمونه PTC

از PTC برای کنترل و تشخیص درجه حرارت یا حفاظت دستگاه‌هایی که موتور الکتریکی دارند استفاده می‌کنند. درصورتی

که مقدار مقاومت تابع حرارت PTC روی آن نوشته نشده باشد باید به برگهٔ اطلاعات یا بسته‌بندی اصلی PTC یا اطلاعات داده شده توسط کارخانهٔ سازنده مراجعه کنید.

برای دست‌رسی به برگهٔ اطلاعات باید از شمارهٔ فنی درج شده روی PTC یا روی جعبه بسته‌بندی PTC استفاده نمایید.

* **۳۰ــ۵ــ۳ــ** تعداد دو عدد PTC در اختیار بگیرید و موارد زیر را اجرا نمایید.

- مشخصات فنی آن‌ها را بنویسید.
- آیا می‌توانید از روی مشخصات فنی آن، مقدار مقاومت‌های PTC را در جدول ۸ــ۳ بنویسید؟ درباره آن توضیح دهید.
- مقدار مقاومت PTCها را در درجه حرارت محیط با استفاده از اهم‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- با استفاده از گرمای دست، هویهٔ قلمی ۲۰W، سشوار یا هر وسیلهٔ گرم‌کن دیگری، PTC را گرم کنید و مقدار مقاومت را درحالت گرم اندازه بگیرید و یادداشت کنید. آیا مقدار مقاومت تغییر کرده است؟ اگر مقاومت تغییر نکرده باشد علت را شرح دهید.

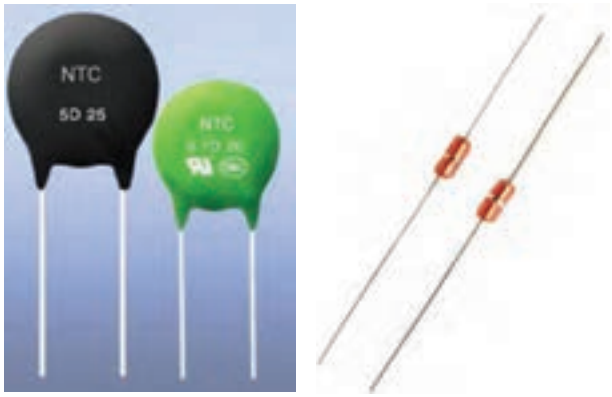
نکته ایمنی : هنگام گرم کردن PTC با هویه قلمی، فقط هویه را کمی به آن نزدیک کنید (هرگز نچسبانید)

* **۳۱ــ۵ــ۳ــ** مقادیر مقاومت‌های اندازه‌گیری شده برای PTC را در حالت درجه حرارت محیط و حالت گرم با هم مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

برای هنرجویان علاقه‌مند

* ۳۲ـ۵ـ۳ـ با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط مانند google.com یا MSN.com کلمهٔ PTC resistor را جست‌وجو کنید و اطلاعات بیش‌تری را در مورد PTC کسب نمایید. نتایج حاصل را به کلاس ارائه دهید.

۳۳ــ۵ــ۳ــ یکی دیگر از انواع مقاومت‌های تابع حرارت، مقاومت با ضریب حرارتی منفی یا NTC است (Negative Temperature Coefficient) با افزایش درجه حرارت مقدار این نوع مقاومت کاهش می‌یابد. NTCها از نظر شکل ظاهری تقریباً مشابه PTCها هستند. مشخصات فنی NTCها را مشابه PTCها روی آن درج می‌کنند. یا در برگهٔ اطلاعات Data sheet می‌نویسند در شکل ۱۸ــ۳ چند نمونه NTC را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۸ــ۳ــ چند نمونه NTC

همان‌طورکه از شکل‌های ۱۷ــ۳ و ۱۸ــ۳ مشاهده می‌شود، PTCها و NTCها از نظر شکل ظاهری تقریباً شبیه به هم هستند. PTC و NTC را به‌صورت مجتمع (IC) و در بسته‌بندی‌های چندتایی نیز می‌سازند.

درشکل ۱۹ــ۳ــ الف و ب مجموعه‌ای از NTCها و PTCها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹ــ۳ــ الف ــ PTC و NTC به‌صورت IC و نصب سطحی

شکل ۱۹ــ۳ــ ب ــ مجموعه‌ای از NTC و PTC به صورت قطعات جدا از هم

همان‌طورکه قبلاً اشاره شد درصورتی که روی قطعهٔ PTC یا NTC نوع آن مشخص نشده باشد از روی شکل ظاهری تشخیص آن‌ها امکان‌پذیر نیست. در این حالت از طریق آزمایش یا مراجعه به برگه اطلاعات می‌توانید نوع و مشخصات آن‌ها را تعیین کنید.

* **۳۴ــ ۵ ــ۳ــ** دو عدد NTC در اختیار بگیرید و مراحل زیر را انجام دهید.

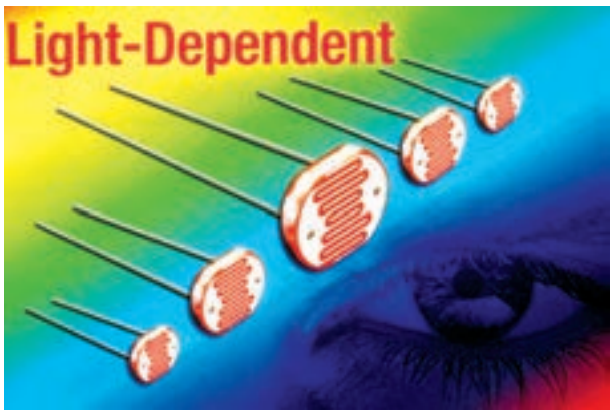
- مشخصات NTC را در جدول ۹ــ۳ بنویسید.
- مقدار مقاومت NTC را در درجه حرارت معمولی با مولتی‌متر دیجیتال اندازه بگیرید.
- NTC را مشابه PTC گرم کنید و مقاومت آن را اندازه بگیرید.
- مقادیر مقاومت درحالت سرد و گرم را با هم مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

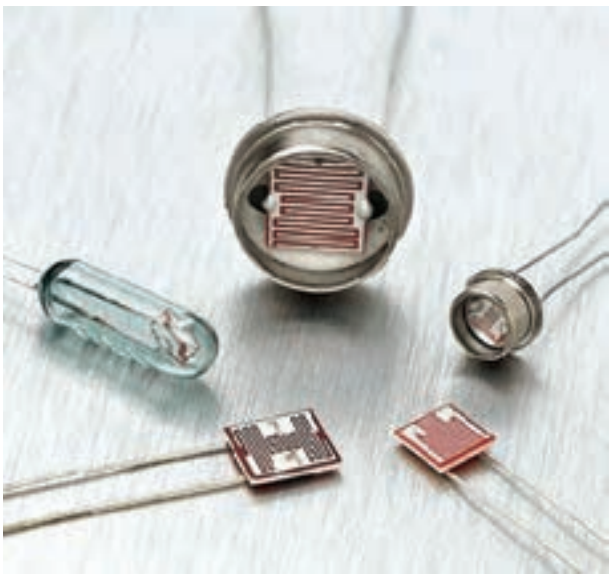
در صورت داشتن وقت اضافی مرحلهٔ ۳۵ــ ۵ ــ۳ را انجام دهید.

* **۳۵ــ ۵ــ۳ــ** تعدادی مقاومت PTC و NTC به‌صورت مدار مجتمع و نصب سطحی (SMD) در اختیار بگیرید و مشخصات فنی آن‌ها را به‌دست آورید، مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید و دربارهٔ آن‌ها توضیح دهید.

مقاومت‌های تابع نور

۳۶ــ۵ــ۳ــ مقاومت‌های تابع نور را LDR می‌نامند. (Light Dependent Resistor) درصورتی که به این مقاومت‌ها نور تابانده شود مقدار مقاومت آن تغییر می‌کند (معمولاً کم می‌شود) مقاومت‌های تابع نور را فتورزیستور (Photo Resistor) نیز می‌نامند. درشکل ۲۰ــ۳ تصویر تعدادی از مقاومت‌های تابع نور را مشاهده می‌کنید.

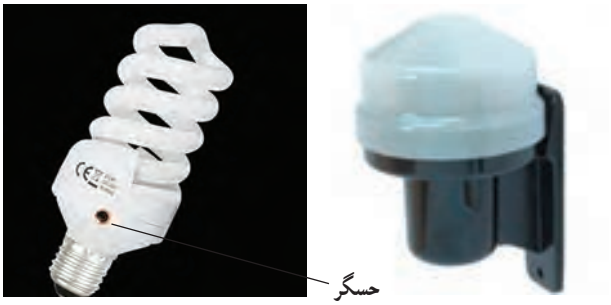




شکل ۲۰ــ۳ــ چند نمونه مقاومت تابع نور

۳۷ــ۵ــ۳ــ همان‌طورکه قبلاً اشاره شد PTC و NTC برای کنترل حرارت به‌کار می‌روند. مقاومت تابع نور برای کنترل نور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع قطعات را اصطلاحاً حس‌گر یا سنسور (Sensor) می‌نامند و کاربرد گسترده‌ای در صنایع و دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی خانگی دارند. یکی از کاربردهای مقاومت تابع نور کنترل نور معابر است، درشکل ۲۱ــ۳ نمونه‌هایی از این نوع حسگرها را ملاحظه می‌کنید. در آزمایش شمارهٔ ۹ دربارهٔ سنسورها بیش‌تر بحث خواهیم کرد. مشخصات

فنی LDR را با استفاده از برگهٔ اطلاعات Datasheet ارائه شده توسط کارخانهٔ سازنده می‌توان تعیین نمود.



حسگر کنترل نور لامپ معابر　　لامپ کم‌مصرف با حسگر نوری

شکل ۲۱ــ۳ــ LDR به‌عنوان سنسور

*۳۸ــ۵ــ۳ــ تعداد حداقل دو عدد LDR در اختیار بگیرید. مقدار مقاومت آن را در حالت تاریک و در حالت روشن اندازه‌گیری نمایید و مقادیر را در جدول ۱۰ــ۳ یادداشت کنید. در شکل ۲۲ــ۳ نحوهٔ اندازه‌گیری مقاومت LDR با مولتی‌متر دیجیتالی نشان داده شده است.

شکل ۲۲ــ۳ــ اندازه‌گیری مقاومت LDR

*۶ــ۳ــ جمع‌بندی

آن‌چه را که در این آزمایش انجام داده‌اید به‌طور خلاصه در ۱۰ سطر جمع‌بندی کنید.

۷ــ۳ــ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ــ۷ــ۳ــ مقاومت‌های تابع عوامل فیزیکی، مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها در اثر عواملی مانند.....، ..... و ..... تغییر می‌کنند.

۲ــ۷ــ۳ــ روی مقاومت متغیری حروف B10kΩ نوشته شده است. B به مفهوم..... است.

۳ــ۷ــ۳ــ زاویهٔ چرخش مقاومت‌های متغیر معمولی، در حدود..... تا ..... درجه است.

صحیح یا غلط

۴ــ۷ــ۳ــ در datasheet مربوط به مقاومت متغیری نوشته شده است، 10 to +70C Operating Temperature− حداکثر درجهٔ حرارت کار این مقاومت متغیر ۶۰+ درجه سانتی‌گراد است.

صحیح ☐　　غلط ☐

۵ــ۷ــ۳ــ حرف A روی مقاومت متغیر معرف تغییرات مقاومت به‌صورت خطی است.

صحیح ☐　　غلط ☐

چهار گزینه‌ای

۶ــ۷ــ۳ــ مقاومت‌های مولتی‌ترن (Multi turn) دارای حداکثر زاویه گردش..... هستند.

۱) ۳۰۰ درجه

۲) ۳۶۰ درجه

۳) چندین دور ۳۶۰ درجه

۴) ۲۷۰ درجه.

۷ــ۷ــ۳ــ با افزایش دما مقدار اهم مقاومت PTC..... و با کاهش دما مقدار اهم مقاومت NTC..... می‌یابد.

۱) افزایش ــ کاهش

۲) افزایش ــ افزایش

۳) کاهش ــ افزایش

۴) کاهش ــ کاهش

تشریحی

۸ــ۷ــ۳ــ چگونگی تغییر مقدار اهم مقاومت‌های متغیر خطی و لگاریتمی را شرح دهید.

۹ــ۷ــ۳ــ مفهوم زاویهٔ گردش در مقاومت متغیر را شرح دهید. زاویهٔ گردش در مقاومت‌های متغیر معمولی چند درجه است؟

زاویهٔ گردش مقاومت‌های مولتی‌ترن چند درجه است؟

۱۰ــ۷ــ۳ــ کاربرد کلیدی که در، «کلید ولوم» قرار دارد را شرح دهید.

۱۱ــ۷ــ۳ــ NTC و PTC اول کدام کلمات انگلیسی هستند؟ کلمات انگلیسی آن‌ها را بنویسید.

۱۲ــ۷ــ۳ــ با افزایش نور مقاومت LDR کم می‌شود یا زیاد؟ کاربرد این مقاومت را شرح دهید.

۸ــ۳ــ ارزش‌یابی

پس از پاسخ‌گویی به سؤال‌های الگوی پرسش و تکمیل کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، در تاریخ تعیین شده توسط مربی، کتاب گزارش کار را جهت ارزش‌یابی ارائه کنید.

آزمایش شمارهٔ ۴

زمان اجرا : ۳ ساعت آموزشی

کار با سیگنال ژنراتور صوتی و فرکانس‌متر

هدف کلی آزمایش

آشنایی با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه سیگنال ژنراتور AF و فرکانس‌متر با استفاده از دفترچهٔ راهنمای آن

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ اطلاعات فنی کاربردی را از کاتالوگ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور صوتی استخراج کند.

۲ــ طریقهٔ تنظیم فرکانس و دامنه را در سیگنال ژنراتور توضیح دهد.

۳ــ چگونگی فرم‌دادن به سیگنال‌های اعوجاج‌دار به کمک سیگنال ژنراتور صوتی را شرح دهد.

۴ــ تضعیف کننده‌ها و مقدار تضعیف را برحسب دسی‌بل توضیح دهد.

۵ ــ عملاً از دکمه‌های تضعیف کننده استفاده کند.

۶ــ فانکشن ژنراتور را تعریف کند.

۷ــ کاربرد دکمه‌های روی پانل و پشت دستگاه فانکشن ژنراتور را شرح دهد.

۸ ــ از سیگنال ژنراتور در مواقع ضروری عملاً استفاده کند.

۹ ــ کاربرد دکمه‌های فرکانس متر را توضیح دهد.

۱۰ــ به کمک فرکانس متر دیجیتالی، فرکانس سیگنال‌های مختلف را عملاً اندازه بگیرد.

۱۱ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم، کاربرد سیگنال ژنراتور و فرکانس متر دیجیتالی را شبیه‌سازی کند.

۱۲ــ گزارش کار را به‌طور کامل، دقیق و مستند بنویسد.

۱۳ــ هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش اول آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱ــ۴ــ اطلاعات اولیه

در این آزمایش با کاربرد دو نمونه دستگاه آزمایشگاهی آشنا می‌شوید. نام این دستگاه‌ها به شرح زیر است.

- **سیگنال ژنراتور AF**

(Audio Frequency Signal Generator)

یا مولد سیگنال‌های صوتی

- فرکانس‌متر Frequency meter یا Frequency counter

دستگاه مولد سیگنال‌های صوتی یا AF یک دستگاه آزمایشگاهی است که می‌تواند سیگنال‌های سینوسی و مربعی در محدودهٔ فرکانسی چند هرتز تا ۱۰۰ کیلوهرتز و یا فرکانس‌های بیش‌تر تا حدود یک مگاهرتز (۱MHz) را تولید کند. این دستگاه در واقع یک مولد است که انرژی خود را از طریق باتری یا برق شهر تأمین می‌کند.

دستگاه فرکانس‌متر دستگاهی است که می‌تواند مقدار فرکانس موج سینوسی را اندازه بگیرد. محدودهٔ کار دستگاه فرکانس‌متر متنوع است و توسط کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه مشخص می‌شود.

برای آشنایی با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه لازم است به راهنمای کاربرد که با دستگاه ارائه می‌شود مراجعه کنید. اگر دستگاه ایرانی باشد، راهنمای کاربرد آن به زبان فارسی و اگر ساخت سایر کشورها باشد معمولاً به چند زبان ارائه می‌شود که یکی از

زبان‌ها، زبان انگلیسی است. در شکل ۱ـ۴ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱ـ۴ـ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF

شکل ۲ـ۴ یک نمونه دستگاه فرکانس‌متر را نشان می‌دهد.

شکل۲ـ۴ـ یک نمونه دستگاه فرکانس‌متر

۲ـ۴ـ نکات ایمنی

۱ـ۲ـ۴ـ کلیهٔ نکات ایمنی عمومی که در آزمایش شماره ۱ بیان شده است را در این آزمایش نیز به‌کار بگیرید.

۲ـ۲ـ۴ـ قبل از کار با هر نوع دستگاهی، حتماً راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و دستورات ارائه شده در آن را حتماً اجرا کنید.

۳ـ۲ـ۴ـ هنگام اتصال دستگاه به برق شهر حتماً به ولتاژ کار آن توجه کنید.

۴ـ۲ـ۴ـ به سلکتورها و دکمه‌های دستگاه فشار بیش از حد وارد نکنید.

۳ـ۴ـ کار با نرم‌افزار

با توجه به شرایطی که پیش می‌آید از نرم‌افزار برای شبیه‌سازی استفاده کنید.

۴ـ۴ـ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

ـ کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شمارهٔ ۱

تجهیزات و ابزار خاص

ـ سیگنال ژنراتور AF	یک دستگاه
ـ فانکشن ژنراتور AF	یک دستگاه

معمولاً این دستگاه‌ها روی میز آزمایشگاه نصب شده است.

ـ فرکانس‌متر	یک دستگاه
ـ سیم رابطه یک‌سر BNC یک سرسوسماری	
ـ سیم رابط یک‌سر BNC یک‌سر بنانا (یک سر موزی)	
ـ سیم رابط دوسر سوسماری	
ـ سیم رابط دوسر موزی	
ـ سیم رابط یک سر سوسماری و یک سر موزی	به مقدارکافی

۵ـ۴ـ مراحل اجرای آزمایش

۱ـ۵ـ۴ـ راهنمای کاربرد دستگاه سیگنال ژنراتور AF را در اختیار بگیرید و آن را مطالعه کنید. در صورتی که راهنمای کاربرد دستگاهی که در اختیار دارید به زبان انگلیسی است، از معلم کارگاه کمک بگیرید.

۲ـ۵ـ۴ـ سیگنال ژنراتورها در دو نوع ساخته می‌شود.

- با دکمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی
- با دکمه‌ها و سلکتورهای لمسی

در شکل ۳ـ۴ـ الف یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با سلکتورهای مکانیکی را ملاحظه می‌کنید. این نوع سیگنال ژنراتور معمولاً روی میز آزمایشگاه الکترونیک هنرستان‌ها وجود دارد.

در شکل ۳ــ۴ــ ب یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با سلکتورهای مکانیکی و شمارنده دیجیتالی آمده است.

شکل ۱ــ۴ سیگنال ژنراتور AF با دکمه‌ها و سلکتور لمسی (تماسی Toch control) را نشان می‌دهد.

شکل ۳ــ۴ــ یک نمونه سیگنال ژنراتور با سلکتور و کلیدهای مکانیکی

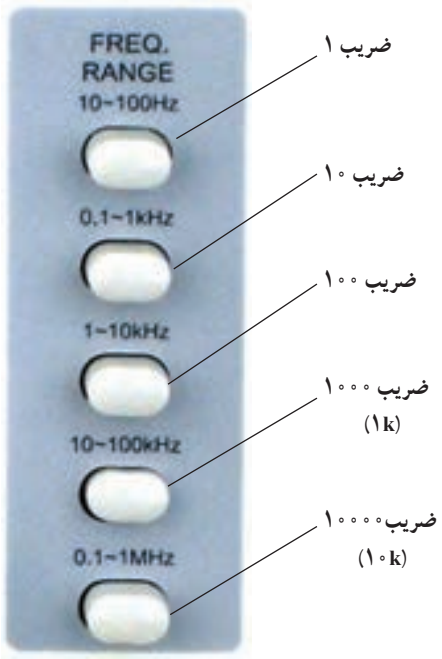
۳ــ۵ــ۴ــ همان‌طور که در شکل ۳ــ۴ مشاهده می‌شود این سیگنال ژنراتور دارای تعدادی دکمه و سلکتور است که عملکرد هرکدام روی آن نوشته شده است. در ادامه به شرح عملکرد هریک از کلیدها می‌پردازیم.

۱ ***صفحهٔ مدرج انتخاب فرکانس:*** این دکمه به صورت ولوم کار می‌کند و روی آن یک صفحهٔ مدرج قرار دارد و توسط این صفحهٔ مدرج مقدار فرکانس بین ۱۰ تا صد انتخاب می‌شود (شکل ۴ــ۴).

این ولوم در ارتباط با کلیدهای حوزهٔ کار شمارهٔ ۷ کار می‌کند.

شکل ۴ــ۴ــ صفحهٔ مدرج انتخاب فرکانس

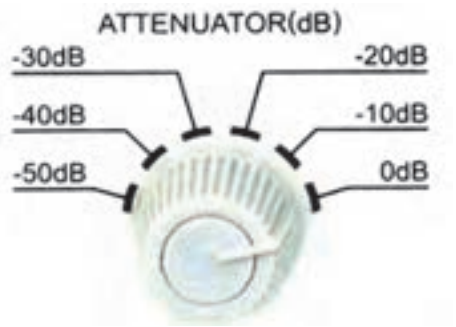
۲ کلیدهای انتخاب ضریب فرکانس : مجموعهٔ کلیدهای شمارهٔ ۲، ضریب فرکانس صفحه مدرج شمارهٔ ۱ را تعیین می‌کنند. به عنوان مثال اگر کلید حوزهٔ کار روی ۱۰۰× و صفحهٔ مدرج روی عدد ۳۰ باشد، فرکانس خروجی دستگاه برابر با ۳۰×۱۰۰ یعنی ۳KHz خواهد بود (شکل ۵ــ۴).



شکل ۵ــ۴ــ کلید حوزهٔ کار یا رنج فرکانس

۳ دامنه Amplitude : این ولوم دامنهٔ سیگنال خروجی را بین حداقل و حداکثر تنظیم می‌کند و با سلکتور دوار شمارهٔ ۳ در ارتباط است.

۴ کاهش‌دهنده یا Attenuator : در شکل ۶ــ۴ این کلید را مشاهده می‌کنید. این سلکتور دارای درجه‌بندی برحسب



شکل ۶ــ۴ــ سلکتور کاهش دامنه Allenoator

دسی‌بل (db) است. چنانچه کلید شماره ۳ روی صفر دسی‌بل (۰db) باشد هیچ تضعیفی در دامنهٔ تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صورت نمی‌گیرد و سیگنال عیناً در خروجی ظاهر می‌شود. در صورتی که این سلکتور روی عدد ۱۰ قرار گیرد دامنهٔ خروجی $\frac{۱}{۳}$ و اگر روی عدد ۲۰ قرار گیرد دامنهٔ خروجی به اندازه $\frac{۱}{۱۰}$ تضعیف می‌شود.

سایر حالات به شرح زیر است :

ماکزیمم دامنهٔ خروجی = ۰ db−

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳}$ ≃ ۱۰ db−

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۱۰}$ = ۲۰ db−

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰}$ ≃ ۳۰ db−

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۱۰۰}$ = ۴۰ db−

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰۰}$ ≃ ۵۰ db−

علامت منـفی نشان می‌دهد که سیگنال خروجی کاهش می‌یابد.

توجه : این ضرایب برای دستگاه‌های مختلف متفاوت است ولی اغلب تضعیف $\frac{۱}{۳}$، $\frac{۱}{۱۰}$ و $\frac{۱}{۱۰۰}$ متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تضعیف سیگنال ورودی در بسیاری از آزمایش‌ها مورد نیاز است که با استفاده از این سلکتور می‌توانید سیگنال خروجی را در حد نیاز تنظیم کنید.

۵ ترمینال خروجی (Out put) : از این پایانه می‌توانید سیگنال خروجی را دریافت کنید. حداکثر ولتاژ خروجی در حالتی که بار به آن اتصال ندارد حدود ۲۴V پیک و مقاومت داخلی (امپدانس) آن ۶۰۰ اهم است.

۶ کلید خاموش ــ روشن ON/OFF : توسط این کلید دستگاه را خاموش یا روشن می‌کنید.

۷ *شکل موج Waveform* : توسط این کلید می‌توانید شکل موج مربعی یا سینوسی را انتخاب کنید.

* **۴ــ۵ــ۴ــ** هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

پاسخ موارد که با ستاره * مشخص شده است را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری تحت عنوان کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

* **۵ــ۵ــ۴ــ** سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و کلیدهای آن را شناسایی کنید. سپس این کلیدها را با کلیدهای شکل ۳ــ۴ مقایسه کنید. سپس نام و مشخصات کلیدها را در جدول ۱ــ۴ بنویسید.

* **۶ــ۵ــ۴ــ** راهنمای کاربرد دستگاه را مورد مطالعه قرار دهید و محدودهٔ فرکانس تولیدی توسط دستگاه، حوزه کار (Range) تغییر فرکانس، ضرایب تغییر فرکانس، ماکزیمم ولتاژ خروجی، ضرایب تضعیف،وزن، ابعاد، ولتاژ کار، توان مصرفی درجه حرارت کار و دقت فرکانس را در جدول شماره ۲ــ۴ بنویسید.

توجه : راهنمای کاربرد سیگنال ژنراتور نشان داده شده در شکل ۳ـ۴ را با عنوان ضمیمهٔ آزمایش شمارهٔ ۴ در ضمائم کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی آورده‌ایم.

* **۷ــ۵ــ۴ــ** چگونگی کار با دستگاه سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را با هم گروهی خود تمرین کنید و نتایج حاصل شده را به طور خلاصه در ۴ سطر توضیح دهید.

* **۸ــ۵ــ۴ــ** با مراجعه به اینترنت راهنمای کاربرد یک نمونهٔ دیگر از سیگنال ژنراتور AF را پیدا کنید و آن را با دستگاه‌هایی که تا به حال کار کرده‌اید مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

* **۹ــ۵ــ۴ــ** سیگنال ژنراتور AF شکل ۷ــ۴ را بررسی کنید و دربارهٔ عملکرد دکمه‌های آن توضیح دهید. این سیگنال ژنراتور علاوه بر موج مربعی و سینوسی، موج مثلثی نیز تولید می‌کند. لذا اصطلاحاً به آن فانکشن ژنراتور (Function Generator) می‌گویند.

شکل ۷ــ۴ــ یک نمونهٔ دیگر از سیگنال ژنراتور AF

* **۱۰ــ۵ــ۴ــ** سه سیگنال ژنراتور بررسی شده در این قسمت را با هم مقایسه کنید و تفاوت‌های آن را بنویسید.

۱۱ــ۵ــ۴ــ نوع دیگری سیگنال ژنراتور وجود دارد که می‌تواند امواج دیگری مانند امواج مثلثی، دندانه اره‌ای و پالسی را تولید کند. چون این نوع سیگنال ژنراتور می‌تواند امواج متنوعی را تولید کند، به آن فانکشن ژنراتور (Function Generator) می‌گویند. سلکتورها و دکمه‌های فانکشن ژنراتور شباهت بسیار زیادی با سیگنال ژنراتور AF دارد. درحقیقت شکل ۷ــ۴ نوعی فانکشن ژنراتور است زیرا این دستگاه علاوه بر امواج سینوسی و مربعی، موج مثلثی نیز تولید می‌کند.

در شکل ۸ ــ۴ یک نمونه فانکشن ژنراتور را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۸ــ۴ــ یک نمونه فانکشن ژنراتور

* **۱۲ــ۵ــ۴ــ** برای کار با فانکشن ژنراتور لازم است که دفترچهٔ راهنمای کاربرد آن را مطالعه نمایید. با استفاده از دفترچهٔ راهنمای کاربرد فانکشن ژنراتور موجود در آزمایشگاه کلیهٔ دکمه‌های دستگاه را شناسایی کنید و مشخصات فنی دستگاه را در جدول ۳ــ۴ بنویسید.

۱۳ــ۵ــ۴ــ معمولاً در پشت یا کنار سیگنال ژنراتورها و فانکشن ژنراتورها ورودی‌ها یا تنظیم‌کننده‌های دیگری نیز وجود دارد. یکی از این نوع ورودی‌ها ورودی Sync یا هم‌زمان کننده است. در صورتی که بخواهیم در خروجی فرکانس دقیقی داشته باشیم از آن استفاده می‌کنیم.

یعنی این که این سیگنال ژنراتور می‌تواند، سیگنال ژنراتور و یا دستگاه دیگری را با فرکانس خود سنکرون کند. برای این منظور، روی اکثر سیگنال ژنراتورها، دو ترمینال به نام Sync وجود دارد. اگر بخواهیم فرکانس این سیگنال ژنراتور به عنوان مثال روی ۱KHz دقیقاً تنظیم شود و ما در جای دیگر این فرکانس بسیار دقیق را داشته باشیم، این سیگنال با فرکانس بسیار دقیق (۱KHz) را به این دو ترمینال اعمال می‌کنیم و فرکانس خود سیگنال ژنراتور را حوالی ۱KHz تنظیم می‌کنیم، حال خروجی این سیگنال ژنراتور دقیقاً همان سیگنال اعمالی به دو ترمینال Sync خواهد بود. حتی اگر فرکانس سیگنال ژنراتور بین ۹۹۰ تا ۱۰۱۰ هرتز هم باشد باز خروجی سیگنال ژنراتور همان فرکانس اعمالی به دو ترمینال Sync خواهد بود.

از دیگر موارد کاربرد ترمینال‌های Sync فرم دادن به شکل موج است؛ به عنوان مثال اگر یک موج سینوسی اعوجاج‌دار داشته باشیم و نیاز به یک موج بدون اعوجاج باشد، موج اعوجاج‌دار را به دو ترمینال Sync اعمال می‌کنیم و موج بدون اعوجاج را از خروجی سیگنال ژنراتور دریافت می‌نماییم (شکل ۹ــ۴).

شکل ۹ــ۴ــ استفاده از ترمینال‌های Sync

همچنین از خروجی دو ترمینال Sync می‌توان نمونه‌ای از فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور با ولتاژ ۲/۵ ولت مؤثر یا بیش‌تر دریافت و به مدار دیگری جهت سنکرون کردن و یا کاربرد دیگری اعمال کرد.

مقاومت (امپدانس) بین ترمینال‌های سینک در حالتی که به عنوان ورودی یا خروجی به‌کار می‌رود حدود ۱۰ کیلواهم است.

معمولاً سیم برق و فیوز دستگاه نیز در پشت دستگاه قرار دارد.

* **۱۴ــ۵ــ۴ــ** ترمینال‌ها و دکمه‌های پشت و کناره‌های دستگاه‌های سیگنال ژنراتور AF و فانکشن ژنراتور AF را در کارگاه شناسایی کنید و مشخصات آن‌ها را بنویسید.

* **۱۵ــ۵ــ۴ــ** با مراجعه به کتاب راهنمای سیگنال ژنراتور AF و فانکشن ژنراتور موارد کاربرد ترمینال‌ها و دکمه‌های جانبی و پشت دستگاه را شرح دهید.

۱۶ــ۵ــ۴ــ فرکانس‌متر دیجیتالی : فرکانس متر دیجیتالی، دستگاهی است که با اعمال سیگنال متناوب به آن مقدار فرکانس سیگنال را روی صفحهٔ نمایش (Display) نشان می‌دهد. شکل ۱۰ــ۴ یک نمونه مولتی‌متر را نشان می‌دهد که فرکانس را نیز اندازه می‌گیرد.

رنج فرکانس مورد اندازه‌گیری در فرکانس‌مترهای دیجیتالی معمولاً از چند هرتز تا ده‌ها مگاهرتز و برخی از آن‌ها تا ۵۰۰ مگاهرتز است.

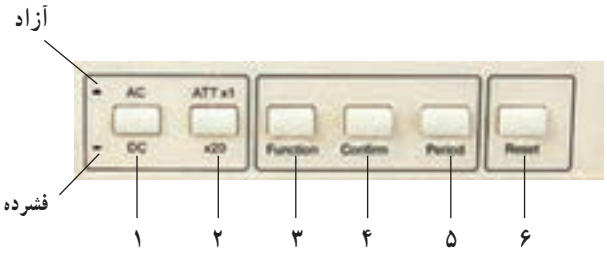
۱۷ــ۵ــ۴ــ برای کار کردن با فرکانس‌متر دیجیتالی باید راهنمای کاربرد آن را مورد مطالعه قرار دهید ولی اصولاً کار کردن با فرکانس متر دیجیتالی بسیار ساده است، کافی است که دستگاه را به برق متصل و توسط کلید (on – off) آن را روشن و سپس سیگنال موردنظر را توسط پروب به آن وصل کنید. با کلیدهای رنج فرکانس می‌توان رنج مناسب را انتخاب کرد. در این صورت مقدار فرکانس به‌صورت ارقام دیجیتالی روی صفحهٔ نمایش قابل خواندن است. در شکل ۱۱ــ۴ یک نمونه فرکانس‌متر عمومی را ملاحظه می‌کنید. این دستگاه دارای دو ورودی A و B است.

شکل ۱۰ــ۴ــ مولتی‌متری که فرکانس را اندازه می‌گیرد

توجه : هنگام تهیه دستگاه‌های اندازه‌گیری، به نیازهای خود توجه کنید. زیرا هرقدر تعداد کمیت‌ها، محدودهٔ حوزه کار و دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری افزایش می‌یابد، قیمت آن نیز گران‌تر می‌شود.

شکل ۱۱ــ۴ــ نمونهٔ دیگری از فرکانس‌متر

ورودی A برای اندازه‌گیری فرکانس ۰/۰۱Hz تا ۵۰MHz (حداکثر ۳۰ ولت ماکزیمم) و ورودی B برای اندازه‌گیری ۵۰مگاهرتز تا ۲/۴ گیگاهرتز (حداکثر ۳ ولت ماکزیمم) است. در شکل ۱۲ــ۴ دکمه‌های انتخاب حالت‌های مختلف فرکانس متر را ملاحظه می‌کنید. کار هریک از دکمه‌ها به شرح زیر است :



شکل ۱۲ــ۴ــ دکمه‌های فرکانس‌متر

۱ــ در صورتی که سیگنال مورد اندازه‌گیری دارای جزء DC باشد، حالت DC (یعنی کلید فشرده می شود). اگر سیگنال مورد اندازه‌گیری AC باشد کلید در حالت بیرون قرار دارد.

۲ــ *ATT×۱×۲۰* ــ در صورتی که این کلید آزاد باشد، ولتاژ ورودی عیناً وارد دستگاه می‌شود. چنان چه کلید را فشار دهیم سیگنال ورودی با ضریب $\frac{۱}{۲۰}$ تضعیف شده و وارد دستگاه می‌شود.

۳ــ *Function* : با فشردن این کلید می‌توانیم حوزهٔ کار دستگاه را انتخاب کنیم.

۴ــ *Counter* : با فشردن این کلید، دستگاه به عنوان شمارنده عمل می‌کند.

Period ــ۵ : با فشار دادن این دکمه، دستگاه پریود موج مورد نظر را اندازه می‌گیرد.

Reset ــ۶ : با فشار دادن این دکمه، دستگاه به حالت بیش تنظیم اولیه برمی‌گردد.

روی دستگاه ولومی وجود دارد که نام آن Gate Time است با این ولوم می‌توانیم سرعت نمونه‌برداری و دقت اندازه‌گیری را تنظیم کنیم.

نکتهٔ مهم : روی فرکانس مترهای مختلف دکمه‌های اضافی دیگری نیز وجود دارد که برای آشنایی با عملکرد آن‌ها باید به راهنمای کاربرد آن (Usermanual) مراجعه کنید.

حداقل و حداکثر دامنهٔ سیگنال اعمالی به فرکانس‌مترها، در انواع مختلف فرکانس‌مترها تفاوت دارد. در بعضی از فرکانس مترها دامنهٔ سیگنال‌های ورودی از حدود چندولت تا ده‌ها ولت است و در برخی دیگر از حدود چندمیلی‌ولت تا ده ولت می‌تواند باشد. معمولاً حداقل و حداکثر دامنهٔ سیگنال‌ها را در راهنمای کاربرد فرکانس‌مترها قید می‌کنند.

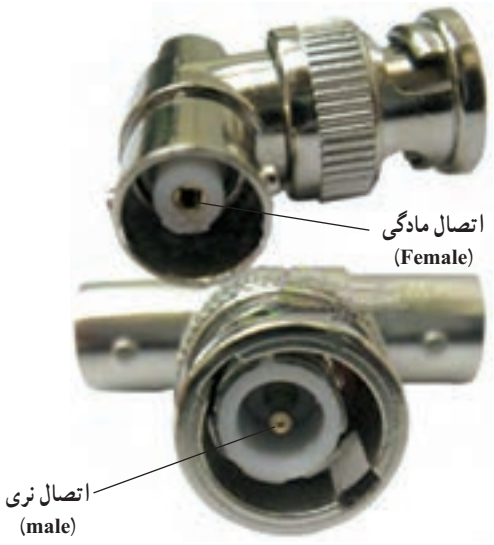
***۱۸ــ۵ــ۴ــ** راهنمای کاربرد فرکانس‌متر موجود در آزمایشگاه را مطالعه کنید و مشخصات فرکانس‌متر را استخراج نمایید و آن را در جدول ۴ــ۴ بنویسید و صفحهٔ آن را رسم کنید.

آشنایی با دانشمندان

هینریچ هرتز (۱۸۹۴ــ۱۸۵۷) دانشمند و فیزیکدان آلمانی، واحد اندازه‌گیری فرکانس به‌نام او ثبت شده است.

۱۹ــ۵ــ۴ــ برای اتصال دستگاه‌ها به یک دیگر، نیاز به انواع سیم‌ها و اتصالات BNC، گیرهٔ سوسماری و اتصال موزی (بنانا) دارید. لذا لازم است قبل از شروع کار با این‌گونه اتصال‌ها آشنا شوید.

● اتصال BNC : در شکل ۱۳ــ۴ این نوع اتصال را ملاحظه می‌کنید. اتصال BNC به صورتی مادگی (Female) و نری (male) ساخته می‌شود.



شکل ۱۳ــ۴ــ اتصال نر و مادهٔ BNC

غالباً قسمت مادگی BNC روی دستگاه نصب می‌شود و قسمت نری آن به سیم رابط اتصال دارد. در کنار بدنهٔ فیش BNC یک شیار کوچک وجود دارد که هنگام اتصال BNC نر به BNC ماده باید این شیار در داخل زایدهٔ موجود در مادگی قرار گیرد. در شکل ۱۴ــ۴ نحوه برقراری این اتصال را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۴ــ۴ــ فرورفتگی و زایده در فیش‌های BNC

پس از قرار دادن فرورفتگی در زایده باید فیش BNC را به آهستگی به داخل فشار دهید و به سمت راست بپیچانید تا در محل خود قفل شود. در شکل ۱۵ــ۴ اتصال چند نوع BNC را به دستگاه ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۵ــ۴ــ اتصال چند BNC به دستگاه

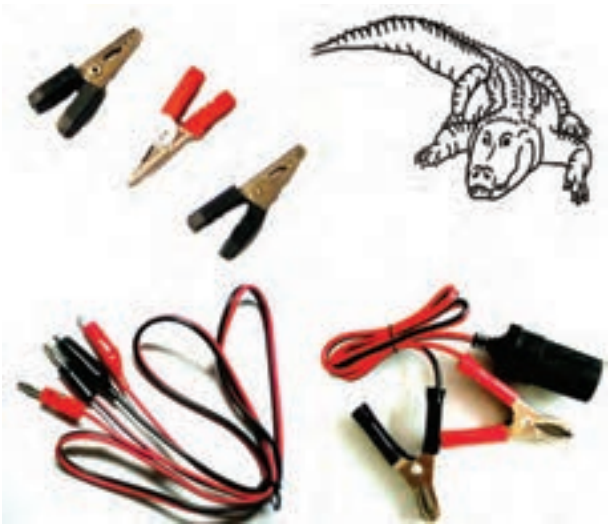
* **۲۰ــ۵ــ۴ــ** چند نمونه BNC نر و ماده را بردارید و اتصالات آن را بررسی کنید. ابتدا آن‌ها را به‌صورت جداگانه به یک‌دیگر وصل کنید. سپس سیم نری را به مادگی یکی از دستگاه‌هایی که دارای این اتصال هستند وصل کنید. تجربه را چند بار تکرار کنید. درباره این فعالیت توضیح دهید.

۲۱ــ۵ــ۴ــ نوعی دیگر از پایانه‌های اتصال را فیش و ترمینال موزی یا بنانا (Benana) می‌نامند در شکل ۱۶ــ۴ این نوع اتصال‌ها را ملاحظه می‌کنید. معمولاً این نوع اتصال به صورت نری و مادگی ساخته می‌شوند و استاندارد هستند.

* **۲۲ــ۵ــ۴ــ** سیم‌های رابط دوسر بنانای خود را بررسی کنید و آن‌ها را به ورودی‌های مادگی بنانا که روی دستگاه نصب شده است وصل کنید. در مورد این تجربه توضیح دهید. آیا نوع فیش‌های به‌کار رفته در سیم‌های رابط شما با اتصالات نشان داده شده در شکل ۱۶ــ۴ مشابهت دارد؟ شرح دهید.

شکل ۱۶ــ۴ــ چند نمونه پایانهٔ نر و مادگی موزی (بنانا)

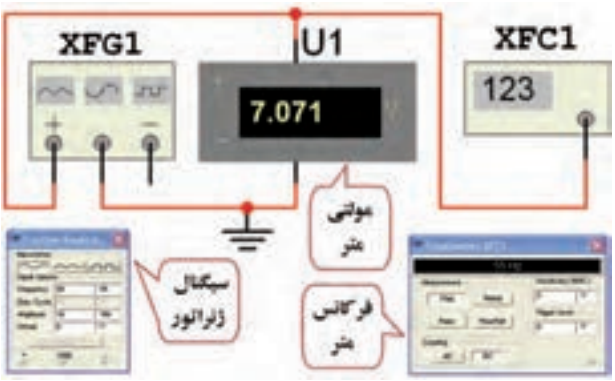
۲۳ــ۵ــ۴ــ یکی دیگر از انواع پایانه‌ها، اتصال سوسماری یا Alligator است. در شکل ۱۷ــ۴ چند نمونه گیرهٔ سوسماری را مشاهده می‌کنید. این نوع گیره‌ها در انواع بسیار متنوعی ساخته می شوند.



شکل ۱۷ــ۴ــ انواع گیره‌های سوسماری

* **۲۴ــ۵ــ۴ــ** گیره‌های دوسر سوسماری یا یک سر بنانا و یک سر سوسماری را بررسی کنید. چگونگی استفاده از این نوع گیره‌ها را توضیح دهید.

* **۲۵ــ۵ــ۴ــ** با استفاده از سیم‌های رابط، مدار شکل ۱۸ــ۴ را ببندید.



شکل ۱۸ــ۴ــ اتصال سیگنال ژنراتور و فرکانس‌متر به برق شهر

دربارهٔ چگونگی بستن مدار توضیح دهید. در صورت نیاز به راهنمای کاربرد دستگاه مراجعه کنید.

* **۲۶ــ۵ــ۴ــ** خروجی سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۵۰ هرتز بگذارید و ولتاژ خروجی آن را با استفاده از مولتی‌متر روی مقادیر ۰/۱ ولت، ۰/۲ولت، ۰/۵ولت، ۱ولت و ۱/۵ ولت و ۳ ولت تنظیم کنید.

دامنه را با مولتی‌متر دیجیتالی و فرکانس را با فرکانس متر تنظیم کنید.

حداقل و حداکثر ولتاژی را که سیگنال ژنراتور AF می‌تواند تولید کند اندازه بگیرید و در جدول ۵ــ۴ یادداشت کنید. این مرحله برای فرکانس‌های ۱۰۰Hz، ۵۰۰Hz، ۱KHz و ۱۰KHz تکرار کنید و نتایج را در جدول ۵ ــ۴ بنویسید. دکمه‌های تضعیف‌کننده (Attenuation) را تغییر دهید و اثر آن را روی دامنه ولتاژ مشاهده نمایید و توضیح دهید.

* **۲۷ــ۵ــ۴ــ** نتایج به‌دست آمده در جدول ۵ــ۴ را با هم مقایسه کنید آیا تغییر فرکانس دامنهٔ ماکزیمم و می‌نیمم تغییر می‌کند شرح دهید.

* **۲۸ــ۵ــ۴ــ** تعدادی فرکانس را با دامنهٔ دلخواه انتخاب کنید و مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید. دامنه سیگنال را نیز به دلخواه انتخاب کنید. در مورد نتایج حاصل از این تجربه توضیح دهید.

* **۲۹ــ۵ــ۴ــ** با توجه به آن چه که تاکنون یاد گرفته‌اید. یک آزمایش دلخواه طراحی کنید و نتایج آن را ثبت نمایید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

* **۳۰ــ۵ــ۴ــ** سیگنال ژنراتور را روی موج مربعی با دامنهٔ 5Vp و فرکانس ۲۰۰KHz بگذارید و مقدار فرکانس را اندازه‌گیری کنید. آیا مقدار اندازه‌گیری شده توسط فرکانس‌متر با آن‌چه که روی دستگاه تنظیم کرده‌اید انطباق دارد؟ شرح دهید.

* **۳۱ــ۵ــ۴ــ** آزمایش‌های انجام شده را با فانکشن ژنراتور نیز تجربه کنید و دربارهٔ نتایج به‌دست آمده توضیح دهید.

۳۲ــ۵ــ۴ــ مراحل کار را آن قدر تکرار کنید تا تسلط کامل را در کار با سیگنال ژنراتور، فانکشن ژنراتور و فرکانس‌متر به‌دست آورید.

* **۳۳ــ۵ــ۴ــ** با دستگاه‌های سیگنال ژنراتور AF، فانکشن ژنراتور و فرکانس متر موجود در نرم‌افزار کار کنید و تفاوت بین دستگاه‌های موجود در کارگاه و موجود در نرم‌افزار را توضیح دهید.

* ۶ــ۴ــ جمع‌بندی

یک جمع‌بندی در حداکثر ۶ سطر دربارهٔ آن‌چه که در این آزمایش فراگرفته‌اید انجام دهید.

۷ــ۴ــ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ــ۷ــ۴ــ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال‌های ..... و ..... در محدودهٔ فرکانس چند هرتز تا ..... است.

۲ــ۷ــ۴ــ کار سلکتور Attenuator ..... است.

۳ــ۷ــ۴ــ اگر صفحهٔ مدرج انتخاب فرکانس سیگنال ژنراتور روی عدد ۲۰ و کلید انتخاب رنج روی ۱K× باشد فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور ..... کیلوهرتز است.

صحیح یا غلط

۴ــ۷ــ۴ــ اگر کلید سلکتور Attenuator روی (۰) دسی‌بل باشد دامنهٔ سیگنال تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صفر است.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ــ۷ــ۴ــ ۱۰dB– تضعیف، کاهش دامنهٔ سیگنال تولید شده با ضریب $\frac{۱}{۳}$ و ۲۰db– کاهش با ضریب $\frac{۱}{۱۰}$ است.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ــ۷ــ۴ــ فانکشن ژنراتور (Function Generator)، همان سیگنال ژنراتور است که علاوه بر موج مربعی و سینوسی، موج‌های دیگری مانند موج مثلثی نیز تولید می‌کند.

صحیح ☐ غلط ☐

چهار گزینه‌ای

۷ــ۷ــ۴ــ با اعمال سیگنالی با فرکانس ۱KHz به ورودی Sync سیگنال ژنراتور، سیگنال خروجی دستگاه .....

۱) ۱KHz افزایش می‌یابد.

۲) ۱KHz کاهش می‌یابد.

۳) روی ۱KHz تنظیم می‌شود.

۴) دچار اعوجاج با فرکانس ۱KHz می‌شود.

۸ــ۷ــ۴ــ با فشردن کدام کلید فرکانس‌متر دیجیتالی، دستگاه زمان تناوب موجود موردنظر را اندازه می‌گیرد؟

۱) Function

۲) Counter

۳) Period

۴) Reset

تشریحی

۹ــ۷ــ۴ــ دو مورد از دستورهای حفاظت و ایمنی مربوط به کار روی دستگاه سیگنال ژنراتور و فرکانس متر را شرح دهید.

۱۰ــ۷ــ۴ــ موارد کاربرد ورودی Sync سیگنال ژنراتور را شرح دهید.

۱۱ــ۷ــ۴ــ محدودهٔ فرکانسی را که فرکانس متر شکل ۱۱ــ۴ می‌تواند اندازه بگیرد، بنویسید.

۱۲ــ۷ــ۴ــ کار دکمهٔ ۲۰Att×۱× در فرکانس متر را شرح دهید.

۸ــ۴ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به سؤالات و تکمیل کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، به‌منظور ارزشیابی در زمان تعیین شده مراجعه کنید.

××– 203D Audio Signal Generator

Features:

Wide Frequency Range
Low-Distortion, Flat Voltage Output
10 dB-Per-Step Attenuator
Synchronizing to External Signals
Rectangular Wave Output with Good Rise Time Characteristic

Description

The ××-203D and ××-204D are low-frequency signal generators featuring sine wave output with low distortion and square wave output with good rise time characteristics. They cover the frequency range of 10 Hz to 1 MHz with no breaks, and a designed for versatility, with such features as external synchronization, a 10 dB-per-step attenuator for accurate output voltage setting, and a large dial for frequency setting. All this performance is packed into a slim, compact, easy-to-operate signal generator housing.

Wide Frequency Range
The oscillation frequency range extends from 10 Hz to 1 MHz, covered in five continuous steps. A large, single-scale dial is used to simplify the measurement value reading (oscillation frequency setting).

Low-Distortion, Flat Voltage Output
With low distortion of below 0.1% with the ××-203D and below 0.02% with the ×-204D and output voltage deviation within .0.5dB over the entire frequency range, these generators will find use in a broad range of applications, particularly in distortion measurements, S/N measurements and frequency response measurements.

10 dB-Per-Step Attenuator
The output voltage can be set from 0 to 50 dB in 10 dB steps using a built-in attenuator, this combining with a fine adjustment to enable the output of any desired voltage level in that range.

Synchronizing to External Signals
By synchronizing the output to an external signal through the external sync input, it is possible to output more accurate frequencies from these generators.

Rectangular Wave Output with Good Rise Time Characteristic
In addition to low-distortion sine waves, square waves with excellent rise time characteristics can be output, this is very convenient for use in the adjustment and servicing of audio equipment, and for educational experimentation in school laboratories etc.

Specifications

Frequency range	10Hz~1MHz ×1 range 10Hz to 100Hz ×10 range 100Hz to 1kHz ×100 range 1kHz to 10kHz ×1k range 10kHz to 100kHz ×10k range 100kHz to 1MHz
Frequency accuracy	±(3% 1Hz)
Sine wave characteristics	
Output voltage	5Vrms or more (at 600Ω load)
Output voltage deviation	±0.5dB (10Hz to 1MHz)
Distortion factor	400Hz to 20kHz 0.1% or less 100Hz to 100kHz 0.3% or less (100Hz : at×10 range) 50Hz to 200kHz 0.5% or less 20Hz to 500kHz 1.0% or less 10Hz to 1MHz 1.5% or less
Square wave characteristics	
Output voltage	10Vp-p (600Ω load)
Rise time	200ns max (at maximum output)
Duty ratio	Within 45:55 (at 1kHz, maximum output)
External sync characteristics	
Synchronous range	±1%/Vrms or more
Maximum input voltage	15V (DC AC peak)
Input impedance	Approx. 100kΩ
Output characteristics	
Output impedance	Approx. 600Ω
Output attenuator	0dB, -10dB, -20dB, -30dB, -40dB, -50dB (6 steps)
Output attenuator accuracy	within±1dB
Temperature/humidity for operation	0 to 40°C RH85% or less
Temperature/humidity for characteristics in spec.	0 to 35°C RH85% or less
Power source	100/120/220V/230V AC, ±10% 50/60Hz
Power consumption	Approx. 5W
Dimensions	128 (W)×190 (H)×239 (D) mm
Weight	Approx. 2.9kg
Accessories	Instruction manual (1) accessory cable (model: CA-48P)(1) power cord (1)

آزمایش شمارهٔ ۵

زمان اجرا : ۱۲ ساعت آموزشی

اندازه‌گیری اختلاف فاز با اسیلوسکوپ

هدف کلی آزمایش

استفاده از اسیلوسکوپ جهت اندازه گیری اختلاف فاز دو سیگنال سینوسی

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ اهمیت استفاده از اسیلوسکوپ را توضیح دهد.

۲ــ اهمیت تنظیم INTEN – Focus را در اسیلوسکوپ تشریح کند.

۳ــ نحوه تنظیم دکمه‌های Focus و INTEN را در اسیلوسکوپ تشریح کند.

۴ــ دکمه‌های Focus و INTEN را به‌طور عملی تنظیم کند.

۵ــ براب را با استفاده از موج مربعی اسیلوسکوپ تنظیم کند.

۶ــ دامنه ی ولتاژ DC و AC را اندازه بگیرد.

۷ــ کلید زمان‌بر تقسیمات (Time/Div) را روی اسیلوسکوپ تشخیص دهد.

۸ ــ زمان تناوب را به‌طور عملی اندازه بگیرد.

۹ــ مؤلفه DC سوار بر ولتاژ AC را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرد.

۱۰ــ اصول اندازه‌گیری اختلاف فاز را با اسیلوسکوپ توضیح دهد.

۱۱ــ اسیلوسکوپ را جهت اندازه‌گیری اختلاف فاز به مدار اتصال دهد.

۱۲ــ با استفاده از اسیلوسکوپ دوکاناله اختلاف فاز دو سیگنال را به‌دست آورد.

۱۳ــ منحنی لیساژور را ترسیم کند.

۱۴ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم کاربرد اسیلوسکوپ را شبیه‌سازی کند.

۱۵ــ گزارش کار را به‌طور کامل، دقیق و مستند بنویسید.

۱۶ــ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی را که در آزمایش اول آمده است در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱ــ۵ــ اطلاعات اولیه

۱ــ۱ــ۵ــ اسیلوسکوپ یا نوسان‌نما (Oscilloscope):

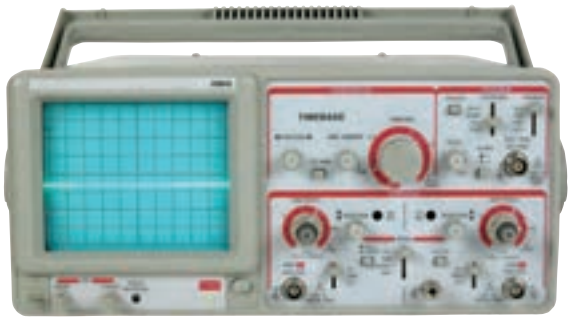
اسیلوسکوپ دستگاهی است که می‌تواند شکل موج یک سیگنال الکتریکی را به ما نشان دهد. اسیلوسکوپ، سیگنال الکتریکی را در حوزهٔ زمان به ما نشان می‌دهد. از اسیلوسکوپ در دستگاه‌های پزشکی برای نشان دادن نوسان‌های مربوط به ضربان قلب، در خودرو و برای مشاهدهٔ عملکرد دقیق سیستم سوخت رسانی و جرقه‌زنی و در بسیاری از موارد دیگر به‌کار 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 به‌هم ریختگی سیگنال درنظر گرفته می‌شود.

روی صفحهٔ 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 ۱ــ ۵ یک نمونه اسیلوسکوپ را ملاحظه می‌کنید. با استفاده از اسیلوسکوپ می‌توانید علاوه بر مشاهدهٔ شکل موج، مقادیر ولتاژ، فرکانس و اختلاف فاز را اندازه بگیرید.



الف

ب

شکل ۱ــ۵ــ یک نمونه اسیلوسکوپ

۲ــ۱ــ ۵ ــ ساختمان داخلی اسیلوسکوپ :

اسیلوسکوپ از دو قسمت اصلی به شرح زیر تشکیل شده است :

ــ لامپ اشعهٔ کاتدیک

ــ مدارهای سادهٔ آماده‌سازی سیگنال

● **لامپ اشعهٔ کاتدیک (Cathode Ray Tube) :**

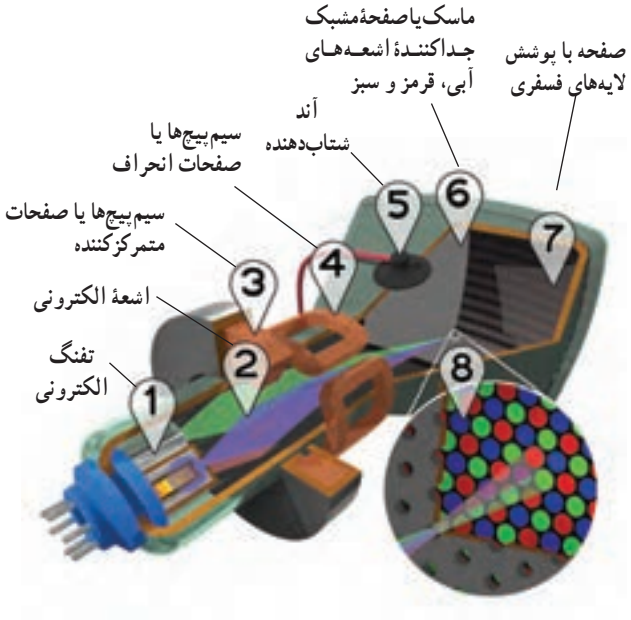
لامپ اشعهٔ کاتدیک یکی از قسمت‌های اصلی در اسیلوسکوپ است. از این لامپ در وسایلی مانند تلویزیون، دستگاه‌های اندازه‌گیری، آزمایش و تنظیم خودرو، رادیولوژی و نمایشگرهای کامپیوتر و لوازم خانگی استفاده می‌شود. در دستگاه‌های جدید به‌جای لامپ اشعهٔ کاتدیک از LCD استفاده می‌کنند. مفهوم Cathode Ray Tube به شرح زیر است :

منفی = Cathode

اشعه = Ray

لوله، لامپ = Tube

لامپ اشعهٔ کاتدیک را اصطلاحاً CRT می‌نامند. دلیل اختصاص این نام، لوله‌ای است که برای نمایش شکل موج، اشعهٔ الکترونی که دارای بار منفی است تولید می‌کند. لامپ اشعهٔ کاتدیک را به‌صورت سیاه و سفید و رنگی می‌سازند. در شکل ۲ــ۵ یک نمونه لامپ اشعهٔ کاتدیک رنگی را با عناصر جانبی آن مشاهده می‌کنید.



شکل ۲ــ۵ــ ساختمان یک نمونه لامپ اشعهٔ کاتدیک رنگی

اجزای داخلی لامپ اشعهٔ کاتدیک به شرح زیر است :

۱ و ۲ ***تفنگ الکترونی :*** در این قسمت الکترون‌ها آزاد و به صورت یک اشعه با شتاب بسیار زیاد از تفنگ خارج می‌شوند. شمارهٔ ۱ در شکل تفنگ الکترونی و شمارهٔ ۲ اشعهٔ الکترونی است.

۳ ***سیم‌پیچ‌ها یا صفحات متمرکزکننده :*** کار سیم‌پیچ شمارهٔ ۳، متمرکز کردن اشعهٔ الکترونی روی صفحهٔ لامپ است. در اسیلوسکوپ به‌جای سیم‌پیچ از صفحات یا استوانه‌های متمرکز کننده استفاده می‌شود.

۴ ***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 شمارهٔ ۴ مشخص شده‌اند.

۵ ***آند شتاب‌دهنده :*** کار آند (Anode) شتاب‌دهنده،

سرعت دادن به اشعهٔ الکترونی و هدایت آن به سمت صفحهٔ لامپ است. برای ایجاد شتاب زیاد در اشعه به ولتاژ زیاد نیاز داریم. این ولتاژ از طریق اتصال شمارهٔ ۵ به آند می‌رسد.

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

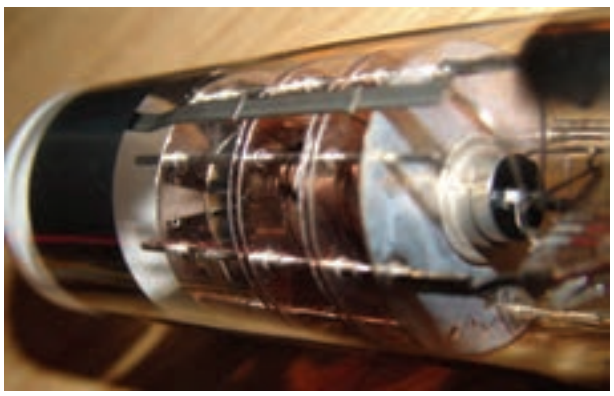
۷ و ۸ صفحه با پوشش لایه‌های فسفری : صفحهٔ جلوی لامپ که برای نمایش سیگنال به‌کار می‌رود، به‌وسیلهٔ مواد فسفری با رنگ‌های قرمز و سبز و آبی پوشیده شده است. این قسمت صفحهٔ اصلی لامپ را تشکیل می‌دهد (شمارهٔ ۷)، این صفحه را صفحهٔ حساس می‌نامند، زیرا نقاط فسفری حساس به رنگ‌های قرمز، سبز و آبی به‌صورت منظم روی صفحهٔ لامپ را پوشانده‌اند. نمای نزدیک این نقاط در شمارهٔ ۸ نشان داده شده است. در شکل ۳ــ۵ یک نمونهٔ دیگر از لامپ اشعهٔ کاتدیک را آورده‌ایم.

این لامپ به‌جای سیم‌پیچ انحراف، دارای صفحات انحراف است و در اسیلوسکوپ به‌کار می‌رود.

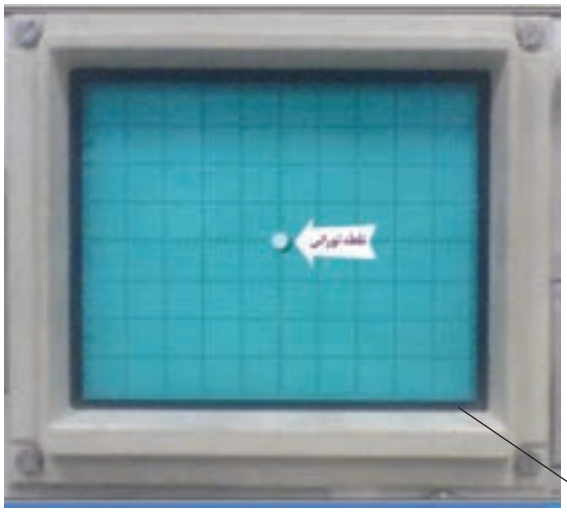
شکل ۳ــ۵ــ نمونهٔ دیگری از لامپ اشعه کاتدیک

۳ــ۱ــ۵ــ تولید اشعهٔ الکترونی : به‌طور کلی اشعه توسط تفنگ تولید می‌شود. در شکل ۴ــ۵ شکل ظاهری و واقعی یک نمونه تفنگ الکترونی را که در لامپ‌های اشعهٔ کاتدیک به کار می‌رود ملاحظه می‌کنید.

اشعهٔ الکترونی تولید شده توسط قسمت‌های شتاب‌دهنده و متمرکز کننده، ضمن حرکت به سمت صفحهٔ پوشیده شده از فسفر، آن را بمب‌باران می‌کند. در اثر این بمب‌باران، یک نقطهٔ نورانی تولید می‌شود (شکل ۵ــ۵) توجه داشته باشید به محض قطع شدن اشعه، نقطهٔ نورانی نیز از بین می‌رود.



شکل ۴ــ۵ــ ساختمان داخلی تفنگ الکترونی



شکل ۵ ــ ۵ ــ تولید نقطهٔ نورانی به وسیلهٔ اشعهٔ کاتدیک

روی صفحهٔ جلویی اسیلوسکوپ (پَنِل Panel) یک ولوم به نام اینتن (Inten) وجود دارد که به وسیلهٔ آن می‌توانید نور نقطهٔ نورانی را کم یا زیاد کنید. Inten مخفف Intensity به معنی شدت است. هم‌چنین ولوم دیگری به نام 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 نقطهٔ نورانی روی صفحهٔ حساس اسیلوسکوپ شکل موج روی صفحه ظاهر می‌شود. حرکت اشعه، بر اثر ولتاژهای داده شده به صفحات انحراف، به‌صورت افقی و عمودی صورت می‌گیرد. در شکل ۶ــ۵ ولوم‌های Inten و Focus را برای یک نمونه اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید. علاوه بر دو ولوم ذکر شده یک ولوم دیگر نیز در کنار این ولوم‌ها وجود دارد که با پیچ‌گوشتی قابل تنظیم است، این ولوم چرخش اشعه Trace Rotation نام دارد. توسط این ولوم می‌توانید زاویه اشعه را هنگامی که به‌صورت خط درمی‌آید تنظیم کنید.

نکتهٔ مهم: هنگام کار با اسیلوسکوپ، این ولوم را تنظیم نکنید. در صورت نیاز از مربی خود کمک بگیرید.

روی اسیلوسکوپ ولوم‌ها و سلکتورهای متعددی وجود دارد که در مراحل اجرای آزمایش به آن می‌پردازیم.

۴ــ۱ــ۵ــ مدارهای داخلی اسیلوسکوپ : برای این

شکل ۶ــ۵ــ ولوم‌های تنظیم شدت نور و تمرکز اشعه

که بتوان امواج را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ به‌نمایش درآورد، لازم است در داخل اسیلوسکوپ مدارهای خاصی درنظر گرفته شود. به‌طور کلی مدارهای داخلی دستگاه اسیلوسکوپ را می‌توان به چهار دستهٔ زیر تقسیم کرد :

ــ مدارهای قائم یا vertical

ــ مدارهای افقی یا Horizontal

ــ مدارهای تحریک Trigger

ــ مدارهای جانبی

برای هریک از سامانه‌های ذکر شده روی صفحه جلوی اسیلوسکوپ کنترل‌هایی وجود دارد. کاربر توسط این کنترل‌ها می‌تواند تنظیم‌های موردنیاز را برای به‌دست آوردن بهترین شکل موج انجام دهد (شکل ۷ــ۵). اسیلوسکوپ‌ها در انواع یک کاناله و دوکاناله ساخته می‌شوند. امروزه اغلب اسیلوسکوپ‌ها دوکاناله هستند.

شکل ۷ــ۵ــ مدارهای داخلی اسیلوسکوپ

۲ــ۵ــ نکات ایمنی

۱ــ۲ــ۵ــ کلیهٔ نکات ایمنی عمومی که در آزمایش شمارهٔ ۱ بیان شده است را در این آزمایش نیز رعایت کنید.

۲ــ۲ــ۵ــ قبل از کار با هر دستگاهی راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید. برای اسیلوسکوپ نیز دفترچهٔ راهنمای کاربرد وجود دارد.

۳ــ۲ــ۵ــ نکات ایمنی بیان شده در آزمایش شمارهٔ ۴ را در این آزمایش نیز به‌کار ببرید.

۴ــ۲ــ۵ــ پروب اسیلوسکوپ نیز مانند فانکشن ژنراتور از نوع BNC است، ضرورت دارد که تمام نکات ایمنی مربوط به BNC را در این آزمایش نیز رعایت کنید.

۳ــ۵ــ کار با نرم‌افزار

قبل از اجرای آزمایش هر مرحله را با استفاده از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ شبیه‌سازی کنید. کلیهٔ فایل‌های شبیه‌سازی شده را تحویل مربی آزمایشگاه بدهید.

۴ــ۵ــ قطعات ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات و ابزار عمومی : کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شمارهٔ ۱

تجهیزات و ابزار خاص

ــ سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه

ــ سیم رابط یک سر BNC یک سر سوسماری

ــ سیم رابط دوسر سوسماری

ــ سیم رابط یک‌سر BNC و یک سر بنانا

ــ سیم رابط دوسر بنانا (موزی)

ــ سیم رابط یک سر سوسماری و یک سر بنانا از هرکدام حداقل یک سری

ــ اسیلوسکوپ

ــ بِرد بُرد

ــ مقاومت ۱۰KΩ دو عدد

ــ سیم تلفنی به مقدار کافی

۵ــ۵ــ مراحل اجرای آزمایش

آزمایش شماره ۱ : کار با اسیلوسکوپ

توجه : نتایج مربوط به قسمت‌هایی که ستاره‌دار است را در کتاب گزارش کار (جلد دوم) بنویسید.

* **۱ــ۵ــ۵ــ** هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲ــ۵ــ۵ــ در شکل ۸ــ۵ یک نمونه دستگاه اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید.

شکل ۸ــ۵ــ تصویر کامل اسیلوسکوپ

هر اسیلوسکوپ دارای یک کلید خاموش ــ روشن است. هر کارخانهٔ سازندهٔ اسیلوسکوپ، کلید خاموش روشن (ON/Off) را به‌دلخواه در محلی روی پَنِل اسیلوسکوپ قرار می‌دهد.

شکل ۹ــ۵ کلید ON/Off اسیلوسکوپ نشان داده شده در شکل ۸ ــ۵ را نمایش می‌دهد. کلید ON/Off می‌تواند در بالا، پایین، وسط، سمت راست و سمت چپ دستگاه قرارگیرد، معمولاً روی کلید ON/Off یا در کنار آن یک لامپ کوچک قرار دارد که وقتی دستگاه را روشن می‌کنیم آن لامپ روشن می‌شود.

شکل ۹ــ۵ــ کلید خاموش و روشن اسیلوسکوپ

همان‌طور که از شکل مشاهده می‌شود، اگر کلید بیرون باشد (حالت صفر ۰) دستگاه خاموش و اگر کلید فشرده شود (حالت یک ۱) دستگاه روشن است.

* **۳ــ۵ــ۵ــ** با استفاده از دفترچهٔ راهنمای اسیلوسکوپ موجود در کارگاه و مشاهدهٔ پنل اسیلوسکوپ، کلید ON/Off اسیلوسکوپ را شناسایی کنید و محل آن را در کادر ترسیم شده در کتاب گزارش کار رسم نمایید. نوشته‌های روی کلید را بنویسید.

* **۴ــ۵ــ۵ــ** سایر کلیدها و سلکتورهای روی صفحهٔ اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را شناسایی کنید و آن را در کادر نشان داده شده در کتاب گزارش کار ترسیم کنید. نوشته‌های مربوط به کلید را بنویسید.

پروب اسیلوسکوپ

* **۵ــ۵ــ۵ــ** چگونگی اتصال پروب به اسیلوسکوپ :

برای اتصال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از پروب‌های مخصوص اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در شکل ۱۰ــ۵ 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، به طوری 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 می‌شود که در صورت نیاز می‌توان از این نوک سوزنی استفاده کرد. در طرف دیگر پروب اتصال BNC است.

الف

ب

شکل ۱۰ــ۵ــ پروب اسیلوسکوپ و اجزای آن

یک عدد پروب BNC را در اختیار بگیرید و اجزاء آن را شناسایی کنید تفاوت پروب موجود در آزمایشگاه را با پروب شکل ۱۰ــ۵ شرح دهید.

۶ــ۵ــ۵ــ همان‌طور که قبلاً اشاره شد در حفرهٔ بی ان‌سی 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 وارد کردن کمی فشار، به اندازهٔ ۹۰ درجه چرخانده شود تا در محل خود محکم قرار گیرد. در شکل ۱۱ــ۵ یک نمونه بی‌ان سی و شیار و فرورفتگی روی آن نشان داده شده است.

ب الف

شکل ۱۱ــ۵ــ فرورفتگی و شیار در BNC

* **۷ــ۵ــ۵ــ** طرف BNC پروب را در دست بگیرید و آن را با دقت و احتیاط کامل به ورودی‌های مادگی BNC که روی اسیلوسکوپ قرار دارد طبق شکل ۱۲ــ۵ متصل کنید. در مورد این تجربه به‌طور خلاصه توضیح دهید.

شکل ۱۲ــ۵ــ چگونگی اتصال BNC به اسیلوسکوپ

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در نزدیکی بی‌ان‌سی، یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن می‌توان پروب را برای مشاهدهٔ دقیق شکل موج مربعی تنظیم کرد. برای تنظیم پروب، یک شکل موج مربعی را به اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم. باید شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ دقیقاً مربعی باشد. در صورتی که لبه‌های بالارونده یا پایین روندهٔ موج، کاملاً صاف نباشد، با تنظیم پیچ توسط پیچ گوشتی مخصوص می‌توانید شکل موج صحیح را به‌دست بیاورید. شکل ۱۳ــ۵ چگونگی تنظیم پروب را نشان می‌دهد.

شکل ۱۳ــ۵ــ نحوهٔ تنظیم پروب برای مشاهدهٔ موج مربعی

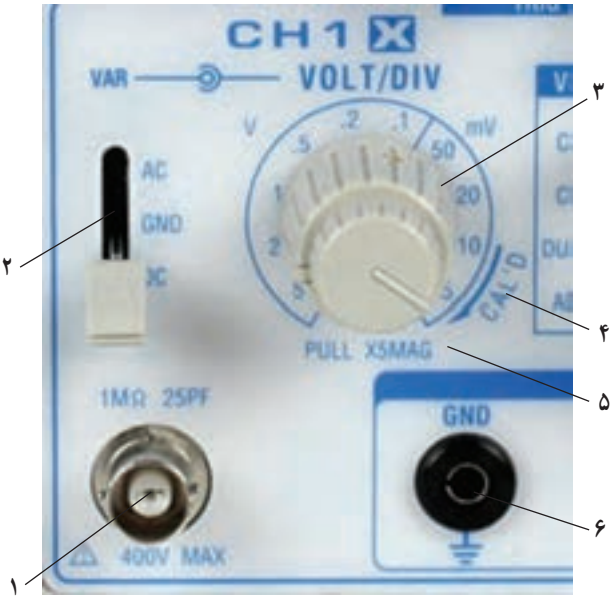
نکتهٔ ایمنی مهم: هرگز قبل از کسب مهارت کافی پیچ تنظیم پروب را دست نزنید. در صورت نیاز از مربی آزمایشگاه کمک بخواهید. کوچک‌ترین بی‌احتیاطی و وارد کردن فشار بیش از حد، پیچ پروب را معیوب می‌کند. توجه داشته باشید که پروب از نوع وسایل گران‌قیمت آزمایشگاهی است.

* **۸ــ۵ــ۵ــ** پروب اسیلوسکوپ را مورد بررسی قرار دهید. آیا پیچ تنظیم دارد؟ آیا کلید ۱× و ۱۰× دارد؟ به‌طور خلاصه توضیح دهید.

آشنایی با سایر کلیدها، ولوم‌ها، ترمینال‌ها و سلکتورها و آماده‌سازی اسیلوسکوپ برای اندازه‌گیری

۹ــ ۵ ــ۵ــ اسیلوسکوپ دارای ترمینال‌های ورودی

است که سیگنال مورد اندازه‌گیری به آن وصل می‌شود. در شکل ۱۴ــ۵ ولوم‌ها، سلکتورها و ترمینال‌های ورودی کانال ۱ اسیلوسکوپ شکل ۹ــ۵ را ملاحظه می‌کنید. کانال یک را با X نیز نشان می‌دهند.

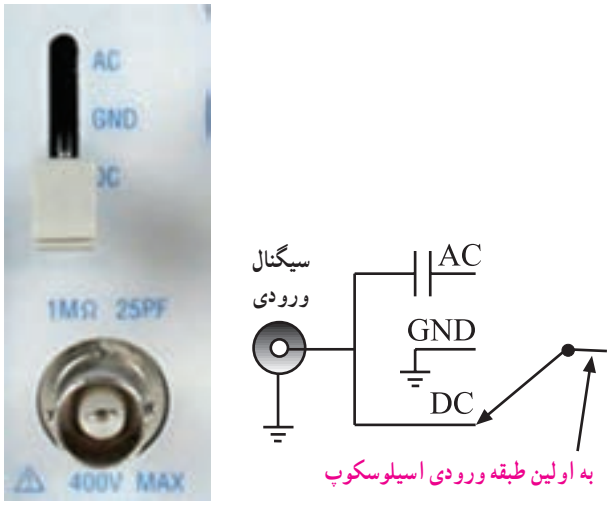


شکل ۱۴ــ۵ــ سلکتورها، ولوم‌ها و ترمینال‌های ورودی اسیلوسکوپ

● توضیح مختصر هر یک از موارد نشان‌داده شده در شکل ۱۴ــ۵ به شرح زیر است.

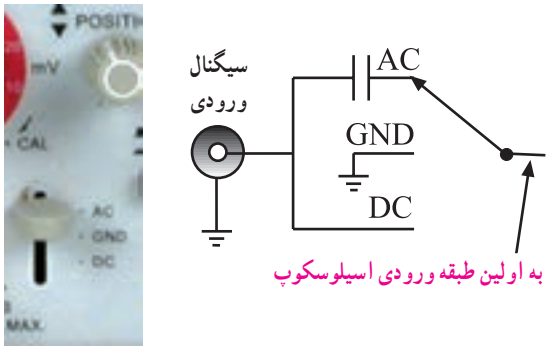
*۱۰ــ۵ــ۵ــ ترمینال ۱ BNC مادگی برای اتصال سیگنال ورودی است. ترمینال می‌تواند تا ولتاژ ۴۰۰Vmax را تحمل کند و امپدانس ورودی آن یک مگا اهم و ظرفیت خازنی ورودی آن ۲۵pf است. مشخصات ترمینال ورودی اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را بنویسید.

*۱۱ــ۵ــ۵ــ کلید ۲ را کلید AC–GND–DC می‌نامند. این کلید مسیر اتصال سیگنال ورودی را به‌مدارهای اسیلوسکوپ تعیین می‌کند. اگر کلید در حالت DC قرار داده شود، سیگنال ورودی به‌طور مستقیم وارد اسیلوسکوپ می‌شود. به‌عبارت دیگر اگر سیگنال ورودی DC باشد یا جزءِ DC داشته باشد مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود ورودی صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌گردد (شکل ۱۵ــ۵).



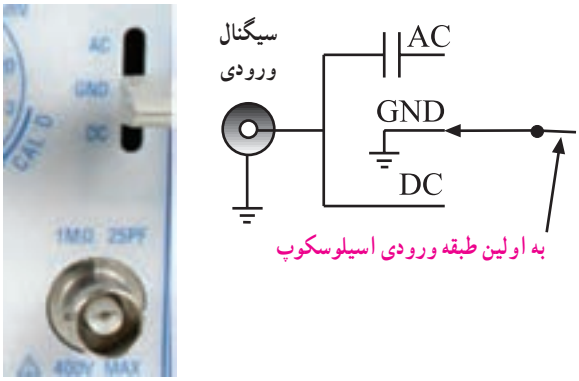
شکل ۱۵ــ۵ــ اتصال سیگنال DC

درصورتی که کلید AC–GND–DC طبق شکل ۱۶ــ۵ 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 صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌گردد.



شکل ۱۶ــ۵ــ اتصال سیگنال AC به ورودی اسیلوسکوپ

چنان‌چه کلید سه حالتهٔ AC–GND–DC در وضعیت مشترک با زمین (GND) قرار گیرد. ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی اسیلوسکوپ قطع می‌شود و سیگنال ورودی نمی‌تواند وارد مدار داخلی اسیلوسکوپ شود. به‌عبارت دیگر، ورودی اسیلوسکوپ به زمین دستگاه متصل می‌شود (شکل ۱۷ــ۵). GND مخفف Ground به معنی سیم مشترک زمین است.



شکل ۱۷ــ۵ــ ترمینال ورودی اسیلوسکوپ به زمین متصل شده است.

دربارهٔ محل قرار گرفتن کلید AC–GND–DC مربوط به کانال یک اسیلوسکوپ موجود در کارگاه توضیح دهید و شکل آن را رسم کنید.

*۱۲ــ۵ــ۵ــ سلکتور شماره ۳ مربوط به تقسیم‌بندی ولتاژ در جهت قائم است و آن را با Volt/Div نشان می‌دهند. هنگامی که این سلکتور روی یکی از تقسیمات مثلاً ۵۰mv/Div (mv/Division) قرار می‌گیرد، هر یک از خانه‌های تقسیم‌بندی روی صفحهٔ نمایش به منزله ۵۰ میلی‌ولت است. سلکتور Volt/Div اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را رسم کنید و تقسیم‌بندی‌های آن را مشخص نمایید.

*۱۳ــ۵ــ۵ــ ولوم شمارهٔ ۴ برای کالیبره کردن دستگاه به‌کار می‌رود یعنی اگر آن را در خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، دستگاه از حالت کالیبره شده خارج می‌شود. جهت فلش که با Cal'D مشخص شده است حالتی را نشان می‌دهد که اسیلوسکوپ کالیبره است. همچنین اگر این ولوم به بیرون کشیده شود (pull×۵MaG ۵) مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری با ضریب پنج برابر افزایش می‌یابد. یعنی مقدار ولتاژ خوانده شده روی دستگاه را باید بر عدد ۵ تقسیم کنیم. این دکمه را با Var که مخفف Variable است نشان می‌دهند. حالت Cal'D فقط برای مشاهدهٔ شکل موج مناسب به‌کار می‌رود.

دکمهٔ Variable اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را شناسایی کنید. شکل آن را بکشید و مشخصات آن را بنویسید. در بسیاری از اسیلوسکوپ‌ها، این ولوم به‌طور جداگانه و در کنار Volt/Div قرار دارد.

ترمینال ۶ اتصال زمین یا سیم مشترک برای اسیلوسکوپ است.

*۱۴ــ۵ــ۵ــ برای انتخاب کانال یک، دو، هر دو کانال (Dual) یا جمع کردن (Add) سیگنال‌های هر دو کانال، سلکتور حالت قائم (Vertical Mode) وجود دارد. مجموعهٔ کانال‌های CH۱ و CH۲ را قسمت عمودی یا Vertical اسیلوسکوپ می‌گویند. در شکل ۱۸ــ۵ قسمت‌های مشترک بین Vertical کانال یک و دو را مشاهده می‌کنید. با ولوم موقعیت Position می‌توانید محل اشعه را در جهت عمودی تنظیم کنید.

شکل ۱۸ــ۵ــ قسمت‌های مشترک و سایر تنظیم‌کننده‌های قسمت عمودی

قسمت‌های مشترک اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را رسم کنید و مشخصات آن‌ها را بنویسید.

*۱۵ــ۵ــ۵ــ در پایین و سمت راست شکل ۱۸ــ۵ پین فلزی (زایده) وجود دارد که از طریق این ترمینال می‌توانید ولتاژ مربعی کالیبر شده با دامنهٔ ۲Vpp و معمولاً با فرکانس

۱KHz را دریافت کنید. روی این ترمینال کلمهٔ Cal و ۲Vpp نوشته شده است. محل خروجی سیگنال کالیبراسیون مربعی (Cal) را روی اسیلوسکوپ موجود در کارگاه مشخص کنید و پارامترهای آن را بنویسید.

* **۱۶ــ ۵ ــ ۵ ــ** در شکل ۱۹ــ ۵ قسمت افقی (Horizontal) اسیلوسکوپ را ملاحظه می‌کنید. این قسمت محور زمان را می‌سازد. لذا آن را زمان پایه یا Time Base می‌نامند. روی قسمت افقی، یک سلکتور زمان بر قسمت وجود دارد که برحسب ثانیه، میلی ثانیه و میکروثانیه درجه‌بندی شده است.

شکل ۱۹ــ۵ــ قسمت افقی اسیلوسکوپ

هنگامی که سلکتور Time/Div روی یکی از تقسیمات مثلاً ۰/۵ میلی ثانیه قرار می‌گیرد، هر یک از تقسیمات صفحه نمایش معادل ۰/۵ میلی ثانیه می‌شود. یعنی اگر اشعه ۴ خانه در جهت افقی منحرف شود، زمان تناوب موج ۲ms = ۴×۰/۵ است.

ولوم Var Sweep مشابه ولوم Volt/ Div (Var) است و با تغییر آن دستگاه از حالت کالیبره خارج می‌شود، در این حالت نمی‌توان اندازه‌گیری دقیقی را به‌دست آورد و فقط شکل موج قابل رؤیت است.

ترمینال EXT/Trig برای تحریک خارجی جهت تثبیت موج روی صفحهٔ نمایش به‌کار می‌رود که بعداً دربارهٔ آن بحث خواهیم کرد.

سلکتورها، ولوم‌ها و ترمینال‌های Time Base اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را با درج تقسیمات ترسیم کنید.

* **۱۷ــ۵ــ۵ــ** یکی از قسمت‌های مهم اسیلوسکوپ هم‌زمانی قسمت عمودی (ولتاژ ورودی) و افقی (مدار پایهٔ زمان Time Base) است. مدار هم‌زمانی را اصطلاحاً تریگر Trigger می‌نامند.

در شکل ۲۰ــ۵ کلیدها و ولوم‌های مدار هم زمانی را ملاحظه می‌کنید. با استفاده از کلیدها و ولوم‌ها، می‌توانید موج ورودی را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که روی صفحهٔ اسیلوسکوپ ثابت بماند.

عملکرد این کلیدها و ولوم‌ها را به کمک مربی خود و با استفاده از دفترچهٔ راهنمای کاربرد اسیلوسکوپ یاد بگیرید.

سطح ولتاژ هم‌زمانی یا تریگر و شیب (Slope) شروع سیگنال ورودی

چگونگی و نوع انتقال سیگنال تریگر به مدار

انتخاب منبع هم‌زمانی یا تریگر

ولوم تنبیت‌کنندهٔ موج

کلید انتخاب x-y یعنی از کار انداختن مدار هم‌زمانی و فعال شدن x و y

جابه‌جایی افقی و توسعهٔ حوزهٔ کار Time/Div با ضریب ۱۰

شکل ۲۰ــ۵ــ ولوم‌ها و کلیدهای هم‌زمانی

نام کلیدها و ولوم‌های مربوط به قسمت هم‌زمانی (Trigger) اسیلوسکوپ موجود در کارگاه را بنویسید.

۱۸ــ۵ــ۵ــ قبل از شروع آزمایش به یاد داشته باشید که کلیهٔ دستگاه‌های اندازه‌گیری از جمله اسیلوسکوپ بسیار حساس هستند؛ لذا هنگام کارکردن با اسیلوسکوپ به نکات زیر دقیقاً توجه کنید.

- هنگام تغییر رنج کلید سلکتورها، به آرامی و با دقت، رنج‌ها را عوض کنید، زیرا کنتاکت ثابت اکثر این کلید سلکتورها از نوع مدار چاپی است و احتمال خراب‌شدن آن‌ها زیاد است.
- شدت نور را، مخصوصاً هنگامی که اسیلوسکوپ روی X–Y قرار دارد، بیش از اندازه زیاد نکنید؛ در این حالت موج جاروب صفحاتِ انحرافِ افقی قطع می‌شود و روی صفحهٔ حساس فقط یک نقطه نقش می‌بندد. در این حالت اشعه به‌طور مداوم به صفحه می‌تابد و مواد فسفرسانس آن نقطه را خراب می‌کند. این خرابی منجر به ایجاد یک لکهٔ سیاه روی صفحه می‌شود.
- کلیدهای فشاری روی پانل اسیلوسکوپ را هنگام تغییر حالت به‌آرامی فشار دهید.
- اسیلوسکوپ را در مکانی قرار دهید که امکان افتادن آن به‌طور مطلق وجود نداشته باشد.
- اسیلوسکوپ را در مکانی که اطراف آن حرارت زیاد (مانند بخاری) وجود دارد یا نور خورشید مستقیماً به آن می‌تابد قرار ندهید.
- سیم پروب را هیچ‌گاه نکشید.
- چنانچه ولتاژ مورد اندازه‌گیری در ابتدا مشخص نیست از حالت ۱۰× (ضربدر ده) پروب استفاده کنید و رنج کلید سلکتور Volt/Div را در بیش‌ترین مقدار خود قرار دهید.
- اگر بعد از روشن کردن اسیلوسکوپ اشعه روی صفحهٔ حساس ظاهر نشد از مربی آزمایشگاه کمک بخواهید.

آزمایش ۱ مشاهدهٔ موج مربعی کالیبره شدهٔ اسیلوسکوپ

۱۹ــ۵ــ۵ــ قبل از روشن کردن دستگاه مراحل زیر را اجرا کنید.

- کلید سلکتور Time/Div را روی عدد ۱ms بگذارید.
- کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد ۵ ولت قرار دهید.
- ولوم تغییر وضعیت افقی (Horizontal Position ←→) و عمودی (Vertical Position ↕) را در وسط بگذارید.
- کلید AC–GND–DC را در حالت GND قرار دهید.
- کلید Vertical mode را در حالت CH۱ بگذارید.
- کلید Source Trig را در حالت INT یا CH۱ قرار دهید.

* **۲۰ــ۵ــ۵ــ** اسیلوسکوپ را روشن کنید. بعد از مدت کوتاهی روی صفحهٔ حساس اسیلوسکوپ یک خط ظاهر می‌شود. ولوم‌های INTEN و FOCUS را طوری تغییر دهید که خط ظاهر شده در روی صفحهٔ حساس دارای شدت نور کافی و کم‌ترین ضخامت باشد. در صورتی که خط مشاهده شده دقیقاً موازی با خط افقی مدرج روی صفحهٔ حساس نیست از مربّی آزمایشگاه بخواهید با تغییر پتانسیومتر (Trace Rotation) به کمک یک پیچ‌گوشتی ظریف کوچک، خط را دقیقاً موازی با درجه‌بندی محور افقی تنظیم کند. حال خط مشاهده شده را در نمودار ۱ــ۵ با مقیاس مناسب رسم کنید.

مقادیر Volt/Div ، Time/Div را بنویسید.

* **۲۱ــ۵ــ۵ــ** در حالی که اسیلوسکوپ روشن است. کلید سلکتور Time/Div را روی ۰/۱S قرار دهید. آن‌چه را که روی صفحهٔ حساس می‌بینید در نمودار ۲ــ۵ رسم کنید.

سؤال ۱ : چرا وقتی کلید سلکتور Time/Div روی حالت ۱ms است، شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ حساس در مقایسه با حالات ۰/۱ ms تغییر می‌کند؟

سؤال۲ : نقش کلید Time/Div و ضرایب آن را روی شکل موج خروجی شرح دهید.

حال کلید سلکتور Time/Div را روی عدد ۵۰ms قرار دهید و اثرهای اشعه را روی صفحهٔ حساس ببینید. در این حالت، ولوم Time Variable را برعکس عقربه‌های ساعت بچرخانید

و همزمان با چرخاندن ولوم اثرهای آن را روی صفحهٔ حساس مشاهده کنید.

سؤال۳ : نقش ولوم Time Variable را شرح دهید.

۲۲ــ۵ــ۵ــ برای اِعمال سیگنال به اسیلوسکوپ از پروب استفاده می‌کنند. همچنین در روی پانل اسیلوسکوپ پینی وجود دارد که از روی این پین ولتاژ مربعی با دامنهٔ ۰/۵ ولت تا ۲ ولت پیک توپیک و فرکانس ۱KHZ که در داخل اسیلوسکوپ تولید می‌شود، قابل دریافت است. این ولتاژ مربعی برای تنظیم پروب و آزمایش صحت کار اسیلوسکوپ در اندازه‌گیری ولتاژ و فرکانس به‌کار می‌رود. در شکل ۲۱ــ۵ این ترمینال خروجی اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲۱ــ۵ــ ترمینال خروجی موج مربعی

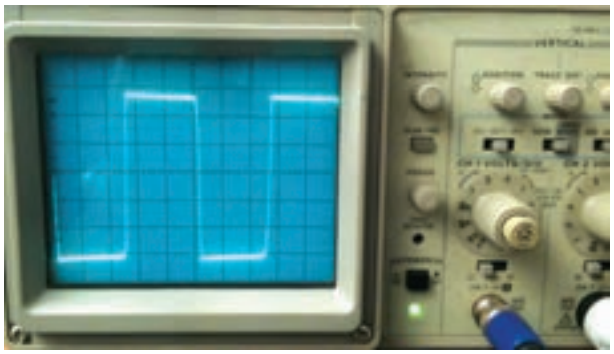
نکتهٔ مهم : مقدار دامنه و فرکانس موج مربعی تولید شده در داخل اسیلوسکوپ ممکن است برای دستگاه‌های مختلف متفاوت باشد.

۲۳ــ۵ــ۵ــ برای مشاهدهٔ موج مربعی، طبق شکل ۲۲ــ۵، BNC پروب را به ورودی کانال ۱ و طرف دیگر آن را به ترمینال مولد موج مربعی اسیلوسکوپ وصل کنید. پروب را روی حالت ×۱ بگذارید.

شکل ۲۲ــ۵ــ اتصال کانال یک اسیلوسکوپ به ترمینال خروجی مولد موج مربعی

* **۲۴ــ۵ــ۵ــ** کلید سلکتور Volt/Div را روی ۰/۵ ولت و کلید سلکتور Time/Div را روی ۱ms بگذارید باید روی نمایشگر اسیلوسکوپ شکل موج مربعی مشابه شکل ۲۳ــ۵ ظاهر شود.

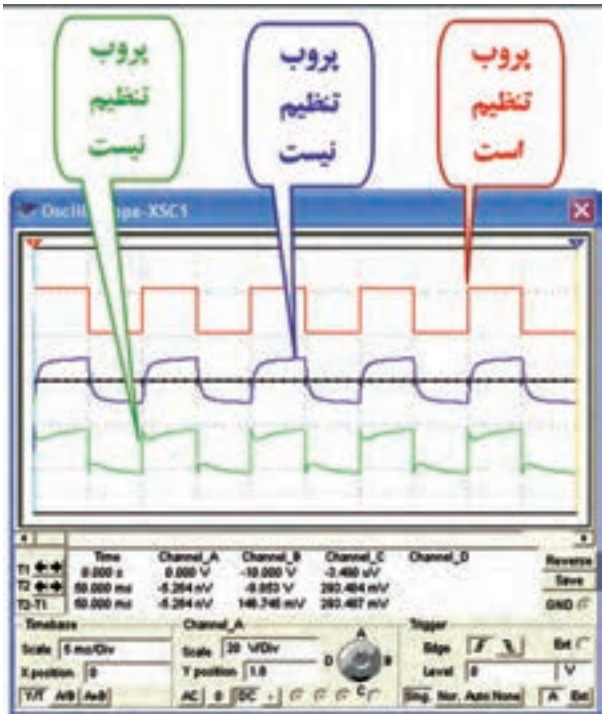
نکتهٔ مهم: با توجه به مقدار دامنه و فرکانس موج مربعی تولید شده در داخل اسیلوسکوپ، ممکن است نیاز به تغییراتی در کلید سلکتورها باشد.



شکل ۲۳ــ۵ــ نمایش موج مربعی روی اسیلوسکوپ

پس از انجام تغییرات روی کلید سلکتورها، شکل موج مربعی را در نمودار ۳ــ۵ رسم کنید. در صورتی که موج مربعی ظاهر شده مطابق شکل ۲۴ــ۵ کاملاً مربعی نباشد. باید با استفاده از پیچ تنظیم پروب آن را تنظیم کنید. این مرحله توسط معلم

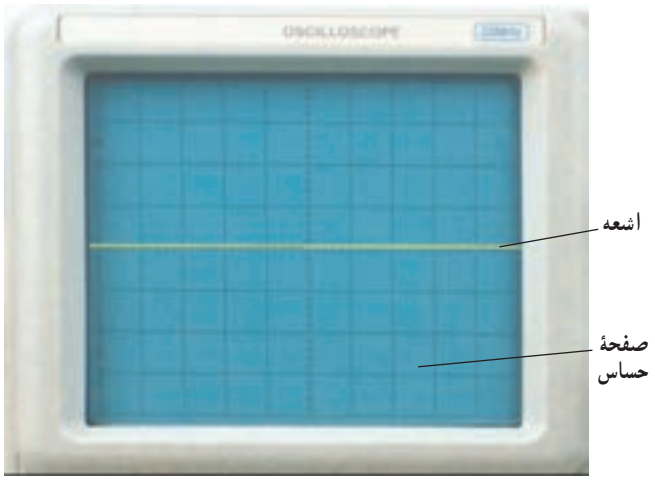
آزمایشگاه صورت می‌گیرد.



شکل ۲۴ــ۵ــ حالت‌های تنظیم و غیرتنظیم پروب

خواندن مقادیر ولتاژ DC با استفاده از اسیلوسکوپ:

۲۵ــ۵ــ۵ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و یک دقیقه صبر کنید تا پایدار شود. قبل از اعمال سیگنال به ورودی اسیلوسکوپ، باید کلید (AC–GND–DC) در حالت GND (زمین) قرار گیرد و مکان صفر اشعه تنظیم شود. در این حالت

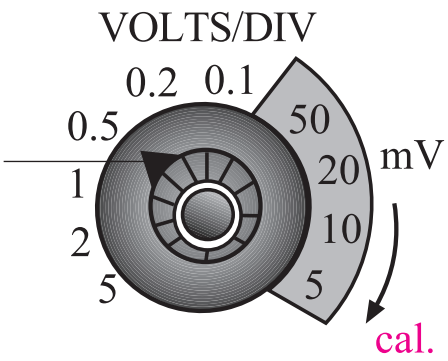


شکل ۲۵ــ۵ــ تنظیم محل اشعه روی صفحهٔ حساس

اشعه معمولاً به‌صورت یک خط افقی دیده می‌شود. به کمک ولوم جابه‌جا کننده اشعه در جهت عمودی (y) می‌توان طبق شکل ۲۵ــ۵ محل اشعه را تنظیم کرد. بهتر است مکان صفر درست در وسط صفحه حساس قرار گیرد.

طبق مرحلهٔ ۱۸ــ۵ــ۵ اشعه را روی صفحه بیاورید و صفر آن را تنظیم کنید.

۲۶ــ۵ــ۵ــ همان‌طور که قبلاً ذکر شد در صفحه جلوی اسیلوسکوپ (پنل اسیلوسکوپ) کلید سلکتوری به نام Volt/Div (شکل ۲۶ــ۵) وجود دارد. نقش این کلید سلکتور مانند نقش کلید رنج ولت‌متر یا مولتی‌متر است. عددی که نشانک این کلید سلکتور به آن اشاره می‌کند، مقدار ولتاژ را برای انحراف اشعه به اندازه یک خانه مشخص می‌کند.



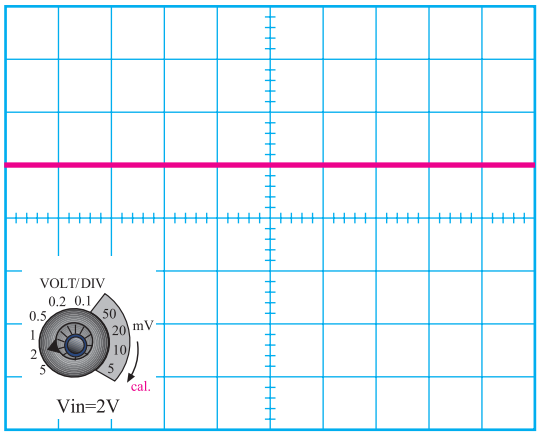
شکل ۲۶ــ۵ــ انتخاب حوزهٔ کار (رنج) مربوط به Volt/Div

برای مثال اگر نشانک کلید سلکتور به عدد ۲ اشاره کند یعنی در مقابل عدد ۲ قرارگیرد به ازای اعمال ۲ ولت ولتاژ ورودی (DC یا AC)، اشعه به اندازه یک خانه در جهت عمودی منحرف می‌شود. متناسب با مثبت یا منفی‌بودن ولتاژ ورودی، اشعه از مرکز یا نقطه تنظیم شده به سمت بالا یا پایین حرکت می‌کند (شکل ۲۷ــ۵).

در شکل ۲۷ــ۵، اشعه به اندازهٔ یک خانه منحرف شده است و کلید سلکتور Volt/Div روی ۲V قرار دارد. میزان ولتاژ اندازه‌گیری شده برابر با دو ولت است زیرا

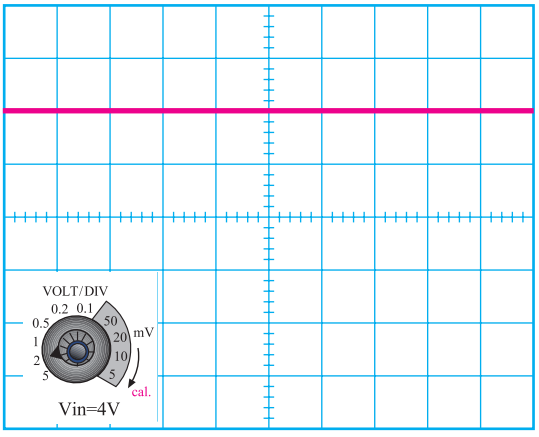
ولتاژ اندازه‌گیری شده = تعداد خانه × Volt/Div

۲V ×۱ =۲V



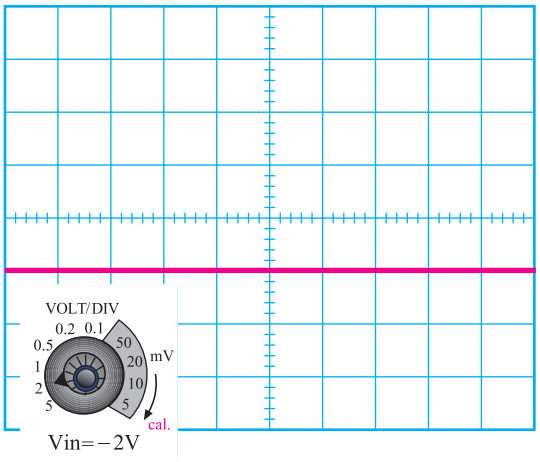
شکل ۲۷ــ۵ــ میزان انحراف اشعه با توجه به حوزهٔ کار Volt/Div

اگر ولتاژ ورودی ۴ ولت باشد و نشانک کلید سلکتور Volt/Div روی عدد دو قرار گیرد، اشعه به اندازه دو خانه منحرف می‌شود (شکل ۲۸ــ۵).



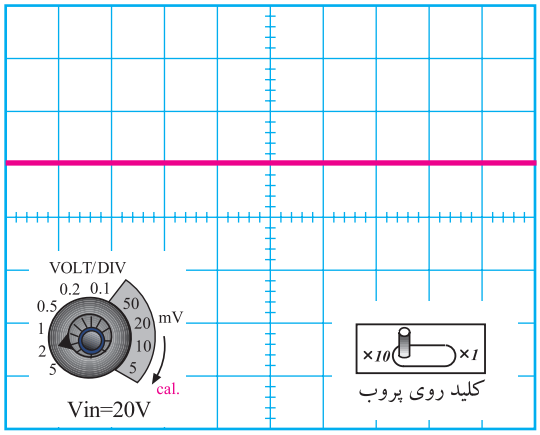
شکل ۲۸ــ۵ــ ولتاژ مورد اندازه‌گیری ۴ ولت است.

اگر ولتاژ ورودی منفی باشد یعنی قطب مثبت به زمین (مشترک) اسیلوسکوپ و قطب منفی به ورودی اسیلوسکوپ وصل شود، اشعه از نقطه تنظیم شده به سمت پایین حرکت می‌کند (شکل ۲۹ــ۵).



شکل ۲۹ــ۵ــ اندازه‌گیری ولتاژ منفی

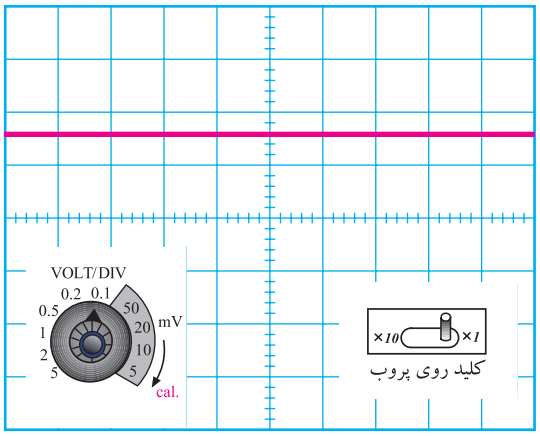
۲۷ــ۵ــ۵ــ در صورتی که کلید (۱× و ۱۰×) پروب در حالت ۱۰× باشد و نشانک کلید Volt/Div به عدد ۲ ولت اشاره کند، به ازای ۲۰ ولت ولتاژ ورودی، اشعه به اندازه یک خانه منحرف می‌شود (شکل ۳۰ــ۵).



شکل ۳۰ــ۵ــ ولتاژ مورد اندازه‌گیری ۲۰ ولت است

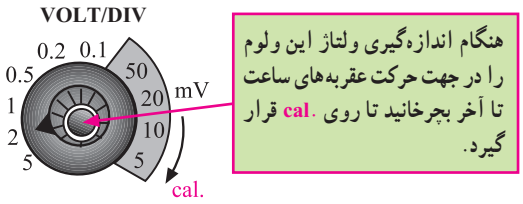
با اندازه گرفتن میزان انحراف اشعه و عددی که نشانک کلید Volt/Div به آن اشاره می‌کند می‌توانید مقدار ولتاژ اعمال شده به اسیلوسکوپ را اندازه بگیرید.

برای مثال در شکل ۳۱ــ۵، اشعه به اندازه ۱/۶ خانه منحرف شده است و نشانک کلید سلکتور Volt/Div روی عدد ۱۰۰mV قرار دارد. بنابراین ولتاژ اعمالی به اسیلوسکوپ برابر ۱/۶ × ۱۰۰mV = ۱/۶ V است.



شکل ۳۱ــ۵ــ ولتاژ مورد اندازه‌گیری ۱/۶ولت است

۲۸ــ۵ــ۵ــ در روی پانل اسیلوسکوپ ولومی به نام Volt Variable وجود دارد که هنگام اندازه‌گیری ولتاژ باید در جهت حرکت عقربه‌های ساعت تا آخر چرخانده شود تا نشانک آن مقابل Cal(Calibration) قرار گیرد. چنان‌چه ولوم از این حالت خارج شود مقدار اندازه‌گیری شده دقیق نخواهد بود (شکل ۳۲ــ۵).



شکل ۳۲ــ۵ــ تنظیم ولوم Cal

آزمایش شمارهٔ ۲ : اندازه‌گیری ولتاژ DC با استفاده از اسیلوسکوپ

۲۹ــ۵ــ۵ــ قبل از شروع آزمایش مراحل زیر را دوباره انجام دهید.

■ اسیلوسکوپ را روشن کنید، حدود یک دقیقه صبر کنید تا اسیلوسکوپ کاملاً گرم شود.

■ به کمک ولوم INTEN، نور اشعه را طوری تنظیم کنید که به‌راحتی قابل مشاهده باشد.

■ به کمک ولوم FOCUS اشعه را تا حد ممکن کانونی کنید (اشعه باید فوق‌العاده باریک و تیز Sharp باشد).

■ بعد از تنظیم اشعه از نظر نور و ضخامت، تنظیم‌های زیر را روی اسیلوسکوپ و کانال CH1 انجام دهید.

■ کلید Mode را در حالت CH1 قرار دهید.

■ کلید AC–GND–DC را در حالت GND بگذارید.

■ به کمک کلید جابه‌جا کنندهٔ عمودی، اشعه را در مرکز صفحه حساس تنظیم کنید. در این حالت اشعه باید به‌صورت یک خط صاف دیده شود.

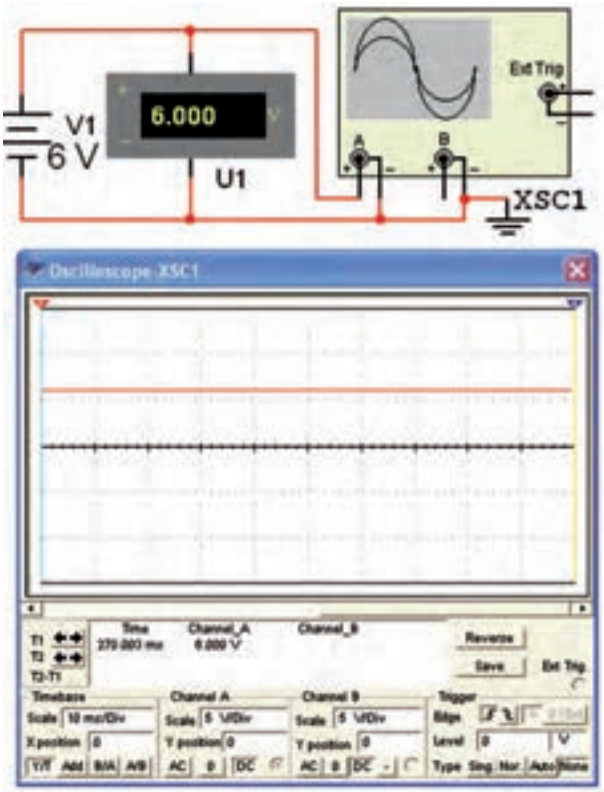
■ کلید Volts/Div را روی عدد ۲ ولت قرار دهید.

■ ولوم Volt Variable را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید به‌طوری که نشانک آن مقابل Cal قرار گیرد.

■ کلید Time/Div را روی ۰/۵ ms قرار دهید.

■ کلید AC–GND–DC را در حالت DC بگذارید.

۳۰ــ۵ــ۵ــ مدار شکل ۳۳ــ۵ رابندید. با استفاده از این مدار می‌خواهیم ولتاژ DC را توسط مولتی‌متر دیجیتال و اسیلوسکوپ اندازه بگیریم.



شکل ۳۳ــ۵ــ اندازه‌گیری ولتاژ DC

۳۱ــ۵ــ۵ــ ولتاژ منبع تغذیه را از صفر به آرامی زیاد کنید. هنگام زیاد کردن ولتاژ منبع تغذیه به حرکت اشعه در جهت عمودی روی صفحه حساس نیز توجه داشته باشید. ولتاژ تغذیه را به ۶ ولت برسانید.

* **۳۲ــ۵ــ۵ــ** شکل موج ولتاژ مشاهده شده روی صفحه حساس را روی نمودار ۴ــ۵ رسم کنید.

* **۳۳ــ۵ــ۵ــ** مقدار ولتاژ DC را از روی نمودار ۴ــ۵ محاسبه و با مقداری که ولت‌متر DC نشان می‌دهد مقایسه کنید. آیا با هم برابر است؟ توضیح دهید.

* **۳۴ــ۵ــ۵ــ** در شرایطی که منبع تغذیه به اسیلوسکوپ وصل است کلید AC–GND–DC را در حالت AC قرار دهید و شکل موج مشاهده شده روی صفحه حساس را در نمودار شکل ۵ــ۵ رسم کنید.

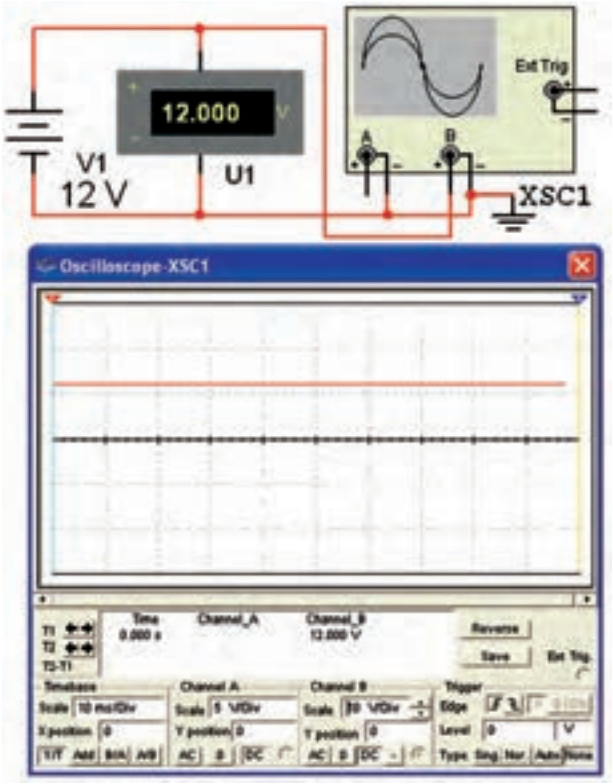
سؤال ۴ : چرا هنگامی که کلید AC–GND–DC در حالت AC قرار دارد، اشعه در جهت عمودی جابه‌جا نمی‌شود؟ توضیح دهید. با تغییر ولتاژ DC منبع تغذیه این موضوع را تجربه کنید.

۳۵ــ۵ــ۵ــ ولتاژ منبع تغذیه را به ورودی کانال CH۲ اسیلوسکوپ مطابق شکل ۳۴ــ۵ وصل کنید و تنظیمات زیر را انجام دهید :

- کلید Mode را در حالت CH۲ بگذارید.
- کلید Time/Div را روی ۰/۵ ms قرار دهید.
- کلید Volt/Div کانال ۲ را روی عدد ۲ ولت قرار دهید.
- کلید AC–GND–DC را در حالت GND بگذارید.
- کلید Volt/Variable کانال CH۲ را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید تا نشانک این ولوم مقابل Cal قرار گیرد.
- به کمک کلید جابه‌جاکننده اشعه در جهت عمودی، مکان صفر اشعه را در مرکز صفحه حساس تنظیم کنید.
- منبع تغذیه را روی صفر ولت قرار دهید و کلید AC–GND–DC را در حالت DC بگذارید.
- ولتاژ منبع تغذیه را تا سقف ۶ ولت به آرامی زیاد کنید و حرکت اشعه را روی صفحه حساس مشاهده کنید.

* **۳۶ــ۵ــ۵ــ** شکل موج ولتاژ را در نمودار ۶ــ۵ رسم کنید.

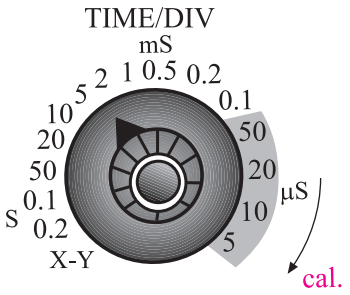
* **۳۷ــ۵ــ۵ــ** با استفاده از نمودار ۶ــ۵ و روابط داده شده مقدار ولتاژ را محاسبه و با مقداری که ولت‌متر DC نشان می‌دهد مقایسه کنید.



شکل ۳۴ــ۵ــ استفاده از کانال ۲ ـ CH۲

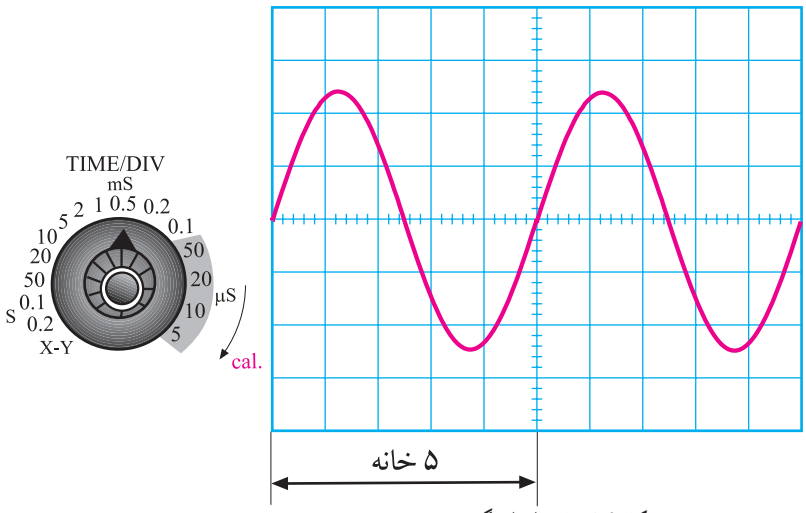
خواندن زمان تناوب با استفاده از اسیلوسکوپ :

۳۸ــ۵ــ۵ــ همان‌طور که قبلاً اشاره شد کلید سلکتور دیگری به نام Time/Div نیز روی اسیلوسکوپ وجود دارد. عددی که نشانک این کلید به آن اشاره می‌کند، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا اشعه در جهت افقی مسیر یک خانه را طی کند. این کلید سلکتور برای اندازه‌گیری زمان تناوب شکل موج‌های متناوب به‌کار می‌رود. در شکل ۳۵ــ۵ این کلید سلکتور نشان داده شده است.



شکل ۳۵ــ۵ــ کلید سلکتور Time/Div

۳۹ــ۵ــ۵ــ برای اندازه‌گیری زمان تناوب تعداد خانه‌های یک سیکل کامل روی صفحه اسیلوسکوپ را در عددی که نشانک کلید سلکتور Time/Div به آن اشاره می‌کند ضرب می‌کنیم. به‌عنوان مثال در شکل ۳۶ــ۵ نشانک کلید سلکتور Time/Div روی عدد ۰/۵ ms قرار دارد و در روی صفحه حساس یک سیکل کامل، ۵ خانه را می‌پوشاند؛ بنابراین زمان تناوب موج ظاهر شده روی صفحه حساس برابر با $T = ۵ \times ۰/۵ = ۲/۵ \text{ ms}$ است.



شکل ۳۶ــ۵ــ اندازه‌گیری زمان تناوب

برای به‌دست آوردن فرکانس کافی است که از رابطه زیر استفاده کنیم.

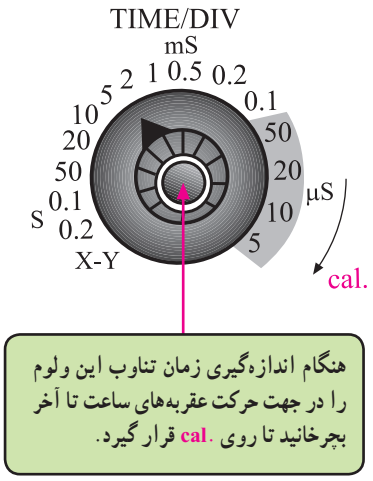
$$f = \frac{۱}{T}$$

$$f = \frac{۱}{۲/۵\text{ms}} = ۴۰۰\text{Hz}$$

بنابراین با اسیلوسکوپ نمی‌توان به‌طور مستقیم فرکانس را اندازه گرفت.

توجه : در اسیلوسکوپ های جدید امکان اندازه‌گیری زمان تناوب نیز وجود دارد. این گونه اسیلوسکوپ‌ها از نوع دیجیتال هستند.

۴۰ــ۵ــ۵ــ روی پَنل اسیلوسکوپ ولوم دیگری به نام Time Variable وجود دارد. هنگام اندازه‌گیری زمان تناوب باید این ولوم را در جهت فلش تا آخر بچرخانید تا نشانک آن در مقابل Cal قرار گیرد. در غیر این‌صورت نمی‌توان زمان تناوب را به دقت اندازه گرفت (شکل ۳۷ــ۵).



شکل ۳۷ــ۵ــ تنظیم ولوم Time Variable

آزمایش شمارهٔ ۳ : اندازه‌گیری زمان تناوب

۴۱ــ۵ــ۵ــ قبل از شروع کار، تنظیم‌های زیر را انجام دهید.

■ فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱KHz تنظیم کنید.

■ موج سینوسی را انتخاب کنید و دامنهٔ آن را روی ۵ولت بگذارید.

تنظیم‌های زیر را روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

■ کلید SOURCE را در حالت CH۱ قرار دهید.

■ کلید Mode را روی CH۱ بگذارید.

■ کلید سلکتور Time/ Div را روی عدد ۰/۲ ms قرار دهید.

■ به کمک ولوم‌های INTEN و FOCUS شدت نور اشعه و ضخامت آن را در حد مطلوب تنظیم کنید.

■ ولوم Time Variable را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید.

■ کلید Volt/Div کانال یک را روی یک ولت تنظیم کنید.

■ ولوم Volt Variable کانال یک را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید.

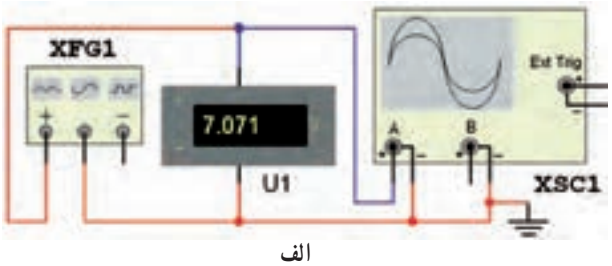
■ کلید AC–GND–DC کانال یک را روی حالت GND قرار دهید و مکان صفر اشعه را در مرکز صفحه حساس تنظیم کنید.

■ ولوم Level را در حالت صفر تنظیم کنید (تقریباً حالت وسط).

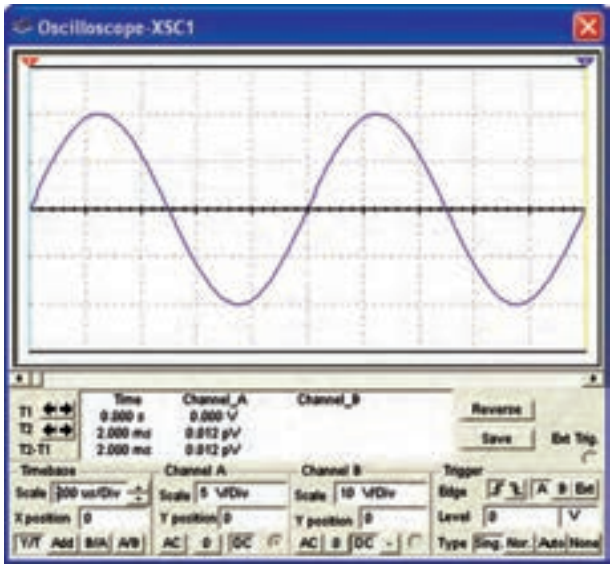
■ کلید AC–GND–DC را در حالت AC بگذارید.

۴۲ــ۵ــ۵ــ مدار شکل ۳۸ــ۵ را ببندید و سیگنال ژنراتور را روشن کنید.

■ ولوم Fine(در بعضی از سیگنال ژنراتورها ولوم Attenuator dB) را تغییر دهید تا دامنه شکل موج سینوسی روی صفحه حساس، سه خانه را دربر بگیرد.



الف



ب

ج

شکل ۳۸ــ۵ــ کاربرد اسیلوسکوپ در اندازه‌گیری زمان تناوب

* **۴۳ــ۵ــ۵ــ** شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار ۷ــ۵ رسم کنید.

* **۴۴ــ۵ــ۵ــ** مقدار دامنهٔ پیک توپیک موج رسم شده در نمودار ۷ــ۵ را محاسبه کنید.

* **۴۵ــ۵ــ۵ــ** زمان تناوب را از روی شکل موج ترسیم شده در نمودار ۷ــ۵ به‌دست آورید و مقدار فرکانس موج را محاسبه کنید.

* **۴۶ــ۵ــ۵ــ** کلید AC–GND–DC را در حالت

DC قرار دهید و شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساس را در نمودار ۸ــ۵ رسم کنید. شکل موج‌های نمودارهای ۷ــ۵ و ۸ــ۵ را با هم مقایسه کنید.

سؤال ۵ : چرا در حالتی که کلید AC–GND–DC روی حالت AC و یا DC قرار دارد شکل موج‌های سینوسی ظاهر شده روی صفحه حساس با یکدیگر فرقی ندارند؟ توضیح دهید.

* **۴۷ــ۵ــ۵ــ** کلید AC–GND–DC را در حالت AC قرار دهید و کلید انتخاب شکل موج سیگنال ژنراتور را در حالت موجی مربعی (PULSE) بگذارید.

شکل موج ظاهر شده روی صفحه حساس را در نمودار ۹ــ۵ رسم کنید و مقدار دامنهٔ پیک تو پیک، زمان تناوب و فرکانس آن را محاسبه کنید.

* **۴۸ــ۵ــ۵ــ** با توجه به تنظیم‌های فوق، کلید AC–GND–DC را در حالتی که موج مربعی به اسیلوسکوپ وصل است روی وضعیت DC قرار دهید و شکل موج را روی صفحه حساس مشاهده و در نمودار ۱۰ــ۵ رسم کنید. نمودارهای ۹ــ۵ و ۱۰ــ۵ را با هم مقایسه کنید و در بارهٔ اثر تغییر کلید AC–GND–DC از حالت AC به DC توضیح دهید.

سؤال ۶ : آیا تغییر حالت کلید AC–GND–DC اثری روی شکل موج می‌گذارد؟ شرح دهید.

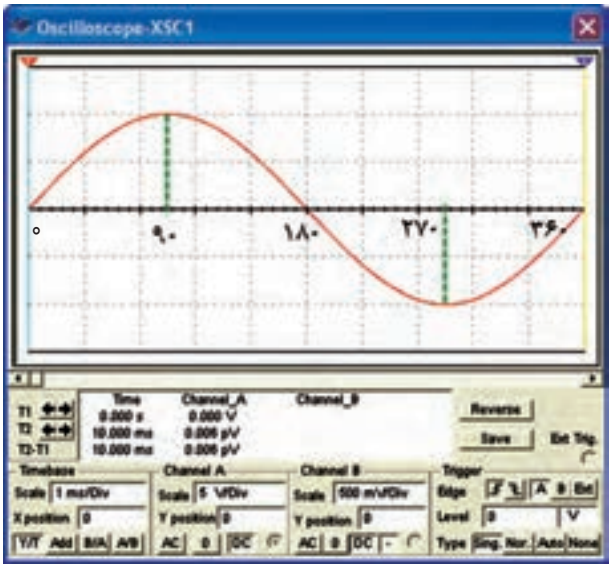
* **۴۹ــ۵ــ۵ــ** پروب را به خروجی مولد موج مربعی داخلی اسیلوسکوپ اتصال دهید. تنظیم‌ها را به‌گونه‌ای انجام دهید که دامنهٔ پیک تو پیک موج مربعی در جهت قائم حدود ۶ خانه و زمان تناوب موج در جهت افقی دو سیکل را پوشش دهد.

شکل موج ظاهر شده را در نمودار ۱۱ــ۵ رسم کنید و مقدار دامنهٔ پیک تو پیک و زمان تناوب را اندازه بگیرید. فرکانس موج مربعی را محاسبه کنید.

مفهوم فاز و اختلاف فاز

۵۰ــ۵ــ۵ــ در الکتریسیته موقعیت زمانی یک کمیت الکتریکی را نسبت به یک مبدأ فاز (Phase) می‌گویند.

فاز یک موج سینوسی، مقدار زاویه‌ای است که موقعیت یک موج سینوسی را نسبت به مبدأ مشخص می‌کند. در شکل ۳۹ــ۵ یک سیکل کامل از یک موج سینوسی نشان داده شده است.

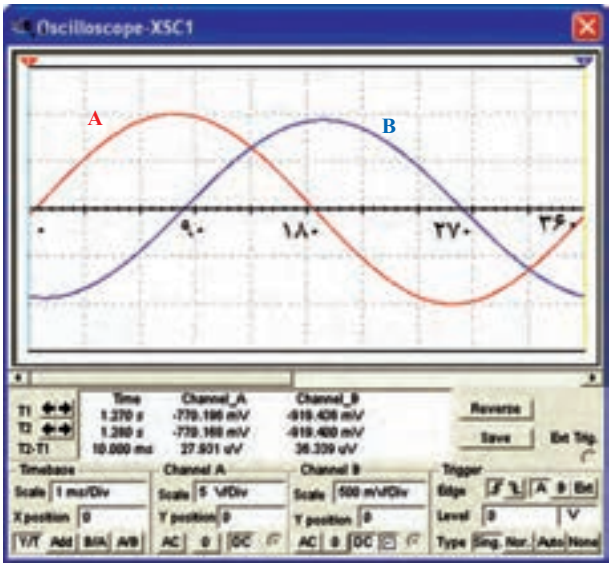


شکل ۳۹ــ۵ــ نمایش یک موج سینوسی

در شکل موج نشان داده شده، نقطه O مبدأ حرکت و نقطه ۹۰ درجه نقطه ماکزیمم دامنهٔ شکل موج در جهت مثبت است. در نقطه ۱۸۰ درجه مقدار دامنه به صفر می‌رسد. در نقطه ۲۷۰ درجه مقدار ولتاژ در جهت منفی ماکزیمم می‌شود و در زاویه ۳۶۰ درجه یا 2π رادیان مقدار دامنه به صفر می‌رسد.

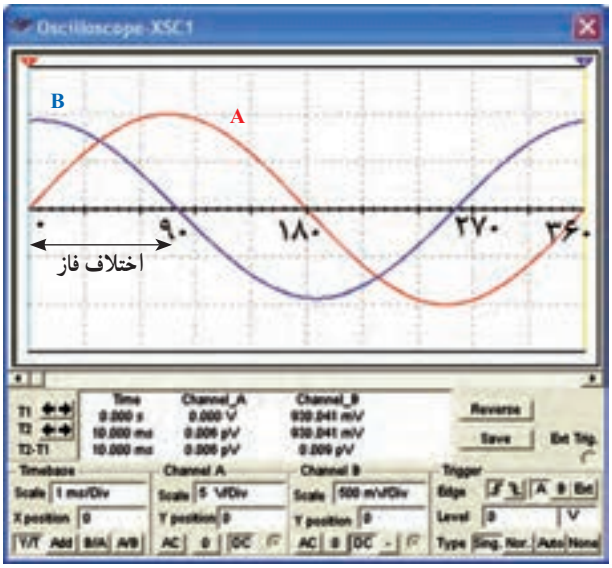
وقتی شکل موج سینوسی نسبت به شکل موج مبدأ به سمت چپ یا راست جابه‌جا شود، فاز به‌وجود می‌آید. در شکل ۴۰ــ۵ شکل موج سینوسی B به اندازه ۹۰ درجه یا $\frac{\pi}{2}$ رادیان نسبت به شکل ولتاژ مبدأ به سمت راست جابه‌جا شده است. بنابراین بین شکل موج A و شکل موج B یک زاویه فاز یا اختلاف فاز ۹۰ درجه به‌وجود آمده است.

در این شکل موج چون پیک ولتاژ (حداکثر دامنه ولتاژ) موج سینوسی B، بعد از پیک ولتاژ شکل موج سینوسی A به‌وجود آمده است لذا می‌توان گفت که شکل موج سینوسی B، نسبت به شکل موج سینوسی A ۹۰ درجه تأخیر فاز دارد یا شکل موج A نسبت به B، ۹۰ درجه تقدم فاز دارد.



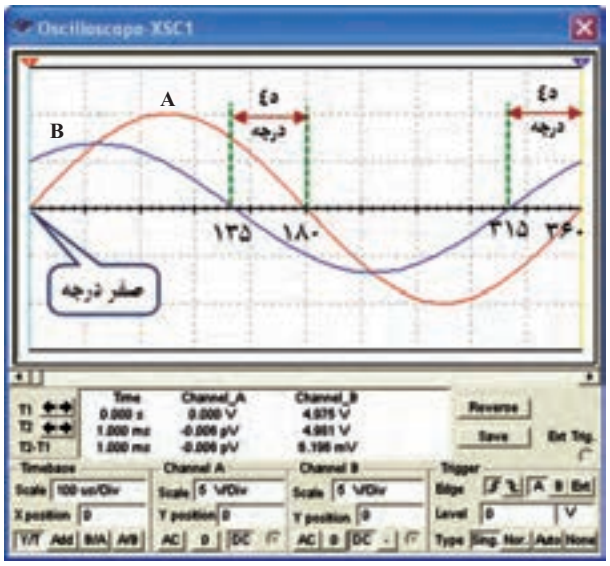
شکل ۴۰ــ۵ــ بین موج سینوسی A و B به اندازهٔ $\frac{\pi}{۲}$ رادیان یا ۹۰ درجه اختلاف فاز وجود دارد.

در شکل ۴۱ــ۵ شکل موج سینوسی B، به اندازه ۹۰ درجه ($\frac{\pi}{۲}$ رادیان) به سمت چپ شیفت پیدا کرده و دامنهٔ شکل موج سینوسی B، زودتر از دامنهٔ شکل موج سینوسی A به ماکزیمم رسیده است، لذا شکل موج سینوسی B نسبت به شکل موج سینوسی A به اندازه ۹۰ درجه یا $\frac{\pi}{۲}$ رادیان تقدم فاز دارد یا شکل موج سینوسی A نسبت به شکل موج سینوسی B، ۹۰ درجه تأخیر فاز دارد. **به مقدار فاز بین دو شکل موج سینوسی اختلاف فاز نیز می‌گویند.**



شکل ۴۱ــ۵ــ موج سینوسی B نسبت به موج A تقدم فاز دارد (جلوتر است).

در شکل ۴۲ــ۵ اختلاف فاز بین دو موج سینوسی ۴۵ درجه است. شکل موج‌های A و B، هر دو می‌توانند ولتاژ یا هر دو جریان یا یک شکل موج مربوط به ولتاژ و دیگری مربوط به جریان باشد.



شکل ۴۲ــ۵ــ موج B نسبت به موج A به اندازهٔ ۴۵ درجه تقدم فاز دارد (جلوتر است)

نکتهٔ مهم: برای این که تقدم فاز را تشخیص دهید کافی است به شکل موج‌ها نگاه کنید، موجی که زودتر به ماکزیمم رسیده است نسبت به موج بعدی تقدم فاز دارد.

اندازه‌گیری اختلاف فاز

۵۱ــ۵ــ۵ــ قبل از شروع کار، تنظیم‌های زیر را انجام دهید.

■ اسیلوسکوپ را روشن کنید و به کمک ولوم‌های INTEN و FOCUS شدت نور و ضخامت اشعه را در بهترین حالت تنظیم کنید.

■ کلید Mode (در بعضی از اسیلوسکوپ‌ها نام این کلید Dual است) را در حالت ALT قرار دهید تا سیگنال‌های داده شده هر دو کانال به‌طور همزمان نشان داده شوند.

■ کلید AC–GND–DC مربوط به هر دو کانال را روی حالت GND قرار دهید.

■ مکان صفر را در مرکز صفحه حساس تنظیم کنید.

■ Time/Div را در حالت ۰/۱ ms بگذارید.

■ کلید Source را در حالت CH۱ یا CH۲ قرار دهید.

■ ولوم Level روی صفر تنظیم کنید (تقریباً وسط).

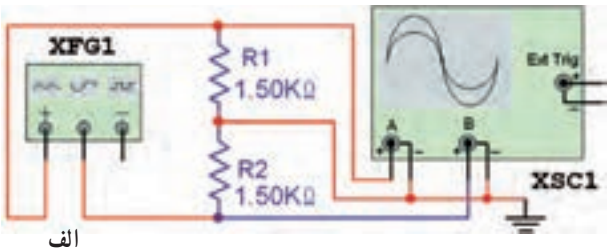
■ کلید سلکتور Volt/Div هر دو کانال را روی یک ولت تنظیم کنید.

■ ولوم‌های Volt Variable و Time Variable را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید و در حالت Cal قرار دهید.

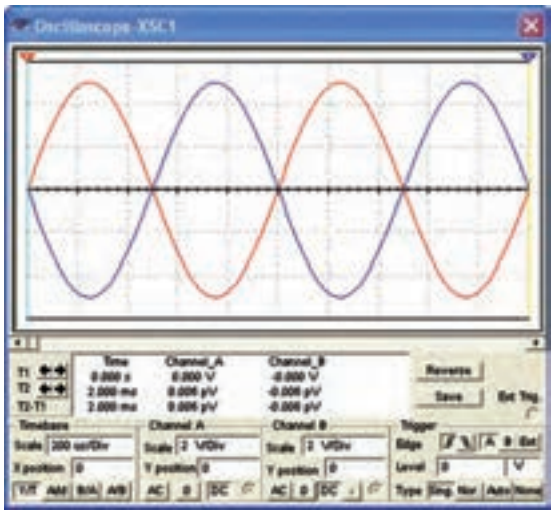
■ سیگنال ژنراتور را روشن کنید و فرکانس آن را روی ۱KHz بگذارید.

■ شکل موج خروجی سیگنال ژنراتور را روی سینوسی قرار دهید. کلید AC–GND–DC مربوط به هر دو کانال را روی حالت AC قرار دهید و به کمک ولوم Fine یا در بعضی از سیگنال ژنراتورها ولوم Attenuator dB دامنه موج سینوسی (پیک) را طوری تنظیم کنید که سه خانه کامل را در بر بگیرد.

۵ــ۵ــ۵۲ــ پس از انجام تنظیمات مدار شکل ۵ــ۴۳ را روی بِرد بُرد ببندید.



الف



ب

شکل ۵ــ۴۳ــ اندازه‌گیری اختلاف فاز

به‌دلیل این که تجهیزات موجود در آزمایشگاه‌های الکترونیک ممکن است با هم متفاوت باشد، در صورت نیاز، تنظیم‌ها را تغییر دهید تا شکل موج مناسب مطابق شکل روی صفحه ایجاد شود.

***۵ــ۵ــ۵۳ــ** شکل موج نشان داده شده روی صفحه هر دو کانال اسیلوسکوپ را در نمودار ۵ــ۱۲ رسم کنید و با استفاده از نمودار، اختلاف فاز بین دو سیگنال را به‌دست آورید.

برای به‌دست آوردن اختلاف فاز به‌ترتیب زیر عمل کنید.

● تعداد خانه‌های یک سیکل در جهت افقی را بشمارید و آن را M بنامید. مثلاً اگر تعداد خانه‌ها ۶ خانه باشد M=۶ می‌شود.

● ۳۶۰ درجه را بر M تقسیم کنید و آن را N بنامید.

$$N = \frac{۳۶۰}{M} = \frac{۳۶۰}{۶} = ۶۰ \text{ درجه}$$

N برای ما مشخص می‌کند که هر خانه در جهت افقی چند درجه است.

● تعداد خانه‌هایی را که دو سیگنال سینوسی با هم اختلاف فاز دارند بشمارید و آن را p بنامید. فرض می‌کنیم p = ۱/۲ باشد.

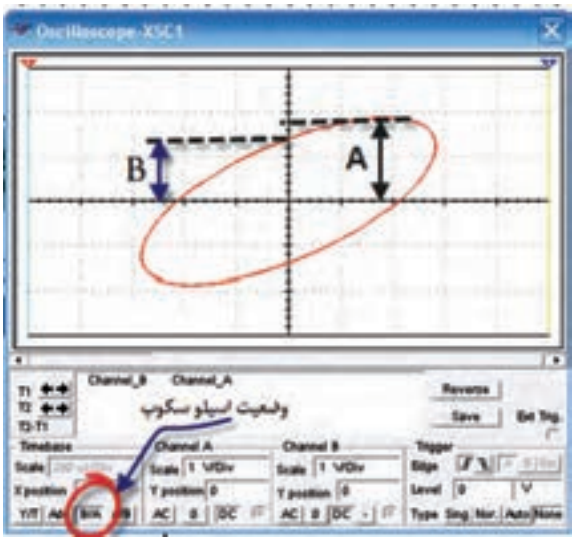
● از حاصل‌ضرب p در N مقدار زاویهٔ اختلاف فاز به‌دست می‌آید. برای مثال مورد نظر مقدار اختلاف فاز φ (می‌خوانیم فی) برابر است با

$$\varphi = N \times p = ۶۰ \times ۱/۲$$

$$\varphi = ۷۲ \text{ درجه}$$

در صورت داشتن وقت اضافی آزمایش زیر را انجام دهید.

۵ــ۵ــ۵۴ــ روش اندازه‌گیری اختلاف فاز توضیح داده شده، یکی از دقیق‌ترین روش‌های اندازه‌گیری اختلاف فاز است. روش دیگری نیز وجود دارد که بیش‌تر در اسیلوسکوپ‌های یک کاناله از آن استفاده می‌شود. در این روش سیستم Time base را قطع می‌کنند و سیگنال‌هایی را که می‌خواهند اختلاف فاز آن‌ها را اندازه بگیرند به صفحات انحراف x و y می‌دهند. در شکل ۵ــ۴۴ یک نمونه از منحنی ایجاد شده در این شرایط را ملاحظه می‌کنید. این منحنی‌ها را منحنی لیساژور می‌گویند.



شکل ۴۴ـ۵ـ یک نمونه منحنی لیساژور

*** ۵۵ـ۵ـ۵ـ** در مدار شکل۴۳ـ۵، اسیلوسکوپ را روی حالت xy بگذارید و منحنی لیساژور را روی نمودار ۱۳ـ۵ ترسیم کنید. مقدار زاویه فاز را محاسبه کنید. برای محاسبهٔ زاویهٔ اختلاف فاز به ترتیب زیر عمل کنید.

- مقدار A و B را اندازه بگیرید. (A و B در شکل ۴۴ـ۵ نشان داده شده‌اند.)
- با استفاده از رابطهٔ زیر مقدار سینوس زاویهٔ φ را به‌دست آورید.

$$\sin\varphi = \frac{B}{A}$$

- با استفاده از جدول مثلثاتی یا ماشین حساب مقدار φ را به‌دست آورید.

۶ـ۵ـ جمع‌بندی

یک جمع‌بندی حداکثر در ۶ سطر دربارهٔ آن‌چه که در این آزمایش انجام داده‌اید بنویسید.

۷ـ۵ـ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ـ۷ـ۵ـ با استفاده از اسیلوسکوپ می‌توانیم شکل موج را مشاهده کنیم و ..... ، ..... و ..... موج را اندازه بگیریم.

۲ـ۷ـ۵ـ CRT اول کلمات ..... است.

۳ـ۷ـ۵ـ کار ولوم Inten ..... است و ولوم Focus اشعه را ..... می‌کند.

صحیح یا غلط

۴ـ۷ـ۵ـ برای تنظیم زاویهٔ اشعه هنگامی که به‌صورت خط در می‌آید از ولوم Trace Rotation استفاده می‌کنیم.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ـ۷ـ۵ـ با استفاده از اسیلوسکوپ فرکانس را می‌توانیم مستقیماً اندازه بگیریم.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ـ۷ـ۵ـ سیم رابط پروب اسیلوسکوپ از کابل کواکسیال (هم محور) انتخاب می‌شود تا تأثیر پارازیت و نویز روی پروب را کاهش دهد و در محدودهٔ وسیع فرکانسی کار کند.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۷ـ۷ـ۵ـ اگر کلید AC–GND–DC روی AC قرار داشته باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱ـ سیگنال مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۲ـ جزء AC موج حذف و فقط DC موج اندازه‌گیری می‌شود.

۳ـ فقط سیگنال AC وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۴ـ موج AC و DC هر دو قابل اندازه‌گیری هستند.

۸ـ۷ـ۵ـ برای ترسیم سیگنالی با فرکانس ۵۰ هرتز برق شهر، کلید Source Trigger بهتر است در کدام وضعیت قرار گیرد؟

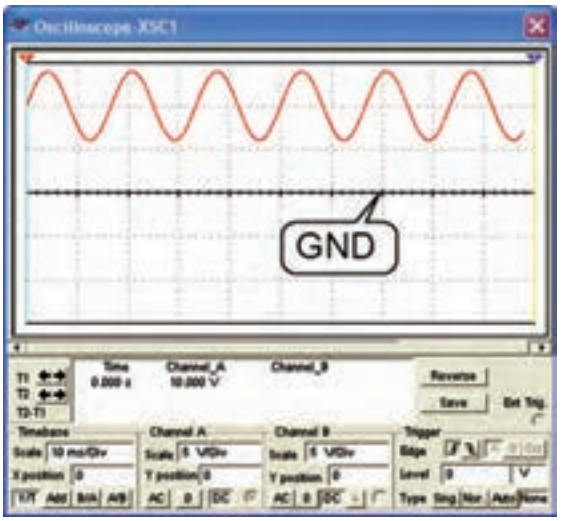
۱ـ CH۱ ۲ـ CH۲

۳ـ LINE ۴ـ EXT

۹ـ۷ـ۵ـ مقدار ولتاژ DC موج نشان داده شده در شکل ۴۵ـ۵ چند ولت است؟

۱ـ ۱۲ ۲ـ ۱۰

۳ـ ۱۶ ۴ـ ۴

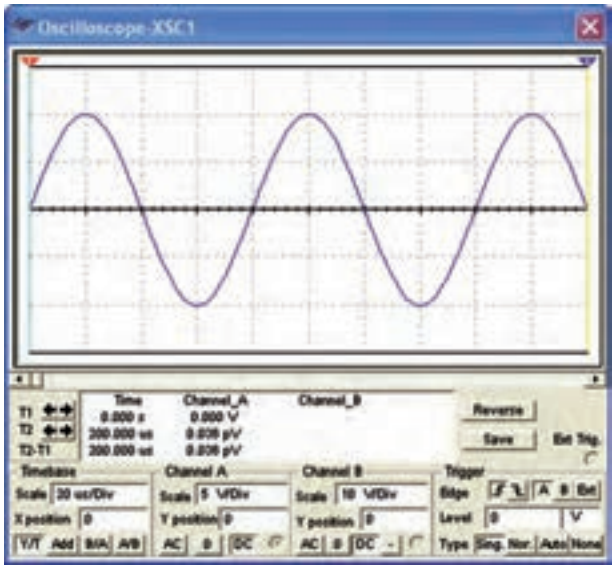


شکل ۵ــ۴۵

۵ــ۷ــ۱۰ــ فرکانس موج نشان داده شده در شکل ۵ــ۴۶ چند کیلو هرتز است؟

Time/Div = ۲۰ µsec

۱ــ ۸۰	۲ــ ۵
۳ــ ۲۵	۴ــ ۱۲/۵



شکل ۵ــ۴۶

جورکردنی

۵ــ۷ــ۱۱ــ هر یک از کلید ولوم نام برده شده را به کلید آن روی صفحهٔ اسیلوسکوپ شکل ۵ــ۴۷ با خطوط رنگی اتصال دهید.

شکل ۵ــ۴۷

کانال ۲ Volt/Div

کانال ۱ Volt/Div

Time/Div

Focus

INTENSITY

تشریحی و محاسباتی

۵ــ۷ــ۱۲ــ به‌طور کلی مدارهای داخلی دستگاه اسیلوسکوپ به چند قسمت اساسی تقسیم‌بندی می‌شود؟ قسمت‌ها را نام ببرید.

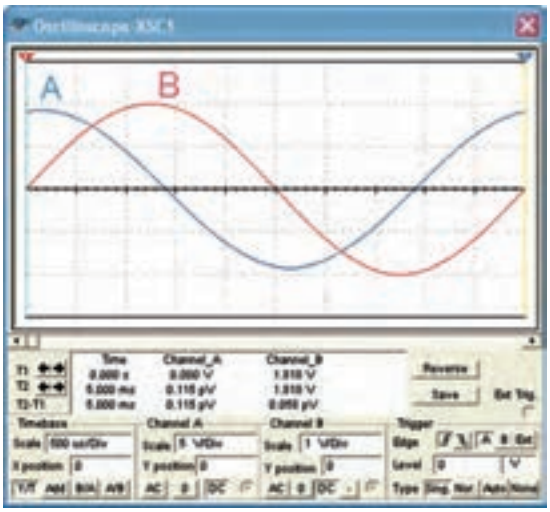
۵ــ۷ــ۱۳ــ کار هر یک از کلیدهای AC، DC و GND را در ورودی اسیلوسکوپ توضیح دهید.

۵ــ۷ــ۱۴ــ اگر Volt/Div اسیلوسکوپ روی ۰/۵ V و Time/Div روی ۵۰ µsec باشد،

الف) دامنهٔ پیک تاپیک موج A در شکل ۵ــ۴۸ را محاسبه کنید.

ب) فرکانس موج A را محاسبه کنید.

پ) اختلاف فاز بین دو موج A و Bچند درجه است؟ محاسبه کنید.



شکل ۵ــ۴۸

۵ــ۸ــ ارزش‌یابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به سؤال‌های الگوی پرسش و تکمیل کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، جهت ارزش‌یابی در زمان تعیین شده مراجعه کنید.

آزمایش شمارهٔ ۶

زمان اجرا : ۱۸ ساعت آموزشی

مشاهدهٔ منحنی مشخصهٔ دیود و ترانزیستور به وسیلهٔ اسیلوسکوپ

هدف کلی آزمایش

استفاده از اسیلوسکوپ برای نمایش منحنی مشخصهٔ دیود و ترانزیستور

هدف‌های رفتاری : پس از اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ کاربرد ولوم Level را شرح دهد.

۲ــ کاربرد ولوم – + Slope را شرح دهد.

۳ــ حالت‌های Alt, Chop را شرح دهد.

۴ــ در مواقع لزوم از کلیدهای Alt , Chop استفاده کند.

۵ــ کلیدهای Int trig , Ext trig و Line trig را تشخیص دهد.

۶ــ از کلیدها و ترمینال‌های مربوط به Ext trig , Int trig و Line trig استفاده کند.

۷ــ عملکرد کلید CH2INV را شرح دهد.

۸ــ از کلید CH2INV استفاده کند.

۹ــ از کلیدهای Auto/Norm استفاده کند.

۱۰ــ کلیدهای ADD , Diff را از بقیه کلیدهای روی پانل اسیلوسکوپ تشخیص دهد.

۱۱ــ طرز کار و کاربرد کلیدهای Add , Diff را شرح دهد.

۱۲ــ از کلیدهای Add , Diff برای جمع و تفریق لحظه‌ای دو سیگنال استفاده کند.

۱۳ــ در صورت موجود بودن Delay Time کاربرد آن را شرح دهد.

۱۴ــ از قسمت DelayTime در موارد خاص استفاده کند.

۱۵ــ زمان صعود (Rise Time) موج‌های مربعی را اندازه بگیرد.

۱۶ــ طرز کار کلید X–Y را توضیح دهد.

۱۷ــ موارد استفادهٔ دکمهٔ X–Y را شرح دهد.

۱۸ــ نحوه استفاده از اسیلوسکوپ جهت به‌دست آوردن منحنی مشخصهٔ دیود معمولی ودیود زنر را شرح دهد.

۱۹ــ اسیلوسکوپ را جهت مشاهدهٔ منحنی مشخصه به مدار مربوطه اتصال دهد.

۲۰ــ پارامترهای منحنی مشخصهٔ دیودزنر و دیود معمولی را از روی صفحهٔ حساس اسیلوسکوپ اندازه بگیرد.

۲۱ــ اسیلوسکوپ را جهت به‌دست‌آوردن منحنی مشخصهٔ خروجی ترانزیستور به مدار مربوطه متصل کند.

۲۲ــ پارامترهای منحنی مشخصه ظاهر شده ترانزیستور را روی صفحه حساس اسیلوسکوپ اندازه بگیرد.

۲۳ــ مزایای استفاده از اسیلوسکوپ دیجیتالی بر اسیلوسکوپ معمولی را شرح دهد.

۲۴ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم مدار مربوط به کاربرد اسیلوسکوپ آنالوگ و دیجیتالی در آزمایش شمارهٔ ۶ را به‌طور عملی اجرا کند.

۲۵ــ گزارش کار را به‌طور کامل ــ دقیق و مستند بنویسد.

۲۶ــ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش اول آمده است را نیز در این آزمایش اجرا کند.

۱ــ۶ــ اطلاعات اولیه

۱ــ۱ــ۶ــ در این آزمایش علاوه بر آشنا شدن با سایر ولوم‌ها، کلید سلکتورها و کلیدهای اسیلوسکوپ، منحنی مشخصهٔ دیود و منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور را با استفاده از اسیلوسکوپ به‌دست می‌آوریم. در آزمایش شمارهٔ ۵ نگاهی اجمالی به کلیهٔ کلیدهای اسیلوسکوپ داشتیم و تعدادی از

کلیدها را به‌طور دقیق بررسی کردیم و مورد استفاده قرار دادیم. در این آزمایش به شرح کامل تعداد دیگری از کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ می‌پردازیم.

۲ــ۶ــ نکات ایمنی

کلیهٔ نکات ایمنی گفته شده در آزمایش شمارهٔ ۵ را در این آزمایش نیز اجرا کنید.

۳ــ۶ــ کار با نرم‌افزار

قبل از وارد شدن به فضای کارگاهی و اجرای عملی آزمایش‌ها، کلیهٔ آزمایش‌ها را توسط نرم‌افزار مولتی سیم یا هر نرم‌افزار دیگری اجرا کنید و فایل مربوطه را تحویل مربی کارگاه نمایید.

هم‌چنین از مربیان کارگاه درخواست می‌شود قبل از اجرای آزمایش، مدارها را شبیه‌سازی کنند و آن‌ها را برای دانش‌آموزان به‌نمایش درآورند.

۴ــ۶ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد موردنیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

شامل کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شمارهٔ ۱

تجهیزات و ابزار خاص

ــ تجهیزات و ابزار خاصی که در آزمایش شمارهٔ ۵ استفاده کرده‌اید.

ــ دیود ۱N۴۰۰۴	یک عدد
ــ دیود زنر ۶/۸ V	یک عدد
ــ ترانزیستور BC۱۰۷	یک عدد
ــ مقاومت ۱KΩ ، ۳/۳ KΩ، ۱۲KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات از هر کدام	یک عدد
ــ خازن ۰/۱μf ، ۲۵ ولت	یک عدد
ــ راهنمای کاربرد دستگاه اسیلوسکوپ	

در صورتی که راهنمای کاربرد دستگاه به زبان انگلیسی است، از مربی خود کمک بگیرید.

۵ــ۶ــ مراحل اجرای آزمایش

کار با ولوم و کلیدهای Level، Slope، Chop، Alt و Hold off

* **۱ــ۵ــ۶ــ** هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار بنویسید.

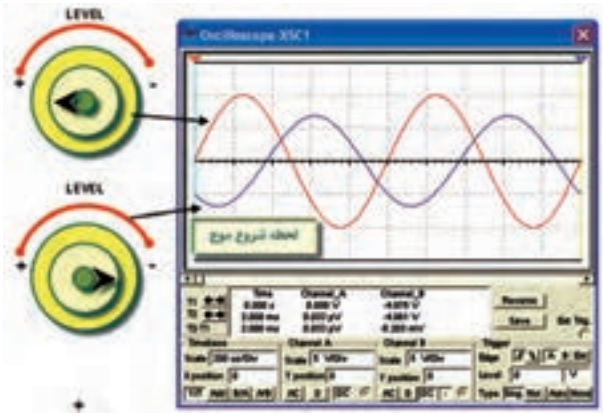
۲ــ۵ــ۶ــ در شکل ۱ــ۶ ولوم Level و Slope را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱ــ۶ــ ولوم Level و Slope

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این نوع اسیلوسکوپ یک ولوم به‌صورت مشترک برای Level و Slope به‌کار رفته است. در حالت عادی با تغییر ولوم مقدار Level تغییر می‌کند. در صورتی که ولوم را بیرون بکشید (Pull) مقدار Slope یا شیب را تغییر می‌دهد. در اسیلوسکوپ‌های مختلف شکل این ولوم متفاوت است و به‌صورت جداگانه نیز وجود دارد.

با تغییرات این ولوم می‌توانید لحظهٔ شروع موج از سمت چپ صفحهٔ حساس را تعیین کنید. این ولوم می‌تواند حول نقطهٔ صفر، به سمت چپ یا راست، تغییر کند.

این تغییرات از لحظهٔ شروع موج نیم سیکل منفی و یا مثبت یا صفر شروع می‌شود. شکل ۲ــ۶ تغییرات ولوم را به سمت چپ یا راست و در ارتباط با لحظهٔ شروع موج روی صفحهٔ اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۶ــ تغییر ولوم Level و تأثیر آن روی شکل موج

۳ــ۵ــ۶ــ سیگنال ژنراتور صوتی را روشن کنید و فرکانس آن را روی ۲KHz و دامنهٔ آن را روی ۳V ورودی موج سینوسی بگذارید.

۴ــ۵ــ۶ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های اولیه را مشابه آزمایش شمارهٔ ۵ انجام دهید.

۵ــ۵ــ۶ــ خروجی سیگنال ژنراتور را با استفاده از پروب به اسیلوسکوپ وصل کنید. ولوم Level را طوری تنظیم کنید که حدوداً روی زاویهٔ ۴۵ درجه (حدوداً $\frac{۱}{۴}$ دایره) قرار گیرد. در این حالت شروع موج حدوداً از زاویهٔ ۴۵ درجه است.

* **۶ــ۵ــ۶ــ** شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱ــ۶ رسم کنید.

* **۷ــ۵ــ۶ــ** بار دیگر ولوم Level را طوری تنظیم کنید که شروع موج از -۲۰° باشد. شکل مشاهده شده را در نمودار ۱ــ۶ با رنگی متفاوت رسم کنید.

* **۸ــ۵ــ۶ــ** شکل موج‌های روی نمودار ۱ــ۶ را مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

* **۹ــ۵ــ۶ــ** ولوم Level را کاملاً در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و در خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و اثر آن را روی شکل موج ظاهر شده روی نمایشگر مشاهده کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

* **۱۰ــ۵ــ۶ــ** در شکل ۳ــ۶ نمونهٔ دیگری از ولوم Level و کلید Slope را مشاهده می‌کنید. در قسمت پائین ولوم Level کلمهٔ Lock نوشته شده است.

در صورتی‌که کلید را در این وضعیت قرار دهید. شروع موج با توجه به شرایط مدار روی محل مشخص قفل می‌شود.

در صورتی‌که روی ولوم Level اسیلوسکوپ موجود در کارگاه حالت Lock وجود دارد. ولوم Level را روی حالت Lock بگذارید و اثر آن را روی شکل موج مشاهده کنید و در مورد آن توضیح دهید.

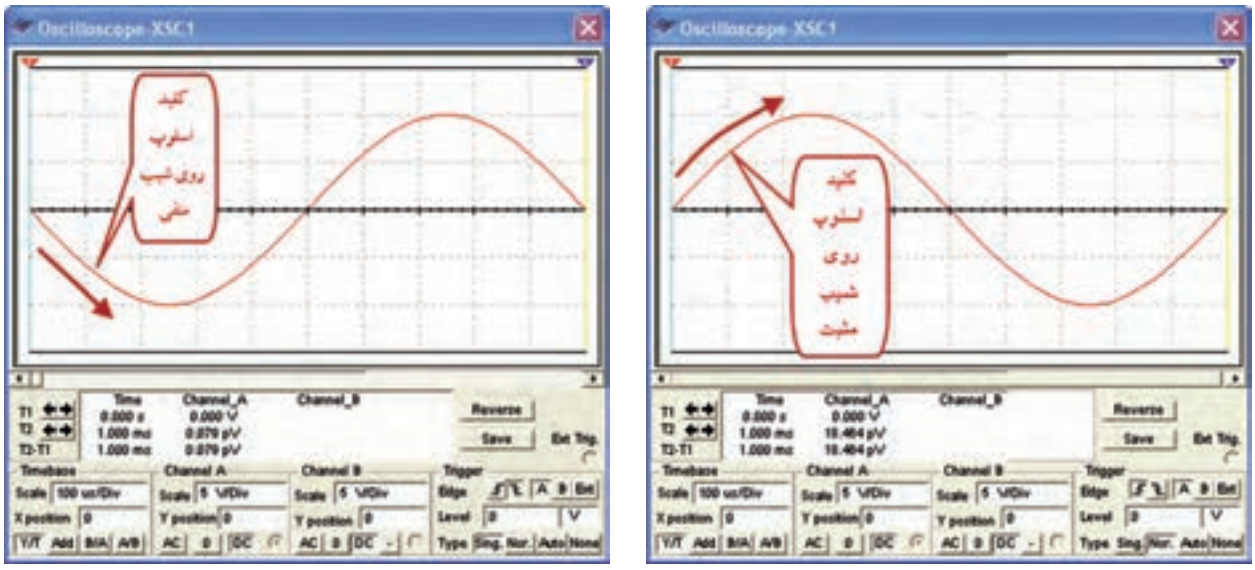
شکل ۳ــ۶ــ نمونهٔ دیگری از ولوم Level و کلید Slope

۱۱ــ۵ــ۶ــ کلید "Slope + / −" : این کلید اگر از حالت (+) به حالت (−) تغییر وضعیت دهد، شیب سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس معکوس می‌شود.

اگر اسیلوسکوپ دوکاناله باشد شیب سیگنال‌های ظاهر شدهٔ هر دو کانال با هم معکوس می‌شوند.

کلید Slope را کلید تغییر شیب نیز می‌نامند. این کلید معمولاً همراه با ولوم Level کار می‌کند. در شکل ۱ــ۶ با بیرون کشیدن ولوم Leve، کلید Slope فعال می‌شود. در شکل ۳ــ۶ کلید Slope در کنار ولوم Level به‌صورت فشاری قرار دارد. اگر کلید Slope روی حالت (+) قرار گیرد، شکل موج از سمت چپ روی صفحهٔ حساس، با نیم سیکل مثبت شروع می‌شود. اگر کلید Slope روی حالت (−) باشد شکل موج با نیم سیکل منفی شروع می‌شود. با تغییر ولوم Level و کلید Slope، به آسانی می‌توانیم شکل موج موردنظر را از نقطهٔ دلخواه شروع کنیم در شکل ۴ــ۶ اثر تغییر ولوم Level را روی نقطهٔ شروع موج نشان می‌دهد.

۱۲ــ۵ــ۶ــ تنظیم‌های زیر را روی سیگنال ژنراتور و



ب الف

شکل ۴ــ ۶ــ اثر ولوم Level روی شکل موج در حالت‌های مختلف کلید Slope

اسیلوسکوپ انجام دهید :

■ سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

■ سیگنال ژنراتور را روی ۱KHz تنظیم و خروجی آن را توسط پروب به اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ به کمک ولوم دامنهٔ خروجی سیگنال ژنراتور و کلید سلکتور Volt/Div اسیلوسکوپ، سعی کنید که دامنهٔ سیگنال حداقل سه خانه را در بر بگیرد.

■ کلید Slope را در حالت + قرار دهید و با ولوم Level سعی کنید که سیگنال از نقطهٔ صفر شروع شود.

* **۱۳ــ۵ــ۶ــ** شکل سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را با دقت روی نمودار ۲ــ۶ رسم کنید. سپس کلید Slope را از حالت (+) به حالت (–) تغییر وضعیت دهید. شکل موجی را که روی صفحهٔ حساس ظاهر می‌شود با رنگ جداگانه و با دقت روی نمودار ۲ــ۶ رسم کنید.

* **۱۴ــ۵ــ۶ــ** شکل موج‌های ترسیم شده روی نمودار ۲ــ۶ را با هم مقایسه کنید و توضیح دهید.

* **۱۵ــ۵ــ۶ــ** کلید Slope را روی حالت (+) بگذارید و ولوم Level را طوری تغییر دهید که روی زاویهٔ ۴۵ درجه قرار گیرد. در این حالت شکل موج را روی نمودار ۳ــ۶ رسم کنید.

سپس کلید Slope را روی (–) بگذارید و شکل موج را با رنگ دیگری روی نمودار ۳ــ۶ بکشید.

* **۱۶ــ۵ــ۶ــ** شکل موج‌های نمودار ۳ــ۶ را بررسی کنید و توضیح دهید، شکل موج‌ها در حالت (+) Slope و (–)Slope از چه زاویه‌ای شروع می‌شوند؟

* **۱۷ــ۵ــ۶ــ** ولوم Level را در زوایای مختلف بگذارید و اثر آن را روی شکل موج در حالت‌های مختلف (+) Slope و (–) Slope بررسی کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

۱۸ــ۵ــ۶ــ کلیدهای Alt، Chop و Hold off : در شکل ۵ــ۶ نمونه‌ای از این کلیدها را ملاحظه می‌کنید.

هر یک از کلیدهای Alt و Chop فعال شوند سیگنال‌های

شکل ۵ــ۶ــ ولوم‌های Chop، Alt و Hold off

داده شده به دو کانال اسیلوسکوپ به‌طور همزمان روی صفحهٔ حساس نشان داده می‌شوند.

کلید Chop برای نمایش دو سیگنال به‌طور همزمان است که در فرکانس‌های کم (کم‌تر از یک کیلو هرتز) به‌کار می‌رود. سیگنال‌هایی که در اسیلوسکوپ دوکاناله به‌طور همزمان نشان داده می‌شوند باید فرکانس‌های آن‌ها یا دقیقاً برابر باشد و یا مضرب صحیحی از یکدیگر باشند. در غیراین‌صورت، سیگنال‌ها به‌طور ثابت روی صفحه نمی‌ایستند.

کلید Hold off برای ثابت کردن سیگنال روی صفحه است.

در صورتی که سیگنال‌های ظاهر شده روی صفحهٔ حساس در جهت افقی حرکت می‌کند، می‌توانید با استفاده از ولوم‌های Hold off و Level آن‌ها را ثابت کنید. کلید Chop در شکل ۵ــ۶ توأم با ولوم Hold off است. در صورتی که این ولوم بیرون کشیده شود (Pull) اسیلوسکوپ روی حالت Chop می‌رود.

۶ــ۵ــ۱۹

■ فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور را روی ۱۰۰Hz تنظیم کنید و به کمک دو پروب این سیگنال را به دو ورودی اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

*** ۶ــ۵ــ۲۰**

■ کلید Chop را فشار دهید و شکل‌های ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۶ــ۴ رسم کنید.

*** ۶ــ۵ــ۲۱** ــ در سیستم Chop در یک لحظهٔ کوتاه، یک نقطه از سیگنال کانال یک و در لحظهٔ دیگر یک نقطه از کانال دو، روی صفحهٔ حساس ظاهر می‌شود چون این نقاط فوق‌العاده کوچک و کنار هم هستند، چشم انسان، این نقاط را پیوسته می‌بیند. برای مشاهدهٔ نقاط تنظیم‌های زیر را انجام دهید.

■ سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰KHz تنظیم کنید و توسط دو پروب به ورودی دو کانال یک و دو اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ دامنهٔ خروجی سیگنال ژنراتور و کلید سلکتور Volt/Div را طوری تنظیم کنید که دامنهٔ سیگنال روی صفحهٔ حساس حداقل ۳ خانه را در بر بگیرد.

■ کلید سلکتور Time/Div را روی ۱۰μs قرار دهید.

■ سیگنال ظاهر شده روی کانال ۱ و ۲ را در نمودار ۶ــ۵ با دو رنگ مختلف ترسیم کنید.

در مورد شکل موج‌ها توضیح دهید.

*** ۶ــ۵ــ۲۲**

■ توسط ولوم تغییر مکان عمودی (↕) دو کانال را روی هم منطبق کنید؛ مشاهده خواهید کرد که لحظه‌ای که سیگنال اعمالی در کانال یک وجود دارد در همان لحظه سیگنالی در کانال دو مشاهده نمی‌شود و برعکس. در مورد این تجربه توضیح دهید.

کلید ALT نیز برای نمایش دو سیگنال به‌طور همزمان برای فرکانس‌های زیاد (در حدود بیش از یک کیلوهرتز) به‌کار می‌رود. و معمولاً طبق شکل ۵ــ۶ در مجموعه کلیدهای Source برای تریگر قرار دارد.

*** ۶ــ۵ــ۲۳**

■ فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور را روی ۱۰۰KHz تنظیم کنید و به کمک دو پروب این سیگنال را به دو ورودی اسیلوسکوپ اعمال کنید.

■ کلید ALT را فعال کنید و شکل‌های ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۶ــ۶ رسم کنید.

در سیستم نمایش دو سیگنال به‌طور همزمان، در حالت ALT، ابتدا روی صفحهٔ حساس سیگنال اعمالی به کانال یک ظاهر می‌شود و سپس سیگنال کانال دو ظاهر می‌شود. بنابراین دو سیگنال داده شده به دو کانال اسیلوسکوپ به‌صورت متناوب (Alternation) روی صفحهٔ حساس شکل می‌گیرد.

برای این که بتوانید شکل موج هر دو کانال را مشاهده کنید، باید صفر هر یک از کانال‌ها را جداگانه تنظیم کنید.

*** ۶ــ۵ــ۲۴**

■ فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور صوتی را روی ۴۰Hz تنظیم کنید.

■ به کمک دو پروب این سیگنال سینوسی ۴۰Hz را به ورودی‌های اسیلوسکوپ دو کاناله بدهید.

■ اسیلوسکوپ را تنظیم و کلید ALT را فعال کنید.

■ مشاهدات خود را به‌طور کامل شرح دهید.

کلیدهای سورس (Source) یا منبع تریگر (Trigger)

۲۵ــ۵ــ۶ــ در شکل ۵ــ۶ یک نمونه کلید Source را مشاهده می‌کنید این کلید منبع تریگر را مشخص می‌کند. معمولاً برای اسیلوسکوپ‌های مختلف حالت‌های گوناگون برای این کلید تعریف می‌شود که متداول‌ترین آن‌ها Line Trigger ، Internal Triger و External Trigger است. قسمت Internal Trigger همان تریگر مربوطه به CH۱و CH۲ است.

Line Trigger : اگر کلید Source Trigger در حالت Line Trigger قرار گیرد، از ترانسفورماتور تغذیهٔ اصلی اسیلوسکوپ یک ولتاژ در حدود ۶/۳ ولت به قسمت مقایسه‌کنندهٔ سیگنال ورودی با سطح ولتاژ DC(Level) اعمال می‌شود.

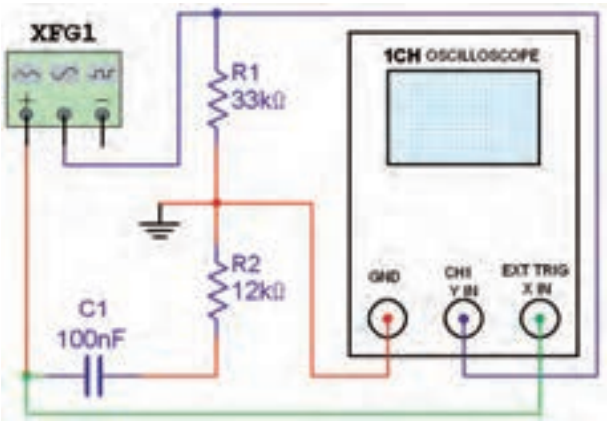
هر گاه بخواهیم سیگنال‌های مدارهایی را که با برق شهر تغذیه شده‌اند مشاهده کنیم، در بسیاری از موارد بهتر است کلید Source Trigger را در حالت Line Trigger قرار دهیم.

* **۲۶ــ۵ــ۶ــ** ولتاژ خروجی یک ترانسفورماتور ۹ ولتی به کانال یک اسیلوسکوپ وصل کنید. منبع تریگر یا Source را روی CH۱ یا CH۲ بگذارید. دستگاه را تنظیم کنید تا شکل موج روی صفحه ظاهر شود. معمولاً در این حالت تنظیم شکل موج کمی مشکل است. کلید Source را روی حالت Line بگذارید، باید موج نمایش داده شده روی صفحه تثبیت شود. نتایج تجربه خود را بنویسید.

۲۷ــ۵ــ۶ــ با استفاده از یک کانال اسیلوسکوپ دو کاناله یا یک اسیلوسکوپ یک کاناله نیز می‌توانید اختلاف فاز را اندازه بگیرید. در این حالت از EXT– Trig استفاده کنید و یک کانال اسیلوسکوپ دو کاناله را به‌عنوان اسیلوسکوپ یک کاناله به کار ببرید. مدار شکل ۶ــ۶ را روی بِرِد بُرد ببندید و نقاط مشخص شده را به ترمینال‌های اسیلوسکوپ متصل کنید.

به‌جای ترانسفورماتور می‌توانید از یک سیگنال ژنراتور صوتی استفاده کنید. در این‌صورت فرکانس آن را نیز می‌توانید به دلخواه تنظیم کنید. در آزمایش‌های بعدی نیز می‌توانید به‌جای ترانسفورماتور از سیگنال ژنراتور استفاده کنید.

نکتهٔ مهم: در صورتی که سیم بدنهٔ اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور روی میز آزمایشگاه به هم اتصال دارد، یا کارگاه دارای سیم ارت است باید از سیگنال ژنراتوری استفاده کنید که بدنهٔ آن به اسیلوسکوپ وصل نشده باشد.

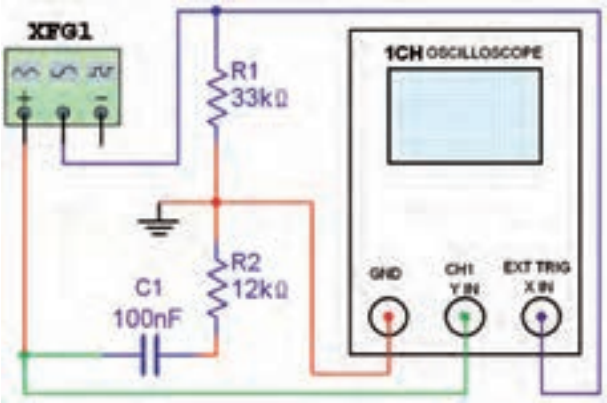


شکل ۶ــ۶ــ اندازه‌گیری اختلاف فاز با اسیلوسکوپ یک کاناله

تنظیم‌های مورد نیاز را روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

* **۲۸ــ۵ــ۶ــ** شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ را در نمودار ۷ــ۶ با مقیاس مناسب رسم کنید.

* **۲۹ــ۵ــ۶ــ** اتصالات شکل ۶ــ۶ را مطابق شکل ۷ــ۶ تغییر دهید و شکل موج مشاهده شده روی صفحهٔ حساس را با دقت و با رنگ مجزا روی نمودار ۷ــ۶ بکشید.

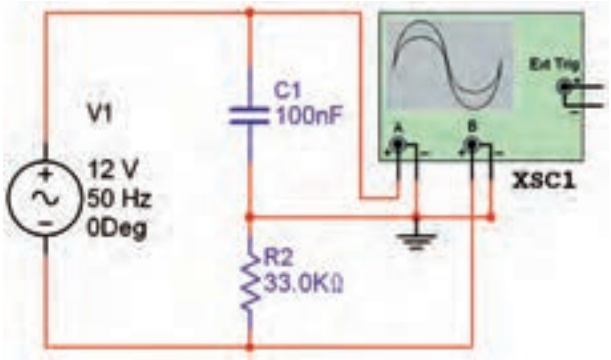


شکل ۷ــ۶ــ جابه‌جایی سیم‌ها

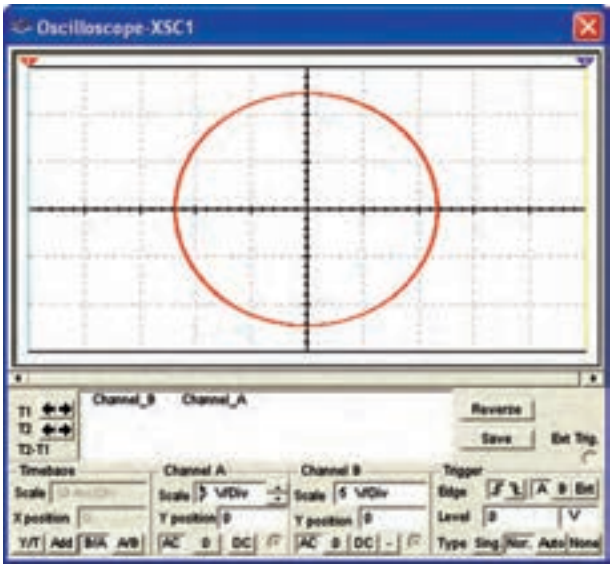
* ۳۰ــ۵ــ۶ــ اختلاف فاز بین دو سیگنال را با روشی که برای اسیلوسکوپ دو کاناله گفته شد محاسبه کنید.

سؤال ۱ : طریقهٔ پیداکردن اختلاف فاز دو سیگنال به کمک اسیلوسکوپ یک کاناله را دقیقاً توضیح دهید.

* **۳۱ــ۵ــ۶ــ** مدار شکل ۸ــ۶ را ببندید. در اسیلوسکوپ یک کاناله ما فقط از یک کانال اسیلوسکوپ ورودی استفاده می‌کنیم. شکل موج را در نمودار ۸ــ۶ رسم کنید و زاویهٔ اختلاف فاز را اندازه بگیرید و محاسبه کنید.



الف



ب

شکل ۸ــ۶ــ اندازه‌گیری اختلاف فاز با استفاده از اسیلوسکوپ یک کاناله

* **۳۲ــ۵ــ۶ــ** با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم، ولوم‌ها، کلیدها، سلکتورها و ترمینال‌هایی که تاکنون یادگرفته‌اید روی انواع اسیلوسکوپ‌های موجود در نرم‌افزار تجربه کنید و نتایج کار خود را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

کلیدهای Auto/Norm، Diff، Add، CH۲ INV

* **۳۳ــ۵ــ۶ــ** CH۲INV مخفف کلمات Channel۲ و Inversion است، یعنی با استفاده از این کلید، سیگنال کانال دوم دقیقاً به‌صورت معکوس روی صفحهٔ حساس ظاهر می‌شود. به‌عبارت دیگر زمانی که این کلید زده می‌شود قطب‌های ولتاژ اعمالی به‌صفحات انحراف عمودی (فقط در کانال ۲) معکوس می‌شود.

برای مشاهدهٔ عملکرد این کلید به‌ترتیب زیر عمل کنید :

■ فرکانس سیگنال ژنراتور صوتی را روی ۱KHz تنظیم کنید.

■ خروجی سیگنال ژنراتور را به کمک پروب به کانال دوم اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ سعی کنید سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس حداقل دارای دامنهٔ ۳ خانه باشد.

■ سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱۰ــ۶ رسم کنید.

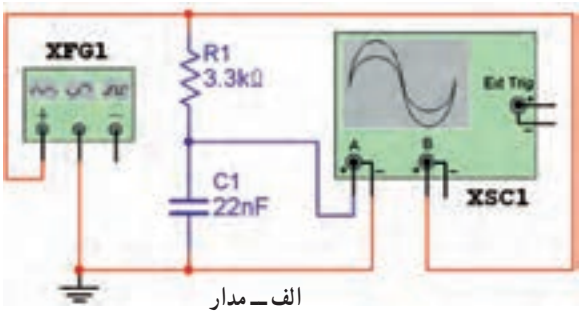
■ کلید CH۲INV را فشار دهید و شکل روی صفحهٔ حساس را با رنگ جداگانه، دقیقاً روی نمودار ۹ــ۶ رسم کنید.

سؤال ۲ : بین دو سیگنال در دو حالت معمولی و CH۲INV چند درجه اختلاف فاز مشاهده می‌کنید؟

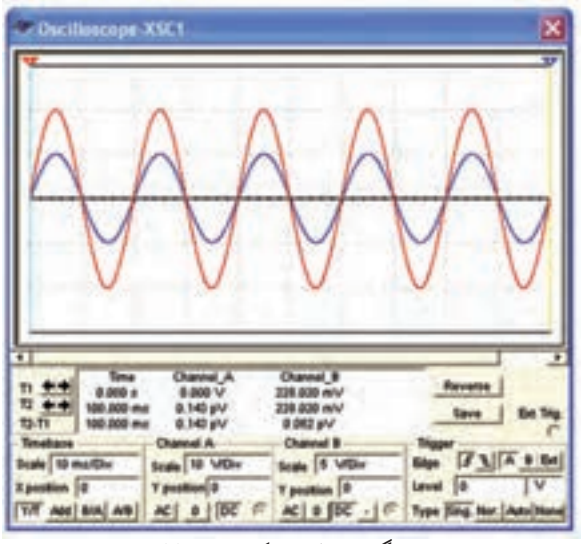
۳۴ــ۵ــ۶ــ یکی از امکانات اسیلوسکوپ‌های دو کاناله کلیدهایی است که برای به‌دست آوردن جمع و تفریق لحظه‌ای دو سیگنال، روی اسیلوسکوپ قرار دارد. در این حالت شکل موج حاصل جمع یا تفاضل دو سیگنال نمایش داده می‌شود. چنانچه کلید Add (Addition) فعال شود سیگنال‌های مربوط به دو کانال که روی صفحهٔ حساس ظاهر شده‌اند با یکدیگر به‌صورت لحظه‌ای جمع می‌شوند و مجموع دو موج روی صفحهٔ حساس به نمایش در می‌آیند.

مجدداً تأکید می‌کنیم که جمع دو سیگنال، در واقع جمع دو سیگنال ورودی نیست بلکه جمع دو سیگنال نشان داده روی صفحهٔ حساس است. اگر بخواهیم دقیقاً دو سیگنال اعمالی به دو کانال اسیلوسکوپ را با هم جمع کنیم، باید هر دو کانال کاملاً یکسان تنظیم شده باشند.

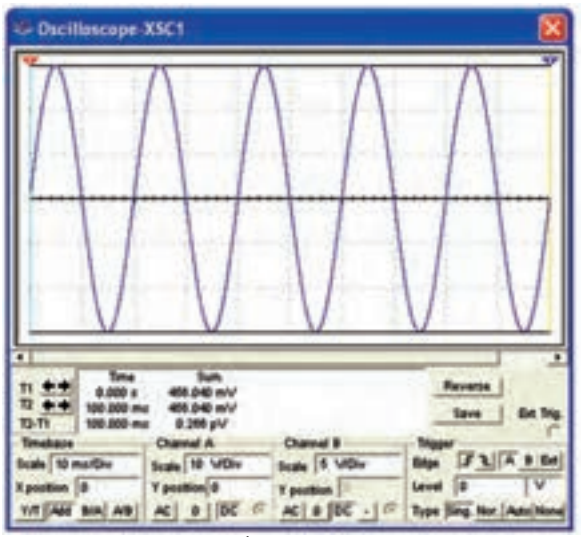
* **۳۵ــ۵ــ۶ــ** مدار شکل ۹ــ۶ را روی بردِ بُرد و یا بُرد آزمایشگاهی ببندید و ترمینال‌های مدار را به ورودی‌های اسیلوسکوپ وصل کنید.



الف ــ مدار



ب ــ سیگنال‌های کانال یک و دو جدا از هم



ج ــ جمع دو سیگنال

شکل ۹ــ۶ــ مدار و چگونگی جمع دو سیگنال در اسیلوسکوپ دو کاناله

■ به جای ترانسفورماتور می‌توانید از، سیگنال ژنراتور استفاده کنید.

■ شکل‌های ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱۰ــ۶ رسم کنید.

ــ کلید Add را فعال کنید (در بیشتر اسیلوسکوپ‌ها با فشار دادن این کلید یا فشار دادن همزمان کلیدهای CH۱ و CH۲، کلید Add فعال می‌شود).

ــ سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را روی نمودار ۱۱ــ۶ رسم کنید.

* **۳۶ــ۵ــ۶ــ** شکل‌های رسم شده روی نمودار ۱۰ــ۶ را روی کاغذ میلی‌متری رسم کنید و در هر لحظه (یا در هر میلی‌متر) دامنهٔ دو سیگنال را با یکدیگر جمع کنید. آیا نمودار حاصل، همان نمودار ۱۱ــ۶ است؟ چرا؟ شرح دهید.

در صورت داشتن وقت اضافی این آزمایش را انجام دهید.

* **۳۷ــ۵ــ۶**

■ خروجی سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱KHz تنظیم کنید و توسط دو پروب این سیگنال را به دو ورودی اسیلوسکوپ اعمال کنید (ورودی دو اسیلوسکوپ دقیقاً یکی است).

■ حال اسیلوسکوپ را تنظیم کنید و دو سیگنال را با یکدیگر جمع کنید.

■ شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱۲ــ۶ بکشید.

دامنهٔ سیگنال ژنراتور خروجی را طوری تنظیم کنید که شکل موج مربوط به ورودیِ کانالِ یک، دو خانه را در بربگیرد.

سؤال ۳ : با توجه به این که ولتاژ دو ورودی یکی است، آیا سیگنال منتجه دو برابر سیگنال کانال یک است؟ چرا؟

۳۸ــ۵ــ۶ــ کلمه Diff مخفف کلمهٔ Diffrential به معنی تفاضل یا تفریق است. علاوه بر این که اسیلوسکوپ دو کاناله می‌تواند دو سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را با یکدیگر جمع لحظه‌ای کند، هم‌چنین می‌تواند دو سیگنال را به‌طور لحظه‌ای تفریق کند.

اگر کلید Diff فعال شود، دو سیگنال ظاهر شده روی

صفحهٔ حساس از یکدیگر تفریق لحظه‌ای شده و نتیجهٔ تفریق به صورت شکل موج روی صفحهٔ حساس شکل می‌گیرد.

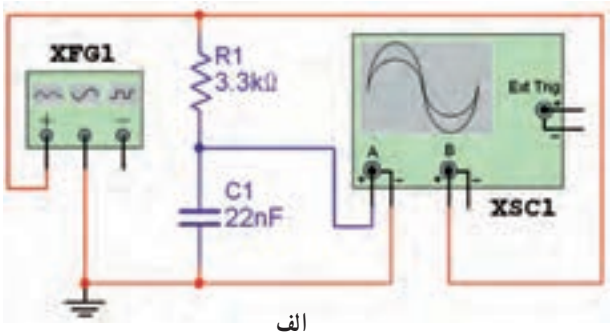
در تعدادی از اسیلوسکوپ‌ها کلیدی به نام Diff وجود ندارد، از این رو برای تفریق لحظه‌ای، ابتدا سیگنال کانال دوم را به کمک کلید CH۲INV معکوس می‌کنیم، سپس با استفاده از کلید Add دو سیگنال را با یکدیگر جمع می‌کنیم یعنی :

CH۱−CH۲ = (سیگنال معکوس کانال ۲) + (سیگنال کانال ۱)

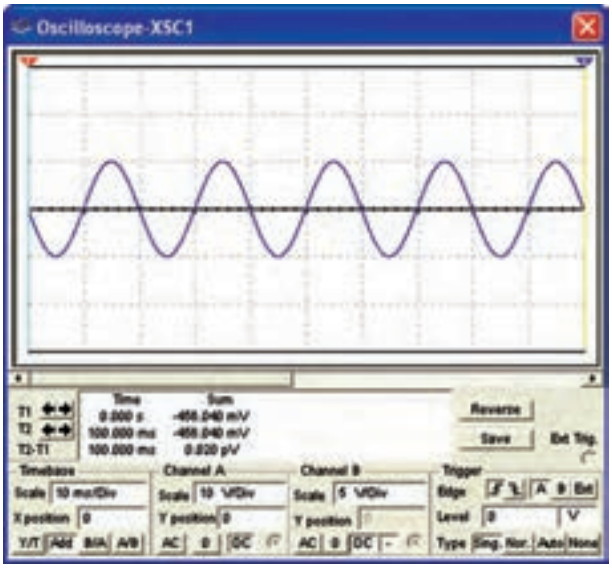
بنابراین سیگنال ظاهر شده روی صفحهٔ حساس حاصل تفریق دو کانال است.

*** ۶ــ۵ــ۳۹**

■ مدار ۶ــ۱۰ را روی بردِ بُرد و یا بُرد آزمایشگاهی ببندید و ترمینال‌های مربوط را به اسیلوسکوپ وصل کنید.



الف



ب

شکل ۶ــ۱۰ــ تفاضل دو سیگنال

■ اسیلوسکوپ را تنظیم کنید.

■ شکل موج‌های کانال ۱ و کانال ۲ را که روی صفحهٔ حساس ظاهر شده با دقت در روی نمودار ۶ــ۱۳ رسم کنید.

■ کلید CH۲INV و کلید Add را فعال کنید (اگر اسیلوسکوپ شما دارای کلید Diff است کافی است فقط کلید Diff را فعال کنید). شکل ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در روی نمودار ۶ــ۱۴ رسم کنید.

■ شکل رسم شده روی نمودار ۶ــ۱۴ را، روی کاغذ میلی‌متری رسم کنید و در هر لحظه (یا در هر میلی‌متر) دامنهٔ دو سیگنال را از یکدیگر کم کنید (CH۱−CH۲). آیا شکل حاصل همان شکل رسم شده در نمودار ۶ــ۱۴ است؟ توضیح دهید.

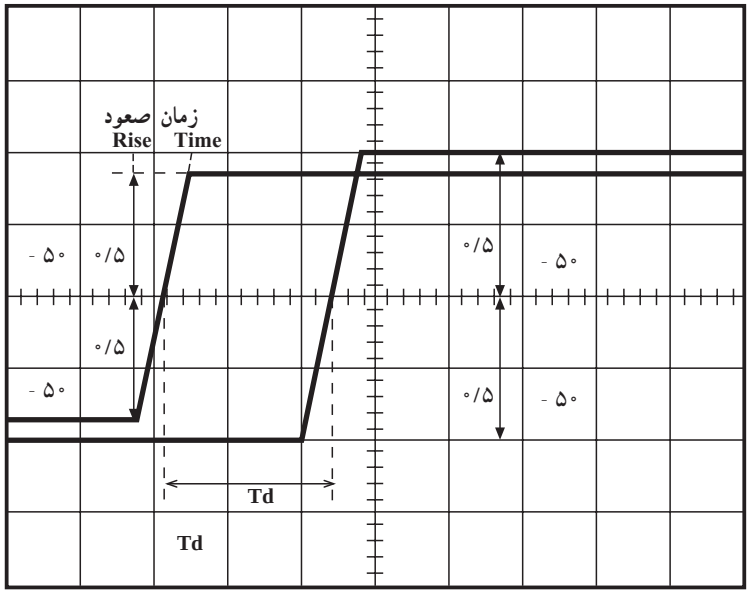
Delay Time یا زمان تأخیر :

۶ــ۵ــ۴۰ــ اگر بخواهیم قسمتی از یک سیگنال یا یک سیگنال معین را از میان سایر سیگنال‌ها انتخاب کنیم از قسمت Delay Time اسیلوسکوپ استفاده می‌کنیم. در این حالت آن قسمت از سیگنال انتخاب شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ به نمایش در می‌آید و ما به آسانی می‌توانیم آن را با سایر سیگنال‌ها مقایسه کنیم. هم‌چنین با این روش امکان تحلیل روی جزئیات سیگنال فراهم می‌شود.

معمولاً اسیلوسکوپ‌های معمولی قسمت Delay Time را ندارند. در صورتی که در آزمایشگاه شما اسیلوسکوپ با Delay Time وجود دارد، از مربی خود بخواهید که نحوهٔ عملکرد آن را برای شما توضیح دهد.

اندازه‌گیری اختلاف زمانی دو سیگنال توسط اسیلوسکوپ :

۶ــ۵ــ۴۱ــ به کمک اسیلوسکوپ می‌توان اختلاف زمانی دو سیگنال را اندازه گرفت. در شکل ۶ــ۱۱ اختلاف زمانی دو سیگنال برابر ۷۵μs است (اندازه‌گیری از زمان دامنهٔ ۵۰٪ سیگنال اول تا ۵۰٪ سیگنال دوم است).



Time/Div=۰/۰۵ms

۱/۵×۰/۰۵ms=۷۵ms

شکل ۱۱ــ۶ــ تعداد خانه‌های اختلاف زمانی برابر ۱/۵ خانه است.

در این قسمت می‌خواهیم زمان صعود یک موج مربعی را اندازه بگیریم. هنگامی که موج مربعی روی صفحهٔ اسیلوسکوپ ظاهر می‌شود، چنین به نظر می‌آید که کاملاً عمودی است، در صورتی که مطابق شکل بین نقطهٔ پایین (نقطهٔ صفر) و نقطهٔ بالا (نقطهٔ ماکزیمم)، اختلاف زمان وجود دارد. این زمان را زمان صعود یا Rise Time می‌نامند.

***۴۲ــ۵ــ۶ــ** همان‌طور که اشاره شد یکی از پارامترهای مهم موج مربعی، زمان صعود یا Rise Time آن است. زمان صعود عبارت از مدت زمانی که موج مربعی باید از مقدار ۱۰٪ دامنه به ۹۰٪ دامنه برسد. با استفاده از اسیلوسکوپ به‌راحتی می‌توانیم این زمان را اندازه بگیریم. برای اندازه‌گیری زمان راه حل زیر را انجام دهید.

■ فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور را روی ۱KHz تنظیم کنید. به کمک کلید انتخاب موج خروجی، شکل موج خروجی مربعی را انتخاب کنید.

■ پروب اسیلوسکوپ را تنظیم کنید.

■ خروجی سیگنال ژنراتور را به کمک پروب به اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ اسیلوسکوپ را طوری تنظیم کنید که بتوانیم زمان صعود موج مربعی را به‌سادگی با آن اندازه بگیریم (تنظیم طوری صورت گیرد که حدود $\frac{۱}{۵}$ سیکل کامل در سراسر صفحهٔ حساس ظاهر شود).

■ شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱۵ــ۶ رسم کنید و زمان صعود (Rise Time) آن را اندازه بگیرید.

در بعضی از اسیلوسکوپ‌ها، در قسمت پایین صفحهٔ حساس، قسمتی را باعدد ۱۰٪ و در قسمت بالای صفحه با عدد ۹۰٪ مشخص کرده‌اند. اگر اسیلوسکوپی که شما با آن کار می‌کنید دارای چنین درجه‌بندی‌ای است از این درجه‌بندی استفاده کنید و زمان صعود را با آن اندازه بگیرید.

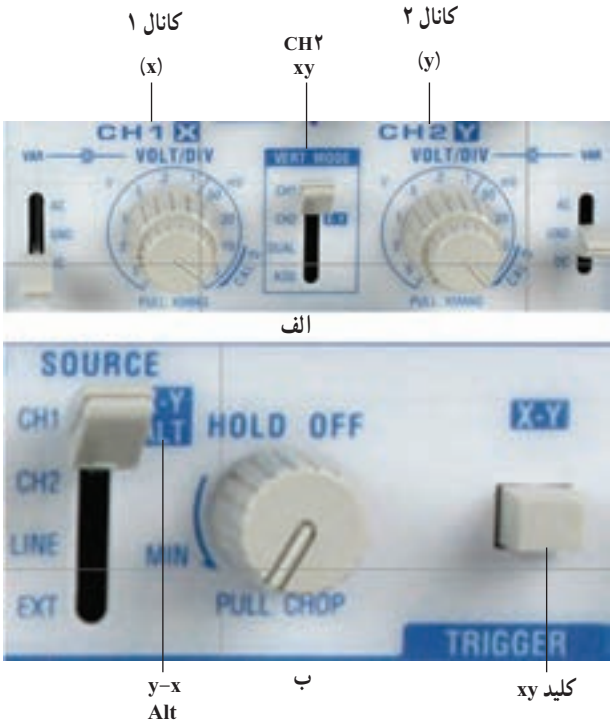
■ زمان صعود موج مربعی تولید شده توسط اسیلوسکوپ را با استفاده از روش یاد شده به‌دست آورید.

شکل موج را در نمودار ۱۶ــ۶ رسم کنید.

کلید x–y

۴۳ــ۵ــ۶ــ یکی دیگر از کلیدهای نسبتاً پرکاربرد اسیلوسکوپ کلید x–y است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد در صورتی که این کلید فعال شود، مدار Time base از کار می‌افتد و محور زمان در اسیلوسکوپ تشکیل نمی‌شود. در این حالت سیگنال‌های اعمال شده به CH۱ و CH۲ مستقیماً به صفحات

انحراف قائم و افقی متصل می‌شود. در اغلب اسیلوسکوپ‌ها CH۱ را به صفحات انحراف افقی یعنی X و CH۲ را به صفحات انحراف قائم اختصاص می‌دهند. در شکل ۱۲ــ۶ کلیهٔ کلیدهای مرتبط با x–y را برای یک نمونه اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲ــ۶ــ کلیدهای مرتبط با حالت x–y روی یک نمونه اسیلوسکوپ

نکتهٔ مهم : تعداد، محل و تنظیم کلیدهای x–y برای اسیلوسکوپ‌های مختلف متفاوت است، لذا برای کارکردن با این کلیدها باید به راهنمای کاربرد آن مراجعه کنید.

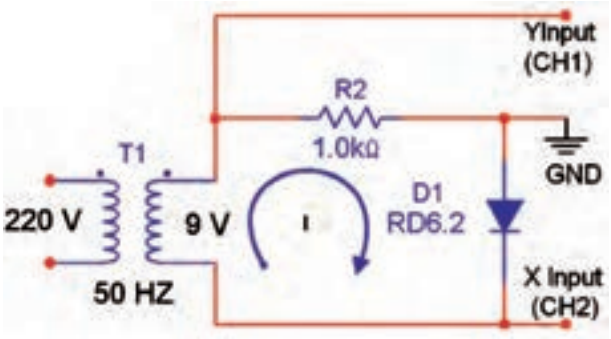
همان‌طور که در آزمایش شمارهٔ ۵ اشاره شد، از حالت x–y اسیلوسکوپ می‌توانیم برای نمایش منحنی‌های لیساژور استفاده کنیم. کاربرد دیگر حالت x–y اسیلوسکوپ، نمایش منحنی مشخصهٔ، ولت ــ آمپر دیود و ترانزیستور است که در ادامه به این نوع کاربردها می‌پردازیم.

۶ــ۵ــ۴۴ *

دیود معمولی : همان‌طور که می‌دانیم در منحنی مشخصهٔ ولت ــ آمپر دیود، محور افقی بیان‌کنندهٔ ولتاژ دو سر دیود است و محور عمودی جریان دیود را نشان می‌دهد. از طرفی اسیلوسکوپ فقط می‌تواند ولتاژ را اندازه بگیرد؛ لذا جریان عبوری از دیود را باید از یک مقاومت اهمی عبور دهیم. چون ولتاژ دو سر مقاومت اهمی و جریان عبوری از آن هم شکل هستند.

ولتاژ دو سر مقاومت اهمی را به اسیلوسکوپ می‌دهیم و مقدار آن را اندازه می‌گیریم. برای به‌دست آوردن مقدار جریان، کافی است که ولتاژ خوانده شده را بر مقدار مقاومت اهمی تقسیم کنیم. برای مشاهده و ترسیم منحنی مشخصهٔ دیود مراحل زیر را اجرا کنید.

ــ برای مشاهدهٔ مشخصهٔ ولت ــ آمپر دیود معمولی، مدار شکل۱۳ــ۶ را روی بِرِد بُرد و یا بُرد آزمایشگاهی ببندید و ترمینال‌های مشخص شده را به اسیلوسکوپ وصل کنید.



شکل ۱۳ــ۶ــ منحنی مشخصهٔ دیود

به‌جای ترانسفورماتور می‌توانید از مولد AF استفاده کنید.

■ منحنی ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را روی نمودار ۱۷ــ۶ رسم کنید. در مدار شکل ۱۲ــ۶ به ازای هر ولت ولتاژ عمودی، جریان دیود تقریباً معادل ۱mA است؛ زیرا به ازای عبور یک میلی آمپر جریان از مقاومت یک کیلو اهمی، یک ولت دو سر آن افت می‌کند.

با توجه به این که ولتاژ کانال ۲ (دو سر دیود) نسبت به زمین منفی است، لذا حرکت اشعه در جهت افقی معکوس و منحنی وارونه می‌شود. در صورتی که اسیلوسکوپ دارای کلید CH۲INV باشد، با فعال کردن این کلید، اشعه در جهت افقی اصلاح می‌شود.

سؤال ۴ : در صورتی که محل اتصال کانال‌های ۱ و ۲ را جابه‌جا کنیم چه تأثیری روی منحنی می‌گذارد، شرح دهید.

■ منحنی ترسیم شده را به‌طور دقیق درجه‌بندی کنید.

برای درجه‌بندی از سلکتور Volt/Div کانال ۱ و کانال ۲ استفاده کنید. در این حالت باید ولوم Vaviable روی Call قرار گیرد تا مقادیر اندازه‌گیری شده دقیق باشد. کانال ۲ جریان دیود را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری جریان دیود تقسیم‌بندی Volt/Div از کانال ۲ را بر مقاومت ۱KΩ تقسیم کنید، مقدار جریان دیود برای یک خانه در جهت قائم به‌دست می‌آید.

$$\text{جریان برای یک تقسیم عمودی} = \frac{\text{کانال ۲ Volt/Div}}{۱\text{K}\Omega}$$

این جریان را می‌توانیم Current/ Div بنامیم.

■ با توجه به مقادیر به‌دست آمده، منحنی ولت آمپر دیود را روی کاغذ میلی‌متری با مقیاس بزرگ‌تر ترسیم کنید.

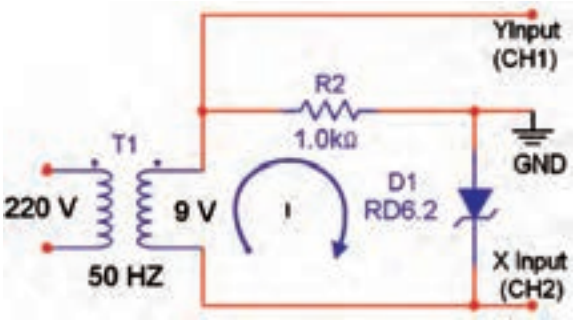
■ دیود را کمی با هویه گرم کنید و اثر حرارت بر دیود، روی منحنی مشخصهٔ «ولت ــ آمپر» دیود ظاهر می‌شود. این تأثیر را کاملاً توضیح دهید.

■ مقاومت استاتیکی دیود در جریان ۳mA (با توجه به منحنی مشخصهٔ نمودار ۱۷ــ۶ و منحنی رسم شده روی کاغذ میلی‌متری) را محاسبه کنید.

■ در مدار شکل ۱۳ــ۶ جهت دیود را عوض کنید و شکل منحنی ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را مشاهده و راجع به آن بحث کنید.

* **۴۵ــ۵ــ۶ــ** در این قسمت می‌خواهیم منحنی مشخصهٔ دیودزنر را با استفاده از اسیلوسکوپ ترسیم کنیم.

الف) برای مشاهدهٔ مشخصهٔ ولت ــ آمپر دیود زنر و همچنین تعیین مقدار ولتاژ زنر، مدار شکل ۱۴ــ۶ را روی بِرِد بُرد و یا بُرد آزمایشگاهی ببندید و ترمینال‌های مربوطه را به اسیلوسکوپ وصل کنید.



شکل ۱۴ــ۶ــ مدار ترسیم منحنی ولت آمپر دیودزنر

توجه : به جای ترانسفورماتور می‌توانید از مولد AF استفاده کنید.

■ منحنی ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۱۸ــ۶ با مقیاس مناسب ترسیم کنید.

■ ولتاژ زنر دیود فوق را در جریان ۵mA به‌دست آورید.

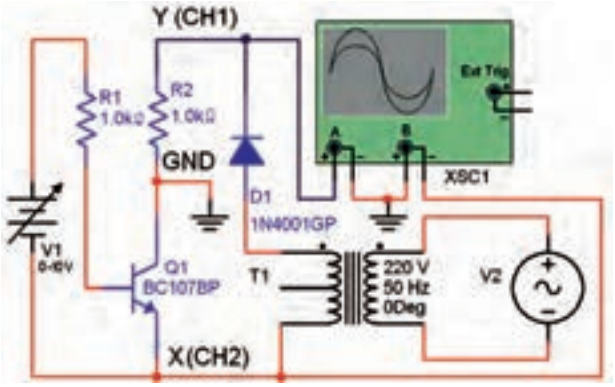
■ به کمک هویه دیود زنر را اندکی گرم کنید و اثرات حرارت بر دیود زنر را روی منحنی مشخصه «ولت ــ آمپر» مشاهده کنید و در گزارش کار خود، آن را کاملاً توضیح دهید.

■ مقاومت دیود زنر را در جریان‌های ۲mA ، ۴mA و ۵mA در بایاس مخالف حساب کنید (با استفاده از نمودار ۱۸ــ۶) و توضیح دهید.

■ در شکل ۱۳ــ۶ دیود زنر را معکوس کنید و منحنی ظاهر شده روی صفحهٔ حساس را روی نمودار ۱۹ــ۶ رسم و در مورد آن بحث کنید (منظور از بحث، بیان دلایل ظاهر شدن منحنی به این صورت روی صفحه اسیلوسکوپ است).

■ ولتاژ دیود زنر را در حالت مخالف اندازه بگیرید و مقدار به‌دست آمده را با مقدار زمانی ولتاژ زنر که روی آن نوشته شده است مقایسه کنید.

* **۴۶ــ۵ــ۶ــ** در این قسمت می‌خواهیم منحنی مشخصهٔ ترانزیستور را با استفاده از اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم کنیم. برای مشاهدهٔ منحنی و اندازه‌گیری مقادیر روی منحنی، می‌توانیم از مدار شکل ۱۵ــ۶ استفاده کنیم.



شکل ۱۵ــ۶ــ مدار ترسیم منحنی خروجی ترانزیستور

در این مدار جریان I_C از مقاومت ۱KΩ عبور می‌کند و ولتاژ داده شده به کانال ۱ را تأمین می‌نماید. بنابراین ولتاژ داده شده به CH۱ یا y که در جهت عمودی اشعه را منحرف می‌کند، بیانگر جریان کلکتور I_C است. ولتاژ CH۲ همان ولتاژ کلکتور امیتر (V_{CE}) است که اشعه را در جهت افقی منحرف می‌کند؛ لذا منحنی حاصل به صورت $I_C = f(V_{CE})$ به ازای یک مقدار معین I_B خواهد بود. در مدار شکل ۱۳ــ۶ می‌توان I_B را با تغییر منبع ولتاژ تغییر داد.

■ مدار شکل ۱۵ــ۶ را روی بِرد بُرد یا بُرد آزمایشگاهی ببندید و ترمینال‌های مربوطه را به اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ منحنی ظاهر شده بر روی صفحهٔ حساس را در نمودار ۲۰ــ۶ رسم کنید.

■ بر روی نمودار ۲۰ــ۶، به ازای ۵ جریان مختلف I_B تعداد ۵ منحنی $I_C = f(V_{CE})$ را که در ۵ مرحله (هر مرحله به ازای یک I_B) از طریق تنظیم منبع تغذیهٔ DC صورت می‌گیرد رسم کنید.

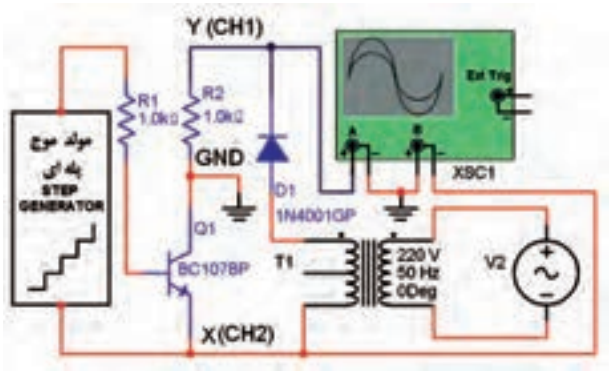
■ ترانزیستور را با هویه کمی گرم کنید و اثر حرارت را روی منحنی مشخصه‌های ترانزیستور در نمودار ۲۰ــ۶ ملاحظه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

■ منحنی‌های ترسیم شده در نمودار ۲۰ــ۶ را دوباره روی کاغذ میلی‌متری ترسیم کنید و کاغذ میلی‌متری را در محل تعیین شده بچسبانید.

■ با استفاده از Volt/Div کانال یک، مقدار جریان I_C را برای هر تقسیم به‌دست آورید. برای به‌دست آوردن جریان برای هر خانه (Current/Div) از تقسیمات صفحهٔ حساس، مقدار Volt/Div کانال یک را بر مقاومت ۱KΩ تقسیم کنید. این تقسیمات مربوط به جریان I_C است.

■ با توجه به مقادیر به‌دست آمده، منحنی ترسیم شده روی نمودار ۲۰ــ۶ و نمودار رسم شده روی کاغذ میلی‌متری را به‌طور دقیق درجه‌بندی کنید.

■ اگر بخواهیم روی صفحهٔ حساس، تعدادی منحنی مشخصهٔ ولت ــ آمپر $I_C = f(V_{CE})$ داشته باشیم، باید به بیس ترانزیستور، ولتاژی پله‌ای مطابق شکل ۱۶ــ۶ بدهیم.



شکل ۱۶ــ۶ــ اتصال موج پله‌ای به بیس ترانزیستور

***۴۷ــ۵ــ۶ــ** بر مبنای شکل ۱۶ــ۶ دستگاهی ساخته شده است که آن را منحنی‌نما یا کِروتِریسر (Curve Tracer) می‌نامند. در این دستگاه با استفاده از موج پله‌ای می‌توانید منحنی مشخصهٔ انواع ترانزیستورها را مشاهده کنید. در شکل ۱۷ــ۶ یک نمونه دستگاه کِروتِریسر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۷ــ۶ــ دستگاه کروتریسر

■ برای کار با دستگاه کِروتریسر باید به راهنمای کاربرد آن مراجعه کنید.

■ در صورت داشتن وقت اضافی و موجود بودن دستگاه کِروتریسر (Curve Tracer)، منحنی مشخصه‌های دیود و ترانزیستور را با استفاده از دستگاه کِروتریسر مشاهده کنید و آن‌ها را در نمودارهای ۲۱ــ۶ و ۲۲ــ۶ با مقیاس مناسب ترسیم نمایید.

اسیلوسکوپ‌های دیجیتالی

۴۸ــ۵ــ۶ــ اسیلوسکوپ‌های دیجیتالی دستگاه‌هایی هستند که می‌توانند مقادیر مورد اندازه‌گیری را به‌طور مستقیم با عدد و رقم به ما بدهند. برای مثال مقدار فرکانس و زمان تناوب

در این‌گونه اسیلوسکوپ‌ها به‌طور مستقیم در قسمتی از نمایشگر نوشته می‌شود. کارکردن با اسیلوسکوپ‌های دیجیتالی راحت‌تر از کارکردن با اسیلوسکوپ‌های آنالوگ است. در شکل ۱۸ــ۶ نمونه دستگاه اسیلوسکوپ دیجیتالی معمولی را ملاحظه می‌کنید.

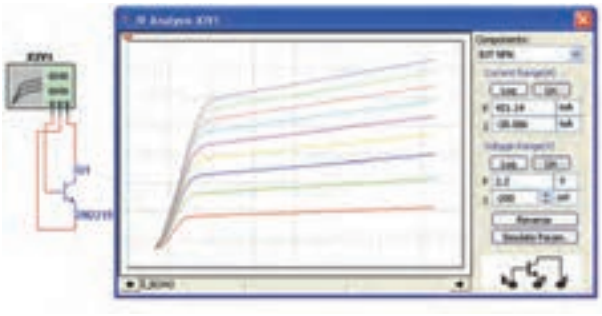
شکل ۱۸ــ۶ــ یک نمونه اسیلوسکوپ معمولی دیجیتالی

همان‌طور که مشاهده می‌شود این اسیلوسکوپ پورت USB دارد و قابل اتصال به کامپیوتر و ذخیرهٔ اطلاعات است. اسیلوسکوپ‌های دیجیتالی مانند اسیلوسکوپ‌های آنالوگ دارای تعدادی کلید و ولوم هستند. در اسیلوسکوپ‌های تمام دیجیتال کلید تنظیم‌ها از طریق شستی‌های فشاری و منوی دستگاه تنظیم می‌شود. در شکل ۱۹ــ۶ یک نمونه اسیلوسکوپ قابل حمل کوچک که تمام دیجیتال است را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۹ــ۶ــ یک نمونه اسیلوسکوپ تمام دیجیتال

* **۴۹ــ ۵ــ۶ــ** در فضای آزمایشگاه مجازی، اسیلوسکوپ‌ها به‌صورت تمام دیجیتالی هستند. کلیهٔ آزمایش‌های این بخش را با اسیلوسکوپ دیجیتال نرم‌افزار مولتی سیم اجرا کنید و دربارهٔ نتایج به‌دست آمده به‌طور خلاصه توضیح دهید.

* **۵۰ــ۵ــ۶ــ** در نرم‌افزار مولتی سیم نوعی کروتریسر Curve Tracer وجود دارد که آن را IV Analyzer می‌نامند. در جلد اول، بخش اول، فصل دوم آزمایشگاه مجازی دربارهٔ این دستگاه به‌طور مفصل بحث شده است. در شکل ۲۰ــ۶ نمونهٔ این دستگاه را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰ــ۶ــ دستگاه آنالیز IV در نرم‌افزار مولتی‌سیم

با استفاده از این دستگاه، منحنی ولت آمپر دیود، و ترانزیستور را به‌دست آورید و در نمودارهای ۲۳ــ۶ و ۲۴ــ۶ رسم کنید و دربارهٔ چگونگی رسم آن توضیح دهید.

۶ــ۶ــ نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش تجربه کرده‌اید به‌طور خلاصه در ۸ سطر توضیح دهید.

۷ــ۶ــ الگوی پرسش

کامل‌کردنی

۱ــ۷ــ۶ــ با تغییر ولوم ..... می‌توان لحظهٔ شروع موج از سمت چپ صفحهٔ حساس را تعیین کرد.

۲ــ۷ــ۶ــ برای قفل نمودن شروع موج از محل مشخص، می‌توان از کلید ..... استفاده کرد.

صحیح یا غلط

۳ــ۷ــ۶ــ اگر کلید Slope روی حالت (–) باشد، شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ با نیم سیکل منفی شروع می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۴ــ۷ــ۶ــ برای نمایش فرکانس‌های کم (کم‌تر از یک کیلوهرتز) از کلید Alt استفاده می‌کنیم.

صحیح ☐ غلط ☐

کوتاه‌پاسخ

۵ــ۷ــ۶ــ اگر کلید Slope از حالت (+) به حالت (–) تغییر وضعیت دهد، شیب سیگنال ظاهر شده روی صفحه حساس تغییر می‌کند؟

چهارگزینه‌ای

۶ــ۷ــ۶ــ اگر کلید ADD فعال شود کدام گزینه صحیح است؟

۱) دو سیگنال ورودی کانال‌ها با هم جمع می‌شوند.

۲) دو سیگنال CH۱ و CH۲ به تناوب روی صفحه حساس ظاهر می‌شوند.

۳ــ دو سیگنال روی صفحه حساس نمایش با هم جمع می‌شوند.

۴ــ دو سیگنال CH۱ و CH۲ به‌طور همزمان (Chop) روی صفحه حساس ظاهر می‌شوند.

۷ــ۷ــ۶ــ اگر بخواهیم قسمتی از یک سیگنال یا یک سیگنال معین را از میان سایر سیگنال‌ها انتخاب کنیم از ..... استفاده می‌کنیم.

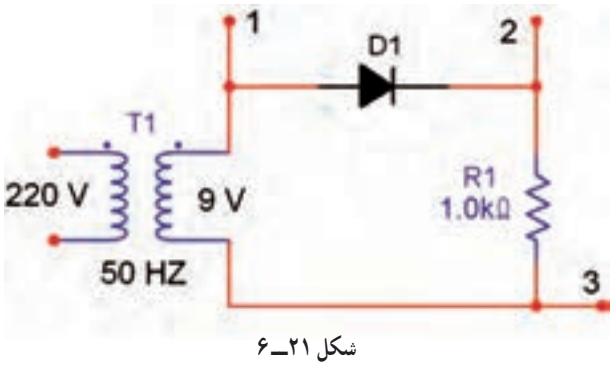
۱) Dual ۲) Alt

۳) CHOP ۴) Delay time

تشریحی

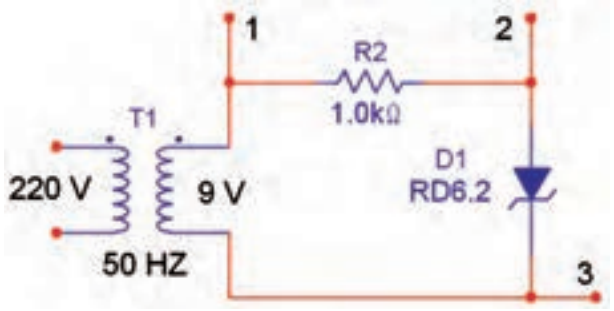
۸ــ۷ــ۶ــ دو مورد کاربرد کلید x–y را شرح دهید.

۹ــ۷ــ۶ــ محل اتصال کانال‌های اسیلوسکوپ را برای رسم منحنی مشخصهٔ ولت‌آمپر دیود D روی شکل ۲۱ــ۶ مشخص کنید.



شکل ۲۱ــ۶

۱۱ــ۷ــ۶ــ نحوهٔ اتصال CH۱ و CH۲ اسیلوسکوپ را به مدار شکل ۲۲ــ۶ برای ترسیم منحنی مشخصه ولت‌آمپر دیود زنر مشخص کنید.



شکل ۲۲ــ۶

۸ــ۶ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به سؤال‌های الگوی پرسش، کتاب گزارش کار خود را آماده کنید و در زمان تعیین شده برای ارزشیابی ارائه نمایید.

آزمایش شمارهٔ ۷

زمان اجرا : ۱۵ ساعت آموزشی

آزمایش دیود و محاسبهٔ پارامترهای آن

هدف کلی آزمایش

تعیین جنس، پایه‌ها و آزمایش سلامت دیود معمولی و دیود زنر

هدف‌های رفتاری : پس از اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ به وسیلهٔ مولتی‌متر پایه‌های آند و کاتد دیود را تعیین کند.

۲ــ به وسیله مولتی‌متر سالم یا سوخته‌بودن دیود را تشخیص دهد.

۳ــ به وسیله مولتی‌متر جنس دیود را تعیین کند.

۴ــ به وسیله اسیلوسکوپ منحنی مشخصهٔ دیود را با مقیاس مناسب در بایاس موافق و مخالف رسم کند.

۵ــ با استفاده از منحنی مشخصهٔ دیود مقاومت استاتیک دیود را محاسبه کند.

۶ــ با استفاده از منحنی مشخصهٔ دیود ولتاژ هدایت را برای دیودهای ژرمانیوم و سیلیسیومی اندازه بگیرد.

۷ــ به‌وسیله مولتی‌متر پایه‌های آند و کاتد دیود زنر را تعیین کند.

۸ــ به وسیلهٔ مولتی‌متر سالم یا سوخته بودن دیود زنر را تشخیص دهد.

۹ــ از طریق مولتی‌متر جنس دیود زنر را تعیین کند.

۱۰ــ مدار سادهٔ دیود زنر را ببندد و ولتاژ شکست دیود زنر را اندازه بگیرد.

۱۱ــ گزارش کار را به‌طور کامل ــ دقیق و مستند بنویسد.

۱۲ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم مراحل مربوط به آزمایش شمارهٔ ۷ را شبیه‌سازی کند.

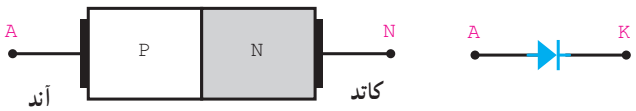
۱۳ــ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش شمارهٔ اول آمده است را نیز در این آزمایش اجرا کند.

۱ــ۷ــ اطلاعات اولیه

همان‌طورکه قبلاً اشاره شد از اتصال دو قطعه نیمه‌هادی نوع N و P یک پیوند PN شکل می‌گیرد نیمه‌هادی نوع P «قطب مثبت» یا «آنُد» (Anode) و نیمه‌هادی نوع N «قطب منفی» یا «کاتد» نامیده می‌شود.

۱ــ۱ــ۷ــ پس از پیوند دو نیمه‌هادی به یکدیگر، در محل اتصال، پتانسیل سد به‌وجود می‌آید، اندازهٔ ولتاژ پتانسیل سَد برای دیودهای ژرمانیومی در حدود ۰/۲ تا ۰/۳ ولت و برای دیودهای سیلیکونی در حدود ۰/۶ تا ۰/۷ ولت است.

در شکل ۱ــ۷ ساختمان دیود نیمه‌هادی و نماد فنی آن نشان داده شده است.



شکل ۱ــ۷ــ ساختمان دیود

این دیودها در اشکال و ابعاد مختلف ساخته می‌شوند و معمولاً سازندگان دیود از علایمی برای مشخص‌کردن پایه‌های دیود استفاده می‌کنند؛ برای مثال شکل دیود را روی بدنهٔ آن می‌کشند یا اگر دیود به‌صورت استوانه‌ای باشد در یک طرف آن یک یا چند نوار رنگی قرار می‌دهند که نشان‌دهندهٔ کاتد آن است.

نکتهٔ مهم : برای مشاهدهٔ انواع روش‌های تشخیص پایه‌های دیود می‌توانید به سایت‌های اینترنتی مرتبط مراجعه کنید و اطلاعات مورد نیاز را به‌دست آورید.

۲ــ۱ــ۷ــ نام‌گذاری دیود : برای نام‌گذاری دیودها از سه استاندارد آمریکایی، اروپایی و ژاپنی استفاده می‌شود. در استاندارد آمریکایی، دیودها با علامت ۱N مشخص می‌شوند که بعد از ۱N شمارهٔ دیود را می‌نویسند؛ مانند ۱N۵۴۰۴، ۱N۹۱۴، ۱N۴۷۲۲ که گاهی نیز به جای نوشتن شماره‌ها بر روی دیود، از نوارهای رنگی استفاده می‌کنند.

در این گونه دیودها، عدد حاصل از خواندن این نوارهای رنگی، شمارهٔ دیود را مشخص می‌کند. در ضمن، نوار اوّل کمی پهن‌تر از دیگر نوارهاست که مشخص‌کنندهٔ کاتد دیود نیز هست. در شکل ۲ــ۷ دیود ۱N۴۱۴۸ با نوارهای رنگی مشخص شده است.

شکل ۲ــ۷ــ دیود با نوارهای رنگی

در استاندارد اروپایی قبلاً دیودها را با OA نشان می‌دادند، اما در استاندارد جدید از دو حرف و سه شماره استفاده می‌کنند؛ مانند : AA۱۳۵، BA۱۳۷ و BY۱۲۷. برای پی‌بردن به معانی این حروف به جدول استاندارد دیودها مراجعه کنید. در استاندارد ژاپنی دیودها را با ۱S نشان می‌دهند؛ مانند ۱S۱۵۵۵ و ۱S۱۸۳۴.

۲ــ۷ــ نکات ایمنی

کلیهٔ نکات ایمنی بیان شده در آزمایش‌های گذشته را در این آزمایش نیز اجرا کنید.

۳ــ۷ــ کار با نرم‌افزار

کلیهٔ آزمایش‌های مربوط به این قسمت را قبل از شروع آزمایش توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا کنید و نتایج به‌دست‌آمده را به‌صورت یک فایل کامپیوتری به مربی خود ارائه دهید.

هنرآموزان محترم نیز قبل از شروع آزمایش روی میزهای آزمایشگاهی، یا یک هفته قبل از اجرای آزمایش، اجرای نرم‌افزاری آزمایش‌ها را برای هنرجویان به نمایش درآورند.

۴ــ۷ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

کیف ابزار عمومی یک عدد

دستگاه‌های مورد نیاز

ــ مولتی‌متر عقربه‌ای یا دیجیتالی	یک دستگاه
ــ اسیلوسکوپ	یک دستگاه
ــ فانکشن ژنراتور	یک دستگاه

مواد و قطعات

ــ سیم رابط دو سر سوسماری، دو سر بنانا (موزی) یک سرسوسماری و یک سر بنانا، پروب اسیلوسکوپ، سیم رابط تلفنی	به مقدار کافی
ــ برد بُرد	یک قطعه
ــ دیود سیلیکونی و ژرمانیومی از هرکدام	دو عدد
ــ مقاومت ۲۲۰Ω، $\frac{۱}{۲}$W و ۱KΩ، $\frac{۱}{۲}$W از هرکدام	۱ عدد
ــ دیود معیوب	۴ عدد
ــ دیود زنر با ولتاژ مختلف	۲ عدد
ــ دیود زنر سوخته	۲ عدد

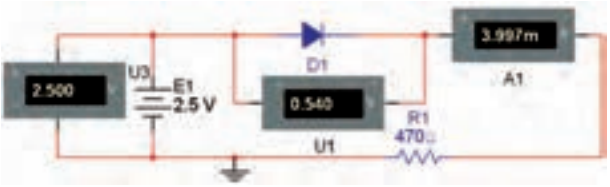
۵ــ۷ــ مراحل اجرای آزمایش

* **۱ــ۵ــ۷ــ** هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار بنویسید.

۲ــ۵ــ۷ــ رفتار دیود در شرایط DC : می‌دانیم که اگر دیود در جهت مستقیم بایاس شود جریان را از خود عبور می‌دهد، بنابراین، دیود در جهت مستقیم دارای مقاومت کمی

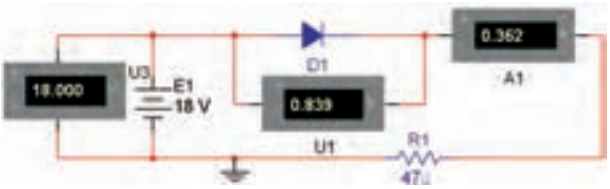
است ولی اگر دیود در جهت معکوس بایاس شود، جریان را از خود عبور نمی‌دهد، بنابراین دیود در جهت معکوس مقاومت بسیار زیادی دارد.

شکل ۳ــ۷ دیود را در حالتی نشان می‌دهد که ولتاژ بایاس آن کم تر از ولتاژ هدایت دیود است، لذا دیود هدایت نمی‌کند.



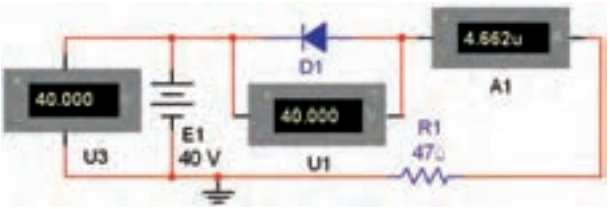
شکل ۳ــ۷ــ ولتاژ تغذیه کم‌تر از ولتاژ هدایت دیود

در شکل ۴ــ۷ ولتاژ بایاس کمی بیش‌تر از ولتاژ هدایت دیود است و دیود در بایاس موافق قرار دارد. در این حالت دیود هدایت می‌کند و جریان زیادی را از خود عبور می‌دهد.



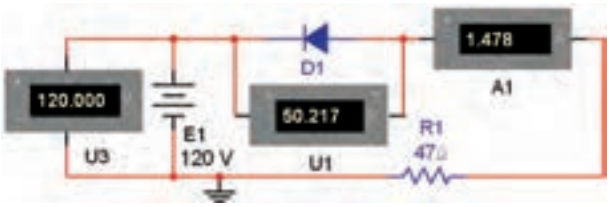
شکل ۴ــ۷ــ ولتاژ بایاس کمی بیش‌تر از ولتاژ هدایت دیود

در شکل ۵ــ۷ دیود در بایاس مخالف قرار دارد، ولتاژ بایاس دیود کم‌تر از ولتاژ شکست دیود است. در این حالت دیود هدایت نمی‌کند و حد ولتاژ شکست آن ۴۰ ولت در نظر گرفته شده است.



شکل ۵ــ۷ــ ولتاژ دو سر دیود کم‌تر از ولتاژ شکست دیود

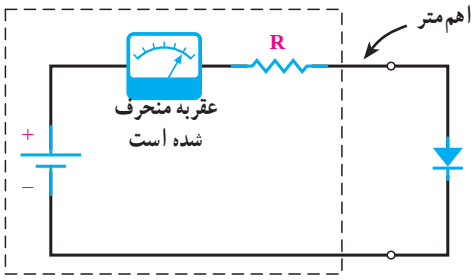
در شکل ۶ــ۷ ولتاژ دوسر دیود از ولتاژ شکست آن بیش‌تر شده است در این حالت دیود به شدت هدایت می‌کند و جریان زیادی در مدار برقرار می‌شود. در این شرایط ممکن است دیود آسیب ببیند. ولتاژ شکست دیود را در برگهٔ اطلاعات دیود مشخص می‌کنند.



شکل ۶ــ۷ــ ولتاژ دو سر دیود بیش‌تر از ولتاژ شکست آن است

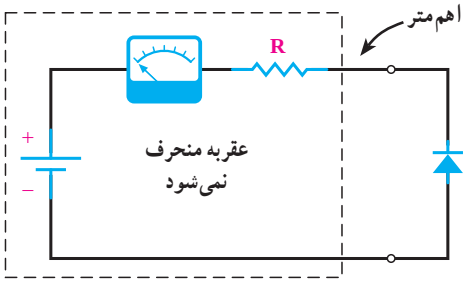
به رفتار دیود در شکل‌های ۳ــ۷ تا ۶ــ۷ دقت کنید. آیا با توجه به ویژگی‌هایی که مشاهده می‌شود، با استفاده از یک اهم‌متر که دارای باتری داخل است، می‌توانیم پایه‌های دیود، جنس دیود و سالم‌بودن آن را تعیین کنیم؟ جواب مثبت است.

۳ــ۵ــ۷ــ آزمایش دیود با مولتی‌متر : معمولاً در اکثر مولتی‌مترهای عقربه‌ای، قطب منفی مولتی‌متر به سر مثبت باتری داخلی آن و قطب مثبت مولتی‌متر، به سر منفی این باتری متصل است، پس اگر مولتی‌متر را روی درجه‌بندی اهم (ترجیحاً R×۱) قرار دهیم و دو سر آن را مطابق شکل ۷ــ۷ به دو سر دیود وصل کنیم دیود در جهت مستقیم بایاس می‌شود و مولتی‌متر اهم کمی نشان می‌دهد؛ بنابراین، سری که به منفی مولتی‌متر متصل است «آند» و دیگری «کاتد» است.



شکل ۷ــ۷ــ دیود با باتری اهم‌متر در بایاس موافق است.

اگر دیود مطابق شکل ۸ــ۷ وصل شده باشد، دیود در جهت معکوس بایاس می‌شود و مقاومت زیادی را نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۷ــ دیود با باتری اهم‌متر در بایاس مخالف است.

با توجه به شکل ۷ــ۷ آن پایه از دیود که به منفی مولتی‌متر متصل شده است «کاتد» و سر دیگری «آند» است. یادآور می‌شود که هنگام تشخیص پایه‌های آند و کاتد با مولتی‌متر عقربه‌ای باید قطب‌های مثبت و منفی خروجی مولتی‌متر را در حالت اهم‌متر شناسایی کنید. برای شناسایی از یک مولتی‌متر دیگر استفاده نمایید یا با یک دیود مشخص شده قطب‌های مولتی‌متر را تشخیص دهید.

مواردی که با * مشخص شده است را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم آزمایشگاه اندازه‌گیری) بنویسید.

* **۴ــ۵ــ۷ــ** ابتدا قطب‌های خروجی مولتی‌متر عقربه‌ای را مشخص کنید. سپس آند و کاتد دیودهای ژرمانیومی و سیلیکونی را تعیین کنید و در جدول ۱ــ۷ بنویسید.

شکل ظاهری دیودها را رسم کنید و شماره‌های فنی آن‌ها را بنویسید.

* **۵ــ۵ــ۷ــ** به برگهٔ اطلاعات Data sheet دیود مراجعه کنید و با استفاده از آن جنس دیود و پایه‌های آن را تعیین نمایید و نتایج را در جدول ۲ــ۷ درج کنید.

* **۶ــ۵ــ۷ــ** جدول ۱ــ۷ را با جدول ۲ــ۷ مقایسه کنید و دربارهٔ نتایج حاصل شده توضیح دهید.

* **۷ــ۵ــ۷ــ** در مولتی‌مترهای دیجیتالی قطب مثبت مولتی‌متر به قطب مثبت باتری داخلی و قطب منفی آن نیز به قطب منفی این باتری وصل است. در مولتی‌مترهای دیجیتالی قسمتی به نام تست دیود وجود دارد که هنگام استفاده از آن برای دیودهای ژرمانیومی ولتاژ ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌ولت و برای دیودهای سیلیکونی ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌ولت را نشان می‌دهد. این ولتاژ همان ولتاژ بایاس موافق دو سر دیود است. در شکل ۹ــ۷ آزمایش دیود با مولتی‌متر دیجیتالی در یک حالت نشان داده شده است.

شکل ۹ــ۷ــ تعیین پایه‌ها و جنس دیود با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی

با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی جنس دیودها و پایه‌های آن را مشخص کنید و نتایج را در جدول ۳ــ۷ بنویسید.

* **۸ــ۵ــ۷ــ** جداول ۱ــ۷، ۲ــ۷ و ۳ــ۷ را با هم مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

آزمایش سالم بودن دیود با اهم‌متر

* **۹ــ۵ــ۷ــ** دیودها وقتی می‌سوزند یا کاملاً اتصال کوتاه می‌شوند یا از داخل قطع می‌شوند، دیود در حالتی که اتصال کوتاه شده باشد، در هر دو جهت مقاومت «کمی» را نشان می‌دهد و در حالتی که قطع شده باشد، در هر دو جهت مقاومت «بسیار زیادی» را نشان می‌دهد و این علائم نشان‌دهندهٔ خرابی دیود است. همان‌طورکه دیدید دیود سالم در یک جهت دارای مقاومت کم و در جهت دیگر دارای مقاومت زیاد است. به عبارت دیگر؛ یک دیود سالم، دیودی است که بین آند و کاتد آن در یک جهت راه دهد و در جهت دیگر راه ندهد.

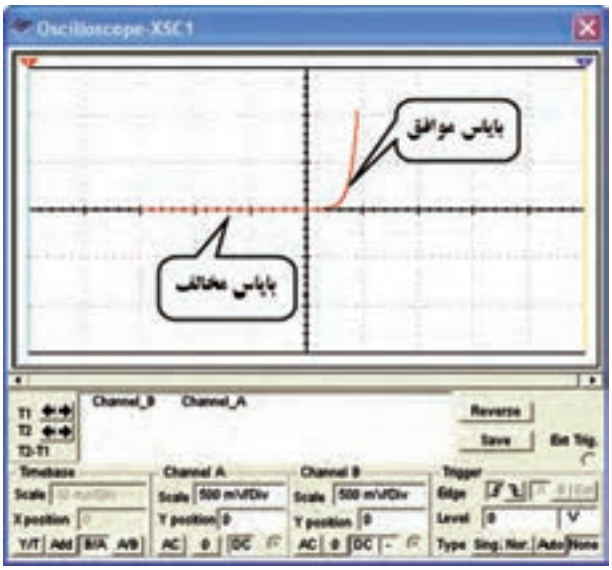
چهار دیود سالم و چهار دیود معیوب را در یک جعبه بریزید سپس با استفاده از مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتالی آن را

آزمایش کنید و دیودهای معیوب را از دیودهای سالم جدا نمایید. دربارهٔ مراحل اجرای این تجربه به‌طور کامل توضیح دهید.

* **۱۰ــ۵ــ۷ــ** چگونگی تشخیص پایه‌های دیود، جنس دیود و سالم‌بودن آن را به‌طور کامل و مرحله به مرحله با مولتی‌متر دیجیتالی توضیح دهید.

منحنی مشخصهٔ استاتیکی دیود

۱۱ــ۵ــ۷ــ منحنی تغییرات جریان دیود برحسب ولتاژ دو سر آن در گرایش مستقیم و معکوس به «منحنی مشخصهٔ استاتیکی» یا منحنی «ولت‌آمپر دیود» معروف است. در شکل ۱۰ــ۷ منحنی ولت‌آمپر دیود در گرایش مستقیم و معکوس نشان داده شده است. محور قائم «جریان دیود» و محور افقی ولتاژ «دو سر دیود» را نشان می‌دهد. بخشی از منحنی که V_D و I_D مثبت هستند، منحنی ولت‌آمپر دیود در گرایش مستقیم و بخشی از آن که V_D و I_D هر دو منفی هستند، منحنی ولت‌آمپر دیود در گرایش معکوس است. V_γ ولتاژ زانو، I_{Dmax} حداکثر جریان مجاز دیود در گرایش مستقیم و V_B ولتاژ شکست دیود در گرایش معکوس است. ولتاژ شکست دیود در گرایش معکوس و حداکثر جریان دیود در گرایش مستقیم دو پارامتر بسیار مهم دیود است. برای مثال: دیود ۲۰۰V/1A یعنی دیودی که در گرایش معکوس، ۲۰۰ ولت را تحمّل می‌کند و در گرایش مستقیم می‌توانیم حداکثر یک آمپر جریان از آن عبور دهیم.

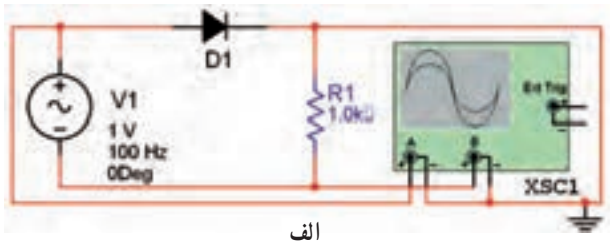


شکل ۱۰ــ۷ــ مشخصهٔ ولت‌آمپر دیود

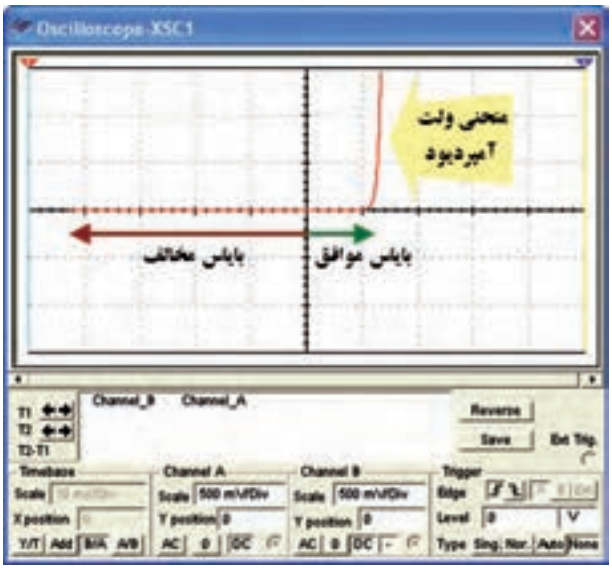
مشخصهٔ ولت‌آمپر دیود را می‌توان به روش نقطه‌یابی یا به وسیلهٔ دستگاه‌های اسیلوسکوپ و منحنی نما به دست آورد. در این آزمایش با استفاده از اسیلوسکوپ، منحنی مشخصهٔ دیود را در گرایش مستقیم و معکوس به‌دست می‌آورید.

از آن‌جا که روش نقطه‌یابی طولانی و زمان‌بر است در این آزمایش از آن صرفنظر کرده‌ایم. یادآور می‌شود که در آزمایش شمارهٔ ۶ در قسمت x–y اسیلوسکوپ منحنی دیود را به‌دست آورده‌ایم. در این آزمایش برای تمرین نمونهٔ دیگری از دیود را تجربه می‌کنیم.

۱۲ــ۵ــ۷ــ برای رسم مشخصهٔ دیود به کمک اسیلوسکوپ از مدار شکل ۱۱ــ۷ استفاده می‌کنیم در این مدار نقطهٔ H به ورودی افقی و نقطهٔ V به ورودی عمودی و نقطهٔ G به زمین اسیلوسکوپ وصل می‌شود. با قراردادن اسیلوسکوپ در وضعیت xy و تنظیم ورنیه‌های آن می‌توان شکل منحنی مشخصهٔ دیود را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ مشاهده کرد.



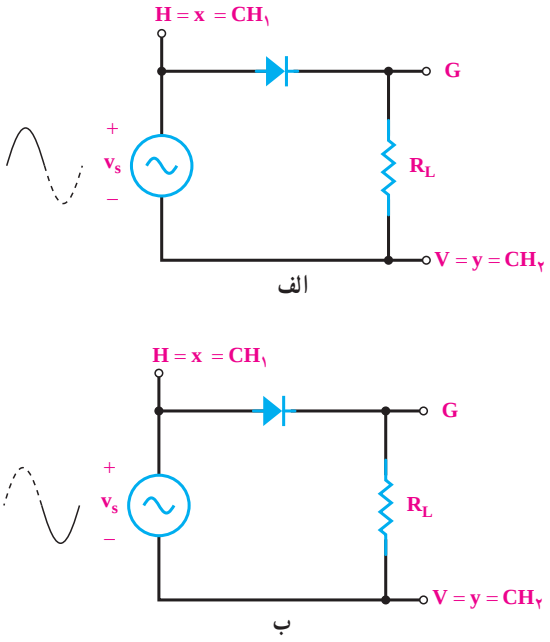
الف



ب

شکل ۱۱ــ۷ــ اتصال دیود به اسیلوسکوپ

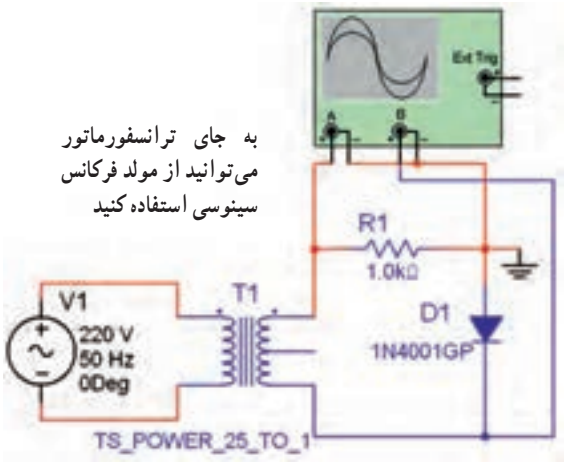
در شکل ۷ــ۱۰ V_S یک سیگنال سینوسی است. وقتی که سیگنال ورودی نیم‌سیکل مثبت را طی می‌کند H نسبت به G مثبت و دیود در گرایش مستقیم قرار می‌گیرد. هنگامی که سیگنال ورودی، نیم‌سیکل منفی را طی می‌کند H نسبت به G منفی بوده، دیود در گرایش معکوس قرار می‌گیرد. در شکل ۷ــ۱۲ــ الف دیود در گرایش مستقیم و در شکل ۷ــ۱۲ــ ب دیود در گرایش معکوس قرار دارد.



شکل ۷ــ۱۲ــ دیود در گرایش مستقیم و معکوس

ولتاژ دو سر دیود به صفحات انحراف افقی متصل شده و جریان دیود که همان ولتاژ دو سر مقاومت R_L است، به صفحات انحراف قائم اتصال دارد. از طرفی ولتاژ دو سر دیود و جریان آن با توجه به سیگنال سینوسی ورودی به‌طور دائم در حال تغییر است و تکرار می‌شود. این تغییرات دامنه و تکرار آن باعث رسم شدن منحنی مشخصهٔ دیود روی اسیلوسکوپ می‌شود. درصورتی که فرکانس کم باشد، می‌توانید مسیر ترسیم اشعه را مشاهده کنید.

* **۷ــ۵ــ۱۳ــ** مدار شکل ۷ــ۱۳ را روی برد بُرد ببندید و با اتصال نقاط V و H و G به اسیلوسکوپ و تنظیم مناسب ورنیه‌های آن، شکل منحنی مشخصهٔ دیودهای ژرمانیوم و سیلیکون را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ مشاهده و با مقیاس مناسب روی کاغذ میلی‌متری رسم کنید.



شکل ۷ــ۱۳ــ ترسیم منحنی مشخصهٔ دیود

با توجه به مقدار مقاومت ۱KΩ محور افقی و محور قائم منحنی دیود را به‌طور صحیح درجه‌بندی کنید.

* **۷ــ۵ــ۱۴ــ** مقدار مقاومت استاتیکی دیود را در سه نقطه از منحنی محاسبه کنید و بنویسید. انتخاب نقاط بر عهده خودتان است.

* **۷ــ۵ــ۱۵ــ** فرکانس فانکشن ژنراتور را روی ۰/۱Hz بگذارید. به منحنی ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ توجه کنید. آیا نقطهٔ نورانی در مسیر ترسیم منحنی حرکت می‌کند؟ توضیح دهید.

* **۷ــ۵ــ۱۶ــ** با استفاده از منحنی دیود، مقدار ولتاژ هدایت دیود و ولتاژ معکوسی که در دو سر آن افت می‌کند را به‌دست آورید.

* **۷ــ۵ــ۱۷ــ** ۴ عدد دیود زنر سالم و سوخته را در یک جعبه بریزید. سپس با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی ابتدا دیودهای سالم و معیوب را از یک‌دیگر جدا کنید، دلایل سالم یا معیوب بودن آن‌ها را بنویسید. سپس جنس و پایه‌های دیودهای زنر سالم را با مولتی‌متر مشخص کنید و در جدول ۷ــ۴ بنویسید.

* **۷ــ۵ــ۱۸ــ** مراحل اجراشده در این آزمایش را با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم تجربه کنید و دربارهٔ نتایج حاصل شده به‌طور خلاصه شرح دهید.

* ۶ــ۷ــ جمع‌بندی

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

۷ــ۷ــ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ــ۷ــ۷ــ اندازهٔ ولتاژ پتانسیل سد برای دیودهای ژرمانیومی حدود ... تا ... ولت و برای دیودهای سیلیسیومی حدود ..... تا ..... ولت است.

۲ــ۷ــ۷ــ در استاندارد آمریکایی برای نام‌گذاری دیودها از علامت ..... استفاده می‌کنند.

صحیح یا غلط

۳ــ۷ــ۷ــ در استاندارد ژاپنی برای نام‌گذاری دیودها از علامت ۱S استفاده می‌کنند.

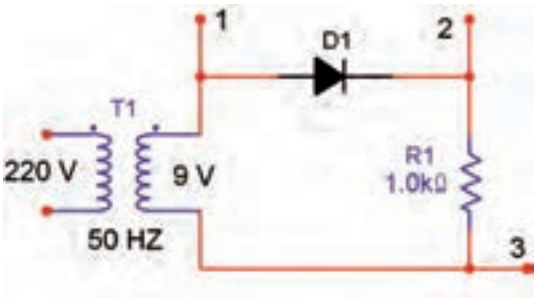
صحیح ☐ غلط ☐

۴ــ۷ــ۷ــ دیود ۱۰۰V/۱A می‌تواند در گرایش مستقیم ولتاژ ۱۰۰V را تحمل می‌کند و قادر به عبور جریان یک آمپر است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۵ــ۷ــ۷ــ برای رسم منحنی مشخصهٔ ولت‌آمپر دیود توسط مدار شکل ۱۴ــ۷ کدام روش اتصال اسیلوسکوپ به مدار صحیح است؟



شکل ۱۴ــ۷

۱) ۱ به X یا CH۱
۲ به Y یا CH۲
۳ به GND

۲) ۱ به X یا CH۱
۲ به GND
۳ به Y یا CH۲

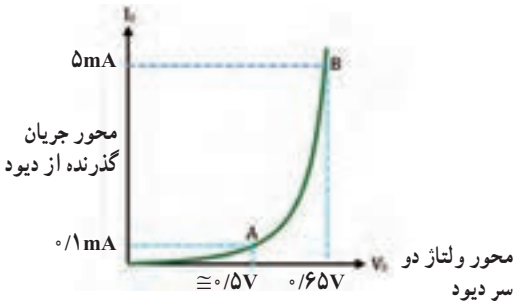
۳) ۱ به Y یا CH۲
۲ به X یا CH۱
۳ به GND

۴) ۱ به GND
۲ به X یا CH۱
۳ به Y یا CH۲

تشریحی و محاسباتی

۶ــ۷ــ۷ــ منحنی مشخصهٔ ولت‌آمپر یک دیود سیلیکونی را با مقادیر دلخواه در بایاس موافق و مخالف رسم کنید.

۷ــ۷ــ۷ــ مقاومت استاتیکی دیود را در نقاط A و B روی منحنی مشخصهٔ شکل ۱۵ــ۷ محاسبه کنید.



شکل ۱۵ــ۷

۸ــ۷ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به الگوی پرسش و اجرای فعالیت‌های نرم‌افزاری و تنظیم کامل کتاب گزارش کار، در زمان تعیین شده برای ارزشیابی مراجعه کنید.

آزمایش شمارهٔ ۸

زمان اجرا : ۹ ساعت آموزشی

یکسوسازهای نیم‌موج، تمام‌موج و صافی خازنی

هدف کلی آزمایش

تجربهٔ عملی بر روی عملکرد مدارهای یکسوساز و صافی

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

۱ــ مدار یکسوساز نیم‌موج را ببندد.

۲ــ شکل موج خروجی یکسوساز نیم موج را به وسیلهٔ اسیلوسکوپ رسم کند.

۳ــ ولتاژ DC دو سربار را در یکسوساز نیم‌موج با فرمول محاسبه کند.

۴ــ ولتاژ DC دو سربار را در یک‌سوساز نیم‌موج اندازه بگیرد.

۵ــ مقدار ولتاژ DC اندازه‌گیری شده و محاسبه شده را با هم مقایسه کند.

۶ــ پریود سیگنال خروجی دو سر بار را در یکسوساز نیم موج اندازه بگیرد.

۷ــ فرکانس سیگنال خروجی (دو سربار) را در یکسوساز نیم‌موج محاسبه کند.

۸ــ مدار یکسوساز تمام موج با دو دیود را ببندد.

۹ــ مشخصه‌های ماکزیمم مجاز ولتاژ و جریان دیود را شرح دهد.

۱۰ــ علائم اختصاری مربوط به مشخصه‌های ولتاژ و جریان دیود را شرح دهد.

۱۱ــ شکل موج خروجی یکسوساز تمام موج را به وسیله اسیلوسکوپ رسم کند.

۱۲ــ ولتاژ DC دو سربار را در یکسوساز تمام موج با فرمول محاسبه کند.

۱۳ــ ولتاژ DC دو سربار را در یکسوساز تمام موج اندازه بگیرد.

۱۴ــ ولتاژ DC محاسبه شده و اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کند.

۱۵ــ زمان تناوب و فرکانس سیگنال خروجی را اندازه بگیرد.

۱۶ــ مدار یکسوساز پل را ببندد.

۱۷ــ به وسیله اسیلوسکوپ شکل موج دو سر بار در یکسوساز تمام موج پل رارسم کند.

۱۸ــ ولتاژ DC دو سربار را در یکسوساز تمام موج پل اندازه بگیرد.

۱۹ــ مدار یکسوساز پل با خازن صافی را ببندد.

۲۰ــ شکل موج دو سر بار را در یکسوساز تمام موج پل با خازن صافی رسم کند.

۲۱ــ در یکسوساز تمام موج پل با خازن صافی سیگنال ریپل را رسم کند و ولتاژ پیک‌تو پیک ریپل را اندازه بگیرد.

۲۲ــ تأثیر افزایش ظرفیت خازن صافی را روی کاهش ضربان موج آزمایش کند.

۲۳ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم ــ مراحل مربوط به آزمایش شمارهٔ ۸ (یکسوسازها) را شبیه‌سازی کند.

۲۴ــ گزارش کار را به‌طور کامل ــ دقیق و مستند بنویسد.

۲۵ــ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش اول آمده است را نیز در این آزمایش اجرا کند.

۱ــ۸ــ اطلاعات اولیه

۱ــ۱ــ۸ــ یکی از کاربردهای متداول دیود استفاده از آن در یک‌سوسازی است. یک‌سوساز مداری است که ولتاژ متناوب را به ولتاژ ضربان‌دار DC تبدیل می کند. ولتاژ ضربان‌دار DC را می‌توانیم با استفاده از خازن صاف کنیم و آن را تبدیل به ولتاژ DC قابل استفاده برای دستگاه‌های الکترونیکی نماییم.

یکسوسازها در انواع زیر شکل می‌گیرند.

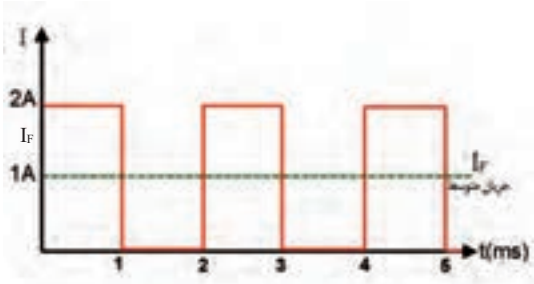
- یک‌سوساز نیم‌موج (Half wave rectifier)
- یک‌سوساز تمام موج با دو دیود
(full wave rectifier with two Diode)
- یک‌سوساز پل (Bridge rectifier)

۲ــ۱ــ۸ــ هنگام استفاده از دیود در یک‌سوسازی، باید مشخصه‌های دیود را که توسط کارخانهٔ سازنده در برگهٔ اطلاعات (Datasheet) دیود داده می‌شود در نظر گرفت. مهم‌ترین مشخصه‌های دیود را به دو دسته شامل مشخصه‌های ولتاژ و مشخصه‌های جریان تقسیم می‌کنند.

نکتهٔ مهم: درصورتی که هنگام کار، مشخصه‌های دیود را در نظر نگیریم، ممکن است دیود آسیب ببیند.

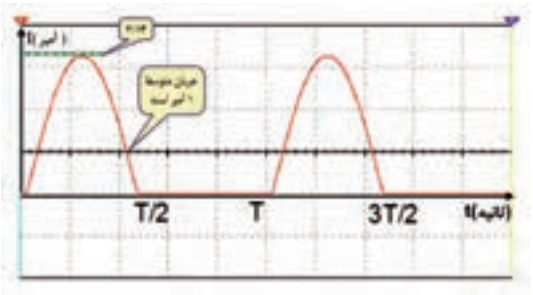
۳ــ۱ــ۸ــ مشخصه‌های جریان: مشخصه‌های جریان، مقادیری هستند که در بایاس موافق دیود مطرح می‌شوند. کارخانهٔ سازندهٔ دیود حداکثر مقدار مجاز جریان‌ها را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. اگر مقادیری که به دیود اعمال می‌شود بیشتر از مقادیر اعلام شده توسط کارخانهٔ سازنده باشد، احتمال آسیب‌دیدن دیود زیاد است. مهم‌ترین مشخصه‌های جریان دیود به شرح زیر است.

جریان متوسط مجاز دیود (I_F): جریان متوسط همان جریان DC است که آمپرمتر DC آن را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال در شکل ۱ــ۸ جریان متوسط برابر با یک آمپر است جریان متوسط را با I_F نشان می‌دهند این جریان را جریان متوسط مجاز دیود نیز می‌نامند.



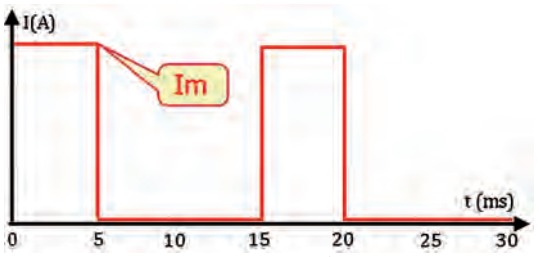
شکل ۱ــ۸ــ مقدار جریان متوسط مجاز (I_F) دیود برای موج مربعی

در شکل ۲ــ۸ جریان متوسط مجاز دیود را برای یک موج سینوسی مشاهده می‌کنید.

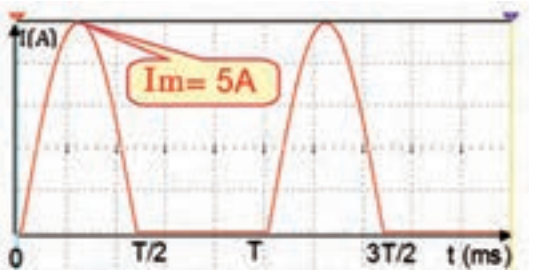


شکل ۲ــ۸ــ جریان متوسط مجاز دیود برای موج سینوسی

ماکزیمم جریان تکراری مجاز دیود I_{FRM}: حداکثر جریانی است که به‌صورت تکرار سیکل‌ها در دیود جاری می‌گردد. در شکل ۳ــ۸ ماکزیمم جریان مجاز دیود برابر ۵A است. جریان ماکزیمم مجاز دیود را با Im نیز نشان می‌دهند.



الف) موج مربعی



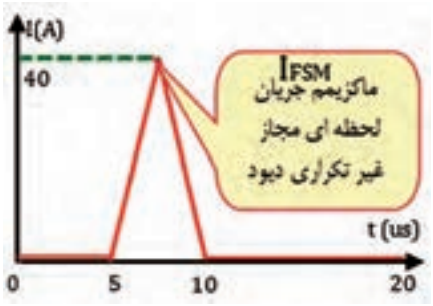
ب) موج سینوسی

شکل ۳ــ۸

ماکزیمم جریان لحظه‌ای مجاز غیرتکراری I_{FSM}:
این جریان تکراری نیست و دیود می‌تواند در فاصله زمان معین فقط برای یک بار آن‌را تحمل کند. چنان‌چه این جریان چند بار پشت سر هم به دیود داده شود، دیود می‌سوزد شکل ۴ــ۸. ماکزیمم جریان لحظه‌ای مجاز دیود را با I_{FSM} نشان می‌دهند که

مخفف کلمات زیر است.

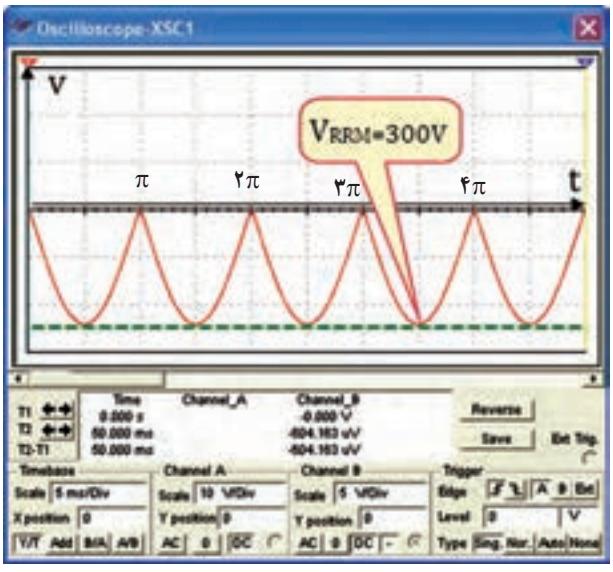
FSM= Forward Surge Current



شکل ۴ــ۸ــ ماکزیمم جریان لحظه‌ای غیرتکراری مجاز دیود I_{FSM}

۴ــ۱ــ۸ــ مشخصه‌های ولتاژ : مشخصه‌های ولتاژ مقادیری از ولتاژها هستند که در بایاس مخالف (معکوس) دیود مطرح می‌شوند. کارخانه‌های سازنده، حداکثر مقدار مجاز این ولتاژها را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند. اگر مقادیری که عملاً به دیود اعمال می‌شود بیشتر از مقادیر اعلام‌شده توسط کارخانهٔ سازنده باشد احتمال آسیب دیدن دیود زیاد است. مهم‌ترین مشخصه‌های ولتاژ به شرح زیر است.

ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز (VR) : حداکثر ولتاژی است که دیود می‌تواند در بایاس معکوس تحمل کند. برای ولتاژهای ثابت علامت VR و برای ولتاژهای متناوب از علامت VRM استفاده می‌کنند. ولتاژ معکوس را به‌صورت تکرار سیکل



شکل ۵ــ۸ــ ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری مجاز دیود در بایاس معکوس V_{RRM}

نیز به کار می‌برند و آن را V_{RRM} می‌نامند. شکل ۵ــ۸ ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری را نشان می‌دهد.

RRM مخفف کلمات زیر است :

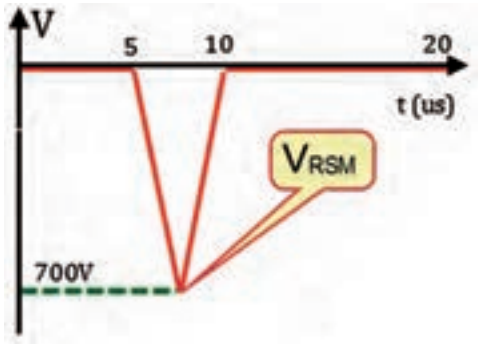
RRM=Repeatetive Reverse Maximum

ماکزیمم ولتاژ معکوس غیرتکراری مجاز دیود (V_{RSM}) : حداکثر ولتاژی است که دیود می‌تواند به‌صورت غیرتکراری در بایاس معکوس تحمل کند. در صورت تکرار این ولتاژ در فواصل زمانی کم، دیود می‌سوزد شکل (۶ــ۸)

RSM مخفف کلمات زیر است :

RSM= Reverse Surge Maximum

در شکل ۵ــ۸ مقدار ولتاژ ماکزیمم معکوس تکرارِی مجازِ دیود ۳۰۰ ولت است.



شکل ۶ــ۸ــ ولتاژ ماکزیمم معکوس غیرتکرارِی مجاز دیود (V_{RSM})

در شکل ۶ــ۸ مقدار ولتاژ ماکزیمم معکوس غیرتکراری مجاز دیود ۷۰۰ ولت است.

برای تعیین مقادیر مجاز ماکزیمم دیود باید به برگهٔ اطلاعات (Datasheet) دیود مراجعه کنید.

۲ــ۸ــ نکات ایمنی

کلیهٔ نکات ایمنی آزمایش‌های گذشته را دوباره مطالعه کنید و در این آزمایش نیز به‌کار بگیرید.

۳ــ۸ــ کار با نرم‌افزار

برای این که درک عمیق‌تری از مفاهیم یک‌سوسازی داشته باشید، کلیهٔ آزمایش‌های مربوط به این قسمت را قبل از

شروع کار روی میز آزمایشگاه واقعی، با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم، یا هر نرم‌افزار دیگری که در اختیار دارید شبیه‌سازی کنید. از هنرآموزان عزیز نیز درخواست می‌شود که مراحل شبیه‌سازی را یک هفته قبل از شروع آزمایش برای هنرجویان نمایش دهند.

۴ــ۸ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

ــ اسیلوسکوپ دوکاناله	۱ دستگاه
ــ مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
ــ سیگنال ژنراتور AF یا فانکشن ژنراتور یا ترانسفورماتور ۲۲۰/۲×۶	۱ دستگاه
ــ دیود ۱N۴۰۰۱	۴ عدد
ــ خازن ۲۵V و ۱μf	۱ عدد
ــ خازن ۲۵V و ۴۷۰μf	۱ عدد
ــ مقاومت‌های ۲۲۰Ω و ۱۰KΩ نیم وات از هرکدام	۱ عدد
ــ مقاومت ۱KΩ نیم وات	۲ عدد
ــ برد بُرد	۱ قطع

پاسخ مواردی که با * مشخص شده است را در کتاب گزارش کار (جلد دوم آزمایشگاه اندازه‌گیری) بنویسید.

۵ــ۸ــ مراحل اجرای آزمایش

یک‌سوساز نیم‌موج

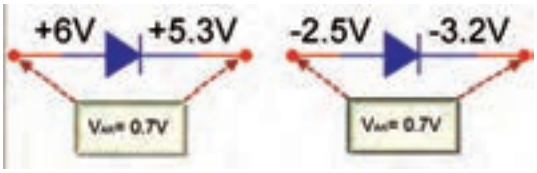
*۱ــ۵ــ۸ــ هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲ــ۵ــ۸ــ یک دیود هنگامی هدایت می‌کند که دو شرط زیر در آن برقرار باشد.

الف) ولتاژ آند تقریباً ۰/۷ ولت مثبت‌تر از ولتاژ کاتد باشد.

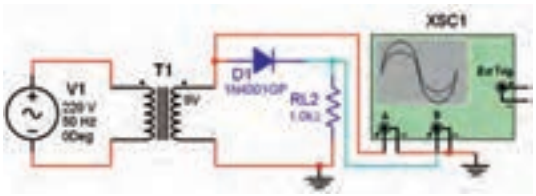
ب) جریان عبوری از مدار به اندازه کافی باشد.

در شکل ۷ــ۸ هر دو دیود هدایت می‌کنند زیرا در هر دو دیود ولتاژ آند تقریباً ۰/۷ ولت مثبت‌تر از کاتد است.

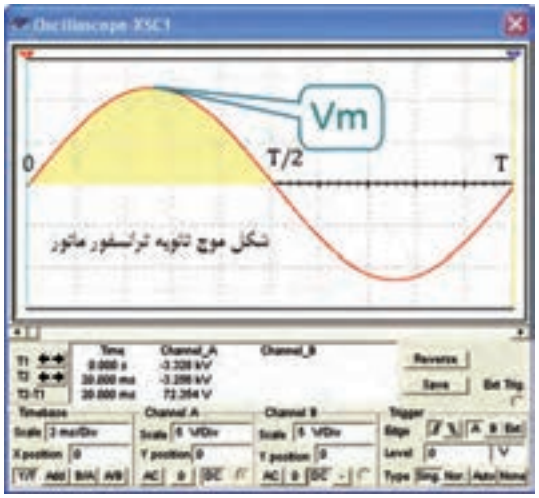


شکل ۷ــ۸ــ هر دو دیود در حالت هدایت قرار دارند

در مدار شکل ۸ــ۸ در نیم سیکل مثبت برای دیود شرایط هدایت وجود دارد لذا در نیم سیکل مثبت دیود هدایت می‌کند. در هنگام هدایت دیود، افت ولتاژی معادل ۰/۷ ولت در دو سر آن به وجود می‌آید.



الف



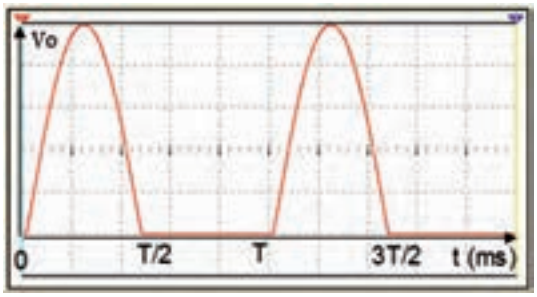
ب

شکل ۸ــ۸ــ در نیم‌سیکل مثبت دیود هدایت می‌کند.

در تحلیل مدارهای ساده دیودی مانند یکسوسازها، اغلب از این ۰/۷ ولت صرف‌نظر می‌کنند و هنگام هدایت دیود آن را اتصال کوتاه و مشابه یک کلید بسته در نظر می‌گیرند. شکل ۹ــ۸، شکل موج ولتاژ خروجی مدار یکسوساز را در شرایطی که دیود هادی می‌شود نشان می‌دهد.

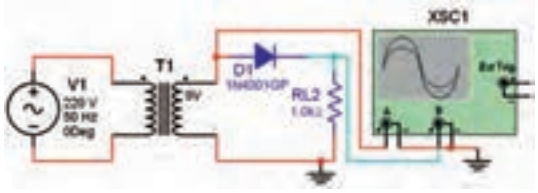
در نیم‌سیکل منفی، دیود در بایاس معکوس قرار می‌گیرد، لذا هدایت نمی‌کند و جریان در مدار صفر است. بنابراین $V_o=R.i=R\times 0=0V$ می‌شود.

بنابراین شکل موج ولتاژ خروجی مدار شکل ۸ــ۸ به‌صورت شکل ۹ــ۸ است. در این شکل از ولتاژ ۰/۷ ولت صرف‌نظر شده است.



شکل ۹ــ۸ــ شکل موج خروجی مدار یکسوساز نیم‌موج

۳ــ۵ــ۸ــ مدار شکل ۱۰ ــ ۸ را روی برد برد ببندید.



شکل ۱۰ــ۸ــ مدار یک‌سوساز نیم‌موج

برای منبع ورودی مدار می‌توانید از سیگنال ژنراتور AF، فانکشن ژنراتور یا ترانسفورماتور استفاده کنید. درصورتی که از ترانسفورماتور استفاده می‌کنید باید ولتاژ خروجی آن ۹،۶ یا ۱۲ ولت باشد. چنان‌چه از دستگاه فانکشن ژنراتور یا سیگنال ژنراتور AF استفاده می‌کنید ولتاژ خروجی آن را روی ۱۰ ولت ماکزیمم ($V_P=10V$) تنظیم کنید.

۴ــ۵ــ۸

■ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.

■ با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را نازک و با نور کافی تنظیم کنید.

■ کلید سلکتور MODE را در حالت CH۱ بگذارید.

■ کلید سلکتور SOURCE را در حالت Line بگذارید.

■ کلید سلکتور Volts/Div کانال CH۱ را روی ۵ ولت بگذارید.

■ کلید سلکتور Time / Div را روی ۲ms بگذارید.

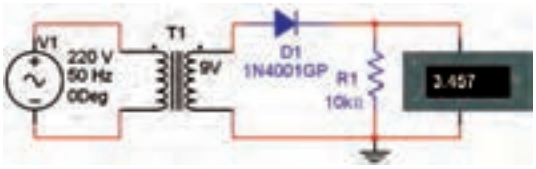
■ کلید AC–GND–DC را در حالت GND بگذارید.

■ به کمک ولوم V/Position خط اشعه را در وسط صفحه تنظیم کنید.

■ چنان‌چه از سیگنال ژنراتور AF یا فانکشن ژنراتور استفاده می‌کنید دامنهٔ ولتاژ خروجی را روی ۱۰Vpeak و فرکانس آن را روی ۵۰Hz یا ۱۰۰Hz بگذارید.

■ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید. چنان‌چه از ترانسفورماتور استفاده کرده‌اید ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.

*** ۵ــ۵ــ۸ــ** با استفاده از مولتی‌متر طبق شکل ۱۱ــ۸ ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید. مولتی‌متر باید روی حوزه کار DC قرار گیرد. مقدار اندازه‌گیری شده را در جدول ۱ــ۸ بنویسید.



شکل ۱۱ــ۸ــ اندازه‌گیری ولتاژ DC یک‌سوساز نیم‌موج با مولتی‌متر

با توجه به حداکثر دامنهٔ خروجی سیگنال ژنراتور، می‌توانید ولتاژ خروجی را تغییر دهید.

*** ۶ــ۵ــ۸ــ** شکل موج خروجی را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ مشاهده کنید و در صورت نیاز، تنظیم‌ها را دوباره انجام دهید. سپس مراحل زیر را اجرا نمایید.

■ کلید AC–GND–DC را در حالت GND بگذارید و اشعه را در مرکز صفحهٔ حساس تنظیم کنید.

■ کلید AC–GND–DC را در حالت AC بگذارید و شکل موج را مشاهده کنید.

■ کلید AC–GND–DC را به حالت DC تغییر دهید و

میزان جابه‌جایی شکل موج را اندازه بگیرید و در جدول ۱ــ۸ بنویسید.

نکتهٔ مهم: در شکل موج یک‌سوشدهٔ نیم‌موج، در واقع سیگنال ضربان‌دار یک‌سو شده با ولتاژ DC جمع شده است.

***۷ــ۵ــ۸ــ** مقادیر به‌دست‌آمده در جدول ۱ــ۸ را با هم مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم برابر است؟ توضیح دهید به چه دلیل مقادیر به دست‌آمده کمی با هم تفاوت دارند؟ شرح دهید.

سؤال ۱ : آیا می‌توانیم بگوییم در سیگنال یک سوشدهٔ نیم‌موج، یک سیگنال ضربان‌دار سوار یک ولتاژ DC شده است؟ شرح دهید.

***۸ــ۵ــ۸**

■ شکل موج نشان داده‌شده روی صفحه حساس را در نمودار ۱ــ۸ با مقیاس متناسب رسم کنید.

■ دامنهٔ ماکزیمم موج نشان داده شده روی صفحهٔ حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

***۹ــ۵ــ۸ــ** با توجه به مقدار V_p مقدار متوسط ولتاژ $V_{ave}=V_{Dc}$ را محاسبه کنید.

***۱۰ــ۵ــ۸ــ** مقادیر اندازه‌گیری شده در جدول ۱ــ۸ را با مقدار محاسبه‌شده در مرحلهٔ ۹ــ۵ــ۸ مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم برابر است؟ توضیح دهید.

***۱۱ــ۵ــ۸ــ** زمان تناوب و فرکانس خروجی مدار یک‌سو ساز نیم موج را با استفاده از نمودار ۱ــ۸ اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید.

توجه: هنگام اندازه‌گیری ولوم Time Variable روی حالت call قرار گیرد.

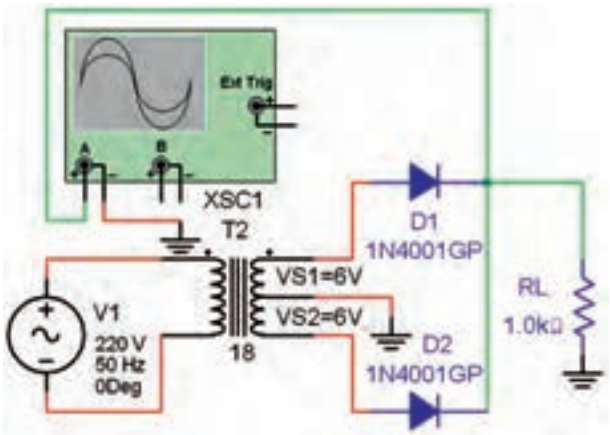
***۱۲ــ۵ــ۸ــ** فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۰۰KHz تنظیم کنید. شکل موج خروجی را روی اسیلوسکوپ ببینید. به چه دلیل سیگنال خروجی یک‌سو شده نیست؟ توضیح دهید.

***۱۳ــ۵ــ۸ــ** به برگهٔ اطلاعات Datasheet دیود ۱N۴۰۰۱ مراجعه کنید مقادیر V_{RRM}، I_{Fsm}، I_M، I_F و V_{RSm} را به‌دست آورید و در جدول ۲ــ۸ بنویسید.

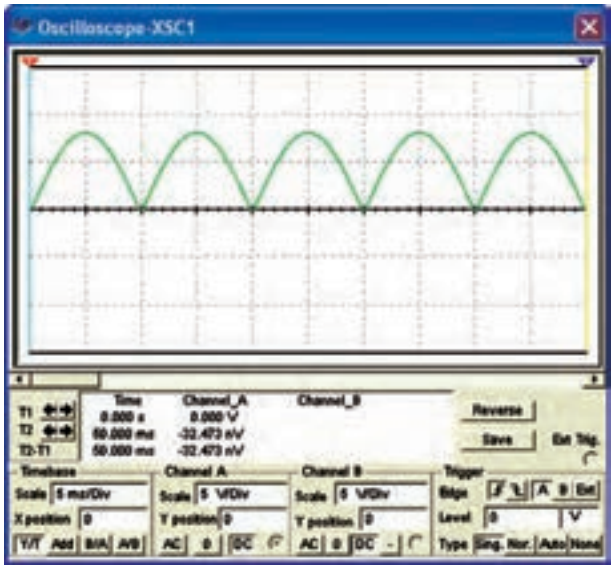
***۱۴ــ۵ــ۸ــ** جدول ۳ــ۸ که مربوط به مشخصه‌های دیود است را ترجمه کنید.

یک‌سوساز تمام‌موج

***۱۵ــ۵ــ۸ــ** مدار شکل ۱۲ــ۸ را روی برد بُرد ببندید. این مدار یک‌سوساز تمام موج با دو دیود است. دربارهٔ این مدار در کتاب الکترونیک عمومی به‌طور کامل بحث شده است.



الف



ب

شکل ۱۲ــ۸ــ مدار یک سوساز تمام‌موج

■ به جای ترانسفورماتور می‌توانید مانند مدار یک سوساز نیم‌موج از دستگاه سیگنال ژنراتور AF یا دستگاه فانکشن ژنراتور استفاده کنید.

■ تنظیم‌های اسیلوسکوپ را مشابه مدار یک‌سوساز نیم‌موج انجام دهید.

■ با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ DC دو سر بار را طبق شکل ۱۳ــ۸ اندازه بگیرید و در جدول ۴ــ۸ یادداشت کنید.

*۱۶ــ۵ــ۸ــ شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب روی نمودار ۲ــ۸ رسم کنید.

*۱۷ــ۵ــ۸ــ مقدار ولتاژ DC سیگنال یک‌سوشدهٔ تمام موج را مطابق روشی که برای یک‌سوساز نیم‌موج گفته شد اندازه بگیرید و در جدول ۲ــ۸ یادداشت کنید. مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید آیا مقادیر تقریباً با هم برابر است؟ توضیح دهید.

*۱۸ــ۵ــ۸ــ دامنهٔ ماکزیمم موج یک‌سوشدهٔ تمام موج $V_m=V_P$ را اندازه بگیرید. سپس با استفاده از رابطهٔ $V_{DC}=\frac{۲V_m}{\pi}$ مقدار ولتاژ DC را محاسبه و یادداشت کنید.

*۱۹ــ۵ــ۸ــ مقدار محاسبه شده در مرحلهٔ قبل را با مقادیر اندازه‌گیری شده در جدول ۴ــ۸ مقایسه کنید. آیا این مقادیر تقریباً با هم برابر است؟ شرح دهید.

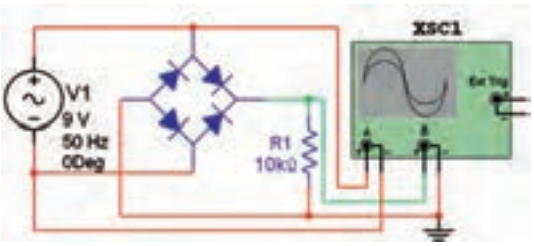
*۲۰ــ۵ــ۸ــ مقادیر به‌دست‌آمده در جدول ۱ــ۸ را با مقادیر جدول ۴ــ۸ مقایسه کنید آیا مقدار متوسط DC یک‌سوساز تمام‌موج تقریباً دو برابر مقدار متوسط DC یک‌سوساز نیم‌موج است؟ توضیح دهید.

*۲۱ــ۵ــ۸ــ مقدار زمان تناوب و فرکانس سیگنال خروجی یک‌سوساز تمام‌موج را با استفاده از نمودار ۲ــ۸ اندازه‌گیری و محاسبه کنید.

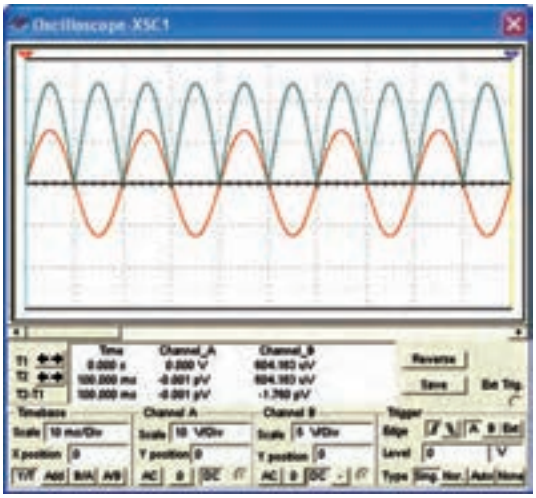
یک‌سو ساز پل

*۲۲ــ۵ــ۸ــ مدار شکل ۱۳ــ۸ که مدار یک‌سوساز پل است را روی بِردبُرد ببندید و تنظیم‌های زیر را روی اسیلوسکوپ انجام دهید. مشابه یک‌سوساز نیم‌موج می‌توانید از سیگنال ژنراتور AF یا فانکشن ژنراتور به جای ترانسفورماتور استفاده کنید.

نکتهٔ مهم: به جای ۴ دیود می‌توانید از مجموعهٔ دیود پل که در یک بسته‌بندی قرار دارد استفاده کنید.



الف



ب

شکل ۱۳ــ۸ــ مدار یک‌سوساز پل

■ با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را کاملاً نازک (باریک) و با نور کافی تنظیم کنید.

■ کلید سلکتور MODE را در حالت CH۱ بگذارید.

■ کلید سلکتور SOURCE را در حالت CH۱ بگذارید.

■ کلید سلکتور Volt/Div را روی ۵ ولت قرار دهید.

■ کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms قرار دهید.

■ کلید سلکتور AC–GND–DC را در حالت GND قرار دهید و خط صفر را درست در وسط صفحه حساس تنظیم کنید.

■ فانکشن ژنراتور را روشن کنید و خروجی آن را روی ۱۰Vp با فرکانس ۵۰Hz یا ۱۰۰z تنظیم کنید.

■ درصورتی که از ترانسفورماتور استفاده می‌کنید، ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط به برق ۲۲۰ ولت متصل کنید.

■ کلید AC–GND–DC را به حالت DC تغییر دهید.

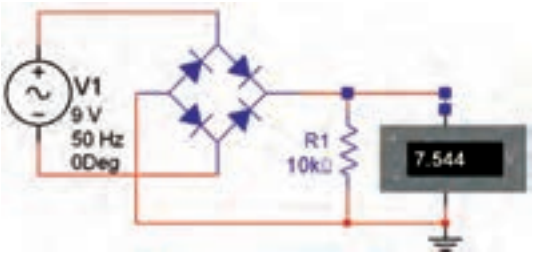
■ شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساس اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار ۳ــ۸ رسم کنید.

*** ۸ــ۵ــ۲۳**

■ ولتاژ DC خروجی یک‌سوساز تمام موج را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و در جدول ۵ــ۸ بنویسید.

■ مقدار ولتاژ DC خروجی یک‌سوساز تمام‌موج را به‌وسیلهٔ مولتی‌متر دیجیتالی طبق شکل ۱۴ــ۸ اندازه بگیرید و در جدول ۵ــ۸ بنویسید.

■ آیا مقادیر به‌دست‌آمده در جدول ۵ــ۸ تقریباً با هم برابر است؟ توضیح دهید.



شکل ۱۴ــ۸ــ اندازه‌گیری ولتاژ DC با مولتی متر

*** ۸ــ۵ــ۲۴**

■ مقدار ولتاژ ماکزیمم (Vp=Vm) را با استفاده از نمودار ۳ــ۸ اندازه بگیرید و مقدار ولتاژ DC خروجی را از رابطهٔ $V_{DC} = \frac{۲V_m}{\pi}$ محاسبه کنید.

■ مقدار V_{DC} محاسبه شده را با مقادیر V_{DC} اندازه‌گیری شده از جدول ۵ــ۸ مقایسه کنید. آیا مقادیر تقریباً با هم برابر است؟ توضیح دهید.

*** ۸ــ۵ــ۲۵ــ** مقدار زمان تناوب و فرکانس موج خروجی را با استفاده از نمودار ۳ــ۸ اندازه بگیرید و محاسبه کنید.

*** ۸ــ۵ــ۲۶ــ** مقادیر فرکانس و زمان تناوب یک‌سوسازهای نیم‌موج، تمام‌موج با دو دیود و یک‌سوساز پل را با هم مقایسه کنید. آیا با هم برابر است؟ توضیح دهید.

■ زمان تناوب و فرکانس شکل موج ورودی را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و محاسبه کنید، مقادیر را یادداشت نمایید.

■ مقدار زمان تناوب و فرکانس موج ورودی را با زمان تناوب و فرکانس خروجی یک‌سوسازهای نیم‌موج، تمام‌موج با استفاده از دو دیود و پل مقایسه کنید و دربارهٔ نتایج به‌دست‌آمده توضیح دهید. برای انجام این مرحله ابتدا جدول ۶ــ۸ را با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده در مرحلهٔ قبل تنظیم کنید. سپس آن‌ها را با هم مقایسه نمایید.

سؤال ۲ : آیا در یک‌سوساز تمام‌موج مقدار فرکانس خروجی دو برابر سیگنال ورودی است؟ توضیح دهید.

سؤال ۳ : آیا فرکانس خروجی یک‌سوساز نیم‌موج نصف فرکانس موج ورودی است؟ توضیح دهید.

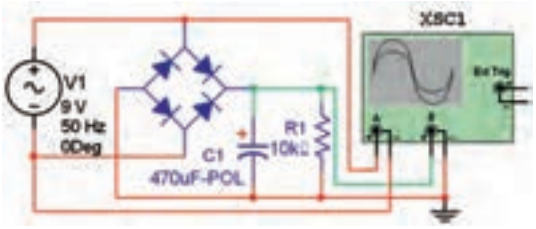
سؤال ۴ : آیا فرکانس خروجی یک سوسازنیم‌موج برابر با فرکانس موج ورودی است؟ توضیح دهید.

*** ۸ــ۵ــ۲۷ــ** به مدار شکل ۱۴ــ۸ طبق شکل ۱۵ــ۸ خازن ۴۷۰ µF را اضافه کنید. دقت کنید که قطب‌ها به‌طور صحیح به مدار وصل شود.

■ شکل موج خروجی را در نمودار ۴ــ۸ با مقیاس مناسب رسم کنید. این مدار یک‌سوساز پل با خازن صافی است.

■ ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

نکتهٔ ایمنی مهم : هنگامی که می‌خواهید در مدار تغییری ایجاد کنید یا قطعه‌ای را به مدار اضافه کنید، حتماً ولتاژ تغذیهٔ مدار را قطع کنید و سایر دستگاه‌ها را خاموش نمایید.



شکل ۱۵ــ۸ــ یک‌سوساز نوع پل با خازن

سؤال ۵ : آیا ولتاژ DC خروجی برابر با Vp ورودی است؟ توضیح دهید.

***۲۸ــ۵ــ۸ــ** کلید AC–GND–DC را در وضعیت AC بگذارید.

■ مقدار Volt/Div را کاهش دهید. مثلاً اگر روی ۲ ولت قرار دارد آن را روی ۲۰ میلی‌ولت بگذارید.

■ شکل موج خروجی را مشاهده کنید. آیا آثاری از ضربان (ripple) در خروجی مشاهده می‌کنید. توضیح دهید.

■ یک مقاومت ۲۲۰Ω به‌عنوان مقاومت بار در خروجی موازی با خازن C قرار دهید.

■ در این حالت شکل موج خروجی را مشاهده کنید. باید ضربان در خروجی ظاهر شود. شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب در نمودار ۵ــ۸ رسم کنید.

***۲۹ــ۵ــ۸ــ** فرکانس ضربان را اندازه بگیرید. آیا فرکانس ضربان دو برابر فرکانس ورودی است؟ توضیح دهید.

***۳۰ــ۵ــ۸ــ** مقدار پیک‌تو‌پیک ولتاژ ضربان را از نمودار ۵ــ۸ اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

■ مقدار مقاومت بار را تغییر دهید (کاهش و افزایش دهید) و اثر آن را روی دامنهٔ ضربان مشاهده و بررسی کنید. دربارهٔ این تجربه توضیح دهید.

* ۶ــ۸ــ جمع‌بندی

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به‌طور خلاصه در ۸ سطر توضیح دهید.

۷ــ۸ــ الگوی پرسش

کامل کردنی

۱ــ۷ــ۸ــ Bridge Rectifier به مفهوم ..... است.

۲ــ۷ــ۸ــ حداکثر جریانی که به‌صورت تکرار سیکل‌ها در دیود جاری می‌شود، ..... نام دارد و آن را با حروف انگلیسی ..... نشان می‌دهند.

صحیح یا غلط

۳ــ۷ــ۸ــ حداکثر ولتاژ معکوس که دیود می‌تواند به‌صورت تکرار سیکل‌ها تحمل کند V_{RRM} نام دارد.

صحیح ☐ غلط ☐

۴ــ۷ــ۸ــ در مورد ولتاژ معکوس مجاز دیود می‌توان نوشت.

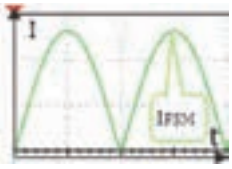
$V_{RSM} > V_{RRM} > V_R$

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

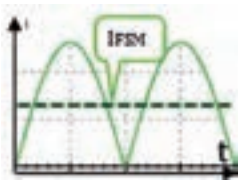
۵ــ۷ــ۸ــ کدام گزینه منحنی جریان I_{FSM} را در دیود نشان می‌دهد؟

(۱)

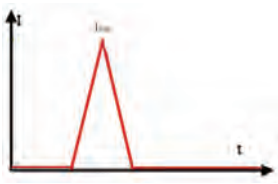


(۲)

(۳)

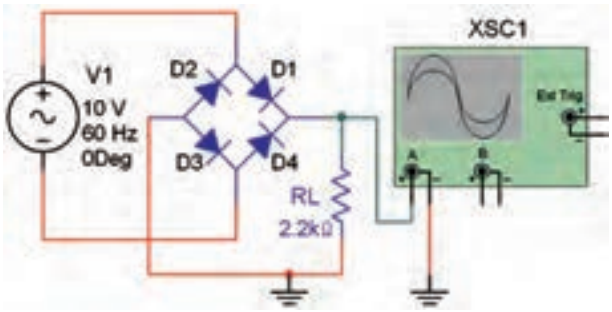


(۴)



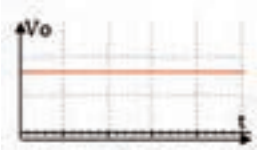
۶ــ۷ــ۸ــ در مدار شکل ۱۶ــ۸ اگر دیود D۴ بسوزد و قطع شود شکل موج خروجی کدام است؟

۱) ۲۸/۲ ولت ۲) ۲۰ ولت
۳) ۱۷/۹۶ ولت ۴) ۸/۹۸ ولت

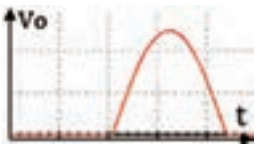


شکل ۱۶ــ۸

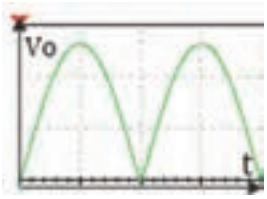
۱)



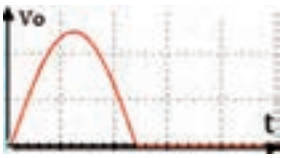
۲)



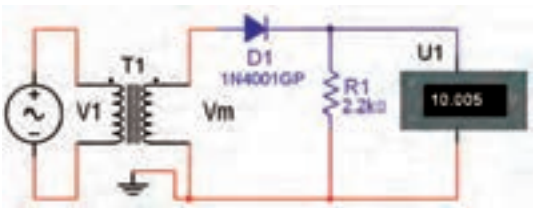
۳)



۴)



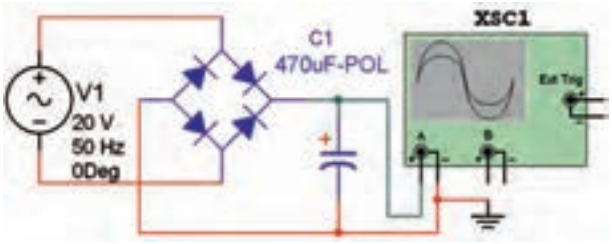
۷ــ۷ــ۸ــ اگردرمدارشکل ۱۷ــ۸، ولت‌متر DC ۱۰ ولت را نشان دهد، V_m چند ولت است؟ دیود ایده‌آل در نظر گرفته شود.



شکل ۱۷ــ۸

۱) ۳۱/۴ ولت ۲) ۶۲/۸ ولت
۳) ۱۴/۱ ولت ۴) ۲۸/۲ ولت

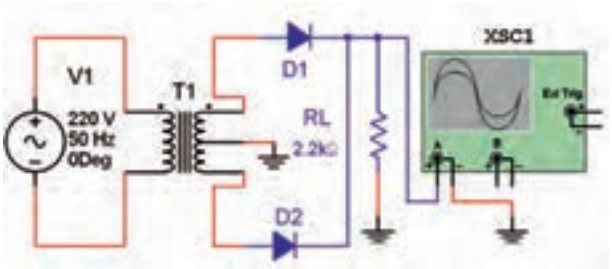
۸ــ۷ــ۸ــ Vo در مدار شکل ۱۸ــ۸ چند ولت است؟ دیودها ایده‌آل در نظر گرفته شده‌اند.



شکل ۱۸ــ۸

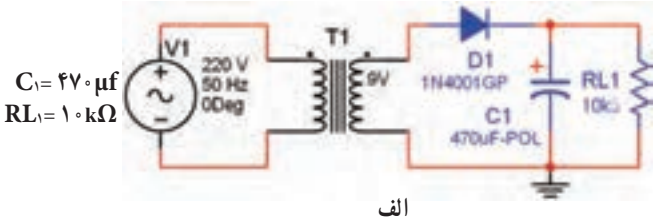
تشریحی و محاسباتی

۹ــ۷ــ۸ــ در مدار شکل ۱۹ــ ۱۸ اگر ولتاژ هر سرثانویه ترانسفورماتور نسبت به سر وسط ۱۲ ولت باشد، معدل ولتاژ دو سر بار را محاسبه کنید. از افت ولتاژ دو سر دیود صرفنظر کنید.

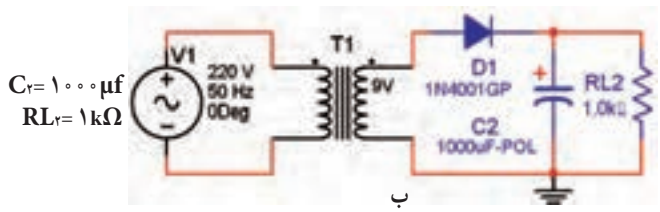


شکل ۱۹ــ۸

۱۰ــ۷ــ۸ــ ضربان در کدام یک از امواج یکسوشدهٔ شکل ۲۰ــ۸ الف و ب بیش‌تر است؟ علت را توضیح دهید.



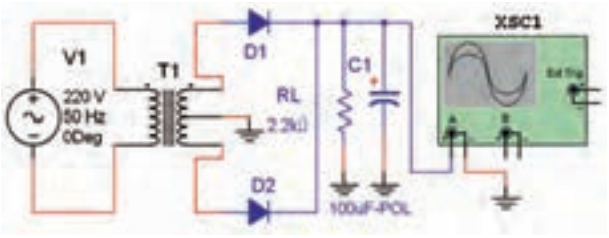
الف



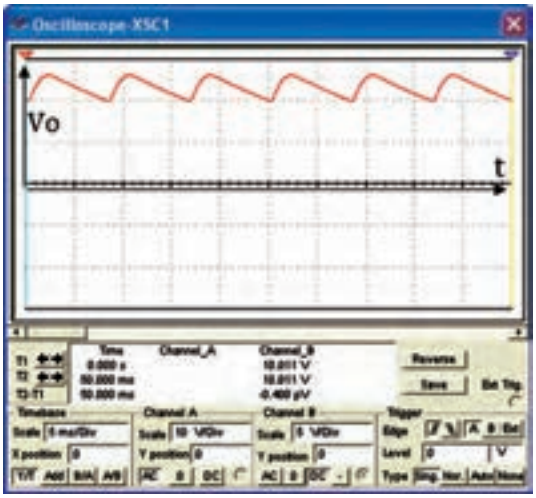
ب

شکل ۲۰ــ۸

۱۱ــ۷ــ۸ــ اگر فرکانس موج ورودی شکل ۲۱ــ۸ ــ الف ۵۰ هرتز باشد، فرکانس موج یکسوشدهٔ خروجی و فرکانس ضربان در شکل ۲۱ــ۸ ــ ب چند هرتز است؟



الف



ب

شکل ۲۱ــ۸

۸ــ۸ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به سؤال‌های الگوی پرسش و کامل‌کردن کتاب گزارش کار، در زمان تعیین‌شده گزارش کار خود را برای ارزشیابی ارائه دهید.

آزمایش شمارهٔ ۹

زمان اجرا : ۶ ساعت آموزشی

کار با چند نمونه سنسور

هدف کلی آزمایش

بررسی مدارهای سادهٔ کاربردی چند نمونه سنسور

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ چند نمونه سنسور را نام ببرد.

۲ــ انواع سنسورهای نوری (حس‌گر نوری) را از سایر سنسورها تمیز دهد.

۳ــ یک نمونه مدار عملی مربوط به کاربرد سنسور نوری را ببندد.

۴ــ چند نمونه سنسور حرارتی را از سایر سنسورها تمیز دهد.

۵ــ مدار عملی مربوط به کاربرد سنسور حرارتی را ببندد.

۶ــ شکل ظاهری سنسور فرستنده و گیرندهٔ مادون قرمز را تشخیص دهد.

۷ــ یک نمونه مدار عملی مربوط به کاربرد سنسورهای مادون قرمز را ببندد.

۸ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم و امکانات آن مدارهای عملی مربوط به سنسورها را شبیه‌سازی کند.

۹ــ گزارش کار را به‌طور کامل ــ دقیق و مستند بنویسد.

۱۰ــ هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش شمارهٔ ۱ آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱ــ۹ــ اطلاعات اولیه

۱ــ۱ــ۹ــ همان‌طورکه در آزمایش‌های قبلی گفته شد، قطعاتی مانند مقاومت‌های LDR، NTC، PTC در مدارهای مختلف به‌عنوان حس‌گر یا سنسور (Sensor) به‌کار می‌روند.

در آزمایش شمارهٔ ۳ با انواع مقاومت‌های تابع حرارت (NTC و PTC) و مقاومت‌های تابع نور LDR آشنا شدید و آزمایش هایی را روی آن‌ها انجام دادید. در این آزمایش کاربرد این نوع قطعات را در مدارهای سادهٔ الکترونیکی تجربه می‌کنید.

۲ــ۱ــ۹ــ سنسور یا حس‌گر (Sensor) قطعه‌ای است که می‌تواند از طریق یک نوع انرژی تحریک شود یا خود مولد نوعی انرژی باشد. در واقع حس‌گر نوعی مبدل الکتریکی است که تحت تأثیر عوامل فیزیکی مختلفی مانند درجه حرارت، نور، فشار، حرکت سیال، ارتعاش و وزن قرار می‌گیرد و این کمیت‌ها را به نوعی حس می‌کند. ساده‌ترین سنسور، شستی فشاری لای درب یخچال یا خودرواست که با بستن درب، لامپ داخل یخچال یا لامپ داخل خودرو خاموش و با بازشدن درب لامپ روشن می‌شود. در این سامانه، حس‌گر، فشار مکانیکی را حس می‌کند و از طریق حس‌کننده (کلید فشاری لای درب) به مدار الکتریکی لامپ فرمان می‌دهد. این نوع حس‌گر را سنسور مکانیکی می‌نامند. در شکل ۱ــ۹ چند نمونه از این نوع شستی‌ها را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱ــ ۹ــ چند نمونه کلید فشاری که می‌تواند به‌عنوان حس‌گر مکانیکی به‌کار رود.

علاوه‌بر حس‌گرهای مکانیکی، سنسورهایی وجود دارند که با عوامل فیزیکی مانند نور مرئی، نور مادون قرمز، فرکانس مافوق صوت، فرکانس رادیویی و حرارت کار می‌کنند. در شکل **۲ــ۹** چند نمونه حس‌گر حرارتی صنعتی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲ــ۹ــ چند نمونه حس‌گر حرارتی

حس‌گرهای حرارتی برای تثبیت حرارت در یک دستگاه خاص و حس‌گرهای نوری برای کنترل نوردهی مانند نور معابر به‌کار می‌روند. در شکل **۳ــ۹** چند نمونه حس‌گر نوری صنعتی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۳ــ۹ــ چند نمونه حس‌گر نوری

در این نوع حس‌گرها هیچ‌گونه حرکت مکانیکی بین عامل محرک و مدار ایجاد نمی‌شود. بلکه دراثر عامل محرک یکی از ویژگی‌های حس‌گر مانند مقدار مقاومت تغییر می‌کند و فرمان لازم را به مدار اصلی می‌دهد.

نوع دیگری از انواع حس‌گرها، سنسور فشار است. در شکل **۴ــ۹** چند نمونه از این نوع حس‌گرها را مشاهده می‌کنید از این نوع حس‌گرها در ترازوهای الکترونیکی و اندازه‌گیری فشار استفاده می‌شود.

شکل ۴ــ۹ــ چند نمونه حس‌گر فشار (وزن)

با استفاده از حس‌گرهای ذکرشده ارتباط مستقیم مکانیکی بین عامل تحریک و مدار، مانند آن چه که برای شستی‌های لای درب گفته شد، از بین می‌رود.

۳ــ۱ــ۹ــ حس‌گرهای خاص: در بسیاری از دستگاه‌های خودکار مانند آسانسور، ضرورت دارد که درب آسانسور در فاصله‌ای که افراد در حال پیاده‌شدن یا سوارشدن هستند باز بماند. در این شرایط، حس‌گر دوقسمتی می‌شود و معمولاً یک فرستنده و یک گیرنده دارد. در سنسورهای نوری معمولاً فرستنده یک مولد نور مانند LED است و گیرنده یک فتوترانزیستور است که با دریافت نور تحریک می‌شود.

نور پخش شده از فرستنده می‌تواند نور مرئی یا نور مادون

قرمز باشد. در مورد آسانسور در فاصله‌ای که افراد پیاده و سوار می‌شوند از سنسور مادون قرمز یا سنسور نوری استفاده می‌کنند. در این روش هنگامی که افراد در حال رفت و آمد هستند، با قطع‌شدن نور ارسالی ازفرستنده به گیرنده، در مسیر درب ورودی، به مدار اصلی فرمان بازماندن درب داده می‌شود. چنان‌چه در فاصله زمانی معینی، نور ارسالی به گیرنده قطع نشود، فرمان بسته‌شدن به درب آسانسور صادر شده و درب بسته می‌شود.

مجموعهٔ یک دیود نوردهنده و فوتوترانزیستور که با هم کار می‌کنند را اُپتوکوپلِر یا ترویج‌کنندهٔ نوری (Optocoupler) می‌نامند. برخی از اپتوکوپلرها را در یک بسته‌بندی و مشابه آی‌سی می‌سازند. این نوع اپتوکوپلرها کاربردهای خاص دارند، زیرا دیود نوردهنده و فوتوترانزیستور در داخل بسته‌بندی قرار می‌گیرد و عمل تحریک ترانزیستور در داخل بسته‌بندی انجام می‌شود. اگر بخواهیم از اپتوکوپلرها به‌عنوان سنسور استفاده کنیم، باید حتماً دیود نوردهنده و فوتوترانزیستور آن جدا از هم باشد. در شکل ۵ــ۹ چند نمونه دیود نوری، فوتوترانزیستور و اپتوکوپلر به‌صورت IC را مشاهده می‌کنید. به‌جای فوتوترانزیستور از فتودیود و LDR نیز می‌توان استفاده کرد.

شکل ۵ــ۹ــ چند نمونه فتودیود، فوتوترانزیستور و اپتوکوپلر

معمولاً فتودیودها و فتورزیستورها را مانند LEDها و ترمیستورها به‌صورت صنعتی نیز می‌سازند.

در شکل ۶ــ۹ چند نمونه فتودیود و فتوترانزیستور که به‌صورت صنعتی ساخته می‌شوند را ملاحظه می‌کنید. همان‌طورکه از شکل‌های ۵ــ۹ و ۶ــ۹ مشاهده می‌کنید تشخیص فتودیود و فتوترانزیستور از روی شکل ظاهری امکان‌پذیر نیست و باید به برگهٔ اطلاعات آن مراجعه نمایید.

در حس‌گرهایی که با فرکانس ماوراء صوت و رادیویی کار می‌کنند، از فرستنده و گیرندهٔ ماوراء صوت و رادیویی استفاده می‌شود. دستگاه‌های اعلام موقعیت و دزدگیر خودرو از امواج

شکل ۶ــ۹ــ نمونه‌هایی از فتودیود و فتوترانزیستورهای صنعتی

رادیویی استفاده می‌کنند.

تحقیق کنید : چنان‌چه به خودروی پارک شده که دزدگیر آن فعال است ضربه‌ای وارد شود، آژیر آن به صدا درمی‌آید. چه نوع حس‌گری برای این منظور به کار رفته است؟ مکانیکی یا الکترونیکی؟ نتیجهٔ تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

۲ــ۹ــ نکات ایمنی

۱ــ۲ــ۹ــ کلیهٔ نکات ایمنی گفته شده در آزمایش‌های قبلی را دوباره مطالعه کنید وآن‌ها را در این آزمایش نیز رعایت نمایید.

۲ــ۲ــ۹ــ از آن‌جا که حس‌گرها معمولاً از حساسیت ویژه‌ای برخوردارند قبل از شروع کار با قطعه، حتماً کاتالوگ آن را مطالعه کنید و به نکات ذکرشده در آن توجه نمایید.

۳ــ۲ــ۹ــ منطقهٔ تماس حس‌گر با حرارت، نور و فشار را همیشه تمیز نگه دارید. اگر سطح تماس حس‌گرهای نوری و حرارتی به گرد و غبار یا روغن آلوده شود، مدار مربوط به آن عمل نمی‌کند یا حساسیت آن کم می شود.

* ۳ــ۹ــ کار با نرم‌افزار

در مراحل اجرای آزمایش، انواع حس‌گرهای موجود در نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم را شناسایی کنید، و کلیهٔ مدارهای داده‌شده در مراحل اجرایی را ببندید و نتایج را در کتاب گزارش کار بنویسید. توصیه می‌شود قبل از اجرای آزمایش‌ها روی میز آزمایشگاهی واقعی، آن‌ها را در فضای نرم‌افزاری اجرا نمایید.

۴ــ۹ــ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

کیف ابزار استاندارد	
میز آزمایشگاهی استاندارد	
بِرد بُرد	
کلید لای درب خودرو یا یخچال	۲ عدد
شستی فشاری با دو کنتاکت	
باز و دو کنتاکت بسته	۱ عدد
شستی فشاری مانند کلید تبدیل	۱ عدد
رله ۱۲ ولت	
LED	۱ عدد
LDR	۱ عدد
NTC	۱عدد
مقاومت ۲۲Ω، ۴۷۰Ω، ۲۲۰Ω، ۶۸۰Ω $\frac{۱}{۴}$ وات از هرکدام	۱ عدد
ترانزیستور BC۱۴۰	۱ عدد

۵ــ۹ــ مراحل اجرای آزمایش

* **۱ــ۵ــ۹ــ** دو نمونه کلید لای درب خودرو یا یخچال را در اختیار بگیرید و عملکرد آن را با اهم‌متر مورد آزمایش قرار دهید. سپس با بررسی درب یخچال و خودرو، محل قرارگرفتن کلید و عملکرد آن را ملاحظه کنید. درباره این تجربه به‌طور خلاصه توضیح دهید.

سؤال ۱ : این نوع کلیدها در بازار با چه نامی شناخته می‌شود؟ مشخصات فنی یک نمونه کلید و قیمت آن را بنویسید.

انواع کلیدهای فشاری

۲ــ۵ــ۹ــ در مدارهای حس‌گر از انواع شستی‌های فشاری استفاده می‌شود. شستی‌های فشاری در دو نوع همیشه‌باز NO (Normally open) و همیشه بسته NC (Normally closed) ساخته می‌شوند. شستی‌های NO شستی‌هایی هستند که در شرایط عادی باز هستند و با واردشدن فشار به آن‌ها، بسته می‌شوند. شستی زنگ اخبار از انواع NO است.

شستی‌های NC در شرایط عادی بسته هستند و هنگامی که فشرده می‌شوند مدار را قطع می‌کنند. کلید لای درب خودرو و یخچال از این نوع کلیدها هستند. شستی‌های فشاری را به‌صورت ترکیبی از چند کنتاکت نیز می‌سازند که تعدادی کنتاکت‌ها باز و تعدادی از آن‌ها بسته است. در شکل ۷ــ۹ تعدادی از این نوع شستی‌ها راملاحظه می‌کنید.

شکل ۷ــ۹ــ چند نمونه شستی ترکیبی

***۳ــ۵ــ۹ــ** یک نمونه شستی فشاری که دارای حداقل دو کنتاکت باز و دو کنتاکت بسته است را در اختیار بگیرید. شکل ظاهری آن را بکشید. پایه‌های آن را به وسیلهٔ اهم‌متر شناسایی کنید و نقشهٔ فنی آن را در دو حالت فشرده شده و آزاد رسم کنید.

سؤال ۲ : این کلید در حالت آزاد چند کنتاکت باز و بسته دارد؟ هنگامی که شستی را فشار می‌دهید چند کنتاکت آزاد و بسته دارد؟ این نوع شستی چه کاربردی می‌تواند داشته باشد؟ توضیح دهید.

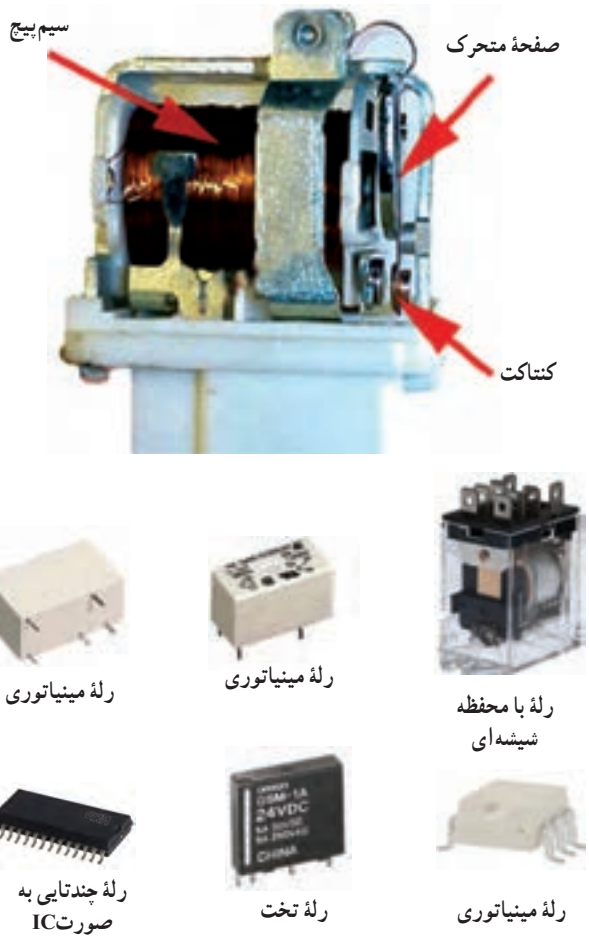
*** ۴ــ۵ــ۹ــ** برخی از شستی‌های فشاری دارای کنتاکت‌هایی مشابه کلید تبدیل هستند. یعنی درحالت آزاد یک کنتاکت مشترک به یک کنتاکت غیرمشترک اتصال دارد. هنگامی که شستی فشرده می‌شود کنتاکت مشترک آزاد شده و به یک کنتاکت غیرمشترک دیگر وصل می‌شود.

یک عدد شستی فشاری که به‌صورت کلید تبدیل عمل می‌کند را در اختیار بگیرید. شکل ظاهری آن را رسم کنید. پایه‌های آن را شماره‌گذاری کنید. با استفاده از اهم‌متر پایه مشترک و پایه‌های غیرمشترک را پیدا نمایید. مراحل انجام کار را توضیح دهید.

رله‌ها

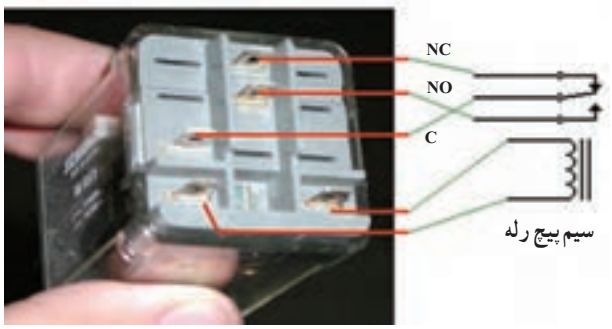
۵ــ۵ــ۹ــ رله یک وسیلهٔ الکترومکانیکی است که توسط آن می‌توانیم با یک جریان کم، جریان نسبتاً زیادی را کنترل کنیم. در داخل رله یک سیم‌پیچ، یک هسته و تعدادی کنتاکت وجود دارد. درصورتی که از سیم‌پیچ جریان الکتریکی عبور کند، سیم‌پیچ مغناطیس می‌شود و کنتاکت‌ها را که روی یک لولا می‌توانند حرکت کنند، جابه‌جا می‌کند، در اثر این جابه‌جایی اتصال کنتاکت‌ها تغییر می‌کند و به مدار مورد نظر فرمان می‌دهد.

در شکل ۸ــ۹ ساختمان داخلی رله و شکل ظاهری چند نمونه رله را ملاحظه می‌کنید. معمولاً مشخصات فنی رله که شامل ولتاژسیم پیچ، جریان سیم‌پیچ، ولتاژ و جریان کنتاکت‌ها است را روی بدنهٔ رله می‌نویسند.



شکل ۸ــ۹ــ ساختمان داخلی و تصویر ظاهری چند نمونه رله

معمولاً نقشهٔ فنی رله را روی رله ترسیم می‌کنند و پایه‌های آن را شماره‌گذاری می‌نمایند. رله‌های ۵ پایه معمولاً دو پایه برای سیم‌پیچ و سه پایه برای کنتاکت‌های تبدیل گونهٔ خود دارند، غالباً نقشهٔ فنی این رله‌ها را روی بدنهٔ رله ترسیم نمی‌کنند. با استفاده از اهم‌متر به‌آسانی می‌توانید پایه‌های رله را مشخص کنید. در شکل ۹ــ۹ پایه‌های یک نمونه رله نشان داده شده است.



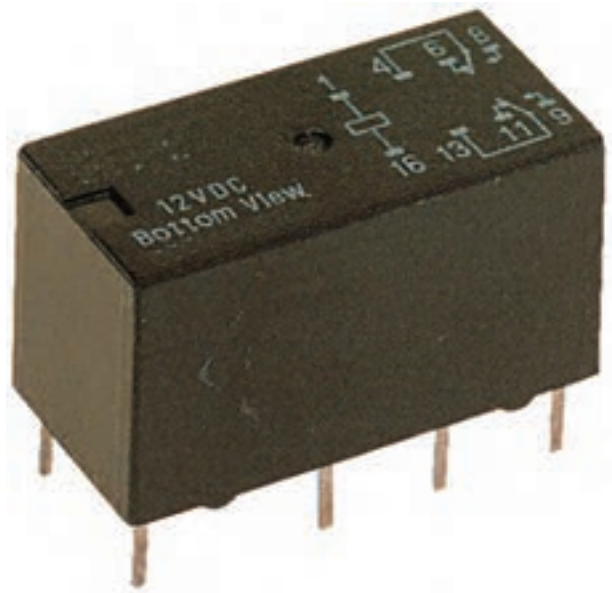
شکل ۹ــ ۹ــ پایه‌های رله

* **۶ــ۵ــ۹ــ** یک عدد رلهٔ موجود در کارگاه را در اختیار بگیرید و موارد زیر را اجرا نمایید.

■ شکل ظاهری رله و پایه‌های آن را ترسیم و شماره‌گذاری نمایید.

■ با استفاده از اهم‌متر پایه‌های رله را مشخص کنید و نقشهٔ فنی آن را ترسیم نمایید.

۷ــ۵ــ۹ــ همان‌طورکه گفته شد معمولاً روی بدنهٔ رله، مشخصات فنی آن را می‌نویسند. هم‌چنین شمارهٔ پایه‌ها در کنار پایه‌های رله نوشته می‌شود. در برخی موارد نقشهٔ فنی رله را نیز روی بدنه آن ترسیم می‌کنند. در شکل ۱۰ــ۹ یک نمونه رله را که نقشهٔ فنی و شمارهٔ پایه‌های آن روی بدنه رسم شده است مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰ــ ۹ــ نقشهٔ فنی رله روی بدنهٔ رله

در شکل ۱۱ــ۹ یک نمونهٔ دیگر ازانواع رله‌ها را می‌بینید. در این رله، شمارهٔ پایه‌ها روی بدنه حک شده است.

شکل ۱۱ــ ۹ــ شمارهٔ پایه های رله روی بدنهٔ آن حک شده است.

در شکل ۱۲ــ۹ نمونهٔ دیگری از رله را نشان داده‌ایم.

شکل ۱۲ــ ۹ــ مشخصات فنی یک نمونه رله

مشخصات فنی آن روی بدنه نوشته شده است. ولتاژ تغذیهٔ سیم‌پیچ این رله ۱۲ ولت DC و مقاومت آن ۷۲۰ اهم است. یعنی جریان تغذیه سیم‌پیچ رله برابر است با :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۱۲}{۷۲۰} = \frac{۱}{۶۰} A$$

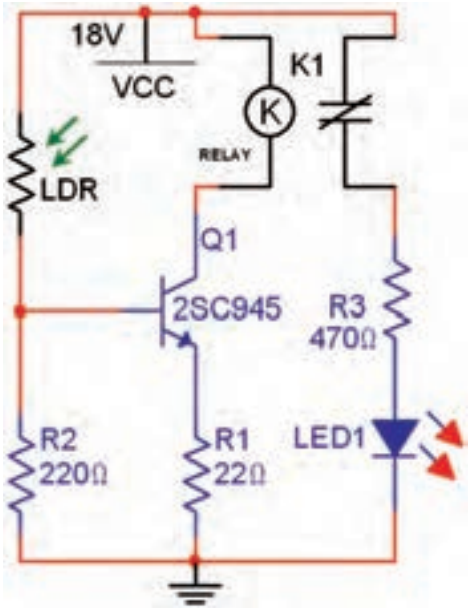
$$I \simeq ۱۷\ mA$$

کنتاکت‌های رله تحمل عبور جریان یک آمپر را دارند ومی‌توانند تا ولتاژ ۱۲۰ ولت AC یا ۳۰ ولت DC را تحمل کنند.

* **۸ــ۵ــ۹ــ** مشخصات فنی و نقشهٔ یک نمونه رله را از روی بدنهٔ آن تعیین کنید و بنویسید.

* **۹ــ۵ــ۹ــ** مدار شکل ۱۳ــ۹ را که یک مدار حس‌گر با LDR است روی برد بُرد ببندید و مراحل زیر را روی آن اجرا کنید.

■ رلهٔ مورد استفاده یک رلهٔ ۱۲ ولتی معمولی است که به‌آسانی در بازار یافت می‌شود. درصورتی که تعداد کنتاکت‌های رلهٔ شما بیش از دو تیغه دارد. در این مرحله فقط از کنتاکتی استفاده کنید که در حالت عادی باز (NO) است.



شکل ۱۳ــ۹ــ مدار فرمان با استفاده از LDR

توجه: هنگام اجرای آزمایش در آزمایشگاه واقعی، در صورت نیاز مقدار ولتاژ تغذیه را به ۱۲ ولت کاهش دهید.

■ روی LDR را با دست بپوشانید در این حالت باید LED خاموش باشد.

■ دست خود را بردارید و به LDR نور بتابانید. در این حالت LED روشن خواهد شد.

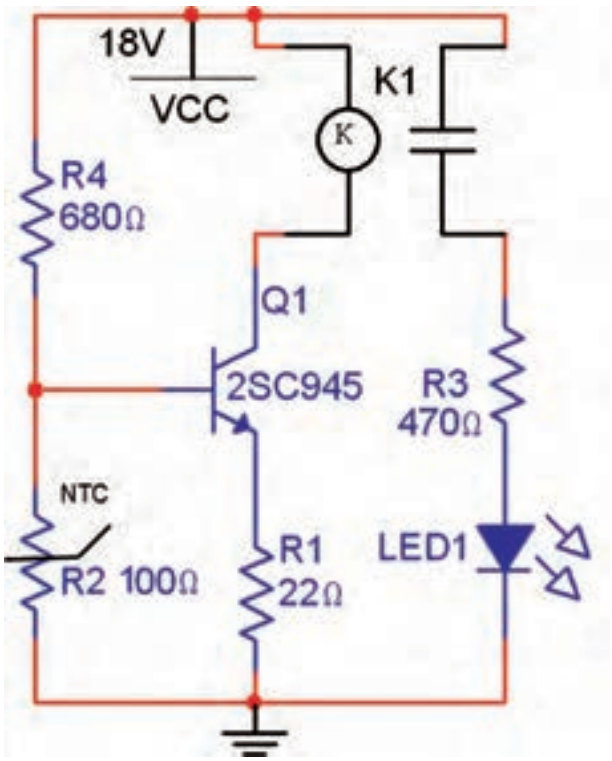
■ نتایج حاصل از این آزمایش را به طور دقیق و کامل توضیح دهید.

سؤال ۳ : درصورتی که بخواهیم از کنتاکت‌های NC و NO هر دو استفاده کنیم چه تغییری باید در مدار بدهیم؟ نقشهٔ مدار را ترسیم کنید. مدار را ببندید و نتایج حاصل شده را بنویسید.

* **۱۰ــ۵ــ۹ــ** محل R_2 را با LDR عوض کنید. مدار را راه‌اندازی نمایید. دربارهٔ عملکرد این مدار توضیح دهید.

در صورت نیاز مقدار مقاومت R_2 را با مشورت مربی کارگاه تغییر دهید.

* **۱۱ــ۵ــ۹ــ** مدار شکل ۱۴ــ۹ را روی بردبُرد ببندید و مراحل زیر را اجرا نمایید.



شکل ۱۴ــ۹ــ مدار فرمان با استفاده از NTC

■ آیا در شرایط عادی لامپ روشن است یا خاموش؟ توضیح دهید.

■ NTC را به وسیلهٔ هویه یا سشوار گرم کنید. آیا وضعیت لامپ خروجی تغییر می‌کند؟ شرح دهید.

■ محل NTC را با مقاومت R_4 عوض کنید در صورت نیاز مقاومت R_4 را با مشورت معلم کارگاه تغییر دهید.

■ رفتار و عملکرد مدار را در این حالت توضیح دهید.

سؤال ۴ : آیا می‌توانید دو وسیلهٔ مختلف را با این مدار کنترل کنید؟ نقشهٔ مدار را بکشید و در مورد آن توضیح دهید. درصورتی که وقت اضافی داشتید آن را اجرا کنید.

* **۱۲ــ۵ــ۹ــ** در این مرحله دو پروژهٔ اختیاری را می‌توانید اجرا کنید و گزارش آن‌ها را بنویسید. این پروژه‌ها می‌تواند موارد زیر باشد.

■ تحقیق دربارهٔ عملکرد فشنگی آب رادیاتور خودرو

■ تحقیق دربارهٔ سنسورهای ربات‌های مسیریاب

■ تحقیق دربارهٔ چگونگی عملکرد دورسنج در موتورها

■ تحقیق دربارهٔ سنسور فشار روغن در خودرو

■ تحقیق دربارهٔ سنسور انژکتور در خودرو

■ تحقیق دربارهٔ عملکرد دستگاه‌های کنترل از راه دور دستگاه‌های الکترونیکی

■ تحقیق دربارهٔ نقشهٔ اتصال سنسور روشنایی راه‌پله

■ تحقیق دربارهٔ سنسورهای دستگاه‌هایی مانند شیر آب و مخزن مایع دست‌شویی

> تحقیق شما صرفاً روی نوع سنسور و عملکرد آن است.

* **۱۳ــ۵ــ۹ــ** یک مورد از تحقیق‌های فوق را در آزمایشگاه اجرا کنید و نتیجه را بنویسید.

* **۱۴ــ۵ــ۹ــ** سؤال زیر را به بحث بگذارید و نتیجه آن را بنویسید.

سؤال ۵ : اتومبیل شما نیاز به تعمیر دارد. در محلهٔ شما سه نفر تعمیرکار هستند که هرکدام ویژگی‌های زیر را دارند.

۱ــ تعمیرکار اول بسیار خوش‌قول و خوش‌برخورد است، اما کار خود را به‌طور دقیق انجام نمی‌دهد و گران هم می‌گیرد.

۲ــ تعمیرکار دوم فردی بد اخلاق است. کار خود را خیلی خوب انجام می‌دهد ولی بدقول است.

۳ــ تعمیرکار سوم خوش برخورد است، خوش‌قول است، کار خود را به‌خوبی انجام می‌دهد. اما کمی گران‌تر از بقیه می‌گیرد.

حال به سؤالات زیر پاسخ دهید.

* درصورتی که هر سه تعمیرکار وقت برای تعمیر داشته باشند کدام یک را انتخاب می‌کنید؟ چرا؟

* درصورتی که تعمیرکاران ۱ و ۲ فرصت تعمیر داشته باشند کدام را انتخاب می‌کنید؟ چرا؟

* درصورتی که فقط یکی از تعمیرکاران (۱ یا ۲ یا ۳) فرصت برای تعمیر داشته باشد، چه تصمیمی می‌گیرید؟ برای هریک از حالت‌ها توضیح دهید.

* ویژگی‌های یک تعمیرکار خوب را علاوه‌بر موارد بالا بنویسید.

۶ــ۹ــ جمع‌بندی

نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش را به‌طور خلاصه بنویسید.

۷ــ۹ــ الگوی پرسش

کامل‌کردنی

۱ــ۷ــ۹ــ مقاومت‌های .... ، ..... و ..... در مدارهای مختلف به‌عنوان حس‌گر یا سنسور به‌کار می‌روند.

۲ــ۷ــ۹ــ ساده‌ترین سنسور ..... لای درب یخچال یا خودرو است. این نوع حس‌گر را سنسور ..... می‌نامند.

صحیح یا غلط

۳ــ۷ــ۹ــ حس‌گرهای حرارتی برای تثبیت حرارت و حس‌گرهای نوری برای کنترل نوردهی به کار می‌روند.

صحیح ☐ غلط ☐

۴ــ۷ــ۹ــ اگر بخواهیم از اپتوکوپلرها به‌عنوان سنسور استفاده کنیم. دیود نور دهنده و فوتوترانزیستور می‌تواند در داخل

یک بسته‌بندی باشد.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ــ۷ــ۹ــ چهارگزینه‌ای

شستی‌های NO در حالت عادی ..... و شستی‌های NC در حالت عادی ..... هستند.

۱) باز ــ باز ۲) بسته ــ بسته

۳) بسته ــ باز ۴) باز ــ بسته

۶ــ۷ــ۹ــ روی رله‌ای اطلاعات ۵VDC۱۰۰Ω نوشته شده است، جریان تغذیهٔ سیم‌پیچ رله کدام است؟

۱) ۲۰mA ۲) ۵۰mA

۳) ۲۰۰mA ۴) ۵۰۰mA

تشریحی و محاسباتی

۷ــ۷ــ۹ــ حس‌گر یا سنسور را تعریف کنید و چند نوع حس‌گر نوری و حرارتی را نام ببرید.

۸ــ۷ــ۹ــ چرا باید منطقهٔ تماس حس‌گر با حرارت، نور یا فشار را همیشه تمیز نگه داریم؟ توضیح دهید.

۹ــ۷ــ۹ــ معمولاً چه مشخصاتی از رله را روی آن می‌نویسند؟ توضیح دهید.

۱۰ــ۷ــ۹ــ برای تست صحت سیم‌پیچ رله از چه دستگاهی استفاده می‌کنند؟

طرز تست صحت سیم‌پیچ رله و نوع اتصال کنتاکت‌های آن (NOیا NC) را شرح دهید.

۱۱ــ۷ــ۹ــ روی رله‌ای نوشته شده است

۹VDC ۴۷۰Ω

۲A۲۲۰VAC / ۴۰VDC

الف) این رله با چه ولتاژ DC کار می‌کند؟

ب) جریان تغذیهٔ سیم‌پیچ رله را محاسبه کنید.

پ) کنتاکت‌های رله چه جریانی را می‌توانند عبور دهند؟

ت) کنتاکت‌های رله چه ولتاژ AC یا DC را می‌توانند تحمل کنند؟

۸ــ۹ــ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ‌دادن به سؤالات الگوی پرسش، کتاب گزارش کار را کامل کنید و در زمان تعیین شده گزارش کار خود را برای ارزشیابی ارائه دهید.

منابع و مآخذ

۱ــ کاتالوگ دستگاه‌های اندازه‌گیری

۲ــ سایت‌های اینترنتی

۳ــ جدول هدف محتوای درس آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی

۴ــ نرم‌افزار مولتی‌سیم و ادیسون

۵ــ نرم‌افزار Electronic assistant