



بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی

رشته الکترونیک  
گروه برق و رایانه  
شاخه فنی و حرفه‌ای  
پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی - ۲۱۰۲۷۶

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

سید محمود صموتی، رسول ملک‌محمد، شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی، زهرا زینالی، سهیلا ذوالفقاری، فرشته داودی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سعیده توتونچیان (اعضای گروه تألیف) - رسول ملک محمد (ویراستار فنی) - محمد محمودی (ویراستار ادبی)

استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، تهران، فارس، گیلان، لرستان (اعتبار سنجی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) - صبا کاظمی (طراح جلد) - مؤسسه فرهنگی و هنری طراحان ایماژ (صفحه‌آرایی) - گروه تألیف (رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(داروپخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ دوم ۱۳۹۶

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد، و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار نکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدَّسَ سِرُّهُ الشَّرِیف)





## فصل اول: قطعه‌شناسی

## واحد یادگیری ۱: شناسایی آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی

۱-۱ مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز، ۱-۲ فضای آموزشی و تجهیزات مربوط به آن، ۱-۳ ماهیت الکتریسیته، ۱-۴ ساختمان ماده، ۱-۵ یون‌های مثبت و منفی، ۱-۶ میدان الکتریکی، ۱-۷ اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ)، ۱-۸ خطرات الکتریسیته ساکن و چگونگی خنثی کردن آن، ۱-۹ طبقه‌بندی مواد از نظر هدایت الکتریکی، ۱-۱۰ شدت جریان الکتریکی، ۱-۱۱ روش‌های تولید و مصرف الکتریسیته، ۱-۱۲ هدایت و مقاومت الکتریکی، ۱-۱۳ کار عملی (۱)، ۱-۱۴ مدار الکتریکی و قانون اهم، ۱-۱۵ کار عملی (۲)، ۱-۱۶ سری و موازی کردن مقاومت‌ها، ۱-۱۷ کار عملی (۳)، ۱-۱۸ کار عملی (۴)، ۱-۱۹ روش‌های خواندن مقاومت، ۱-۲۰ کار عملی (۵)، ۱-۲۱ کار عملی (۶)، ۱-۲۲ مولتی‌متر، ۱-۲۳ کار عملی (۷)، ۱-۲۴ کار عملی (۸)، ۱-۲۵ منبع تغذیه، ۱-۲۶ برد بُرد، ۱-۲۷ کار عملی (۹)، ۱-۲۸ کار عملی (۱۰)، ۱-۲۹ کار عملی (۱۱)، ۱-۳۰ مقاومت‌های متغیر، ۱-۳۱ خازن، ۱-۳۲ کار عملی (۱۲)، ۱-۳۳ سیم‌پیچ، ۱-۳۴ کار عملی (۱۳)، ۱-۳۵ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار.

## واحد یادگیری ۲: شایستگی پیچیدن سیم‌پیچ یا بوبین

۲-۱ مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز، ۲-۲ ساختمان بوبین، ۲-۳ چگونگی پیچیدن بوبین، ۲-۴ عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین با هسته هوا، ۲-۵ رابطه محاسبه ضریب خودالقایی بوبین، ۲-۶ سیم‌ها و کابل‌ها، ۲-۷ طبقه‌بندی سیم‌ها با توجه به قطر و سطح مقطع، ۲-۸ محاسبه شدت جریان عبوری از سیم‌پیچ، ۲-۹ اندازه‌گیری قطر سیم‌پیچ با میکرومتر، ۲-۱۰ کار عملی (۱)، ۲-۱۱ محاسبه عملی سیم‌پیچ (بوبین) با هسته هوا، ۲-۱۲ برای محاسبه یک بوبین کاربردی باید مراحل زیر را اجرا کنید، ۲-۱۳ محاسبه بوبین‌های یک لایه با استفاده از نرم‌افزار، ۲-۱۴ دستگاه بوبین‌پیچ، ۲-۱۵ انتخاب ابزار، ملزومات و تجهیزات، ۲-۱۶ کار عملی (۲)، ۲-۱۷ کار عملی (۳)، ۲-۱۸ کار عملی (۴)، ۲-۱۹ تأثیر هسته هوا بر ضریب خودالقایی بوبین، ۲-۲۰ کار عملی (۵)، ۲-۲۱ الگوی آزمون پایانی عملی.

## فصل دوم: کمیت‌های پایه الکتریکی

### واحد یادگیری ۳: شایستگی اندازه‌گیری کمیت‌های موج

۳-۱- مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز برای واحد یادگیری، ۳-۲- انواع جریان، ۳-۳- ویژگی‌های موج سینوسی، ۳-۴- اختلاف فاز بین دو موج سینوسی، ۳-۵- منابع تولید الکتریسیته، ۳-۶- ترانسفورماتور، ۳-۷- تولید ولتاژ DC توسط برق شهر، ۳-۸- سیگنال ژنراتور AC، ۳-۹- کار عملی (۱)، ۳-۱۰- کار عملی (۲)، ۳-۱۱- کار عملی (۳)، ۳-۱۲- کار عملی (۴)، ۳-۱۳- کار عملی (۵)، ۳-۱۴- کار عملی (۶)، ۳-۱۵- الگوی آزمون نظری پایانی.

## فصل سوم: موج و کمیت‌های آن

### واحد یادگیری ۴: شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین کمیت‌های موج

۴-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۴-۲- انواع شکل موج‌ها و مقایسه آن‌ها، ۴-۳- ساختار موج‌ها، ۴-۴- تبدیل شکل موج‌ها به یکدیگر، ۴-۵- کار عملی (۱)، ۴-۶- سیگنال ژنراتور صوتی، ۴-۷- انواع سیگنال ژنراتور صوتی (AF)، ۴-۸- عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال ژنراتور، ۴-۹- کار عملی (۲)، ۴-۱۰- کار عملی (۳)، ۴-۱۱- فرکانس متر دیجیتالی، ۴-۱۲- کار عملی (۴)، ۴-۱۳- کار عملی (۵)، ۴-۱۴- الگوی آزمون نظری، ۴-۱۵- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری، ۴-۱۶- الگوی آزمون عملی با دستگاه آزمایش، ۴-۱۷- اسیلوسکوپ، ۴-۱۸- ساختمان داخلی اسیلوسکوپ، ۴-۱۹- صفحه نمایش، ۴-۲۰- چگونگی تشکیل تصویر، ۴-۲۱- حرکت اشعه در جهت افقی و عمودی در لامپ CRT - ۴-۲۲- کار عملی (۶)، ۴-۲۳- کار عملی (۷)، ۴-۲۴- کار عملی (۸)، ۴-۲۵- کار عملی (۹)، ۴-۲۶- کار عملی (۱۰)، ۴-۲۷- الگوی آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۴-۲۸- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری.

## فصل چهارم: توان و ضریب توان

### واحد یادگیری ۵: شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

۵-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۵-۲- انرژی الکتریکی مصرفی در یک مقاومت، ۵-۳- توان الکتریکی در جریان DC ۵-۴- رابطه‌های توان، ۵-۵- کار عملی (۱)، ۵-۶- کار عملی (۲)، ۵-۷- مدارهای جریان متناوب، ۵-۸- توان راکتیو (غیر مؤثر- دواته)، ۵-۹- توان ظاهری، ۵-۱۰- ضریب توان، ۵-۱۱- کار عملی (۳)، ۵-۱۲- کار عملی (۴)، ۵-۱۳- کار عملی (۵)، ۵-۱۴- الگوی آزمون نظری پایان واحد کار.

### فصل پنجم: معرفی قطعات و نقشه‌خوانی با نرم‌افزار

#### واحد یادگیری ۶: شایستگی خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده

۶-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۶-۲- کلید (سوئیچ)، ۶-۳- کار عملی (۱)، ۶-۴- کار عملی (۲)، ۶-۵- فیوز، ۶-۶- کار عملی (۳)، ۶-۷- سیم‌ها و کابل‌ها، ۶-۸- کار عملی (۴)، ۶-۹- کانکتورها، ۶-۱۰- کار عملی (۵)، ۶-۱۱- بلندگو، ۶-۱۲- میکروفون، ۶-۱۳- کار عملی (۶)، ۶-۱۴- موتور الکتریکی، ۶-۱۵- رله، ۶-۱۶- کریستال، ۶-۱۷- سنسور (حسگر)، ۶-۱۸- لامپ سیگنال، ۶-۱۹- مدار مجتمع یا آی‌سی‌ها، ۶-۲۰- رگولاتورها (ثبیت‌کننده‌ها)، ۶-۲۱- تایمر (نگهدارنده زمان - زمان‌گیر)، ۶-۲۲- اپتوکوپلر، ۶-۲۳- گیت‌های منطقی (دروازه‌های منطقی)، ۶-۲۴- کار عملی (۷)، ۶-۲۵- کار عملی (۸)، ۶-۲۶- کار عملی (۹)، ۶-۲۷- استاندارد، ۶-۲۸- نقشه الکتریکی، ۶-۲۹- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۶-۳۰- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری.

#### واحد یادگیری ۷: شایستگی نصب نرم‌افزارهای الکترونیکی

۷-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری، ۷-۲- نرم‌افزار الکترونیکی، ۷-۳- طبقه‌بندی نرم‌افزارها، ۷-۴- نرم‌افزارهای الکترونیکی، ۷-۵- نرم‌افزارهای قابل استفاده توسط تلفن‌های همراه، ۷-۶- اصطلاحات و علائم در نرم‌افزار مولتی سیم، ۷-۷- یک نمونه مدار در نرم‌افزار مولتی سیم، ۷-۸- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۷-۹- آزمون عملی پایانی واحد یادگیری.

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار
  - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده
  - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات
  - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.
- این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته الکترونیک تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا گیرید.

کتاب درسی عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی شامل ۵ فصل است و هر فصل دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی، شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

امیدواریم با تلاش و کوشش هنرجویان عزیز و هدایت شما توسط هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



رشد فناوری و توسعه گسترده آن در جامعه جهانی سبب شده است تا آموزش‌های فنی و حرفه‌ای به طور مستمر مورد بازبینی و پایش قرار گیرد. با توجه به بازخوردهای دریافتی از پیامدها و خروجی‌های حاصل از آموزش هنرجویان در رشته الکترونیک در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۱ هجری خورشیدی، و تدوین سند مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی جمهوری اسلامی ایران مصوب در شورای عالی انقلاب فرهنگی در آذر ماه ۱۳۹۰ و سند برنامه درسی ملی مصوب ۱۳۹۱، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، طرح پژوهشی تحول در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را در دو بازه دنیای کار و دنیای آموزش به اجرا در آورد. در دنیای کار با استفاده از طرح پژوهشی جهانی دیکوم (Dacum) نیازهای دنیای کار را طی ده مرحله مشخص و استاندارد شایستگی حرفه را براساس و وظایف (Duties) و تکالیف کاری (Tasks) در جدول پژوهشی دیکوم تعیین نمود. اسناد مرتبط با دنیای کار مشتمل بر دو جلد شامل استاندارد شایستگی حرفه و استاندارد ارزشیابی حرفه موجود و قابل دسترسی است. یادآور می‌شود که در تنظیم اسناد دنیای کار از خبرگان شاغل در صنایع کوچک و بزرگ در جایگاه‌های کارگر ماهر، کمک تکنسین و تکنسین به طور مستقیم و غیر مستقیم بهره‌مند شده‌ایم. اسناد دنیای آموزش نیز در ۱۵ مرحله تدوین گردید که در نهایت منجر به تولید سند پشتیبان دنیای آموزش، راهنمای برنامه درسی و برنامه درسی رشته الکترونیک گردید. در شوراهای تخصصی رشته الکترونیک نمایندگانی نیز از دنیای کار حضور داشتند که انطباق محتوای تدوین شده را با محتوای مورد نیاز با دنیای کار براساس استاندارد عملکرد و استاندارد ارزشیابی مورد پایش قرار دادند.

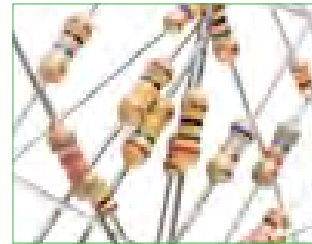
با توجه به استانداردهای آموزش در کشورهای مختلف در سطح دنیا و مطالعه تطبیقی انجام شده، کتاب‌ها به صورت درهم تنیده یعنی اجرای آموزش‌های نظری و عملی به طور هم‌زمان و پی‌درپی در محل کارگاه و آزمایشگاه به اجرا در می‌آید. دوره دوم متوسطه برای آموزش فنی و حرفه‌ای به صورت سه ساله بوده که دروس تخصصی تلفیقی نظری — عملی مربوط به رشته در پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم در هر پایه دو روز در هفته جمعاً ۱۶ ساعت و درسه سال جمعاً ۱۴۴۰ ساعت به اجرا در می‌آید. همچنین علاوه بر دروس تخصصی کارگاهی دروس دیگر مانند، نوآوری و الزامات محیط، دانش فنی و نقشه کشی رایانه‌ای نیز گنجانده شده است. لازم به یادآوری است که درس پایه یازدهم و دوازدهم به صورت نیمه تجویزی بوده و محتوای آن با توجه به نیاز جامعه، شرایط اقلیمی، قابل تغییر و انتخاب است. در تمام مراحل و فرایند برنامه‌ریزی به شایستگی‌های پایه، غیرفنی و فنی توجه ویژه شده است. تألیف کتاب‌ها براساس جدول ۶ — ۱ که در آن اهداف توانمندساز و فعالیت‌های ساخت‌یافته در قالب ماکت آموزشی و به صورت یکپارچه برای هر تکلیف کاری صورت گرفته است و در آن کتاب‌های درسی هنرجو، همراه هنرجو، راهنمای هنرآموز، نرم‌افزار، فیلم، پوستر و سایر موارد وجود دارد. سعی کرده‌ایم کتاب درسی را به گونه‌ای تدوین کنیم که هر معلم تازه‌کار و جوان بتواند از عهده تدریس محتوا برآید.

از آنجا که، ارتقای تفکر و خلاقیت و ایجاد زمینه نوآوری در هنرجویان و هنرآموزان ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است، کتاب درسی هنرجو به صورت خودآموز نبوده و لازم است به گونه‌ای آموزش داده شود تا در راستای تربیت نسلی خلاق، پویا و متفکر و کارآفرین باشد. برای رسیدن به این هدف، ضرورت دارد تا هنرآموزان نیز زمینه‌های پویای، خلاقیت، تفکر، نوآوری و موارد دیگر را در خود تقویت کنند. به عبارت دیگر محتوای کتاب صرفاً عینی نبوده و در بسیاری از موارد انتزاعی است و نیاز به تفکر برای حل مسئله دارد. با توجه به موارد ذکر شده، شورای تخصصی برنامه‌ریزی و تألیف رشته الکترونیک و مؤلفین کتاب سعی کرده‌اند تا حد امکان محتوای مورد نیاز را در کتاب راهنمای معلم و کتاب همراه هنرجو در اختیار مخاطبان قرار دهند. از این رو توصیه می‌کنیم موارد مندرج در کتاب راهنمای معلم را به دقت مطالعه کرده و در فرایند تدریس به اجرا در آورند.

مواردی مانند مشاهده فیلم، اجرای نرم افزارها، فعالیت‌ها در ساعات غیر درسی، پژوهش‌ها و جست‌وجوها توسط هنرجویان بسیار ضروری بوده و لازم است فرایند آن به طور دقیق پیگیری شده و مورد ارزشیابی قرار گیرد. استفاده از تجارب اولیای هنرجویان که در زمینه‌های خاص مرتبط تجربه دارند توصیه می‌شود. مواردی از شایستگی‌های غیر فنی، مهارت‌های شهروندی و نکات ایمنی و بهداشتی در کتاب به صورت فعالیت و در هم تنیده تألیف شده است. بدیهی است سطح و عمق این موضوع‌ها بسیار گسترده بوده و لازم است علاوه بر محتوای درج شده در کتاب، نکات دیگری را بر آن بیفزایید و با استفاده از رسانه‌های اجتماعی به اشتراک بگذارید. بدیهی است شرایط اقلیمی و محلی نیز می‌تواند زمینه مناسبی برای خلق و ارائه این نوع فعالیت‌ها با رویکردهای مختلف باشد.

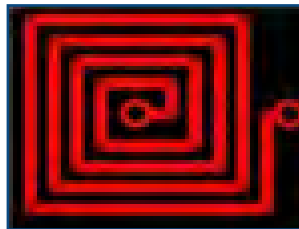
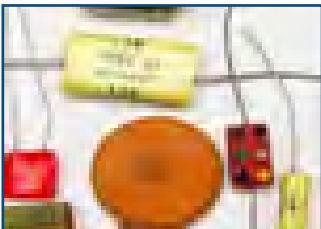
مؤلفان





## فصل اول

### قطعه شناسی



فناوری‌های قرن بیست و یکم نتیجه تلاش گسترده بشر طی قرن‌های متوالی بوده است. چرا دنیای امروز را دنیای الکترونیک می‌نامند؟ زیرا به هر دستگاهی که نگاه می‌کنید، رد پای الکترونیک را در آن می‌بینید. در دستگاه‌هایی مانند لوازم خانگی، لوازم پزشکی، فرستنده‌ها، گیرنده‌های دیجیتال، ماهواره‌ای، رایانه، پرینتر، اسکنر، آسانسور، دستگاه‌های صنعتی و تلفن همراه چندین مدار الکترونیکی وجود دارد. هر مدار الکترونیکی از تعدادی قطعه الکترونیکی ساخته شده است، به عبارت دیگر، قطعات الکتریکی و الکترونیکی اجزای اصلی مدار را تشکیل می‌دهند. مدارها نیز به نوبه خود اجزای اصلی یک سیستم الکترونیکی را به وجود می‌آورند. بنابراین، شناخت، کاربرد و چگونگی آزمایش قطعات الکترونیکی برای کسانی که می‌خواهند در این زمینه فعالیت کنند، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

## واحد یادگیری ۱

### شایستگی آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی

(مقاومت، سلف و خازن)

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی از چه قطعاتی استفاده می‌شود؟
- قطعات الکتریکی و الکترونیکی چه نقشی در مدارها دارند؟
- قطعات الکتریکی و الکترونیکی را چگونه آزمایش می‌کنند؟
- قطعاتی مانند مقاومت، سلف و خازن به چه شکل هستند؟
- چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای قطعات الکتریکی و الکترونیکی وجود دارد؟
- برگه اطلاعات (datasheet) قطعات و راهنمای کاربرد دستگاه‌ها چه کاربردی دارد؟

در صنعت الکترونیک قطعات متعددی هستند که با توجه به ویژگی‌هایی که دارند در مدارهای مختلف استفاده می‌شوند. قطعاتی مانند مقاومت، سلف و خازن که تقریباً در تمام مدارهای الکتریکی و الکترونیکی مانند تلفن همراه، تبلت، شارژر، تلویزیون، پخش صوت تلفن و دستگاه‌های مهندسی پزشکی به کار می‌روند را قطعات پایه در الکترونیک می‌نامند. در این واحد یادگیری، به شرح عملکرد و کاربرد تعدادی از این نوع قطعات در مدارهای الکتریکی می‌پردازیم. از آنجا که برای درک چگونگی عملکرد هر قطعه در مدار نیاز به دانش و مهارت کافی و عمیق در به کارگیری علم الکترونیک، آگاهی از کاربردها و شبیه‌سازی قطعه توسط نرم‌افزار داریم، این موضوع را در فرایند تألیف نیز رعایت کرده‌ایم. محتوای آموزشی شامل مباحث نظری، محاسبه‌ای، عملی آزمایشگاهی و کار با نرم‌افزار است. پس از آموزش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند مقاومت، سلف و خازن را از یکدیگر تمیز دهد و کاربرد آنها را بیان کند و با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری آنها را اندازه بگیرد. همچنین قطعات را به صورت سری و موازی ببندد و کمیت‌های مرتبط با آنها را محاسبه کند و به کمک سخت افزار و نرم افزار آنها را اندازه‌گیری نماید. رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در تمام مراحل باید رعایت شود.



محاسبه و اتصال عملی مدارهای ساده الکتریکی و الکترونیکی و اندازه‌گیری مقادیر کمیت‌ها و قطعات مرتبط با آن براساس استاندارد و با دقت تعریف شده.

### ۱-۱- مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

ابزار عمومی برق یا الکترونیک - لوازم التحریر - میز کار با برق - چسب کاغذی - LCR متر دیجیتالی - میکرومتر - یا کولیس - کاتر - بوبین پیچ - جداول استاندارد مرتبط - ابزار عمومی لحیم کاری - وارنیش - سیم افشان - لباس کار - رایانه - انواع سیم لاکه - هسته فریت و آهن - قرقره در ابعاد مختلف متناسب با برنامه آموزشی.

### ۱-۲- فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن

سیستم تهویه - ویدئو پروژکتور - رایانه - ماشین حساب - پرده نمایش - وایت برد - برد هوشمند (اسمارت برد به جای ویدئو پروژکتور و پرده نمایش). مشخصات فنی تجهیزات و فضا و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

### ۱-۳- ماهیت الکتریسیته

باتوجه به آموخته‌های خود در دروس علوم و کار و فناوری سال‌های گذشته و شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲ پیش‌آزمون زیر را در خارج از ساعات درسی اجرا کنید و به خود امتیاز دهید. در دادن امتیاز صادق باشید، زیرا دانسته‌های خود را ارزیابی می‌کنید. این آزمون در کلاس درس به وسیله معلم نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱- کهربا

ابونیت مالش داده شده به ابریشم — میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم



میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم

میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم



شکل ۱-۲- اثر بارهای استاتیکی بر یکدیگر

- ۱ آیا پدیده برق در زمان رعد و برق در آسمان نوعی تولید الکتریسیته است؟
- الف) خیر ب) بلی
- ۲ چرا پس از تماس شانه با مو، تکه‌های کاغذ جذب شانه می‌شوند؟ شرح دهید.
- ۳ مفهوم بار الکتریکی کدام است؟
- ۱) مقدار الکتریسیته موجود در یک جسم  
۲) مقدار جریانی که باید انتقال یابد  
۳) انرژی که یک لامپ را روشن می‌کند  
۴) انرژی که یک مولد را می‌چرخاند
- ۴ نام دیگر الکتریسیته مالشی چیست؟
- ۱) الکتریسیته جاری  
۲) الکترومغناطیس  
۳) الکتریسیته ساکن  
۴) میدان مغناطیسی
- ۵ انرژی الکتریکی مورد نیاز برای روشنایی منازل با چه روش‌هایی قابل تأمین است، نام ببرید؟
- ۶ علت به وجود آمدن جرقه بین دست و دستگیره در اتاق پس از راه رفتن روی موکت یا فرش را شرح دهید؟
- ۷ چرا در پشت ماشین‌های نفت کش بزرگ از یک زنجیر که با زمین در ارتباط است، استفاده می‌شود؟
- ۱) برای ایجاد صدا و مشخص کردن نوع ماشین  
۲) علامت دادن به اتومبیل‌های پشت  
۳) حذف جرقه ناشی از تولید الکتریسیته ساکن  
۴) انتقال گرمای ایجاد شده در اثر سایش لاستیک‌ها با زمین
- ۸ کدام یک از موارد زیر درباره الکتریسیته صحیح نیست؟
- ۱) برای تولید انرژی مکانیکی استفاده می‌شود.  
۲) در اثر اصطکاک بین یک میله پلاستیکی و پارچه پشمی به وجود می‌آید.  
۳) جریان از حرکت بارهای الکتریکی به وجود می‌آید.  
۴) الکتریسیته جاری اصولاً در صنعت، کاربردی ندارد.

فیلم مبانی الکتریسیته قسمت ساختمان اتم و بارهای الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۱



#### ۴-۱- ساختمان ماده

با توجه به شکل‌های ۱-۳، ۱-۴، ۱-۵، ۱-۶، ۱-۷ و پیش‌آموخته‌های خود در سال‌های گذشته، در یک بحث گروهی به سؤالات زیر پاسخ دهید. در صورت نیاز از کتاب هادی مرجع ذکر شده در انتهای کتاب استفاده کنید.

بحث کنید

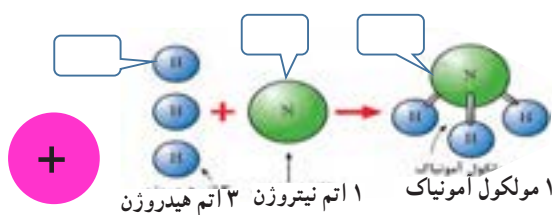


- ۱ دو نمونه ماده ساده و دو نمونه ماده مرکب را نام ببرید.
- ۲ به کوچک‌ترین جزء یک ماده مرکب که هنوز خواص آن ماده را دارد ..... می‌گویند.
- ۳ به کوچک‌ترین جزء یک ماده ساده که هنوز خواص آن ماده را دارد ..... می‌گویند.
- ۴ اتم هر عنصر از دو قسمت ..... و مدارهای ..... تشکیل شده است.
- در شکل‌های ۱-۳ و ۱-۴ مواد ساده، مرکب، عنصر، اتم، الکترون و پروتون را مشخص کنید.
- ۵ هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون (Proton) و نوترون (Neutron) شکل می‌گیرد.
- ص ☐ غ ☐.

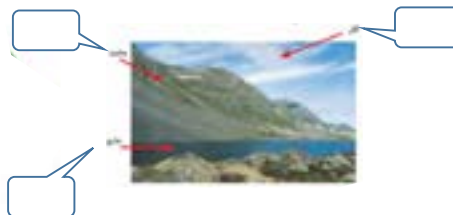
۶ بر روی مدارهای الکترونی، ذراتی به نام الکترون با بار ..... قرار دارند.

۷ از نظر بار الکتریکی پروتون دارای بار ..... و نوترون ..... است.

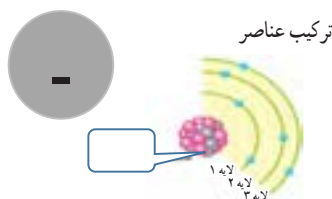
۸ جاهای خالی را با عبارات و اصطلاحات مناسب و صحیح پر کنید.



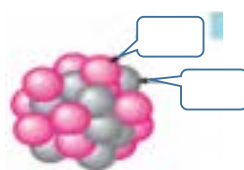
شکل ۴-۱ ترکیب عناصر



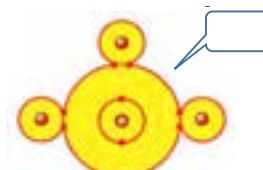
شکل ۳-۱ حالت های مختلف ماده



شکل ۷-۱ یک اتم با ذرات و مدارها



شکل ۶-۱ پروتون و نوترون در هسته



شکل ۵-۱ اتم ها در کنار یکدیگر

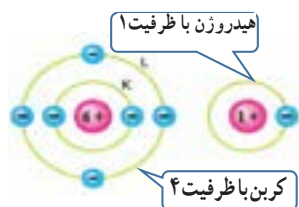
در خارج از ساعات درسی و با نظارت اولیای خود، با مراجعه به سایت دانشنامه رشد وزارت آموزش و پرورش (<http://www.medu.roshd.ir>) و فضای مجازی اندرویدی و جست و جوی کلمات :

valance electron + film و free electron + film و فیلم هایی را بارگیری کنید و پس از مشاهده، آنها را به کلاس و معلم خود ارائه دهید. همچنین می توانید کتاب های سال گذشته را از طریق سایت های مختلف مانند سایت <http://www.chap.sch.ir> بارگیری (download) کنید. قبل از کار با رایانه با دوستان خود درباره نکات بهداشتی، ایمنی و ارگونومی که قبلاً آموخته اید بحث کنید و هنگام کار عملاً آنها را رعایت کنید.

جست و جو کنید



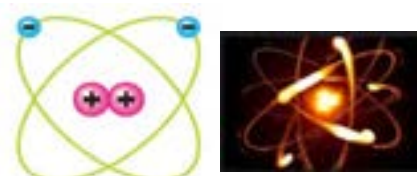
**الکترون های والانس یا ظرفیت :** با توجه به آموخته های استفاده از بارش فکری، الکترون والانس یا ظرفیت (تعداد الکترون های مدار آخر) و نقش آن را بیابید. خود در دروس علوم و کار و فناوری پایه های هفتم تا نهم، شکل های ۸-۱ تا ۱۰-۱ را مورد بررسی قرار دهید و با



شکل ۱۰-۱ تعداد الکترون های ظرفیت در هیدروژن و کربن



شکل ۹-۱ لایه ها و الکترون والانس



شکل ۸-۱ مدارهای اتم

## الکترون‌های آزاد

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند. چون الکترون‌های مدار آخر نسبت به هسته اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه کمتری از طرف هسته روی آنها اثر می‌کند، بنابراین با وارد کردن مقدار کمی انرژی می‌توانند از مدار خود جدا شوند و به محل دیگری انتقال یابند. شکل ۱۱-۱ نحوه وارد شدن انرژی به الکترون‌های والانس و جداسدن آنها از مدار خود را نشان می‌دهد. این الکترون‌ها را الکترون‌های آزاد می‌گویند. به عبارت دیگر اگر الکترونی از اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد، آن الکترون را الکترون آزاد می‌نامند. الکترون‌های آزاد سبب تولید جریان الکتریکی می‌شوند.

## ۵-۱- یون‌های مثبت و منفی

در شرایط عادی در هر اتم تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها مساوی است و اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است. تعداد پروتون‌های داخل هسته یک اتم تغییر نمی‌کند. در واقع خصوصیات اتم، وابسته به تعداد پروتون‌ها است اما تعداد الکترون‌ها ممکن است تغییر کند.

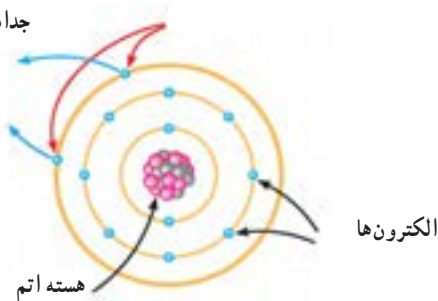


پژوهش

با توجه به آموخته‌های خود در پایه هشتم و شکل ۱۲-۱ و با مراجعه به منابع مختلف بررسی کنید که چرا یون‌های مثبت و منفی به وجود می‌آیند؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

الکترون‌ها از مدار خود جدا می‌شوند

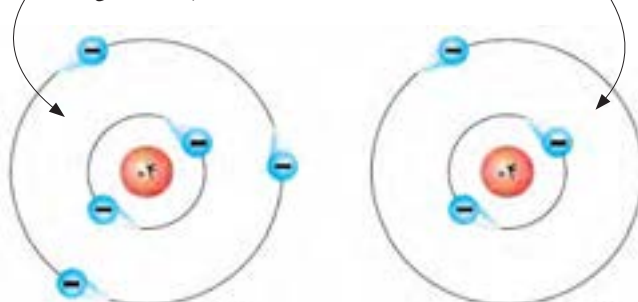
انرژی خارجی وارد شده به الکترون‌ها



شکل ۱۱-۱ الکترون‌های آزاد

یک الکترون زیاد دارد  
پس یون منفی است

یک الکترون کم دارد پس  
یون مثبت است



شکل ۱۲-۱ یون منفی و یون مثبت

## جذب و دفع اجسام باردار

از آنجایی که بررسی تعداد الکترون‌های دریافتی یا از دست داده شده در اتم‌ها در الکتریسیته کاربرد دارد دانشمندان مختلفی به بررسی اثرات ذرات باردار بر هم پرداخته‌اند که از جمله آنها می‌توان به «کولن» اشاره کرد. وی تحقیقات زیادی پیرامون بارهای الکتریکی ( $q$ ) داشته است.

به همین خاطر به احترام وی واحد بار الکتریکی بر حسب کولن یا کولومب (coulomb) نام‌گذاری شده و نماد آن (c) است. مقدار بار الکتریکی موجود در یک جسم تعیین کننده میزان الکتریسیته در جسم است. این نوع بار دار شدن اجسام را الکتریسیته ساکن می‌نامند. همان طور که در علوم پایه هشتم آموختید، باردار شدن اجسام از طریق اصطکاک، تماس و القا امکان پذیر است. براساس قانون کولن دو جسم یا دو ذره باردار با بارهای همنام یکدیگر را دفع و دو جسم یا دو ذره باردار با بارهای غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. کولن بر پایه انجام آزمایش‌های زیاد با اجسام باردار نتیجه گرفت که نیروهای جاذبه و دافعه میان بارها از قانون خاصی پیروی می‌کنند. امروزه این قانون را به نام «قانون کولن» می‌شناسیم. برای اطلاع بیشتر از قانون کولن و روابط آن می‌توانید به منابع ذکر شده در انتهای کتاب مراجعه کنید.

فیلم ۳



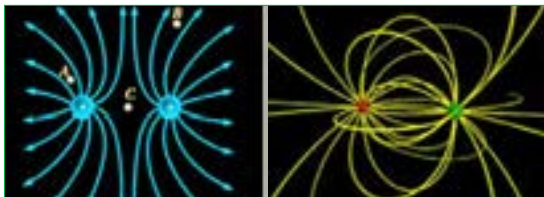
فیلم تعاملی مبانی الکتریسیته، خطوط میدان بارهای الکتریکی و بار دار شدن اجسام را ببینید.

### ۶-۱- میدان الکتریکی

اگر دو صفحه باردار را به یکدیگر نزدیک کنیم، بین دو صفحه خطوط نیرویی به وجود می‌آید که آن را میدان الکتریکی می‌گویند. میدان الکتریکی مشابه میدان مغناطیسی است. میدان‌های الکتریکی را با خطوط نیرو نشان می‌دهند. همان طور که می‌دانیم پروتون بار الکتریکی مثبت دارد و بنا به قرار داد، خطوط نیروی این بار به صورت شعاعی و به طور مستقیم در تمام جهات از پروتون خارج می‌شود. الکترون بار الکتریکی منفی دارد و خطوط نیروی وارد شده به هسته به صورت شعاعی و در تمام جهات به الکترون وارد می‌شود، شکل الف -۱۳-۱. خطوط نیروی مربوط به هر یک از این بارها را مشاهده کنید. به تصاویر داده شده در شکل الف -۱۳-۱ و ب -۱۳-۱ توجه و برداشت خود را بیان کنید.



الف - جهت میدان الکتریکی در ذره باردار



ب - میدان الکتریکی بین دو ذره باردار در کنار هم

شکل ۱۳-۱- میدان الکتریکی در ذرات باردار

فیلم ۲



فیلم مبانی الکتریسیته قسمت باردار شدن اجسام، جذب و دفع بارهای الکتریکی و میدان‌های الکتریکی را برای چندین بار در خارج از ساعات درسی ببینید و درباره آن در کلاس درس بحث کنید.

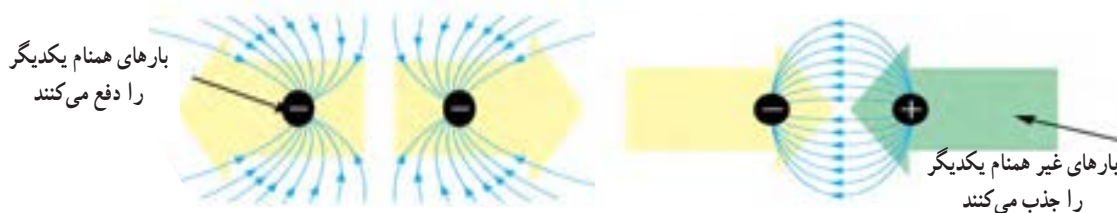
تحقیق کنید



با همکاری دوستان خود درباره مفید یا مضر بودن بارهای الکتریکی ساکن (الکتریسیته ساکن) بحث کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.



با کمی دقت در می‌یابید که به علت اثر متقابل میدان‌های ناشی از ذرات باردار، ذرات باردار یکدیگر را جذب یا دفع می‌کنند، شکل ۱۴-۱. به جهت خطوط میدان توجه کنید.



شکل ۱۴-۱- میدان‌های الکتریکی در حالت جذب و دفع بارهای الکتریکی

#### بحث کنید

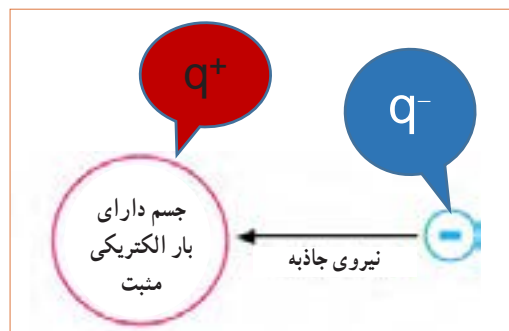
تحت چه شرایطی انرژی پتانسیل ذخیره شده در یک ذره با بار منفی به ذره دیگری که دارای بار الکتریکی مثبت است انتقال می‌یابد. موضوع را به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. از شکل الف-۱۶-۱ کمک بگیرید.

#### فکر کنید

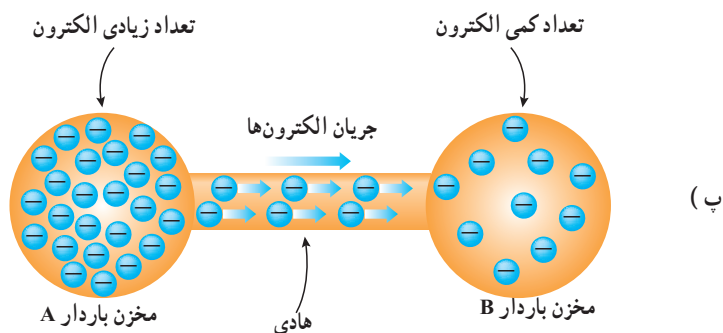
وقتی روی موکت راه می‌روید، بدن شما دارای بار الکتریکی می‌شود. حال اگر با دست خود دستگیره درب اتاق را لمس کنید، احساس برق گرفتگی در شما به وجود می‌آید. چرا؟

### ۷-۱- اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ)

جسمی را که دارای بار الکتریکی مثبت است در نظر بگیرید. این جسم کمبود الکترون دارد، لذا می‌خواهد از هر طریقی که مقدور باشد الکترون‌هایی را به سمت خود جذب کند، پس دارای نیروی جاذبه است. می‌توان گفت دلیل وجود نیروی جاذبه، ذخیره شدن انرژی در جسم است. به این انرژی نهفته ذخیره شده در جسم باردار، انرژی «پتانسیل» می‌گویند. هنگامی که جسم دارای کمبود الکترون است، می‌گوییم دارای پتانسیل مثبت است و آن را با علامت « $+$ » یا « $+q$ » نشان می‌دهیم، شکل ۱۵-۱. چنانچه جسم دارای بار الکتریکی منفی باشد جسم دارای انرژی پتانسیل منفی است که آن را با علامت « $-$ » یا « $-q$ » نشان می‌دهیم. چنانچه دو جسم با بار الکتریکی نامساوی در کنار هم قرار گیرند با هم اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند.



شکل ۱۵-۱- انرژی پتانسیل ذخیره شده در جسم باردار



(ب)



(الف)

شکل ۱۶-۱ تخلیه انرژی پتانسیل ذخیره شده در جسم باردار

فیلم چگونگی تولید الکتریسیته ساکن، روش‌های مقابله با آن، پدیده رعد و برق، پتانسیل صفر زمین و اختلاف پتانسیل را ببینید و در مورد آن بحث و گفت و گو کنید.

فیلم ۴



دلیل این برق گرفتگی وجود اختلاف پتانسیل بین بدن شما و دستگیره درب به طرف زمین حرکت می‌کنند. به این حرکت زمین است که در اثر تماس، بارهای الکتریکی از طریق بدن شما بارها، جریان الکتریکی می‌گویند، شکل ب-۱۶-۱.

بار الکتریکی زمین چقدر است؟ به چه دلیل اگر بدن ما دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی شود به سمت زمین تخلیه می‌شود؟ برای انجام این پژوهش ابتدا از شکل پ-۱۶-۱ و در صورت نیاز از معلم خود کمک بگیرید.

پژوهش



بر اساس تعریف «هرگاه کار برحسب ژول و مقدار بار الکتریکی برحسب کولن باشد پتانسیل الکتریکی برحسب ولت به دست می‌آید» تعریف واحد اختلاف پتانسیل را بنویسید و به کلاس ارائه دهید.

## ۸-۱- خطرات الکتریسته ساکن و چگونگی خنثی کردن آن

برقی را که بین دو توده ابر و زمین در زمان رعد و برق رخ می‌دهد، در اصطلاح علمی تخلیه الکتریکی یا صاعقه می‌گویند. این تخلیه الکتریکی به دام‌ها، انسان‌ها، درخت‌ها و ساختمان‌ها آسیب می‌رساند. برای جلوگیری از آسیب، روی ساختمان‌های بلند و برج‌ها برق گیر نصب می‌کنند.

فیلم مبانی الکتریسته قسمت ولتاژ و جریان الکتریکی و ایمنی در الکتریسته ساکن، بارهای الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

## الگوی پرسش

۱ کدام یک از ذرات اتم به ترتیب از راست به چپ دارای بار منفی و مثبت هستند؟

(۱) پروتون، الکترون (۲) نوترون، الکترون

(۳) نوترون، پروتون (۴) الکترون، پروتون

۲ کدام عبارت درباره جمله «اتم‌ها در طبیعت خنثی هستند» صدق می‌کند؟

(۱) الکترون‌ها و پروتون‌ها بدون بار هستند.

(۲) الکترون‌ها و نوترون‌ها بار خود را از دست داده‌اند.

(۳) بارهای پروتون و الکترون یکدیگر را خنثی می‌کنند.

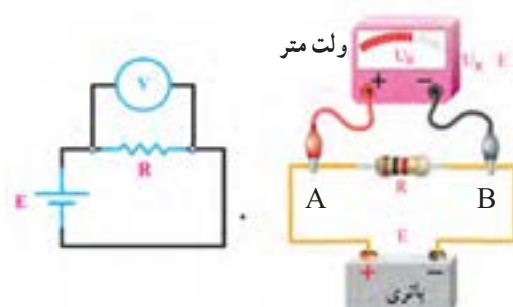
(۴) در شرایط عادی تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

## اختلاف سطح بین دو نقطه نسبی است: به شکل الف - ۱۷-۱

توجه کنید. تاج سد بالاتر از سطح آب قرار دارد، لذا می‌گوییم، اختلاف سطح تاج سد نسبت به سطح آب ۵ متر است به همین ترتیب اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد ۵- متر است، زیرا سطح آب پایین‌تر از تاج سد قرار دارد.



الف - اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد نسبی است.



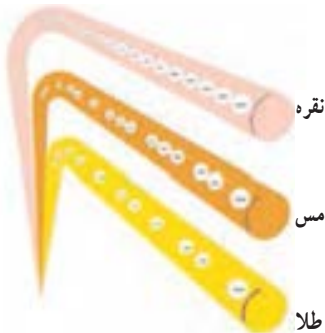
ب - اختلاف پتانسیل بین دو قطب باتری نسبی است

شکل ۱۷-۱- اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد

## اختلاف پتانسیل بین دو نقطه نسبی است:

در شکل ب - ۱۷-۱ قطب مثبت باتری را A و قطب منفی باتری را B نام گذاری کنید. سپس از طریق بحث و گفت‌وگو اثبات کنید که اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B نسبی است. درباره اختلاف پتانسیل، رابطه  $V_{AB} = V_A - V_B$  و  $V_{AB} = -V_{BA}$  درباره انرژی الکتریکی نیز رابطه  $W_{AB} = W_A - W_B$  صدق می‌کند.

آزاد زیادی دارند به راحتی جریان الکتریسته را از خود عبور می‌دهند. فلزات یک تاسه ظرفیتی که الکترون آزاد زیادی دارند، هادی‌های بسیار خوبی به شمار می‌آیند. از هادی‌های خوب می‌توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. در صنعت برق از سیم‌های مسی و آلومینیومی استفاده می‌شود زیرا این عناصر رسانایی خوبی دارند و فراوان و مقرون به صرفه هستند، شکل ۱۸-۱.



شکل ۱۸-۱- مقایسه الکترون‌های آزاد در هادی‌های خوب

جست و جو

علاوه بر رساناهای ذکر شده در بالا حداقل سه ماده رسانای دیگر را بیابید.

کار عملی در خارج از کلاس

در شکل ۱۹-۱ بر اثر انتقال الکترون‌ها از سیم مسی و میخ آهنی، لامپ روشن شده است. این کار عملی را در خارج از کلاس اجرا کنید. توجه داشته باشید که ولتاژ باتری باید با ولتاژ کار لامپ برابر باشد.



شکل ۱۹-۱- برقراری جریان الکتریکی در هادی

۲ هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون و

الکترون تشکیل شده است. ☐ غلط ☐ صحیح

۴ الکترون‌های موجود در هسته هر اتم را الکترون‌های

والانس یا ظرفیت گویند. ☐ غلط ☐ صحیح

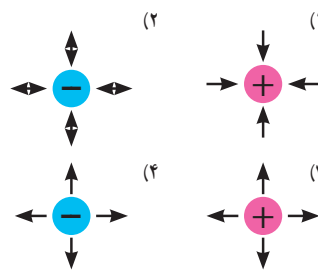
۵ چگونگی تولید جریان الکتریکی توسط الکترون‌های

آزاد را در دو سطر شرح دهید.

۶ آیا پدیده رعد و برق آسمان نوعی تولید الکتریسته

است؟ شرح دهید.

۷ کدام یک از تصاویر زیر صحیح است؟



۸ دو ذره با بار مثبت یکدیگر را ..... و دو

ذره با بار منفی یکدیگر را ..... می‌کنند.

در گروه‌های دو نفره، هر گروه دو سؤال طراحی کند و با پاسخ‌نامه به کلاس ارائه دهد.

کار گروهی



فیلم مبانی الکتریسته قسمت طبقه‌بندی اجسام از نظر هدایت الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۶



۹-۱ طبقه‌بندی مواد از نظر هدایت الکتریکی

رساناها (هادی‌ها — conductor): برخی از مواد مانند

مس، آلومینیوم و فلزات دیگر به راحتی جریان الکتریسته

را از خود عبور می‌دهند. این نوع اجسام را رسانا یا هادی

می‌گویند. در یک هادی، الکترون‌ها به راحتی از یک اتم

به اتم دیگر منتقل می‌شوند. به طور کلی اجسامی که الکترون

### ابرساناها (فوق هادی ها — superconductor):

برخی از مواد در دماهای بسیار کم رفتار ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند به گونه‌ای که رسانایی آنها بی‌نهایت (مقاومت صفر) می‌شود. این اجسام را فوق هادی یا «ابر رسانا» می‌نامند. در صورتی که در دمای معمولی خاصیت ابر رسانایی برای جسمی رخ دهد، تلفات انرژی الکتریکی به صفر می‌رسد، به این ترتیب یکی از آرزوهای بشر در علم الکتریسیته تحقق خواهد یافت.



پژوهش

در صورتی که در مدار شکل ۱۹-۱ به جای میله آهنی، یک میله نیمه هادی قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟ وضعیت نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.

### ۱۰-۱- شدت جریان الکتریکی

#### (Electric current Intensity)

به طور کلی الکتریسیته بر دو نوع ساکن و جاری تقسیم می‌شود. همان طور که قبلاً توضیح داده شد، اگر بارهای الکتریکی (الکترون‌ها) در طول یک هادی جابه‌جا شوند، می‌گوییم در طول هادی جریان الکتریکی برقرار است. همچنین اگر در یک هادی جریانی برقرار شود حتماً در آن هادی، کار انجام خواهد شد. بنابراین جابه‌جایی بارهای الکتریکی در واحد زمان را جریان الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف  $I$  نشان می‌دهند. برای برقراری جریان در مدار باید مسیر برقراری جریان الکتریکی بسته شود، شکل ۲۱-۱.

بنابه تعریف مقدار بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) که از یک نقطه سیم در طی مدت زمانی معین عبور می‌کند، را شدت جریان الکتریکی می‌نامند. اگر بار الکتریکی را با  $q$  (بر حسب کولن C)، زمان را با  $t$  (بر حسب ثانیه S) نشان

### نارساناها، عایق‌ها (dielectric): در مقابل هادی‌ها اجسامی

وجود دارند که جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند، به این گونه اجسام عایق یا دی الکتریک می‌گویند. شیشه، هوا، کاغذ و بعضی از انواع پلاستیک‌ها عایق هستند. در حقیقت تمامی اجسامی که الکترون آزاد بسیار کمی دارند عایق محسوب می‌شوند. عایق‌ها در آخرین مدار خود بیشتر از ۴ الکترون دارند. از عایق‌های خوب می‌توان شیشه، کاغذ، پلاستیک، هوا و میکا را نام برد.

شکل ۲۰-۱ تصویری را نشان می‌دهد که در آن لامپ روشن نمی‌شود. این کار عملی را در خارج از کلاس اجرا کنید. علت روشن نشدن لامپ را بیابید.



شکل ۲۰-۱ برقرار نشدن جریان الکتریکی در عایق

علاوه بر مواد نارسانای ذکر شده در بالا حداقل سه ماده نارسانای دیگر بیابید.

### نیمه رساناها (نیمه هادی ها — semiconductor):

موادی مانند ژرمانیوم و سیلیسیوم وجود دارند که هادی یا عایق خوبی نیستند. این مواد ۴ ظرفیتی هستند (۴ الکترون والانس) و نیمه هادی نام دارند. در شرایط عادی، نیمه هادی‌ها تمایلی به دریافت کردن و یا از دست دادن الکترون ندارند، اما در صورتی که به آنها انرژی داده شود، می‌توانند الکترون آزاد کنند. سیلیسیوم (Si) و ژرمانیوم (Ge) از جمله موادی هستند که در صنعت الکترونیک کاربرد گسترده‌ای دارند. از نیمه هادی‌ها در ساخت قطعات الکترونیکی مانند دیود (diode) و ترانزیستور (transistor) استفاده می‌شود.

کار عملی در خارج از کلاس



جستجو کنید

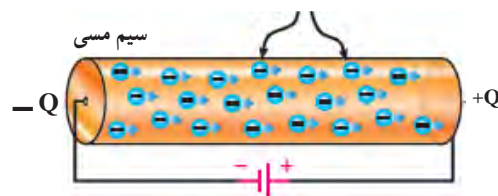




دهیم شدت جریان  $I$  (ثابت و بر حسب آمپر - A) از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow \text{آمپر (A)} = \frac{\text{کولن (c)}}{\text{ثانیه (t)}}$$

الکترون‌های آزاد



انرژی داده شده به مدار

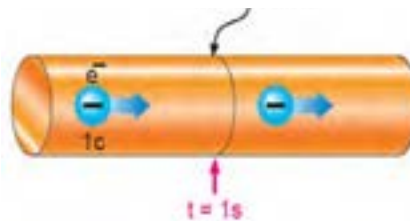
شکل ۲۱-۱ مسیر بسته برای برقراری جریان الکتریکی

**مثال:** در صورتی که یک کولن الکتریسیته در مدت یک ثانیه از مدار عبور کند شدت جریان عبوری چند آمپر است؟

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1 \text{ کولن}}{1 \text{ ثانیه}} = 1 \text{ A}$$

با توجه به مثال بالا هرگاه بار الکتریکی معادل یک کولن در مدت زمان یک ثانیه از یک نقطه معین مانند شکل ۲۲-۱ عبور کند، شدت جریانی برابر یک آمپر در سیم جاری شده است.

سطح مورد نظر



شکل ۲۲-۱ تعریف واحد آمپر

واحد شدت جریان الکتریکی آمپر است که با حرف A نشان داده می‌شود. بنا به تعریف، اگر در یک هادی تعداد:

$$6.28 \times 10^{18} = 6,280,000,000,000,000,000$$

الکترون در مدت یک ثانیه عبور کند (یک کولن بار)، جریان یک آمپر است. واحدهای کوچک‌تر از آمپر، میلی‌آمپر (mA=milliampere) یا

یک هزارم آمپر و میکروآمپر ( $\mu A = \text{microampere}$ ), یک میلیونم آمپر و نانو آمپر  $10^{-9}$  آمپر است. واحد بزرگ‌تر از آمپر را کیلوآمپر (kA=kiloampere) یا ۱۰۰۰ آمپر می‌نامند. در مدارهای الکتریکی برای اندازه‌گیری جریان از دستگاهی به نام آمپر متر استفاده می‌شود.

### جهت جریان الکتریکی

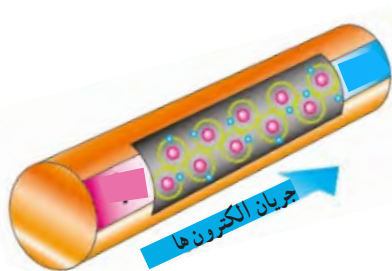
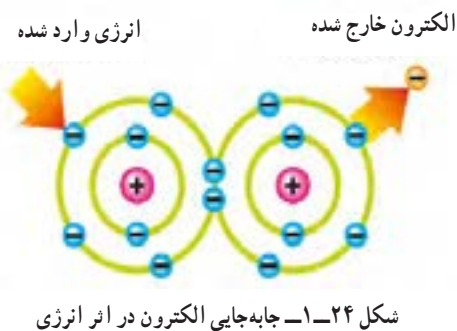
چون عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی، حرکت الکترون‌هاست و این ذرات دارای بار منفی هستند، لذا جهت حرکت واقعی الکترون‌ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت است. ولی براساس قرارداد، جهت جریان الکتریکی را در مدارها از قطب مثبت به سمت قطب منفی در نظر می‌گیرند. در این حالت، جریان از حرکت فرضی حفره‌ها (بار مثبت معادل بار منفی الکترون) شکل می‌گیرد.



پژوهش

با توجه به شکل‌های ۲۳-۱ و ۲۴-۱ و ۲۵-۱ (اینفوگرافی<sup>۱</sup>) و مراجعه به منابع مختلف، چگونگی حرکت الکترون‌های آزاد و سرعت آن برای برقراری جریان الکتریکی را بررسی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۱- نمایش نموداری، بلوکی یا تصویری از یک فرایند کار را به صورت بی در پی و منظم اینفوگرافی می‌نامند. (اینفوگرافی به معنی نمایش اطلاعات به صورت مصور است.)



کرد.

#### ۱-۱۱- روش های تولید و مصرف الکتریسیته

**تولید الکتریسیته:** به شکل ۱-۲۶ توجه کنید و در مورد هریک از روش ها توضیح دهید و برای هریک مثالی بزنید. انرژی مصرفی دستگاه های موجود در اطراف شما با کدام روش تأمین می شود؟ با ذکر مثال شرح دهید.

**مصرف الکتریسیته:** به شکل ۱-۲۷ توجه کنید و در مورد هریک از روش ها توضیح دهید و برای هریک مثالی بزنید. انرژی دستگاه های موجود در اطراف شما با کدام روش مصرف می شود؟ با ذکر مثال شرح دهید.

#### انواع جریان الکتریکی: با توجه به نیاز و کاربرد، جریان

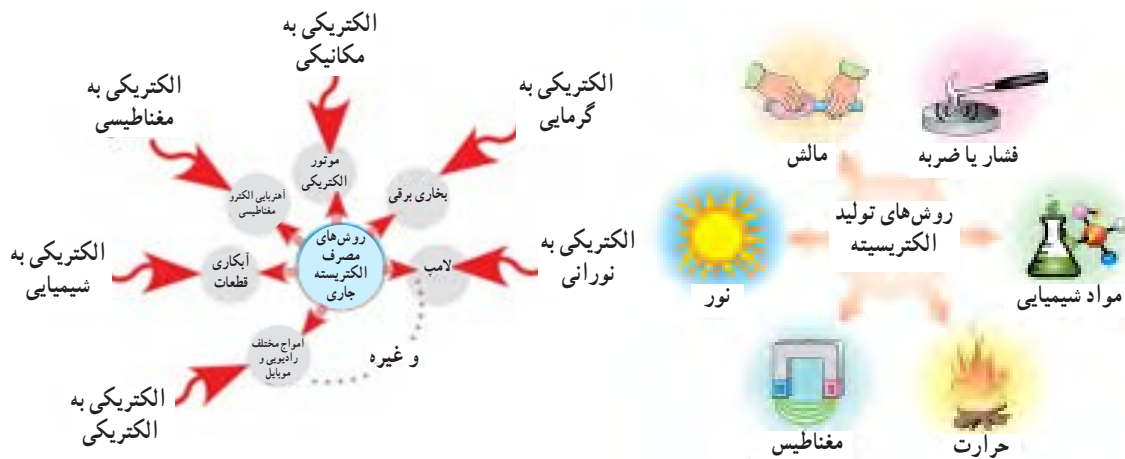
الکتریکی در سه نوع:

جریان مستقیم (Direct Current - DC)،

جریان متغیر (Variable Current) و

جریان متناوب (Alternative Current - AC) تقسیم

می شود. پیل و باتری مولد جریان مستقیم یا DC و نیروگاه تولید برق شهر مولد جریان متناوب یا AC و سیگنال خروجی میکروفون یک سیگنال متغیر DC است. در این واحد یادگیری جریان مورد بحث جریان مستقیم یا DC است که مقدار و جهت آن با گذر زمان ثابت می ماند. در واحدهای یادگیری بعدی در مورد انواع جریان ها بیشتر بحث خواهیم



شکل ۲۶ - ۱- روش های تولید الکتریسته

شکل ۲۷ - ۱- روش های مصرف الکتریسته

فیلم ۸

فیلم مبانی الکتریسته قسمت مقاومت مخصوص، هدایت مخصوص و مقاومت الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

پژوهش

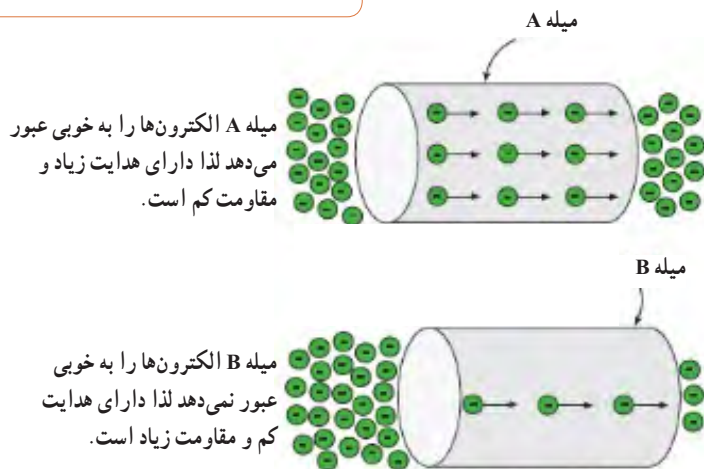
درباره روش های تولید و مصرف انرژی الکتریکی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

فیلم ۷

فیلم روش های مختلف تولید الکتریسته را ببینید.

## ۱۲-۱- هدایت و مقاومت الکتریکی

همان طور که قبلاً نیز ذکر شد اجسامی که در طبیعت وجود دارند نمی توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند، چون تعداد الکترون های لایه آخر مواد مختلف کمی با هم متفاوت است لذا هدایت و مقاومت الکتریکی آنها نیز با هم متفاوت خواهد بود، شکل ۲۸-۱.



شکل ۲۸-۱- مقاومت و هدایت در دو جسم مختلف

## هدایت و مقاومت مخصوص الکتریکی

(Conductivity – Resistivity):

میزان هدایت اجسام را با ضریبی با عنوان «ضریب هدایت مخصوص» بیان می‌کنند. این ضریب نشان می‌دهد که جسم تا چه اندازه جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد. ضریب هدایت را با حرف یونانی  $\kappa$  (کاپا) نشان می‌دهند. ضریب دیگری که در اجسام مطرح می‌شود ضریب «مقاومت مخصوص» نام دارد. این ضریب میزان مخالفت جسم را نسبت به عبور جریان الکتریکی بیان می‌کند. ضریب مقاومت مخصوص را با حرف یونانی  $\rho$  (رو) نشان می‌دهند. در واقع هر جسمی که هدایت مخصوص آن زیاد است مقاومت الکتریکی آن کم و هر جسمی که مقاومت مخصوص آن زیاد باشد دارای هدایت الکتریکی کم است.

روابط  $\kappa = \frac{1}{\rho}$  و  $\rho = \frac{1}{\kappa}$  را مورد بررسی قرار دهید و در مورد آن بحث کنید.

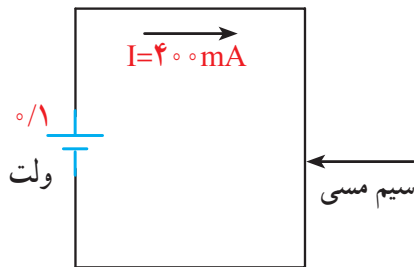
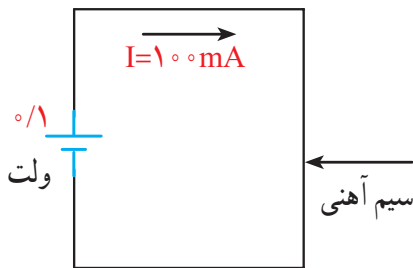
بارش فکری



## مقاومت الکتریکی

هرگاه اختلاف پتانسیل ثابتی را ابتدا به دو سرب یک سیم مسی و سپس به دو سرب یک سیم آهنی اعمال کنیم، شدت جریانی که از هر یک از دو سیم عبور می‌کند با دیگری اختلاف دارد. به زبان دیگر سیم آهنی در مقابل عبور جریان یا در مقابل حرکت الکترون‌ها ایستادگی بیشتری نشان می‌دهد در حالی که سیم مسی در مقابل عبور جریان ایستادگی کمتری می‌کند. خاصیت ایستادگی جسم در مقابل حرکت الکترون‌ها (جریان الکتریکی) را مقاومت الکتریکی می‌نامند. به عبارت دیگر اثر مقاومت الکتریکی یا رزیستانس (Resistance) خاصیتی از ماده است که با عبور جریان الکتریکی مخالفت می‌کند، شکل الف-۲۹. این مخالفت گاهی مانند مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط، به صورت ناخواسته و مزاحم

(مضر) در مدارهای الکتریکی وجود دارد و گاهی به عنوان عاملی از پیش تعیین شده به صورت یک مصرف کننده (مفید) در مدارهای الکتریکی قرار می‌گیرد. در این حالت جسم، ماده یا قطعه‌ای که در برابر عبور جریان الکتریکی ایستادگی می‌کند را مقاومت الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف  $R$  که حرف اول Resistor است نشان می‌دهند. نماد مقاومت در استاندارد IEC به صورت شکل ب-۲۹-۱ است.



الف - مثال‌هایی از خاصیت مقاومت الکتریکی

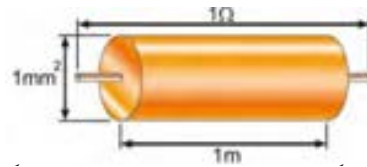


ب - نماد مقاومت الکتریکی در استاندارد IEC  
شکل ۲۹-۱

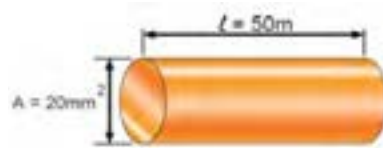
مقاومت سیم با طول آن رابطه مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت معکوس دارد. مقدار مقاومت سیم را می‌توان از روابط روبه‌رو به دست آورد:

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ یا } R = \frac{l}{\kappa A}$$

در این رابطه  $R$  مقاومت سیم بر حسب اهم ( $\Omega$ )،  $l$  طول سیم بر حسب متر ( $m$ )،  $A$  سطح مقطع سیم بر حسب میلی‌متر مربع ( $mm^2$ )،  $\rho$  مقاومت مخصوص سیم بر حسب اهم میلی‌متر مربع بر متر  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  و  $\kappa$  هدایت مخصوص سیم بر حسب متر بر اهم میلی‌متر مربع  $\frac{m}{\Omega mm^2}$  است. طول یک متر وسط سطح مقطع یک میلی‌متر مربع است. بنابراین تعریف، شکل الف - ۱ - ۳ قطعه سیمی را نشان می‌دهد که مقاومت مخصوص آن برابر با یک اهم است. مثلاً اگر یک قطعه سیم مسی به طول یک متر و سطح مقطع یک میلی‌متر مربع را انتخاب کنیم، مقاومت مخصوص آن برابر با  $\frac{1}{56}$  یا  $0.0178 \%$  اهم میلی‌متر مربع بر متر است. عکس مقاومت الکتریکی را هدایت الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف ( $G$ ) نمایش می‌دهند. واحد هدایت الکتریکی را بر حسب «موهو» ( $mho$ ) یا زیمنس ( $simens$ ) بیان می‌کنند.



الف - مشخصات سیمی با مقاومت مخصوص یک اهم



ب - مشخصات سیم مسی

شکل ۱ - ۳

**مثال:** مقاومت سیم مسی با مشخصات داده شده در شکل ب - ۱ - ۳ را به دست آورید، ( $\kappa = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$ ). مقدار هدایت الکتریکی سیم چند «موهو» ( $mho$ ) است؟

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{l}{\kappa A} = \frac{50}{56 \times 20} = 0.044 \%$$

$$G = \frac{A}{\rho l} = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.044} = 22.7 mho$$

### الگوی پرسش

- ۱ با توجه به روابط بالا، مقدار  $\rho$  بر حسب  $\Omega cm$  عبارت است از مقاومت سیمی به طول ..... سانتی‌متر و سطح مقطع ..... سانتی‌متر مربع، که آن را مقاومت مخصوص می‌نامند.
- ۲ با توجه به روابط بالا، مقدار  $\rho$  بر حسب  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  برابر است با .....
- ۳ با توجه به اینکه هدایت الکتریکی عکس مقاومت الکتریکی است، رابطه واحدها و تعاریف را برای هدایت مخصوص الکتریکی بنویسید.

### یادآوری

در پایه هشتم با واحد مقاومت و قانون اهم آشنا شده‌اید، در صورت نیاز و یادآوری محتوا، به کتاب علوم پایه هشتم مبحث الکتریسیته مراجعه کنید.

۱۳-۱- کار عملی (۱): استفاده از نرم افزار محاسبه گر مقاومت

هدف: مهارت در جست و جو و استفاده از نرم افزار مرتبط مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب

### مراحل اجرای کار

- ۱ یکی از تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری و الکترونیک میز آزمایشگاهی است. تجهیزات

آزمایشگاهی الکترونیک را مشاهده می کنید. از آنجا که در این مرحله با رایانه کار می کنید کلیه نکات ایمنی و ارگونومی درباره کار با رایانه را که در سال های قبل آموخته اید، حتماً اجرا کنید.

و دستگاه های مورد نیاز ممکن است روی میز نصب شده باشد یا به صورت قابل حمل روی آن قرار گیرد. آشنایی و نحوه استفاده از میز کار و تجهیزات آن از مواردی است که فراگیرنده در هر سطحی که باشد باید به خوبی آن را بیاموزد. در شکل الف - ۳۱-۱ نمونه ای از میز کار



الف - میز کار آزمایشگاه



ب - پوشیدن لباس کار و رعایت نظم و ترتیب

شکل ۳۱-۱



#### نکته ایمنی

۲ در هنگام کار با رایانه، برای جلوگیری از آسیب رسیدن به اعضای بدن از صندلی استاندارد استفاده کنید. صندلی باید با ساختار بدن شما سازگار باشد. (ارگونومیک Ergonomic) ارتفاع میز و صندلی به گونه ای باشد که بالای نمایشگر تقریباً در راستای چشمان شما قرار گیرد. همواره نمایشگر و صفحه کلید کاملاً روبه روی شما باشد. به ازای هر ۴۵ دقیقه کار با رایانه، بدن شما نیاز به ۵ دقیقه نرمش های خاص دارد. شکل ۳۲-۱ حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه را نشان می دهد. در صورتی که برای مدت طولانی از رایانه استفاده می کنید، از زیر پای های استاندارد استفاده کنید و هر ده دقیقه یک بار وضعیت پاها را تغییر دهید.

به سایت رشد مراجعه کنید و مفهوم ارگونومی را بیابید نکات ارگونومی مرتبط، هنگام کار با رایانه را پیدا کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

فیلم نکات ایمنی، بهداشتی و ارگونومی در رابطه با کار با رایانه را ببینید.

قبل از ورود به کارگاه یا آزمایشگاه برگه مربوط به آیین نامه ها و مقررات کارگاه را مطالعه کنید، لباس کار بپوشید و به طور منظم وارد آزمایشگاه یا کارگاه شوید، شکل ب - ۳۱-۱.

پژوهش



فیلم ۹



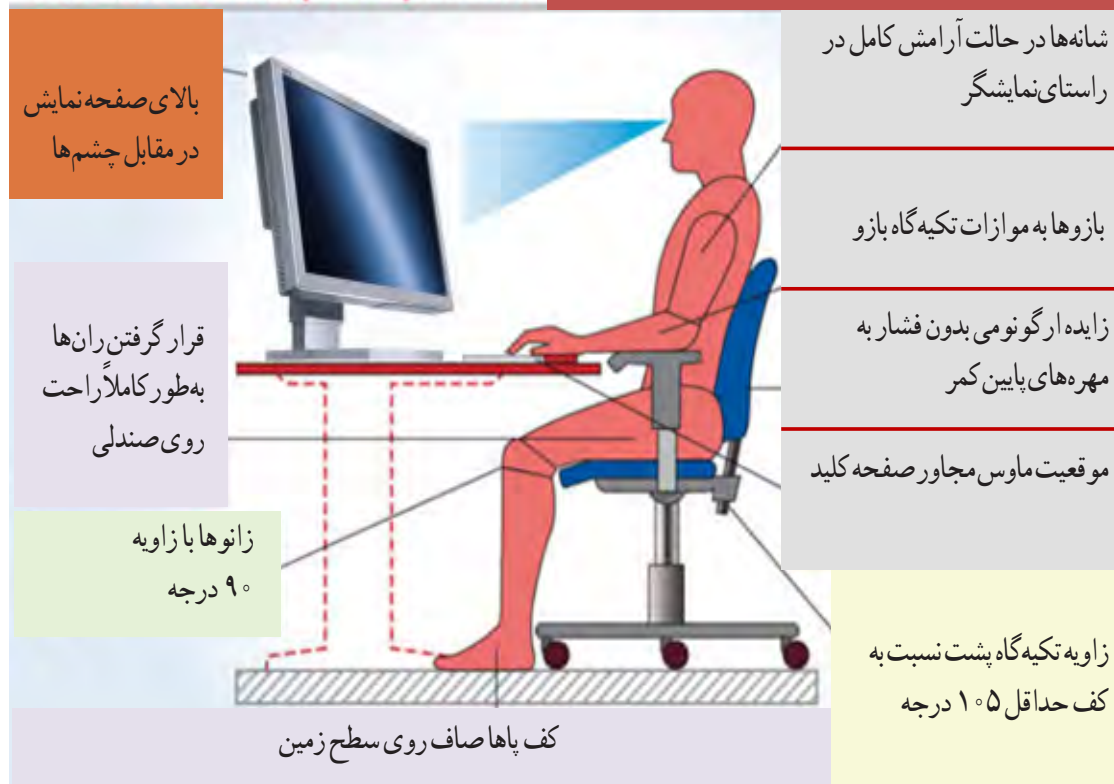
نکته





## The correct computer posture

## حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه



شکل ۳۲-۱. حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه

۴. بر اساس یک برنامه منظم برای هر هفته یک گروه به عنوان ارشد کلاس و گروه دیگر به عنوان مأمورین نظافت انتخاب می‌شوند. وظایف ارشد و مأموران نظافت در کتاب همراه آمده است.

۳. با راهنمایی معلم خود، برای اجرای کار تیمی به گروه‌های دو نفره تقسیم‌بندی شوید، شکل ۳۳-۱، تشکیل گروه‌های کاری باعث ایجاد و مهارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با دیگران می‌شود.

کار با  
نرم‌افزار

۵. با مراجعه به سایت‌های مختلف مانند سایت رشد یا calculator.org یا سایت‌های مرتبط از طریق جست‌وجوی کلمات resistivity calculator مقادیر مقاومت، مقاومت مخصوص، هدایت مخصوص را محاسبه کنید. برخی از این اطلاعات در کتاب همراه هنرجو آمده است.



شکل ۳۳-۱. تشکیل گروه دو نفره برای انجام کار تیمی





الف — مقاومت‌های ثابت



ب — مقاومت‌های متغیر

شکل ۳۵-۱ چند نمونه مقاومت ثابت و متغیر



پژوهش

درباره ساختمان و چگونگی خواندن مقادیر انواع مقاومت‌های ثابت پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

**ساختار مقاومت‌ها از نظر چگونگی نصب روی برد مدار چاپی :**  
در دستگاه‌های الکترونیکی معمولاً قطعات را روی صفحات مخصوص به نام صفحات مدار چاپی :  
(PCB=printed circuit board) یا برد هزار سوراخ (vero board) نصب می‌کنند. مدارچاپی صفحه‌ای است که روی آن یک لایه نازک از مس پوشانده شده است. صفحه مدار چاپی ممکن است با توجه به نوع قطعه، طراحی و نیازدارای سوراخ یا بدون سوراخ یا ترکیبی از این دو باشد. برای اجرای کارهای آزمایشگاهی از برد بُرد (bread board) استفاده می‌کنند. در آینده درباره مدار چاپی بیشتر خواهیم آموخت. مقاومت‌ها از دیدگاه نصب (installation) و بسته‌بندی (package) به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند :

**الف) مقاومت‌های پایه‌دار و با قابلیت «نصب در داخل حفره» (TH — through hole) :** این مقاومت‌ها دارای پایه هستند. هنگام نصب این نوع مقاومت‌ها، پایه‌های مقاومت را از داخل سوراخ‌های فیبر مدارچاپی عبور می‌دهند و لحیم می‌کنند، در شکل ب — ۳۵-۱ انواع مقاومت‌های پایه دار را شناسایی کنید. در شکل ۳۶-۱ نیز نمونه‌های دیگری از قطعات پایه دار را ملاحظه می‌کنید.

**۶** واحدهای دیگری نیز برای مقاومت مخصوص و هدایت مخصوص وجود دارد. نمونه‌هایی از این واحدها را در شکل ۳۴-۱ ملاحظه می‌کنید. این اطلاعات از محاسبه‌گرهای موجود در فضای مجازی استخراج شده است. با مراجعه به آدرس‌های مرتبط محاسبه‌گرها را بیابید و با آنها کار کنید.

Electric resistivity		Electric conductivity	
0.6e-5	$\Omega \cdot m$	1.7857	$S / m$
0.6e-6	$k\Omega \cdot m$	1.7857e+7	$mS / m$
0.6e-3	$\Omega \cdot cm$	178.57	$S / cm$
0.2047e-3	$\Omega \cdot in$	403.37	$S / in$
1.8273e-4	$\Omega \cdot ft$	5442.9	$S / ft$
0.006	$\Omega \cdot circular / ft$	0.0006e-5	$S ft / circular$
0.6	$\Omega \cdot mm^2 / m$	1.7857e-3	$S m / mm^2$
calculate		reset	
The results have been rounded to: 3 significant digits			
Popup			

شکل ۳۴-۱ — مشخصات سیم مسی

فیلم مبانی الکتربسته قسمت ساختار، کاربرد و چگونگی نصب انواع مقاومت‌های الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۱۰



**انواع مقاومت‌ها :** به طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر مقدار اهمی به دو دسته ثابت و متغیر تقسیم بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت، مقاومتی است که مقدار آن در اثر حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی یا سایر عوامل فیزیکی تغییر نمی‌کند. مقاومت متغیر مقاومتی است که می‌توان مقدار آن را با عواملی مانند تغییر مکان یک اهرم با دست، نور، حرارت و ولتاژ تغییر داد. جنس مقاومت‌ها معمولاً از فلز یا ترکیبی از ماده هادی (مانند کربن) یا عایق (مانند خاک رس یا خاک چینی) است.

در شکل الف — ۳۵-۱ چند نمونه مقاومت ثابت و در شکل ب — ۳۵-۱ چند نمونه مقاومت متغیر نشان داده شده است.



- با مراجعه به شکل ۳۶-۱ و اینترنت انواع قطعات SMD پایه دار، بدون پایه «آرایه چندتایی» (array) و بدون استفاده از لحیم کاری مستقیم (solder less) را شناسایی و آرسیوی از تصاویر آنها به صورت فایل الکترونیکی تهیه کنید.
- برای مقاومت‌های الکتریکی برگه‌های اطلاعات (Datasheet) وجود دارد.

پژوهش کنید چه اطلاعاتی در این برگه‌ها داده می‌شود؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه دهید.



### الگوی پرسش

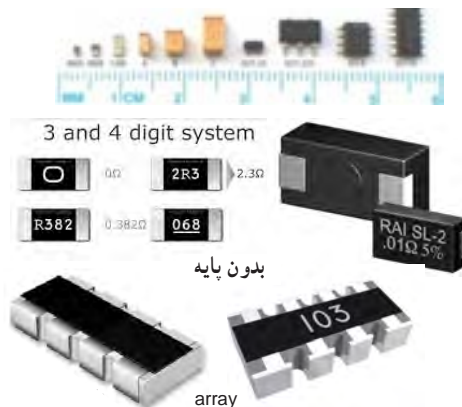
- ۱ Electric current Intensity را تعریف کنید و علامت اختصاری (نماد) آن را بنویسید؟
- ۲ چند کولن بار می‌تواند در مدت ۴۲ میلی ثانیه جریانی برابر با ۱۲ آمپر را به وجود آورد؟
- ۳ کدام گزینه صحیح است؟ شرح دهید.
  - (۱) جهت قراردادی جریان الکتریکی در خارج از مدار از قطب مثبت به طرف قطب منفی است.
  - (۲) براساس قرارداد جهت جریان الکتریکی در خارج از مدار از قطب منفی به طرف قطب مثبت است.
  - (۳) در شرایط عادی بارهای الکتریکی پروتون و الکترون یکدیگر را خنثی نمی‌کنند.
  - (۴) در شرایط عادی لازم است تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها باشد.
- ۴ حدود سرعت سیر جریان الکتریکی برابر با سرعت کیلومتر و حدود ..... بر ثانیه است.
- ۵ روابط  $x = \frac{1}{K}$  و  $\rho = \frac{1}{K}$  را تعریف کنید، واحد و کاربرد آن را بنویسید.
- ۶ در صورتی که سطح مقطع یک قطعه سیم مسی به طول



شکل ۳۶-۱- مشخصات چند نمونه دیگر قطعات TH و چگونگی نصب آن

### ب) مقاومت‌های نصب سطحی

(SMD surface mount device): این مقاومت‌ها در ابعاد بسیار کوچک و در انواع «دارای پایه» و «بدون پایه» (leadless) هستند. هنگام نصب، مقاومت روی فیبر مدار چاپی قرار می‌گیرد و لحیم می‌شود، در شکل ۳۷-۱ نمونه‌هایی از قطعات نصب سطحی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۷-۱- مشخصات چند نمونه مقاومت SMD پایه‌دار و بدون پایه و چگونگی نصب آن

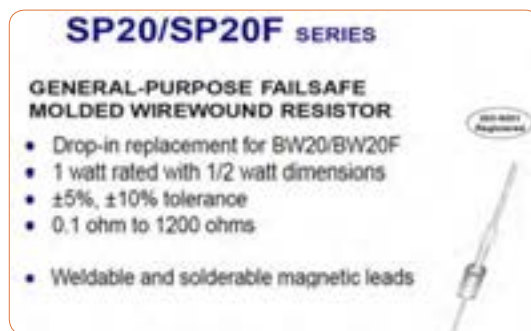


نکته

در مدارهای الکتریکی علاوه بر موارد فوق باید از اجزای دیگری نیز استفاده شود از جمله این اجزا می‌توان فیوز و وسایل اندازه‌گیری را نام برد.

۲۲۵ متر برابر با ۱۵ میلی‌متر مربع باشد، با استفاده از رابطه  $R = \rho \frac{l}{A}$  مقدار مقاومت را محاسبه کنید. مقدار  $\rho$  را با مراجعه به جدول مربوطه که در کتاب همراه هنرجو آمده است، به دست آورید.

متن شکل ۳۸-۱ را ترجمه کنید.

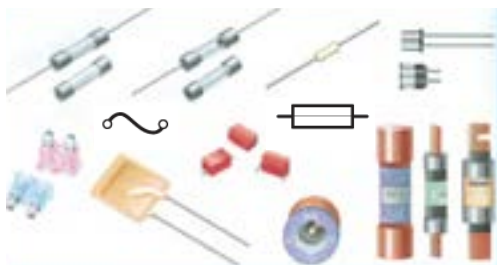


شکل ۳۸-۱- برگه اطلاعات مقاومت



ایمنی

فیوز وسیله‌ای است که مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را در مقابل اتصال کوتاه (short circuit) و اضافه جریان حفاظت می‌کند. در شکل ۴۰-۱ چند نمونه فیوز و نماد آن را ملاحظه می‌کنید.



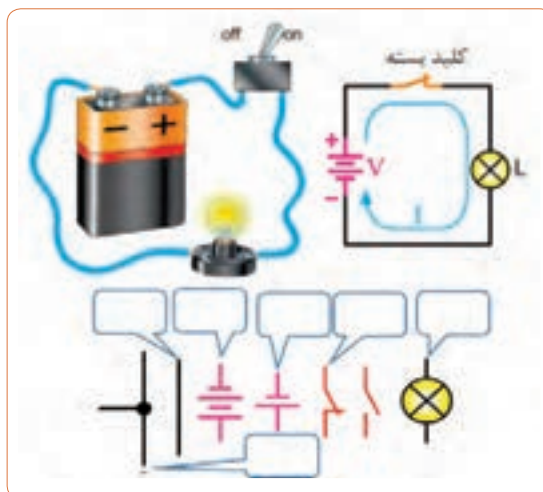
شکل ۴۰-۱- چند نمونه فیوز و نماد آن

## ۱-۱۴- مدار الکتریکی و قانون اهم

### الف- مدار الکتریکی

با توجه به آموخته‌های خود درباره (مولد) منبع، بار (مصرف کننده)، کلید و فیوز، عناصر را روی مدار شکل ۳۹-۱ مشخص کنید. چرا در این مدار فیوز وجود ندارد؟ ضرورت وجود فیوز را به بحث بگذارید. نمادها را نام ببرید و کاربردهای آن را در شکل بنویسید.

فعالیت

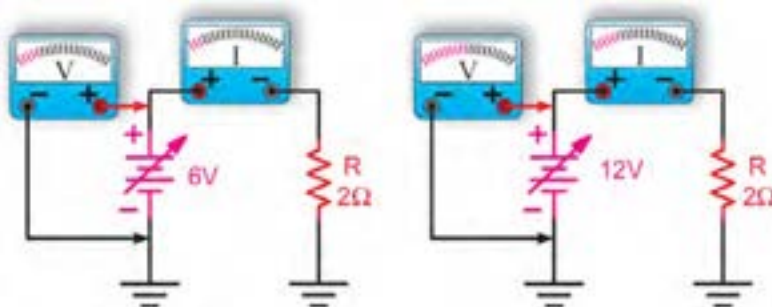


شکل ۳۹-۱- اجزای مدار


## ب- قانون اهم

منبع تغذیه را افزایش دهیم شدت جریان افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر رابطه  $V = IR$  مشابه تابع خطی  $y = ax$  است، چرا؟ شکل ۱-۴۱.

جرج سیمون اهم در سال ۱۸۲۸ براساس تجربیات آزمایش‌های فراوان توانست ارتباط بین ولتاژ ( $V$ ) جریان ( $I$ ) و مقاومت ( $R$ ) را در یک مدار به دست آورد. اهم به این نتیجه رسید که اگر مقاومت مدار را ثابت نگه داریم و ولتاژ



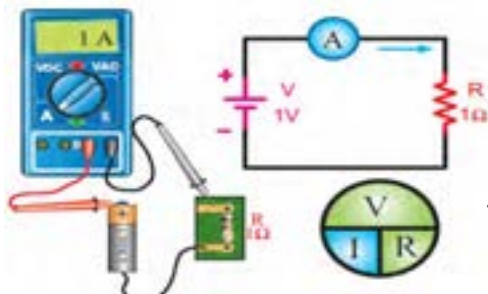
شکل ۱-۴۱- تغییرات ولتاژ و جریان برای یک مقاومت ثابت در شرایط DC

**مثال:** جریان عبوری از مقاومت مدار شکل ۱-۴۳ چند میلی آمپر است؟ نماد آمپر متر در مدار به صورت  است.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1V}{1\Omega} = 1A$$

حل:

$$I = 1 \times 10^{-3} = 1000mA$$



شکل ۱-۴۳

**نکته مهم:**

یکی از حالات خطرناکی که ممکن است در مدار الکتریکی به وجود آید حالت «اتصال کوتاه» است. حالت «اتصال کوتاه» در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقدار مقاومت مصرف کننده یا بار به صفر برسد. در صورت وقوع چنین حالتی جریان بسیار زیادی از مدار عبور می‌کند، در شکل ب- ۱-۴۴ چه اتفاقی برای مدار می‌افتد و چه خطری دارد؟

برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب‌های مبانی برق، مبانی الکتریسته و الکترونیک پایه مراجعه کنید. این کتاب‌ها را می‌توانید از سایت [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) بارگیری کنید.

نکته



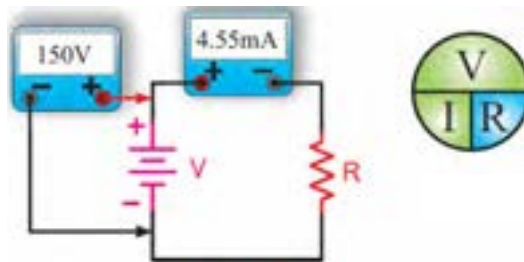
**مثال:** در مدار شکل ۱-۴۲ مقدار مقاومت  $R$  چند اهم است؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{150V}{4/55mA} \text{ (قانون اهم)}$$

است؟

حل:

$$R = \frac{150V}{4/55 \times 10^{-3}A} = 33 \times 10^3 \Omega = 33k\Omega$$



شکل ۱-۴۲



الف - مدار در حالت عادی (لامپ روشن) ب - مدار در حالت اتصال کوتاه (لامپ خاموش) عبور جریان بسیار زیاد است.

شکل ۱-۴۴

درباره اتصال مشترک زمین در مدارهای الکترونیکی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



## ۱-۱۵ کار عملی (۲):

استفاده از نرم افزار محاسبه گر قانون اهم

۲ آیا با توجه به وجود این گونه نرم افزارهای محاسبه گر نیازی به، به خاطر سپردن قانون اهم وجود دارد؟ در مورد آن بحث کنید.

هدف: مهارت در جست و جو و استفاده از نرم افزار مرتبط مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب

## ۱-۱۶ سری و موازی کردن مقاومت ها

مراحل اجرای کار



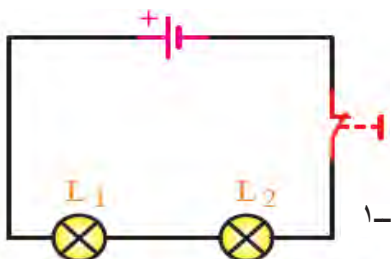
فیلم ۱۱

فیلم مدارهای سری و موازی را ببینید، سپس درباره موارد زیر بحث کنید.



فکر کنید

در مدار شکل ۱-۴۶ دو عدد لامپ  $L_1$  و  $L_2$  به صورت سری (دنبال هم - پشت سر هم) وصل شده اند. در این مدار یک باتری و یک کلید بسته نیز وجود دارد، اگر لامپ  $L_1$  بسوزد چه اثری روی لامپ  $L_2$  می گذارد؟



شکل ۱-۴۶

## ۱ با استفاده از عبارت Ohm's law calculator موتوری

را بیابید و محاسبات قانون اهم را با آن تمرین کنید. نمونه هایی از این نوع محاسبه گرهارا در شکل ۱-۴۵ ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۴۵

پژوهش





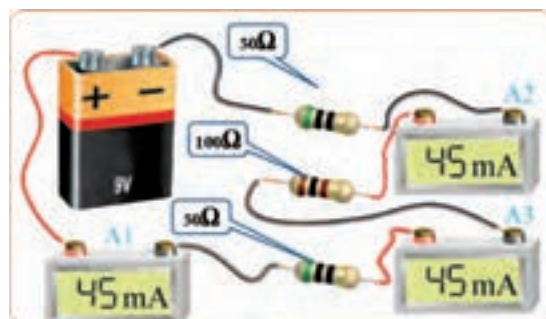
● مقدار شدت جریان الکتریکی را با آمپر متر اندازه گیری می کنند. امروزه برای اندازه گیری کمیت های الکتریکی مختلف مانند ولتاژ، جریان و مقاومت، دستگاه های اندازه گیری الکتریکی را چند منظوره می سازند و آن را مولتی متر (Multimeter) می نامند. مولتی متر در دو نوع آنالوگ (عقربه ای) و دیجیتال وجود دارد، شکل ۵۰-۱.



شکل ۵۰-۱- مولتی متر آنالوگ و دیجیتال

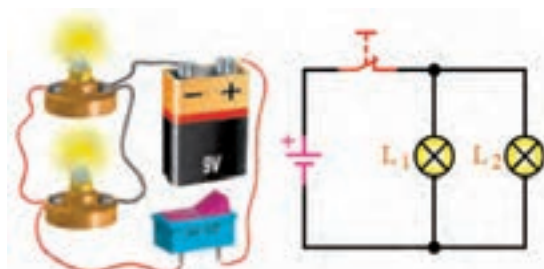
برای قرار دادن آمپر متر در مدار باید ابتدا قسمتی از مدار را قطع کنیم، سپس آمپر متر را در حد فاصل بریدگی ایجاد شده قرار دهیم. این گونه اتصال را اتصال سری می نامند. توجه داشته باشید که نصب آمپر متر در مدار با این روش، درست مانند قرار دادن یک کلید به صورت سری در مدار است.

**مدار سری:** در مدار شکل ۵۱-۱ سه مقاومت و سه آمپر متر باهم به صورت سری بسته شده اند و منبع تغذیه جریانی برابر با ۴۵ میلی آمپر را در مدار برقرار می کند. همان طور که می بینید هر آمپر متر جریان ۴۵ میلی آمپر را نشان می دهد.



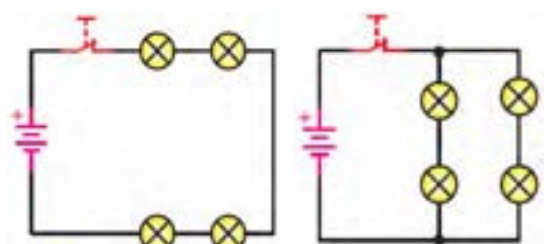
شکل ۵۱-۱- آمپر متر در مدار سری

● در شکل ۴۷-۱، لامپ های  $L_1$  و  $L_2$  به صورت موازی بسته شده اند (لامپ ها در کنار هم) و هر دو لامپ توسط یک کلید خاموش یا روشن می شود. در صورتی که لامپ  $L_2$  بسوزد چه اثری روی لامپ  $L_1$  می گذارد؟ یک بار دیگر مدار را طوری رسم کنید که هر لامپ دارای کلید جداگانه ای باشد.



شکل ۴۷-۱

● در هر یک از مدارهای شکل ۴۸-۱ و شکل ۴۹-۱ اگر یک لامپ بسوزد، چه اتفاقی برای سایر لامپ ها می افتد؟ چرا؟



شکل ۴۹-۱

شکل ۴۸-۱

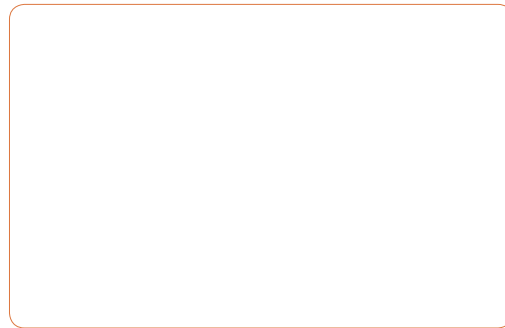
با مراجعه به سایت های اینترنتی بررسی کنید و ببینید مصرف کننده ها مانند یخچال، اتوی برقی، لامپ های لوستر و جارو برقی هنگام اتصال به پریز برق چگونه در مدار «سری یا موازی» قرار می گیرند؟ کلید های «خاموش-روشن» لامپ ها و دستگاه ها به چه صورت در مدار قرار دارند؟ دلیل آن را بیابید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش





از مدار شکل ۱-۵۱ چه نتیجه‌ای را برای مدارهای سری می‌گیریم؟ با استفاده از قانون اهم، مقدار مقاومت معادل (مقاومت جایگزین به جای تمام مقاومت‌های مدار) مدار چند اهم است؟ چرا مقدار مقاومت معادل بیشتر از صد اهم است؟ نقشه فنی مدار را در محل مشخص شده در شکل ۱-۵۲ رسم کنید.



شکل ۱-۵۲

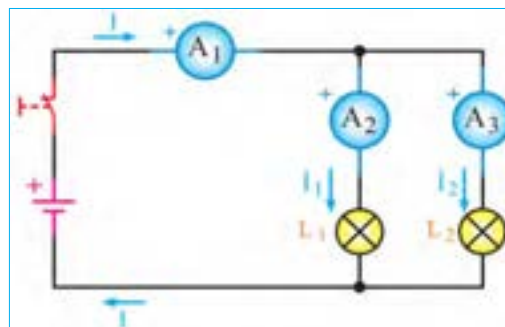


بحث کنید

شکل ۱-۵۴ اتصال آمپرمتر در یک مدار با سه مقاومت موازی را نشان می‌دهد. مقدار مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ تغذیه این مدار از چه طریق تأمین می‌شود؟ چرا مقدار مقاومت معادل کمتر از ۵۰ اهم است؟

**ولت متر:** در شکل الف-۱-۵۵ سه نمونه مولتی متر که به صورت ولت متر هم به کار می‌رود نشان داده شده است. در این شکل‌ها علامت اختصاری (فنی) ولت متر و نحوه اتصال آن به مدار را نیز می‌بینید. هنگام اتصال ولت متر به مدار باید پایانه‌های آن با قطب‌های باتری هم‌سان باشد، زیرا در ولت مترهای عقربه‌ای ولت متر صدمه خواهد دید. همچنین همواره باید توجه داشته باشیم که ولت متر به صورت موازی در دو سر هر قطعه یا منبع تغذیه قرار می‌گیرد.

**مدار موازی:** در شکل ۱-۵۳ لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  به صورت موازی قرار گرفته‌اند و در هر شاخه یک آمپرمتر قرار دارد. در مدار موازی برای هر لامپ مسیر جریان جداگانه‌ای وجود دارد. اگر شدت جریان کل مدار برابر با  $I$  باشد این جریان بین دو لامپ تقسیم می‌شود و جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  را تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر، جریانی که آمپرمتر  $A_1$  نشان می‌دهد برابر با مجموع جریان‌هایی است که آمپرمترهای  $A_2$  و  $A_3$  نشان می‌دهند. پس می‌توان گفت همواره رابطه  $I = I_1 + I_2$  برقرار است.



شکل ۱-۵۳- نقشه مدار دو لامپ به صورت موازی





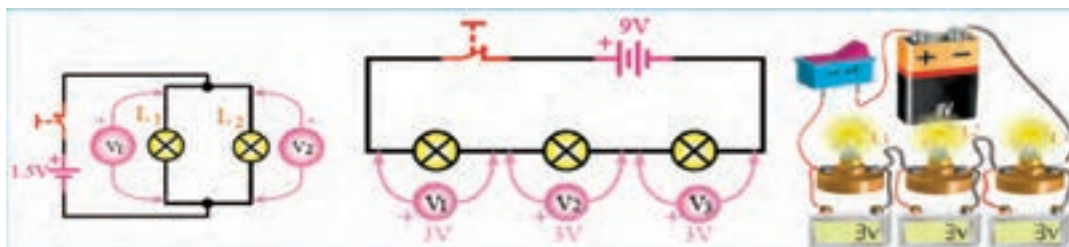
با مراجعه به راهنمای کاربرد یک نمونه دستگاه مولتی متر دیجیتالی بررسی کنید در صورتی که قطب‌های مولتی متر برعکس به مدار وصل شود چه اشکالی به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

### تقسیم ولتاژ در مدارهای سری و موازی :

به شکل ۵۶-۱ توجه کنید، با توجه به مقادیر داده شده، در مدار سری چه اتفاقی برای ولتاژ افتاده است؟ شرح دهید. آیا می‌توانیم نتیجه بگیریم که در مدار سری ولتاژ تغذیه بین مصرف کننده‌ها تقسیم می‌شود؟



شکل ۵۵-۱- ولت متر و نماد آن

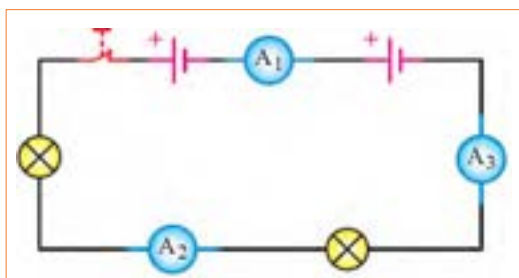


شکل ۵۷-۱- ولتاژها در مدار موازی

شکل ۵۶-۱- ولتاژها در مدار سری

با توجه شکل ۵۷-۱ وضعیت ولتاژها در مدار موازی چگونه است؟ در این مدار هر یک از ولت مترها چه مقداری را نشان می‌دهد؟ وضعیت ولتاژها را در مدار سری شکل ۵۶-۱ بررسی کنید و آن را با مدار موازی مقایسه نمایید.

بحث کنید



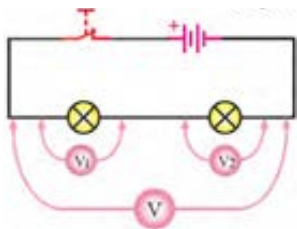
شکل ۵۸-۱

### الگوی پرسش

۱ اگر آمپر متر  $A_1$  در شکل ۵۸-۱ مقداری برابر  $\frac{1}{2}$  آمپر را نشان دهد آمپرمترهای  $A_2$  و  $A_3$  چه مقداری را نشان می‌دهند؟

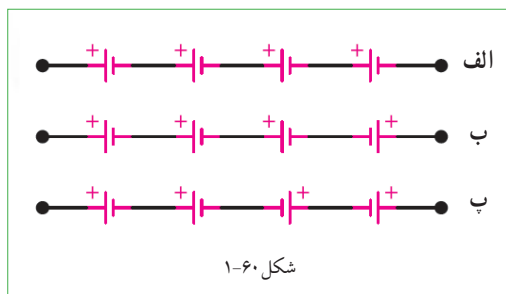
جدول ۱-۱

V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
x	12	6
6	4	y
12	z	4



شکل ۱-۵۹

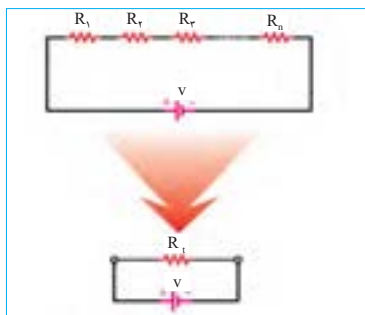
۱۱ در شکل ۱-۶۰ اگر ولتاژ هر پیل برابر با  $\frac{1}{5}$  ولت باشد مقدار ولتاژ کل را در مدارهای شکل الف - ب - پ - ۱-۶۰ به دست آورید.



شکل ۱-۶۰

**محاسبه مقاومت معادل در مدار سری :** مقاومت کل یا «مقاومت معادل» به مقاومتی گفته می‌شود که بتواند به تنهایی اثر همه مقاومت‌های موجود مدار را داشته باشد و جایگزین آنها شود. در شکل ۱-۶۱ مقاومت  $R_T(\text{total})$  می‌تواند معادل تمام مقاومت‌های موجود در مدار باشد و جایگزین آنها شود. با توجه به ویژگی‌های مطرح شده در مورد مدارهای سری، مقاومت معادل  $R_T$  از رابطه زیر قابل محاسبه است. برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

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



شکل ۱-۶۱ در مدار سری

۲ در شکل ۱-۵۳ اگر آمپر متر  $A_2$  مقداری برابر  $\frac{1}{3}$  آمپر و آمپر متر  $A_3$  مقداری برابر  $\frac{1}{2}$  آمپر را نشان دهد آمپر متر  $A_1$  چه مقداری را نشان می‌دهد؟

۳ در شکل ۱-۵۳ اگر لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  دقیقاً مشابه باشند و آمپر متر  $A_1$  مقداری برابر  $\frac{1}{4}$  آمپر را نشان دهد، آمپر مترهای  $A_2$  و  $A_3$  چه مقادیری را نشان خواهند داد؟

۴ در شکل ۱-۵۸ قطب‌های صحیح پایانه‌های آمپر مترهای  $A_1$  و  $A_2$  و  $A_3$  را مشخص کنید.

۵ جریان‌های الکتریکی  $\frac{1}{2} A$ ،  $\frac{1}{5} A$  و  $\frac{1}{4} A$  را به میلی آمپر و  $120 \text{ mA}$ ،  $2400 \text{ mA}$  و  $8 \text{ mA}$  را به آمپر تبدیل کنید. از نماد علمی نیز می‌توانید استفاده کنید. جدول تبدیل واحدها در کتاب همراه هنرجو آمده است.

۶ با توجه به اینکه ولتاژ کار برخی از لامپ‌های موجود در ریشه‌های تزئینی حدود ۱۲ ولت است (کمتر از  $220$  ولت برق شهر) در یک ریشه  $220$  ولتی، چگونه آن را به هم می‌بندند تا قابل اتصال به برق شهر باشد؟ مزایا و معایب این گونه اتصال را بنویسید.

۷ وجه تشابه عملکرد باز و بسته کردن شیر آب را با کلید قطع و وصل لامپ‌های روشنایی بیابید و درباره آن در سه سطر توضیح دهید.

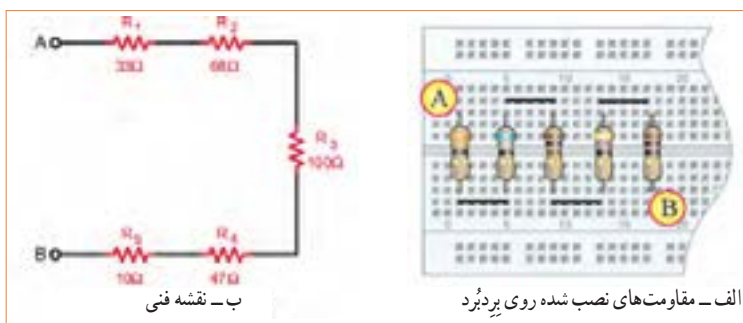
۸ با توجه به اینکه مقاومت داخلی آمپر متر ایده‌آل، حدود صفر اهم است در صورتی که آمپر متر به صورت موازی در مدار بسته شود چه خطراتی دارد و چه اشکالی به وجود می‌آید؟

۹ در شکل ۱-۵۹ اگر ولت مترهای  $V=25 \text{ V}$  و  $V_1=12 \text{ V}$  را نشان دهد ولت متر  $V_2$  چه مقداری را نشان می‌دهد؟

۱۰ اگر در شکل ۱-۵۹ ولتاژهای خوانده شده به وسیله ولت مترها طبق جدول ۱-۱ باشد مقادیر  $x$ ،  $y$  و  $z$  را به دست آورید.

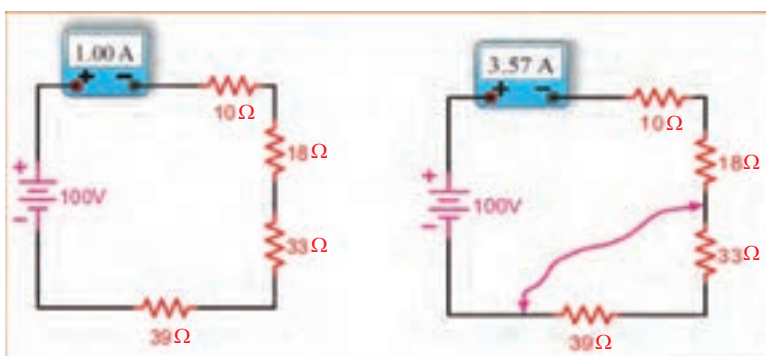
**مثال :** مقاومت معادل در شکل ۶۲-۱ چند اهم است؟

حل :  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$   $R_T = 33 + 68 + 100 + 47 + 10 = 258 \Omega$



شکل ۶۲-۱- پنج مقاومت در مدار سری

اثر اتصال کوتاه در مدار : شکل ۶۳-۱- را بررسی کنید و اثر وجود اتصال کوتاه در مدار و خطرات آن را بیابید.



شکل ۶۳-۱- اثر اتصال کوتاه در مدار سری

**مثال :** دو مقاومت  $R_1 = 520 \Omega$  و  $R_2 = 480 \Omega$  با هم به صورت سری به منبع تغذیه  $10V$  وصل شده اند. تعیین کنید :

- ۱- ترسیم نقشه فنی مدار با کلید و فیوز و ولت متر و آمپر متر . ۲- محاسبه مقادیر  $R_T$  (بر حسب اهم و کیلو اهم)،  $I_T$  (بر حسب آمپر و میلی آمپر) و مقادیر  $V_1$  و  $V_2$  . ۳- بررسی کنید آیا رابطه  $V_T = V_1 + V_2$  برقرار است؟
- حل : نقشه فنی مدار با کلید و فیوز و ولت متر و آمپر متر در شکل ۶۴-۱ ترسیم شده است.

$$R_T = R_1 + R_2 \Rightarrow R_T = 480 \Omega + 520 \Omega = 1000 \Omega = 1K \Omega \Rightarrow R_T = 1000 \Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{10V}{1000\Omega} = 0.01A = 10mA \rightarrow$$

$$V_1 = I_T \times R_1 = 0.01A \times 480\Omega = 4.8V \rightarrow$$

$$V_2 = I_T \times R_2 = 0.01A \times 520\Omega = 5.2V \rightarrow$$

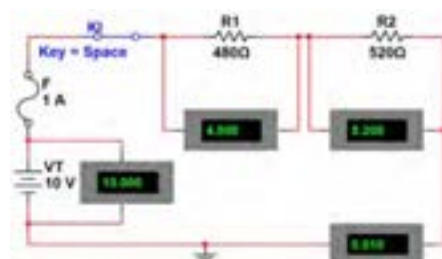
$$V_T = V_1 + V_2 = 4.8V + 5.2V = 10V \rightarrow$$

$$I_T = 10mA$$

$$V_1 = 4.8V$$

$$V_2 = 5.2V$$

$$V_T = 10V$$



شکل ۶۴-۱- ترسیم مدار



**تمرین:** در شکل ۶۶-۱ و ۶۷-۱ رابطه محاسبه مقاومت معادل در هر یک از مدارهای داده شده را با درج اعداد یا به صورت پارامتری بنویسید.

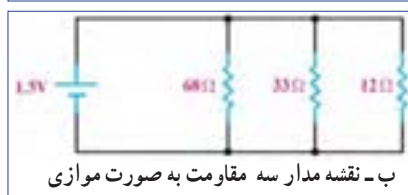
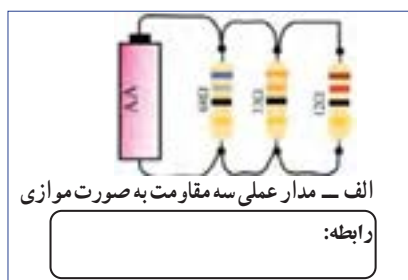
با توجه به مثال صفحه قبل، تعداد ۵ تمرین طراحی و حل کنید.

### محاسبه مقاومت معادل در مدار موازی:

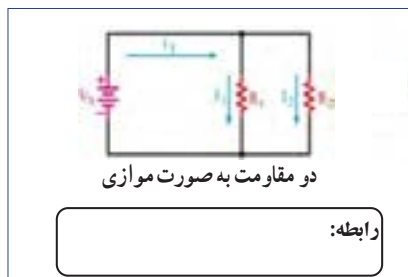
همان طور که قبلاً گفتیم اگر در یک مدار الکتریکی، دو یا چند مصرف کننده طوری به هم متصل شوند که ولتاژ دو سر آنها با هم برابر باشد، می‌گوییم مصرف کننده‌ها با هم به صورت موازی بسته شده‌اند. برای محاسبه مقاومت معادل در مدار موازی نشان داده شده در شکل ۶۵-۱ از رابطه:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

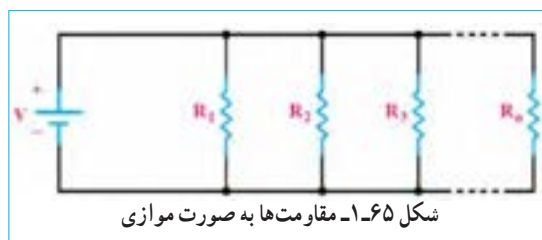
استفاده می‌کنیم. همان طور که ملاحظه می‌شود، عکس مقاومت کل برابر با مجموع عکس هر یک از مقاومت‌ها است.



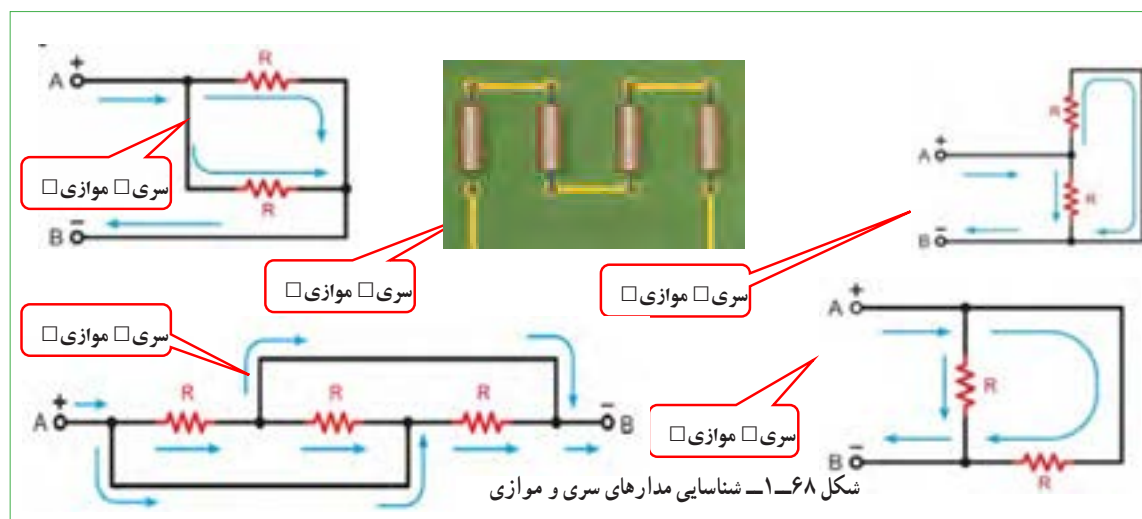
شکل ۶۶-۱ - سه مقاومت به صورت موازی



شکل ۶۷-۱ - مقاومت‌ها به صورت موازی



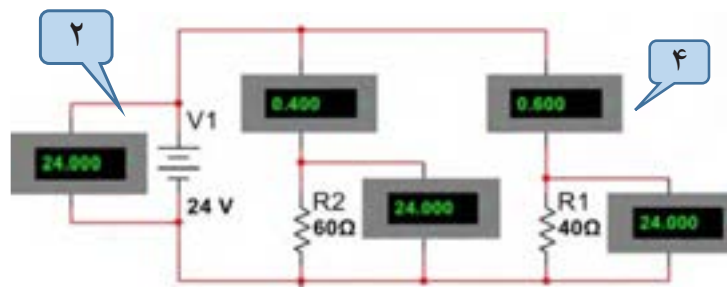
**تمرین:** مشخص کنید کدام یک از مدارهای شکل ۶۸-۱ به صورت سری یا موازی بسته شده است.



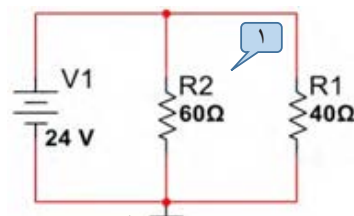
**مثال:** دو مقاومت  $R_1 = 40\ \Omega$  و  $R_2 = 60\ \Omega$  با هم به صورت موازی به منبع تغذیه ۲۴ ولت وصل شده‌اند. تعیین کنید:

- ۱- ترسیم نقشه فنی ساده مدار
- ۲- ترسیم نقشه فنی با ولت متر و آمپر متر
- ۳- محاسبه مقادیر  $R_T$  (بر حسب اهم و کیلو اهم)،  $I_T$  (بر حسب آمپر و میلی آمپر) و مقادیر  $V_1$  و  $V_2$
- ۴- بررسی کنید آیا رابطه  $I_T = I_1 + I_2$  برقرار است؟

حل: نقشه فنی ساده مدار در شکل ۷-۱ و مدار با کلید و فیوز، ولت متر و آمپر متر در شکل ۶۹-۱ ترسیم شده است.



شکل ۶۹-۱- ترسیم مدار با ولت متر و آمپر متر



شکل ۷۰-۱- ترسیم نقشه فنی ساده مدار

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{40\ \Omega} + \frac{1}{60\ \Omega} = \frac{60\ \Omega + 40\ \Omega}{2400\ \Omega} = \frac{100}{2400} = \frac{1}{24} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{24} \rightarrow$$

$$R_T = 24\ \Omega \Rightarrow R_T = 0.024\ \text{k}\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{24\text{V}}{24\ \Omega} = 1\text{A} \rightarrow I_T = 1000\text{mA} \rightarrow I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{24\text{V}}{40\ \Omega} = 0.6\text{A} \Rightarrow I_1 = 600\text{mA}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{24\text{V}}{60\ \Omega} = 0.4\text{A} \Rightarrow I_2 = 400\text{mA}$$

$$V_1 = I_1 \times R_1 = 0.6\text{A} \times 40\ \Omega = 24\text{V} \rightarrow V_1 = 24\text{V}$$

$$V_2 = I_2 \times R_2 = 0.4\text{A} \times 60\ \Omega = 24\text{V} \rightarrow V_2 = 24\text{V} \quad V_T = V_1 = V_2 = 24\text{V} \quad V_T = 24\text{V}$$

با توجه به مثال بالا، تعداد ۵ تمرین طراحی و حل کنید.

طراحی  
سؤال برای  
تمرین

## ۱۷- ۱- کار عملی ۳: کار با نرم افزار

### Edison و electronics assistance

**هدف:** مهارت خواندن قطعات و بستن مدار در نرم افزار  
**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب  
**مراحل اجرای کار**

**۱** با استفاده از نرم افزار electronics assistance با نرم افزارهای مشابه مثال‌ها و تمرین‌های حل شده را راستی‌آزمایی کنید. این نرم افزار رایگان و قابل بارگیری از اینترنت است. نسخه‌ای از این نرم افزار در لوح فشرده ضمیمه کتاب وجود دارد. در شکل ۷۱- ۱ یک نمونه مثال حل شده برای مدار سری را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۷۱- ۱- یک نمونه مثال حل شده در نرم افزار



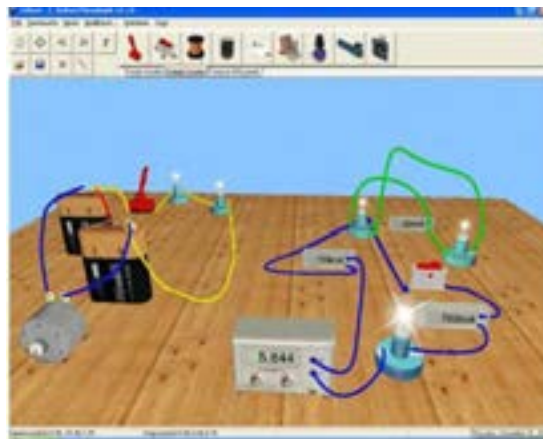
فیلم

**۳** در صورت نیاز فیلم نرم افزار ادیسون را ببینید و چگونگی کار با نرم افزار را یاد بگیرید.



پژوهش

**۴** با جست‌وجو در اینترنت، نرم افزار ادیسون را بارگیری کنید و مثال‌های آماده و مدارهای بسته شده در نرم افزار را در رابطه با قانون اهم، مدارهای سری و موازی و دیگر مباحثی که آموزش دیده‌اید، مشاهده نمایید و گزارشی از آن را تهیه و به کلاس درس ارائه کنید.



شکل ۷۲- ۱- چند نمونه مدار در نرم افزار ادیسون





شکل ۷۴-۱ مدار موازی دو لامپ در نرم افزار ادیسون

۱۲ با توجه به مقادیر آیا رابطه  $I_T = I_1 + I_2$  صدق می کند؟ چرا؟

۱۲ با توجه به مقادیر  $I_T$  و  $V_T$  مقدار مقاومت کل و مقاومت هر لامپ را محاسبه کنید؟

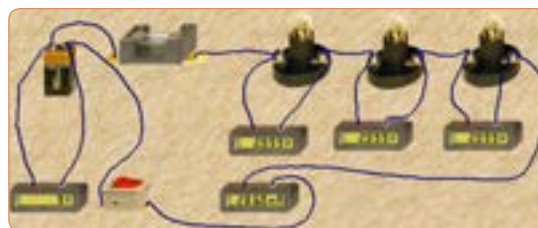
$$R_T = \dots \Omega \rightarrow R_1 = \dots \Omega \rightarrow R_2 = \dots \Omega$$

۱۴ آیا ولتاژ در دو سر هر لامپ و منبع با هم برابر است؟ چرا؟

۵ نرم افزار ادیسون را نصب کنید.

۶ مدار سری سه لامپ را با استفاده از ولت متر، آمپر متر، کلید و فیوز طبق شکل ۷۳-۱ روی میز کار نرم افزار ببندید.

۷ با توجه به مقادیری که ولت مترها نشان می دهد رابطه  $V_T = V_1 + V_2 + V_3$  را اثبات کنید.



شکل ۷۳-۱ مدار سری سه لامپ در نرم افزار ادیسون

مقدار مقاومت کل و مقدار مقاومت هر لامپ را به دست آورید.

$$R_T = \dots \Omega \rightarrow R_1 = \dots \Omega \rightarrow R_2 = \dots \Omega \rightarrow R_3 = \dots \Omega$$

۸ با استفاده از ابزارهای موجود در نرم افزار، مشخصات لامپ و منبع را تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۹ یکی از لامپ ها را اتصال کوتاه کنید و اثر آن را در مدار بررسی کنید و نتیجه را به بحث بگذارید و گزارش دهید.

۱۰ چنانچه دو لامپ را اتصال کوتاه کنید چه اتفاقی رخ می دهد؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج آن را یادداشت نمایید.

۱۱ مدار موازی دو لامپ را با استفاده از ولت متر، آمپر متر، کلید و فیوز طبق شکل ۷۴-۱ روی میز کار نرم افزار ببندید.



## ۱۸- ۱- کار عملی ۴ :

### کار با نرم افزار مولتی سیم (Multisim)

هدف : شبیه سازی با استفاده از نرم افزار مولتی سیم رایانه - نرم افزار مولتی سیم - شبکه اینترنت.

#### مراحل اجرای کار

۱ ویژگی های نرم افزار مولتی سیم (Multisim) : مولتی سیم یک نرم افزار جالب و قدرتمند آزمایشگاه مجازی برای طراحی و تحلیل مدارهای الکترونیک آنالوگ و دیجیتال است. این نرم افزار، شبیه ساز اغلب آزمایش های مربوط به رشته الکترونیک است که در آن قطعات و دستگاه ها به صورت مجازی وجود دارد. لذا به راحتی می توان به وسیله قطعات و ابزار مجازی موجود، مدارهای مختلف را طراحی و با اتصال دستگاه های اندازه گیری به تحلیل آنها پرداخت. شبیه سازی و امکان استفاده از دستگاه های اندازه گیری مانند مولتی متر، وات متر، فرکانس متر، فانکشن ژنراتور، اسیلوسکوپ و تحلیل گر دیجیتالی از ویژگی های مهم این نرم افزار است. نرم افزار مولتی سیم در بازار موجود بوده و به راحتی قابل دسترسی است. فرایند نصب نسخه ۹ این نرم افزار در کتاب آزمایشگاه مجازی (۱) کد ۳۵۸/۳ چاپ سال ۱۳۹۴ آمده است و تا نسخه ۱۶ این نرم افزار در بازار موجود است. با توجه به امکانات رایانه ای موجود، این نرم افزار یا نرم افزار مشابه دیگر را تهیه و آن را نصب کنید.

۲ مدار شکل ۶۴- ۱ را در فضای نرم افزاری ببینید و نتایج به دست آمده را با مقادیر نشان داده شده روی شکل مقایسه و جمع بندی کنید.

۳ مدار شکل ۶۹- ۱ را در فضای نرم افزاری ببینید و نتایج به دست آمده را با مقادیر نشان داده شده روی شکل مقایسه و جمع بندی کنید.

## ۱۹- ۱- روش های خواندن مقاومت

مقدار مقاومت ها را روی مقاومت با دو روش به شرح زیر مشخص می کنند :

الف) مقدار مقاومت ها را روی بدنه آنها می نویسند، (مانند مقاومت های سیمی). این روش را خواندن مقاومت ها به طور مستقیم می نامند.

ب) مقدار مقاومت ها را به کمک نوارهای رنگی (کد رنگی) یا رمز عددی مشخص می کنند، (مانند مقاومت های کربنی، لایه ای، نصب سطحی). این روش را خواندن مقاومت ها به طور غیر مستقیم می نامند.

**خواندن مقاومت ها با روش مستقیم :** در این روش مقدار مقاومت همراه با میزان تolerance و توان مجاز آن روی بدنه آن نوشته می شود. شکل الف - ۷۵- ۱.

**الف - خواندن مقاومت ها با رمز (عدد - حرف) :** در این روش برای مشخص کردن کمیت های مربوط به مقاومت، ترکیب عدد و حرف به کار می رود. در این شرایط اگر مقدار مقاومت عدد صحیح باشد مقدار آن عدد عیناً نوشته می شود و در این حالت واحد مقاومت را با حروف R برای اهم، K برای کیلو اهم و M برای مگا اهم مشخص می کنند. در صورتی که مقدار مقاومت عدد اعشاری باشد حرف مربوط به واحدها به عنوان ممیز (اعشار) در محل مربوط به ممیز قرار می گیرد. برای مشخص کردن مقدار تolerance مقاومت از حروف اختصاری استفاده می کنند. در این روش تolerance براساس جدول ۲- ۱ نوشته می شود.

جدول ۲- ۱- تolerance مقاومت ها

حروف اختصاری	J	K	M
مقدار تolerance	( $\pm 5\%$ )	( $\pm 10\%$ )	( $\pm 20\%$ )



پژوهش

با مراجعه به رسانه های مختلف، جدول کامل تری برای تolerance این نوع مقاومت ها بیابید و به کارگاه ارائه کنید.

را تعیین می‌کند. حرف نوشته شده روی مقاومت، تولرانس مقاومت را بیان می‌کند. برای مثال مقاومت‌های نشان داده شده در شکل پ – ۱۷۵ به ترتیب ۱۷۶۰ کیلو اهم و ۳۰۰ اهم است. در این روش، بر اساس جدول ۱-۲ مقدار تولرانس را با حرف مشخص می‌کنند، یا در برگه اطلاعات مقاومت می‌نویسند. این روش کد گذاری برای مقاومت‌های SMD یا چندتایی (multiple Array network) به کار می‌رود. سومین روش خواندن مقاومت‌ها استفاده از کد رنگی است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

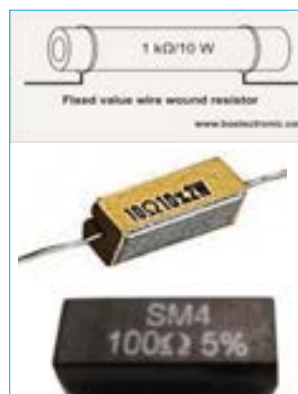
در شکل ب – ۱۷۵ به ترتیب مقدار مقاومت‌ها ۳۳ کیلو اهم با تولرانس ده در صد و ده اهم با تولرانس پنج در صد و ۱۵۰/۱ اهم با تولرانس ده در صد و توان ۵ وات است. روش غیر مستقیم دیگر استفاده از ترکیب کد (رمز عددی) و حرف است که بیشتر برای قطعات با ابعاد کوچک مانند مقاومت‌های SMD به کار می‌رود. در این روش مقدار مقاومت را با سه یا چهار رقم و یک حرف مشخص می‌کنند. در کد سه رقمی، رقم اول و دوم رقم‌های اصلی مقاومت است و رقم سوم ضریب ده را نشان می‌دهد. در کد چهار رقمی، رقم اول، دوم و سوم رقم‌های اصلی مقاومت است و رقم چهارم ضریب ده



پ – روش غیر مستقیم کد عددی و حرف



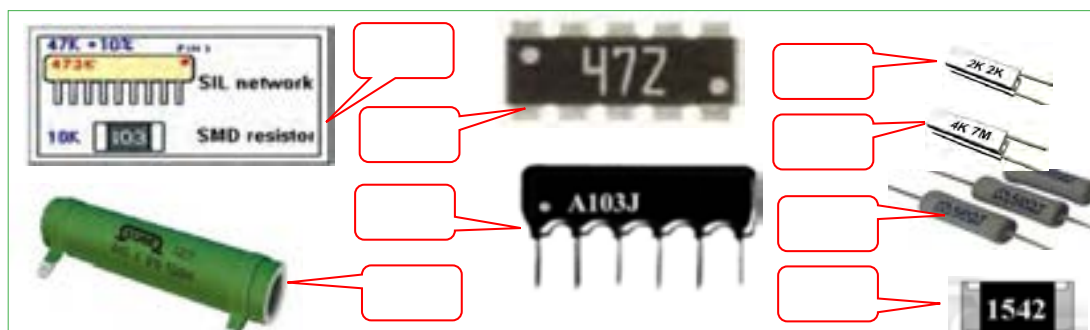
ب – روش غیر مستقیم ترکیب عدد و حرف



الف – روش مستقیم

شکل ۱-۷۵ – خواندن مقادیر مقاومت با روش مستقیم و غیر مستقیم

در شکل ۱-۷۶ با توجه به مقادیر درج شده روی مقاومت‌ها، پس از بحث و گفت و گو، کمیت‌های داده شده را مشخص کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب همراه هنر جو مراجعه کنید.



شکل ۱-۷۶ – خواندن مقادیر مقاومت با روش مستقیم و غیر مستقیم

بحث کنید



۲۰-۱- کار عملی ۵: خواندن مقاومت‌ها با رمز

«عدد حرف» با نرم افزار v ۲/۱ Resistor Color Coder

هدف: استفاده از نرم افزار برای خواندن مقاومت‌ها

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز:

رایانه - نرم افزار v ۲/۱ Resistor Color Coder یا مشابه

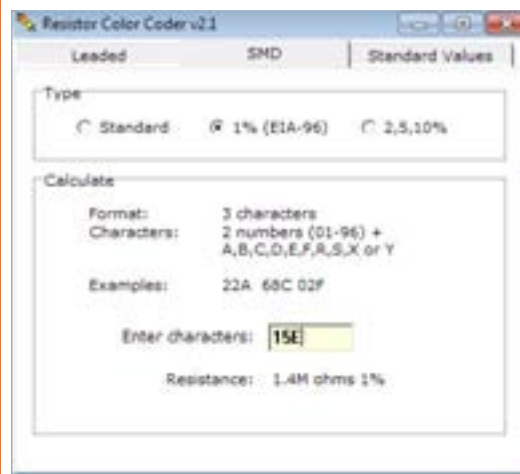
آن - شبکه اینترنت.

### مراحل اجرای کار

۱ با توجه به آموخته‌های خود با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی روش‌های دیگر کدگذاری مقاومت‌ها را بیابید و به کلاس ارائه دهید.

۲ با استفاده از نرم افزار v ۲/۱ Resistor Color Coder

(یا نرم افزارهای مشابه) می‌توانید مقدار انواع مقاومت‌های SMD را بخوانید. این نرم افزار را می‌توانید از اینترنت بارگیری کنید. یک نسخه از این نرم افزار نیز در لوح فشرده وجود دارد. در شکل ۷۷ - ۱ صفحه این نرم افزار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷۷-۱ خواندن مقادیر مقاومت با نرم افزار

۳ نرم افزار مناسب را بارگیری و نصب کنید.

۴ حداقل تعداد ۵ مقاومت را با استفاده از نرم افزار بخوانید. آن قدر تمرین کنید که بتوانید به آسانی با نرم افزار کار کنید.

### کار گروهی

ممکن است روش رمزگذاری این مقاومت‌ها با روش‌های بیان شده متفاوت باشد و از استاندارد خاصی تبعیت کند. با استفاده از این نرم افزار نتایج به دست آمده در شکل ۷۶ - ۱ و مقاومت‌های داده شده در کتاب همراه هنرجو را راستی آزمایی کنید و نتیجه را به صورت یک گزارش ارائه دهید.

### کار گروهی

در گروه کاری خود توانایی‌ها و نقاط ضعف نرم افزار را بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### ب- خواندن مقاومت‌ها با استفاده از کد رنگی:

یکی دیگر از روش‌های خواندن مقاومت استفاده از کد رنگی است. این روش برای مقاومت‌هایی به کار می‌رود که ابعاد آن کوچک است. در این روش تعداد ۵،۴ یا ۶ نوار رنگی روی مقاومت ترسیم می‌کنند و به هر نوار عددی را اختصاص می‌دهند. در شکل ۷۸ - ۱ دو نمونه مقاومت با ۴ و ۵ نوار رنگی را مشاهده می‌کنید. در مقاومت‌هایی که ۴ نوار دارند، نوار اول نماینده رقم اول، نوار دوم نماینده رقم دوم و نوار سوم ضریب ده یا تعداد صفرهایی است که در جلوی عدد قرار می‌گیرد. نوار چهارم میزان تolerance یا خطای مقاومت را نشان می‌دهد. جدول مربوط به کدهای رنگی در کتاب همراه هنرجو آمده است. برای فراگیری رنگ‌ها به مرجع ذکر شده مراجعه کنید. در شکل ۷۹ - ۱ جدول کد رنگی مقاومت‌های ۴ نواره را ملاحظه می‌کنید.

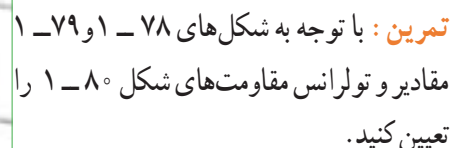
شکل ۷۹-۱- کد رنگی مقاومت ها



نکته



پژوهش



شکل ۸۰- ۱- خواندن کد رنگی مقاومت ها

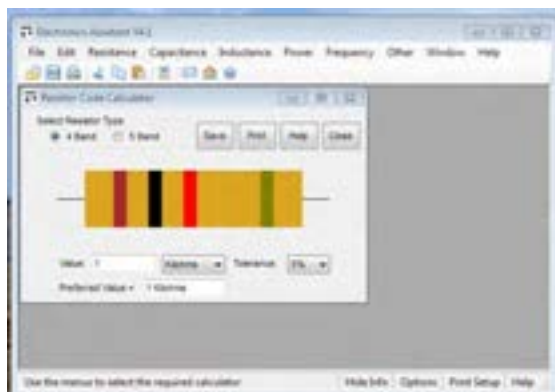
۲۱- ۱- کار عملی ۶: خواندن مقاومت ها با رمز کد

۱ با توجه به آموخته‌های خود با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی انواع نرم افزارهای مربوط به خواندن کد رنگی مقاومت‌ها مانند electronic assistant (با نرم افزارهای مشابه) را شناسایی و بهترین نرم افزار را انتخاب و بارگیری کنید.

با استفاده از نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزارهای مشابه) می‌توانید مقدار انواع مقاومتهای با کد رنگی را بخوانید. این نرم افزار در لوح فشرده وجود دارد.

هدف: استفاده از یک نمونه نرم افزار دیگر برای خواندن مقاو مت‌ها

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: رایانه – نرم افزار electronic assistant با مشابه آن – شبکه اینترنت.



شکل ۸۱-۱ کد رنگی مقاومت‌ها

۳ نرم افزار مناسب را بارگیری و نصب کنید.

۴ حداقل تعداد ۵ مقاومت را با استفاده از نرم افزار بخوانید. آن قدر تمرین کنید که بتوانید به آسانی با نرم افزار کار کنید. شکل ۸۱-۱.

۵ نرم افزار Eelectrodroid را روی تلفن همراه خود نصب کنید و مرحله ۴ را اجرا کنید. این نرم افزار و نرم افزارهای مشابه آن رایگان و به آسانی قابل بارگیری است.

**تمرین:** از بین مقاومت های نشان داده شده در شکل ۸۲-۱ مقاومت های  $330\ \Omega$ ،  $2/2\ k\Omega$ ،  $56\ k\Omega$ ،  $100\ k\Omega$  و  $39\ k\Omega$  را مشخص کنید.



شکل ۸۲-۱ کد رنگی مقاومت‌ها

**استاندارد مقاومت‌ها:** از آنجایی که مقاومت‌های الکتریکی دارای مقداری ثابت و درصد معینی تولرانس است، بنابراین هر مقاومت اهمی محدوده مشخصی را می‌پوشاند. مثلاً مقاومت شکل ۸۳-۱ که مقدار استاندارد آن برابر با  $100\ \Omega$  اهم است بین دو مقدار  $90\ \Omega$  و  $110\ \Omega$  قرار دارد. یعنی از  $90\ \Omega$  بزرگ‌تر و از  $110\ \Omega$  کوچک‌تر است؛ چرا؟ محاسبه کنید.



شکل ۸۳-۱ کد رنگی مقاومت‌ها

در مورد کد رنگی مقاومت‌های شش نواره بحث کنید و با استفاده از منابع مختلف جدول آن را بیابید و روش خواندن آنها را تمرین کنید.

درباره جدول ۳-۱ و نرم افزارهایی که مربوط به استاندارد مقاومت‌ها است تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

استاندارد IEC

جدول ۳-۱ استاندارد مقاومت‌ها

عدد پایه در سری‌های مختلف مقاومت

IEC-Series	E6	$\sqrt{10}$	1.0				1.5		2.2		3.3		4.7		6.8										
	E12	$\sqrt{10}$	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2											
	E24	$\sqrt{10}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2

ضریب تعیین کننده فاصله بین دو مقاومت در یک سری

سری مقاومت



## ۱-۲۲- مولتی متر (multimeter)

مانند مولتی متر، اسیلوسکوپ، فانکشن ژنراتور و منبع تغذیه را داشته باشد و دستگاه‌های پرکاربرد دیگر را بیاموزد. از آنجا که زبان انگلیسی یک زبان بین‌المللی و پرکاربرد است، ضرورت دارد طرز خواندن و معنی کردن این گونه دفترچه‌های راهنمای کاربرد را فرا بگیرید. در ادامه به توضیح چگونگی فراگیری دفترچه راهنمای کاربرد یک نمونه مولتی مترهای دیجیتال موجود در بازار می‌پردازیم.

### دفترچه راهنمای کاربرد مولتی متر دیجیتالی به زبان انگلیسی

در شکل ۱-۸۴ نمونه دیگری از مولتی متر دیجیتالی و صفحه اول دفترچه راهنمای کاربرد مولتی متر مدل XXXX را ملاحظه می‌کنید. در این راهنما، نام دستگاه، شماره سریال و استانداردهای حاکم بر دستگاه درج می‌شود. در صفحه دوم معمولاً نکات ایمنی و خطاها نوشته می‌شود. این نکات درباره تمام دستگاه‌های اندازه‌گیری صدق می‌کند. در شکل ۸۵- ۱ متن اصلی و ترجمه مربوط به این نکات را ملاحظه می‌کنید. در صورتی که برای یک بار این اصطلاحات را فرا بگیرید، می‌توانید آنها را برای انواع مولتی مترها به کار ببرید. مشخصات فنی و سایر ویژگی‌های مربوط به یک نمونه دفترچه راهنمای مولتی متر در کتاب همراه هنرجو آمده است.

فیلم ۱۳

فیلم مربوط به کاربرد مولتی متر دیجیتالی را در ساعات غیر درسی مشاهده کنید و نکات آن را به خاطر بسپارید و چگونگی کاربرد آن را یاد بگیرید.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد مولتی متر وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان چندین کمیت الکتریکی را اندازه‌گیری کرد. کلمه multi به معنی چند و meter به معنی اندازه‌گیر است. در مباحث قبل با چگونگی اتصال مولتی متر به صورت ولت‌متر و آمپر‌متر در مدار آشنا شدید. در این قسمت می‌خواهیم از مولتی متر به عنوان اهم متر، ولت متر و آمپر متر استفاده کنیم. مولتی مترها در دو نوع عقربه‌ای و دیجیتالی ساخته می‌شوند. به دلیل کاربرد گسترده و ارزانی قیمت مولتی متر دیجیتالی، در این قسمت به مولتی متر دیجیتالی می‌پردازیم.

### مولتی متر دیجیتالی

مولتی متر دیجیتالی دستگاهی است که کمیت‌های مورد نظر را به صورت عدد و رقم نشان می‌دهد. مولتی متر دیجیتالی در انواع بسیار متنوعی ساخته می‌شود، شکل ۱-۸۴ همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یکی از روش‌های کسب توانایی در کاربرد دستگاه‌های الکترونیکی مطالعه دفترچه راهنمای آن است.



شکل ۱-۸۴- نمونه دیگری از مولتی متر دیجیتالی و صفحه اول دفترچه راهنما

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

## ⚠ warinig

### احتیاط

- ☐ To avoid damages to the instrument, do not exceed the maximum limits of the input values shown in the technical specification table.
- ☐ Do not use the meter or test leads if they look damaged use extreme caution when working around bare conductors
- ☐ Accidental contact the conductor could result inn electric shock.
- ☐ Use the instrument only as specified in this manual, otherwise, the protection provided by the instrument may be impaired.
- ☐ caution when working with voltages above 60Vdc or 30Vdc RMS, because such voltages will may pose a shock hazard.
- ☐ Before taking resistance measurements or testing continuity, disconnect circuit from power supply and all loads from circuit.
- ☐ remember to replace the fuses inside the instrument with same ratin fuses.

با توجه به مقادیر مجاز تعیین شده برای ورودی ها، مراقب باشید از حد تعیین شده تجاوز نکنند.

در صورتی که سیم رابط دستگاه (پروب) آسیب دیده یا لخت شده است، حتماً آن را تعویض یا تعمیر کنید.

هرگونه تماس تصادفی با قسمت های فلزی سیم رابط باعث بروز شوک الکتریکی می شود.

براساس دستورات داده شده در این راهنما کار کنید، در غیر این صورت، دستگاه شما آسیب خواهد دید.

هنگام کار با ولتاژهای بیش از ۳۰ ولت یا ۶۰ ولت احتیاط کنید، زیرا این ولتاژها خطر برق گرفتگی دارند.

هنگام اندازه گیری مقاومت یا بررسی پیوستگی مدار، حتماً برق دستگاه را قطع کنید.

هنگام جایگزینی فیوز در داخل دستگاه از فیوزی با مشخصات داده شده استفاده کنید.

### Safety symbols

### نمادهای ایمنی

⚠ see your instruction manual

== DC Direct current

~ AC Alternating current

⏏ Ground

□ Duble insulation

⚡ Dangerous voltages

به دفترچه کاربرد مراجعه کنید.

جریان مستقیم  
دی سی (DC)

جریان متناوب  
ا سی (AC)

توجه : یادگیری لغات فنی در ابتدا کمی مشکل به نظر می آید ولی بعد از مدتی تمرین به آسانی می توانید آنها را فرا بگیرید و استفاده کنید.

سیم زمین

عایق دوبل

ولتاژ خطرناک

شکل ۸۵-۱ نکات و نمونه های ایمنی برای دستگاه اندازه گیری دیجیتال

### آموزش ترجمه متن

لغات و متن شکل ۸۵-۱ و ترجمه آن را یاد بگیرید و در فرایند استفاده از دستگاه ها به کار ببرید.

### الگوی پرسش :



نکات ایمنی

### مراحل اجرای کار

- ۱ • از ضربه زدن به مولتی متر خودداری کنید.
- به حوزه کار ولتاژ یا جریان قابل اندازه گیری توجه کنید.
- این نکات برای همه مولتی مترها صادق است و باید رعایت شود.

براساس آنچه که تاکنون آموخته اید، بر مبنای تقسیم بندی هایی که توسط مربی صورت می گیرد، هریک از گروه ها، تعداد ۳ تا ۴ سؤال نظری و عملی همراه با پاسخ آن طراحی کنند. مجموعه سؤال ها به صورت یک آزمون در کلاس به اجرا در می آید.

طراحی سؤال



### ۲۳-۱ کار عملی ۷ :

اندازه گیری مقاومت با کد «عدد - حرف»

هدف : کار عملی با مولتی متر واقعی (۱)

مواد، ابزار و تجهیزات : مقاومت با کد «عدد - حرف»  
در اندازه های مختلف ۳ عدد - مولتی متر دیجیتالی یک

۲ مقاومت ها با کد «عدد - حرف» را به ترتیب  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  نام گذاری کنید.

۳ رمز «عدد - حرف»، مقدار و تولرانس مقاومت ها را از روی مقاومت بخوانید و مقادیر را در جدول ۴-۱ بنویسید.





در صورت نیاز فیلم مربوط به کاربرد مولتی متر دیجیتالی را در ساعات غیر درسی دوباره مشاهده کنید و نکات آن را به خاطر بسپارید.

جدول ۴-۱

شماره مقاومت	کد «عدد حرف» روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد عدد و حرف»	مقدار تolerانس مقاومت از کد «عدد و حرف»	مقدار مقاومت اندازه گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می کند؟
R <sub>۱</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
R <sub>۲</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
R <sub>۳</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

- ۴ راهنمای کاربرد مولتی متر را مطالعه کنید و آن را برای اندازه گیری مقاومت آماده کنید.
- ۵ مناسب ترین حوزه کار مولتی متر را انتخاب کنید و مقادیر مقاومت ها را با آن اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۶ مقادیر مقاومت های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر اندازه گیری شده را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۷ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت مقادیر مقاومت ها را توضیح دهید.
- ۹ با استفاده از نرم افزار resistor calculator (یا نرم افزار مشابه دیگر) مقدار مقاومت ها را بخوانید و در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۱۰ مقادیر مقاومت های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۱۱ آیا مقادیر به دست آمده در مراحل ۶ و ۱۰ با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

- ۸ آیا مقادیر اندازه گیری شده در محدوده تolerانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.
- ۲۴-۱- کار عملی ۸: اندازه گیری مقاومت با کد رنگی

هدف: کار عملی با مولتی متر واقعی (۲)

- ۱ مواد، ابزار و تجهیزات: مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات با کد رنگی در اندازه های مختلف ۳ عدد-مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه- نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر)- راهنمای کاربرد یک جلد- نرم افزار ادیسون

## مراحل اجرای کار

۳ با استفاده از رمز «رنگی»، مقدار و تolerانس مقاومت‌ها

۲ مقاومت‌ها با کد «رنگی» را به ترتیب  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  را از روی مقاومت بخوانید و مقادیر را در جدول ۵-۱ نام‌گذاری کنید.

جدول ۵-۱

شماره مقاومت	کد رنگی موجود روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد رنگی»	مقدار تolerانس مقاومت از کد «رنگی»	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$R_1$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_2$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_3$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۹ با استفاده از نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار

مشابه دیگر) مقدار مقاومت‌ها را بخوانید و در جدول ۵-۱ بنویسید.

۱۰ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۵-۱ بنویسید.

۱۱ آیا مقادیر به دست آمده در مراحل ۶ و ۱۰ با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

۴ راهنمای کاربرد مولتی متر را مطالعه کنید و آن را برای اندازه‌گیری مقاومت آماده کنید.

۵ مناسب‌ترین حوزه کار مولتی متر را انتخاب کنید و مقاومت‌ها را با آن اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۵-۱ بنویسید.

۶ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۵-۱ بنویسید.

۷ در صورتی که تفاوتی وجود دارد، علت تفاوت مقاومت‌ها را توضیح دهید.

۱۲ عیوبی که در مقاومت‌ها ایجاد می‌شود شامل قطع شدن مقاومت و افزایش مقدار آن است. دو نمونه مقاومت معیوب (قطع شده و افزایش یافته) را در اختیار بگیرید و آن را به وسیله مولتی متر مورد آزمایش قرار دهید.

۸ آیا مقادیر اندازه‌گیری شده در محدوده تolerانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.



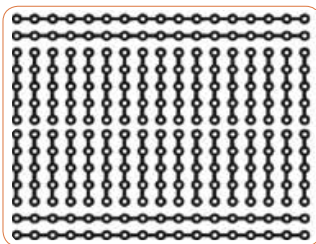
شکل ۸۷-۱ اتصال قطعات روی برد



درباره انواع «برد بُرد»، «وروبرد» و چگونگی عددگذاری و حروف روی برد بُرد جست و جو کنید و تصاویری از آنها بیابید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### اتصال‌های داخلی برد بُرد

در شکل ۸۸-۱ اتصالات داخلی سوراخ‌های برد بُرد را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود سوراخ‌های حروف گذاری شده در جهت عمودی با هم ارتباط دارند و در جهت افقی بین آنها هیچ گونه ارتباطی وجود ندارد. سوراخ‌های ردیف‌های بالا و پایین در جهت افقی به هم مربوط هستند. در شکل ۸۹-۱ اتصال‌های فلزی داخل برد بُرد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸۸-۱ چگونگی اتصال پایه‌های برد بُرد به یکدیگر



شکل ۸۹-۱ اتصالات داخلی برد بُرد

## ۲۵- منبع تغذیه (Power Supply)

روی میز آزمایشگاه دستگاهی به نام منبع تغذیه DC وجود دارد. توسط این دستگاه می‌توانید ولتاژهای مختلف تولید نمایید. از آنجا که تنوع دستگاه‌های منبع تغذیه بسیار زیاد است و هر آزمایشگاهی منبع تغذیه خاص مربوط به خود را دارد، از تشریح آن خودداری می‌کنیم. برای فراگیری نحوه استفاده از منبع تغذیه به دفترچه راهنمای آن مراجعه کنید. شکل ۸۶-۱ یک نمونه دستگاه منبع تغذیه را نشان می‌دهد.



شکل ۸۶-۱ یک نمونه دستگاه منبع تغذیه

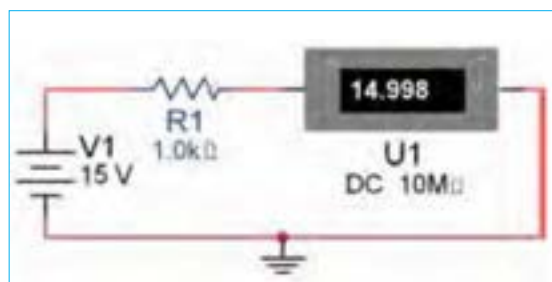
## ۲۶- برد بُرد (bread board)

برد بُرد یا بُرد آزمایشگاهی کوچک وسیله‌ای است که توسط آن به آسانی می‌توانید آزمایش‌های الکترونیک را بدون نیاز به لحیم‌کاری با سیم‌های رابط جداگانه اجرا کنید. چون این بُرد (صفحه تخته) به صورت یک صفحه ساده ساخته شده است و مشابه یک تکه نان به نظر می‌آید، نام Bread board یا تخته آزمایشگاهی شبیه قطعه نان به آن داده شده است. در شکل ۸۷-۱ قسمتی از برد بُرد که تعدادی قطعه روی آن نصب شده است را مشاهده می‌کنید.



در برخی از برد‌ها ردیف‌های بالا و پایین در قسمت وسط برد با هم ارتباط ندارند و در صورت نیاز باید با یک سیم آنها را به هم متصل کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری کد ۳۵۹/۹۴ مراجعه کنید.

۲ مدار شکل ۹-۱ را در نرم افزار مولتی سیم ببندید و جریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۶-۱ یادداشت کنید.



شکل ۹-۱ بررسی قانون اهم

۲ با استفاده از قانون اهم مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۶-۱ یادداشت کنید.

۲۷-۱ کار عملی ۹: اجرای عملی قانون اهم  
هدف: بررسی عملی قانون اهم با استفاده از نرم افزار و سخت افزار  
مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت  $1\text{ k}\Omega$  یک چهارم یا یک دوم وات یک عدد - مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه یک دستگاه - نرم افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - برد  
مراحل اجرای کار

۱ دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب آن را برای اندازه‌گیری جریان تنظیم کنید. هنگام اندازه‌گیری جریان، حوزه کار انتخاب شده باید حتماً بالاتر از مقدار جریان مورد اندازه‌گیری باشد.



جدول ۶-۱

کمیت	اندازه‌گیری با نرم افزار	محاسبه با قانون اهم	اندازه‌گیری با مولتی متر	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۸ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت را توضیح دهید.

۴ دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی آن را روی ۱۵ ولت تنظیم کنید.

۵ مدار شکل ۹-۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی برد ببندید.

۶ با استفاده از مولتی متر جریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۶-۱ یادداشت کنید.

۷ مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه در جدول ۶-۱ درج کنید.

## ۲۸- ۱- کار عملی ۱۰: مدارهای سری

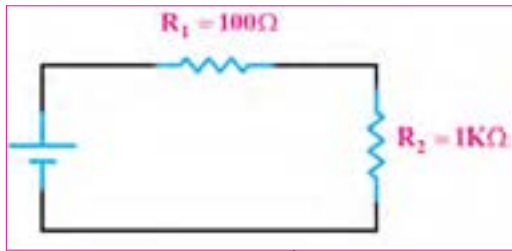
هدف: بررسی عملی مدارهای سری با استفاده از نرم افزار و سخت افزار

مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات سه عدد (انتخاب مقاومت‌ها با توجه به امکانات اختیاری است) - مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه DC یک دستگاه - نرم افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - بُرد بُرد

### مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۹۱- ۱ را در نرم افزار مولتی سیم ببینید. ولتاژ تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید (انتخاب تغذیه مدار

می تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).



شکل ۹۱-۱- بررسی قانون اهم

- ۲- مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷- ۱ یادداشت کنید.
- ۳- مقدار جریان‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷- ۱ یادداشت کنید.

جدول ۷- ۱

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$R_1$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_2$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_T$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۴- بررسی کنید آیا در نرم افزار، فرایند عیب‌گذاری روی مقاومت‌ها وجود دارد، در صورتی که پاسخ مثبت است، آن را تجربه کنید.

۵- دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی آن را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید.

۹- با استفاده از مولتی متر جریان‌های عبوری از هر یک از مقاومت‌ها و جریان کل را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷- ۱ یادداشت کنید.

۶- دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب آن را برای اندازه‌گیری ولتاژ تنظیم کنید.

۱۰- مقدار هر یک از مقاومت‌ها را با استفاده از مقادیر جریان و ولتاژ اندازه‌گیری شده با مولتی متر، محاسبه کنید.

۷- مدار شکل ۹۱- ۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی بُرد ببینید.

۱۱- مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه، در جدول ۷- ۱ درج کنید.

۸- با استفاده از مولتی متر ولتاژ دوسر هر یک از مقاومت

۱۲- در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت مقاومت‌ها را توضیح دهید.

۱۲ با استفاده از قانون اهم و مدارهای سری، مقدار جریان مدار ۱-۸ یادداشت کنید.

۱۵ مقادیر جریان‌ها در جدول ۱-۸ را با هم مقایسه کنید و

۱۴ مقادیر جریان‌های اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار را با

استفاده از مولتی‌متر از جدول ۱-۷ استخراج و در جدول

جدول ۱-۸

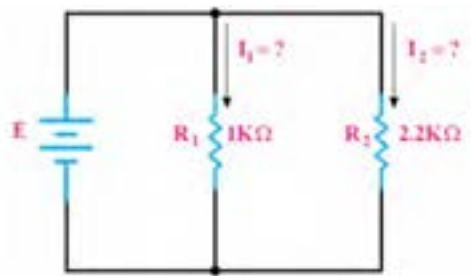
کمیت	$I_{R1}$	$I_{R2}$	$I_T$	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I (محاسبه)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (نرم‌افزار)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (مولتی‌متر)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	

تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید. (انتخاب تغذیه مدار می‌تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).

۱۶ در صورتی که تفاوتی بین جریان‌ها وجود دارد علت تفاوت را توضیح دهید.

۲۹-۱- کار عملی ۱۱: مدارهای موازی

هدف: بررسی عملی مدارهای موازی با استفاده از نرم‌افزار و سخت‌افزار



شکل ۱-۹۲- بررسی مدارهای موازی

۱ مواد ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت یک چهارم با یک دوم وات دو عدد (انتخاب مقاومت‌ها با توجه به امکانات اختیاری است) - مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه DC یک دستگاه - نرم افزار مولتی‌سیم (یا نرم‌افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - برد بُرد

مراحل اجرای کار

۲ مدار شکل ۱-۹۲ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم ببینید و ولتاژ

۳ مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها را در نرم‌افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۱-۹ یادداشت کنید.

۴ مقادیر جریان‌ها را در نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول ۱-۹ یادداشت کنید.

جدول ۱-۹

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم‌افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم‌افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی‌متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی‌متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$R_1$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_2$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_T$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر



۵ در صورت نیاز دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC و دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید.

۶ بارعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب مولتی متر را برای اندازه گیری ولتاژ تنظیم کنید.

۷ مدار شکل ۹۲-۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی برد بُرد ببندید.

۸ با استفاده از مولتی متر ولتاژ دوسر هریک از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹-۱ یادداشت کنید.

۹ با استفاده از مولتی متر جریان های عبوری از هر یک از مقاومت ها و جریان کل را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹-۱ یادداشت کنید.

۱۰ مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه در جدول ۹-۱ درج کنید.

۱۱ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت را توضیح دهید.

۱۲ با استفاده از قانون اهم و مدارهای موازی، مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۱۰-۱ یادداشت کنید.

۱۳ مقادیر جریان های اندازه گیری شده در نرم افزار و با استفاده از مولتی متر را از جدول ۹-۱ استخراج و در جدول ۱۰-۱ درج کنید.

جدول ۱۰-۱

کمیت	$I_{R1}$	$I_{R2}$	$I_T$	آیا مقادیر تطبیق می کند؟
I (محاسبه)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (نرم افزار)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (مولتی متر)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
آیا مقادیر تطبیق می کند؟	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	

را می توان توسط عوامل مختلف مانند تغییر مکان مکانیکی (متغیر معمولی)، نور (تابع نور) و حرارت تغییر داد.

فیلم ۱۴

فیلم مقاومت های متغیر را ببینید و با اصول کار آنها آشنا شوید.

**مقاومت متغیر معمولی:** مقاومت های متغیر معمولی مقاومت هایی هستند که مقدار مقاومت آنها را می توان با تغییر مکان یا تغییر زاویه محور متحرکی که دارند تنظیم کرد. در شکل ۹۳-۱ چند نمونه مقاومت متغیر معمولی با محور دوار و کشویی را ملاحظه می کنید. مقدار این مقاومت ها را معمولاً روی آن می نویسند. اطلاعات مربوط به این مقاومت ها در برگه اطلاعات آن داده می شود.

۱۴ مقادیر جریان ها در جدول ۱۰-۱ را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ردیف مربوطه درج کنید.

۱۵ در صورتی که تفاوتی بین جریان ها وجود دارد، علت را توضیح دهید.

۳۰-۱ مقاومت های متغیر (Variable resistors):  
مقاومت های متغیر مقاومت هایی هستند که مقدار مقاومت آنها



بحث کنید

حروف اختصاری PTC و NTC مخفف چه کلماتی است؟ چه مفهومی دارد؟  
مقاومت‌های تابع حرارت چه کاربردی دارد؟

### مقاومت وابسته به نور (فتورزیستور — LDR) :

مقدار مقاومت تابع نور «LDR» وابسته به شدت نور تابیده شده به آن است. هر قدر شدت نور بیشتر شود مقدار مقاومت فتورزیستور کاهش می‌یابد. در شکل ۹۵-۱ یک نمونه مقاومت تابع نور و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.



شکل ۹۵-۱- مقاومت تابع نور و نماد آن

### مقاومت وابسته به ولتاژ (وارزیستور — varistor) :

مقاومت‌های متغیری هستند که مقدار مقاومت آنها به ازای ولتاژهای مختلف ثابت نیست و تغییر می‌کند. در این نوع مقاومت‌ها که به VDR معروف هستند، هر قدر ولتاژ داده شده بیشتر شود، مقدار مقاومت کاهش می‌یابد. شکل ۹۶-۱ چند نمونه مقاومت تابع ولتاژ و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.



شکل ۹۶-۱- چند نمونه مقاومت‌های تابع ولتاژ و نماد آن



شکل ۹۳-۱- چند نمونه مقاومت‌های متغیر معمولی با محور دوار و کشویی

درباره datasheet مقاومت‌های متغیر معمولی پژوهش کنید و نمونه‌ای از آن را از رسانه‌های مجازی بارگیری کنید و پس از ترجمه آن را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



درباره موارد کاربرد مقاومت‌ها گفت و گو کنید و چند مورد کاربرد عملی آنها را در زندگی روزمره بیابید.

بحث کنید



### مقاومت وابسته به حرارت (thermistors) :

این مقاومت‌ها تابع حرارت هستند و تغییرات دما روی مقدار مقاومت آنها اثر می‌گذارد. این نوع مقاومت‌ها در دو نوع PTC و NTC وجود دارند. مقاومت‌های PTC در اثر افزایش حرارت مقدارشان زیاد می‌شود. مقاومت‌های NTC در اثر زیاد شدن حرارت مقدارشان کاهش می‌یابد. در شکل ۹۴-۱ چند نمونه مقاومت تابع حرارت را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند. این مقاومت‌ها نیز دارای datasheet هستند.



شکل ۹۴-۱- چند نمونه مقاومت‌های تابع حرارت و نماد آن

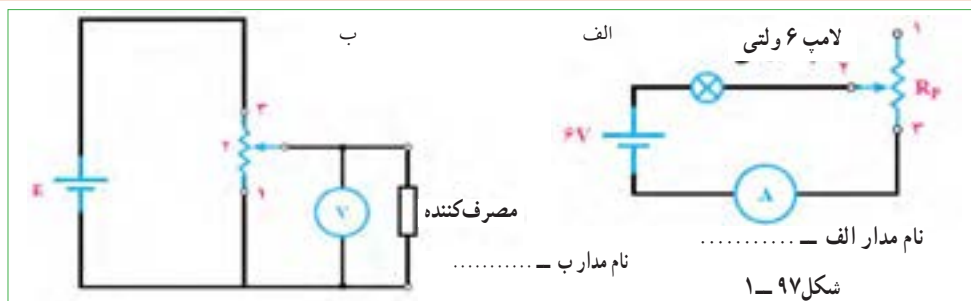
## فعالیت در ساعات غیر درسی

- نام مدارهای شکل ۹۷-۱ چیست؟ و چه کاربردی دارد؟
- در نرم افزارهای مختلف جست و جو کنید و انواع مقاومت های متغیر را بیابید و مشخصات آنها را استخراج کنید. این کتاب آمده است مراجعه کنید.

فیلم عملکرد مقاومت متغیر را در مدار ببینید.

چند نمونه مقاومت متغیر را در اختیار بگیرید و از روی نوشته های آن مشخصات مقاومت ها را به دست آورید.

مدار شکل ۹۷-۱ را روی برد برد ببینید و عملکرد آن را تجربه کنید.



فیلم شارژ و دشارژ خازن را ببینید و نتایج را با آنچه که تا کنون یاد گرفته اید تطبیق دهید.

## خازن (Capacitor)

چون فاراد ظرفیت بزرگی است از واحدهای کوچک تر شامل میلی فاراد (mF)، میکرو فاراد (μF)، نانوفاراد (nF) و پیکوفاراد (pF) استفاده می کنند و مقدار آن را با روش های مختلف روی بدنه خازن می نویسند.

**ولتاژ کار (Working voltage wv):** ماکزیمم ولتاژی را که به دو سر خازن اعمال می شود تا مولکول های عایق درون خازن شکسته نشوند، ولتاژ کار می نامند. معمولاً ولتاژ کار خازن همراه با ظرفیت آن روی بدنه نوشته می شود. خازن ها در انواع الکترولیتی، کاغذی، سرامیکی، پلی استر و تانتالیوم ساخته می شوند.

خازن های الکترولیتی اکثراً دارای قطب مثبت و منفی هستند؛ بنابراین باید توجه داشت که در حین کار، دو قطب آنها جابه جا نصب نشود. در صورت اشتباه متصل کردن دو قطب خازن الکترولیتی، واکنش های الکتروشیمیایی درون خازن روی می دهد و خازن معیوب می شود. در شکل ۹۸-۱ چند نمونه خازن را مشاهده می کنید.

خازن، قطعه ای (ایلمانی) است که انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می کند. ساختمان خازن از سه قسمت تشکیل شده است:

الف) صفحات هادی که به آنها جوشن نیز گفته می شود. این صفحات معمولاً ورقه هایی نازک از جنس آلومینیوم، روی یا نقره هستند.

ب) عایق بین صفحات هادی که به آن دی الکتریک نیز گفته می شود. معمولاً خازن ها از نظر دی الکتریک به کار رفته در ساختمان آنها تقسیم بندی می شوند.

پ) پایه های اتصال خازن پایه هایی هستند که به جوشن ها اتصال دارند.

**ظرفیت خازن:** توانایی ذخیره بار الکتریکی در خازن را ظرفیت خازن می نامند و آن را با حرف C نمایش می دهند. مقدار ظرفیت خازن را بر حسب فاراد (Farad) می سنجند.

فیلم ۱۵



الگوی پرسش



تمرین عملی



فیلم ۱۶







برای ولتاژ کار این نوع خازن‌ها ممکن است حروفی بعد از کد ظرفیت نیز نوشته شود، در هر صورت باید برای تعیین ولتاژ کار به برگه اطلاعات خازن مراجعه کنید.

### ۳۲-۱- کار عملی ۱۲: خواندن مقادیر خازن و مقاومت متغیر

**هدف:** خواندن خازن و مقاومت‌های متغیر با استفاده از نرم افزار و قطعات واقعی

**مواد ابزار و تجهیزات لازم:** انواع خازن‌ها و مقاومت‌های متغیر، از هر نمونه دو عدد - نرم افزار electronic assistant یا هر نرم افزار دیگر دو نمونه خازن و دو نمونه مقاومت متغیر را پیدا کنید و مقادیر را در جدول ۱۱-۱ یادداشت کنید.

**۱- مقادیر متغیر و خازن‌ها را در اختیار بگیرید و مقادیر**

جدول ۱۱-۱

قطعه	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$C_1$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$C_2$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$P_1$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$P_2$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

**۳- مقادیر را با هم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.**

**۴- خازن‌ها ممکن است اتصال کوتاه، قطع یا نشستی شوند. با استفاده از مولتی متر می‌توانید فقط اتصال کوتاه شدن خازن را تشخیص دهید. یک عدد خازن اتصال کوتاه شده را با مولتی متر آزمایش کنید. قطع شدن یا نشستی شدن خازن فقط با دستگاه LCR متر قابل تشخیص است.**

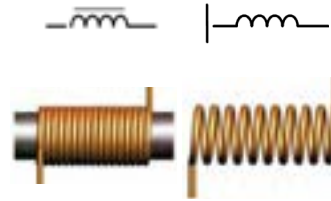
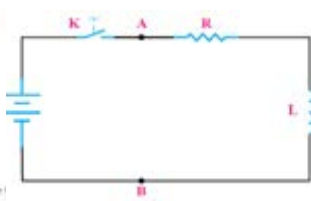
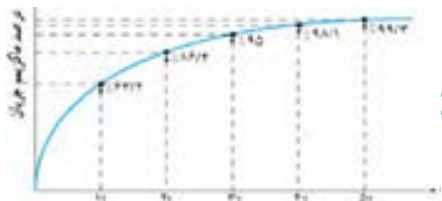
در مورد خازن‌ها به صورت سری و موازی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

فیلم شارژ و دشارژ سیم پیچ را ببینید و نتایج را با آنچه که تا کنون یاد گرفته‌اید تطبیق دهید.



### ۳۳-۱- سیم پیچ (سلف - inductor)

از پیچیدن چند دور سیم در کنار هم، یا روی هم، سیم پیچ یا سلف ساخته می‌شود. یک سلف را با اسامی دیگر، مانند بوبین، پیچه، خود القا و چوک (سولونوئید) نیز نام گذاری می‌کنند. یک سلف ممکن است دارای هسته یا بدون هسته باشد، شکل ب و الف - ۱۰-۱. سیم پیچ دارای خاصیت القایی است که آن را با ضریب خود القایی  $L$  نشان می‌دهند. واحد ضریب خود القایی هانری (H) و اجزای آن میلی هانری و میکروهانری است. ضریب خود القایی را با دستگاهی به نام LCR متر اندازه می‌گیرند. در واحد یادگیری ۲ از این دستگاه استفاده خواهیم کرد.



ت - منحنی شارژ سیم پیچ در DC

پ - مدار RL سری در جریان

الف - سیم پیچ بدون هسته و نماد آن  
ب - سیم پیچ با هسته و نماد آن

شکل ۱۰-۱ - ساختمان سیم پیچ و رفتار آن در جریان مستقیم (DC)

مقاومتی با مدار طبق شکل پ-۱۰-۱ سری شود مدت زمانی طول می کشد تا جریان به مقدار بیشینه برسد. در این حالت می گویند سلف بعد از ۵ ثابت زمانی ( $\frac{5L}{R}$ ) شارژ می شود. شارژ شدن سیم پیچ از تابع نمایی شکل ت - ۱۰-۱ تبعیت می کند.

**عملکرد سلف در جریان الکتریکی DC:** چون مقاومت سیم پیچ بسیار کم است، با اتصال ولتاژ DC به آن به صورت اتصال کوتاه عمل می کند ولی مدت زمان کوتاهی طول می کشد تا جریان مدار به بیشترین حد خود برسد. این حالت را حالت گذرا یا transient می نامند. در صورتی که

درباره کاربرد ضریب خود القایی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



مواد، ابزار و تجهیزات لازم

انواع سیم پیچ ها از هر نمونه دوعدد - نرم افزار electronic assistant، (یا نرم افزار مشابه دیگر) - نرم افزار ادیسون.

مراحل اجرای کار

۱ چهار عدد سیم پیچ را در اختیار بگیرید و مقادیر آنها را با توجه به کد رنگی مقاومت ها بخوانید و مقادیر را در جدول ۱-۱۲ یادداشت کنید.

**خواندن سیم پیچ ها:** خواندن سلف تا حدود زیادی مشابه مقاومت ها است و با سه روش مقدار روی سیم پیچ، کد «عدد - حرف» و کد رنگی مشخص می کنند. برای فراگیری کد رنگی سیم پیچ ها به مبحث مقاومت ها مراجعه کنید.

۳۴-۱ - کار عملی ۱۳: سیم پیچ

هدف: خواندن مقادیر سیم پیچ

جدول ۱-۱۲

شماره سیم پیچ	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می کند؟
$L_1$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$L_2$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$L_3$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$L_4$			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر



پژوهش

در مورد سیم پیچ ها به صورت سری و موازی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۲ با استفاده از نرم افزار electronic assistant یا هر نرم افزار دیگر چند نمونه سیم پیچ را بخوانید و مقادیر را یادداشت کنید.

۳ مقادیر را باهم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.



### ۳۵-۱- الگوی آزمون نظری پایان واحد کار

- ۱ بارهای همنام یکدیگر را ..... و بارهای غیر همنام یکدیگر را ..... می کنند.
- ۲ اجسام از طریق ..... و ..... برادار می شوند.
- ۳ EMF مخفف کلمات انگلیسی ..... است.
- ۴ خاصیت ابرسانایی در دمای ..... در اجسام رخ می دهد و در این حالت مقاومت جسم ..... می شود.

۵ در مقطع سیمی بار الکتریکی  $5^\circ$  کولن در مدت  $1^\circ$  ثانیه

جا به جا می شود. جریان عبوری را محاسبه کنید؟

۶  $47^\circ$  میلی آمپر چند میکرو آمپر است؟

$$(1) 47 \times 10^{-6} \quad (2) 47 \times 10^{-3}$$

$$(3) 47 \times 10^1 \quad (4) 47 \times 10^2$$

۷ با توجه به رابطه  $R = \frac{\rho l}{A}$  واحد مقاومت مخصوص

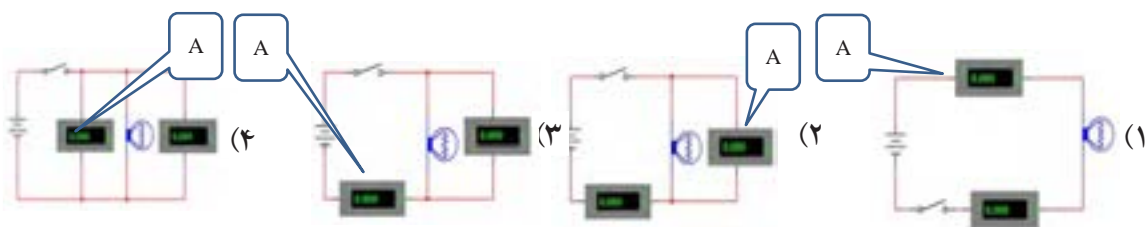
کدام گزینه است؟

$$(1) \frac{m}{\Omega mm} \quad (2) \frac{m}{\Omega mm^2}$$

$$(3) \frac{\Omega mm^2}{m} \quad (4) \frac{\Omega mm}{m}$$

۸ در کدام مدار شکل های  $1^\circ 1 - 1^\circ$  ولت متر و آمپر متر

درست بسته شده است؟



شکل های  $1^\circ 1 - 1^\circ$

۹ اگر مقطع سیمی  $1^\circ$  میلی متر مربع و طول آن  $112^\circ$  متر

باشد، مقاومت سیم را محاسبه کنید.  $\kappa_{Cu} = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$

الف) جریان های  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$  را محاسبه کنید.

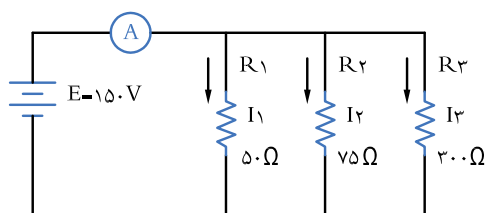
ب) آمپر متر چه جریانی را نشان می دهد؟

۱۰ اگر در شکل  $1^\circ 2 - 1^\circ$  ولت متر  $4^\circ$  ولت را نشان دهد :

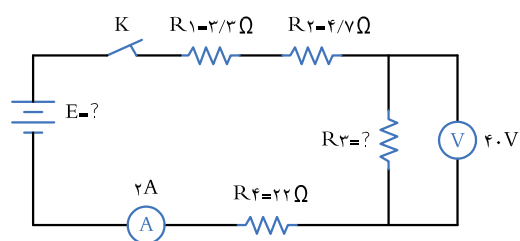
الف) مقدار  $R_3$  چند اهم است؟

ب) مقاومت کل مدار چند اهم است؟

پ) مقدار  $E$  چند ولت است؟

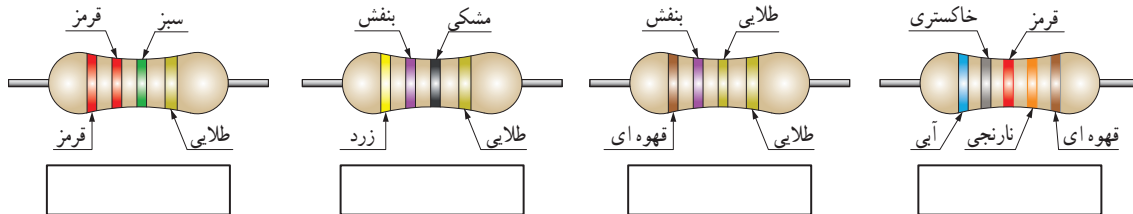


شکل  $1^\circ 3 - 1^\circ$



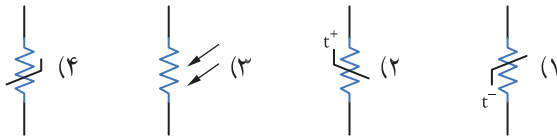
شکل  $1^\circ 2 - 1^\circ$

۱۲ در شکل‌های ۱۰۴-۱ مقدار و درصد تولرانس هر مقاومت را بنویسید.



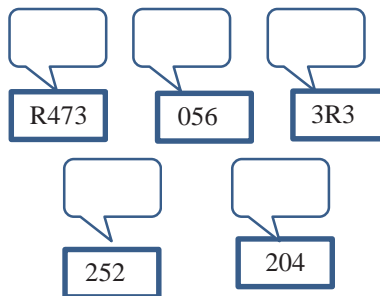
شکل‌های ۱۰۴-۱

۱۵ در شکل‌های ۱۰۷-۱ نماد فنی مقاومت تابع ولتاژ کدام است؟



شکل ۱۰۷-۱

۱۳ در شکل‌های ۱۰۵-۱ روی هر مقاومت SMD کدهای زیر نوشته شده است، مقدار هر مقاومت چند اهم است؟

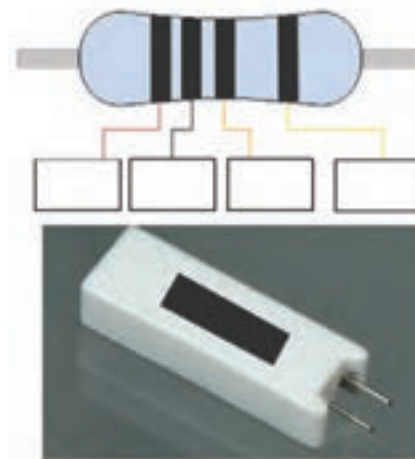


شکل‌های ۱۰۵-۱

۱۶ ظرفیت خازن با کد ۱۰۴ کدام گزینه است؟

- (۱)  $10^4 \text{ PF}$  (۲)  $10000 \mu\text{F}$  (۳)  $10 \text{ nF}$  (۴)  $100 \text{ nF}$

۱۴ در شکل ۱۰۶-۱ کد رنگی و کد عدد حرف را برای مقاومت با مقدار  $39 \text{ k}\Omega$  و تولرانس ۵ درصد مشخص کنید.



شکل ۱۰۶-۱

۳۶-۱ الگوی آزمون نرم افزاری و عملی پایان واحد کار:

الگوی آزمون عملی نرم افزاری پایان واحد کار، مشابه کارهای عملی ارائه شده در طول تدریس است.

در ادامه ارزشیابی شایستگی بر اساس استاندارد عملکرد آمده است.

در این ارزشیابی نمره ۳ معادل ۲۰-۱۷، نمره ۲ معادل ۱۷-۱۲ و نمره زیر ۲ مردود است.

## ارزشیابی شایستگی آزمایش قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن و سلف)

### شرح کار:

- ۱- نصب مقاومت‌ها روی بردبرد، تنظیم مولتی‌متر عقربه‌ای یا دیجیتالی و اندازه‌گیری دقیق مقدار مقاومت
- ۲- نصب خازن‌ها روی بردبرد، تنظیم پل LCR متر و اندازه‌گیری دقیق مقدار خازن
- ۳- نصب سلف‌ها روی بردبرد، تنظیم پل LCR متر و اندازه‌گیری دقیق مقدار سلف
- ۴- نصب برنامه Electronic Assistant یا مشابه آن روی رایانه و راه‌اندازی نرم‌افزار
- ۵- خواندن مقادیر مقاومت، سلف و خازن با استفاده از نرم‌افزار

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری مقادیر مقاومت، خازن و سلف با دقت براساس استانداردهای تعریف شده و خواندن برگه اطلاعاتی

### شاخص‌ها:

- ۱- خواندن صحیح مقدار دو نمونه از هر یک از قطعات مقاومت، خازن و سلف با استفاده از علائم ظاهری و تولرانس  $5\%$  (۱۰ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری صحیح مقدار دو نمونه از هر یک از قطعات مقاومت، خازن و سلف با استفاده از مولتی‌متر و پل LCR متر (۱۰ دقیقه)
- ۳- اندازه‌گیری کمیت‌ها در مدارهای سری و موازی شامل دو مقاومت با استفاده از مولتی‌متر (۱۰ دقیقه)
- ۴- انطباق اطلاعات مقاومت، سلف و خازن با برگه اطلاعات (DataSheet) یا انتخاب یک قطعه با استفاده از برگه اطلاعات (DataSheet) (۱۰ دقیقه)
- ۵- اندازه‌گیری مقدار ظرفیت معادل دو خازن به صورت سری و موازی و ضریب خودالقایی دو سلف به صورت سری و موازی توسط LCR متر (۱۰ دقیقه)
- ۶- تشخیص سه قطعه معیوب مقاومت، خازن و سلف از بین ۹ قطعه سالم و معیوب (۲۰ دقیقه)
- ۷- آزمایش و اندازه‌گیری مقاومت متغیر با مولتی‌متر (دو نمونه) (۶ دقیقه)
- ۸- نصب و راه‌اندازی و استفاده از نرم‌افزار (۱۲ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی ( $27^{\circ}\text{C}$  -  $18^{\circ}\text{C}$ ) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میز کار استاندارد با ابعاد  $W180 \times D180 \times H80$  مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - نرم‌افزار خاص - ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

**ابزار و تجهیزات:** مقاومت‌های ساده (TH و SMD) - مقاومت‌های متغیر - انواع خازن - انواع سلف - ابزار عمومی برق یا الکترونیک - جداول استاندارد - LCR متر - لوازم التحریر - سیم‌های رابط - فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی) - پردبرد - رایانه

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنجار
۱	اندازه‌گیری مقاومت‌های ثابت	۲	
۲	اندازه‌گیری مقاومت‌های متغیر	۲	
۳	اندازه‌گیری ظرفیت خازن‌های ثابت و متغیر	۲	
۴	اندازه‌گیری ضریب خودالقایی سلف	۲	
۵	استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط برای بندهای ۱ تا ۴	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای		
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

رشته: الکترونیک درس: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی واحد یادگیری: ۱



## واحد یادگیری ۲

### شایستگی پیچیدن سیم پیچ یا بوبین

آیا تا به حال پی برده اید :

- یکی از قطعات پر کاربرد در صنایع برق و الکترونیک بوبین یا سیم پیچ است؟
- سیم پیچ جریان DC را از خود عبور می دهد و مانع عبور جریان AC می شود؟
- در ترانسفورمورها، موتورها، رله ها، کنتاکتورها و شارژرها، از سیم پیچ استفاده می شود؟
- در کلیه مدارهای مخابراتی حتماً باید از سیم پیچ استفاده شود؟
- اگر سیم پیچ نباشد نمی توانیم هیچ موجی را از آنتن تلفن همراه پخش و دریافت کنیم؟
- در مدار لامپ های کم مصرف کوچک (CFL= compact flourcent lamp) سیم پیچ نقش اساسی دارد؟

استاندارد عملکرد :

محاسبه و پیچیدن دو نمونه بوبین به صورت دستی و با بوبین پیچ با دقت تolerانس حداکثر ۱۰ درصد.

یکی از قطعات پر کاربرد در صنایع برق و الکترونیک بوبین یا سیم پیچ است. از پیچیدن سیم هادی روپوش دار روی یک استوانه، یک سیم پیچ الکتریکی، بوبین یا سلف شکل می گیرد. سیم پیچ ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند و به دو دسته، سیم پیچ بدون هسته (با هسته هوا) و سیم پیچ با هسته فلزی یا فریت طبقه بندی می شوند. در این واحد یادگیری به شرح اجزای بوبین، عوامل مؤثر در ضریب خود القا، انواع سیم های لاکی و چگونگی پیچیدن می پردازیم. در مرحله بعد بوبین را با استفاده از روابط کاربردی محاسبه می کنیم و یک نمونه بوبین یک لایه و چند لایه را با رعایت نکات ایمنی و بهداشتی می سازیم. در نهایت بوبین های ساخته شده را آزمایش و اصلاح می کنیم. توجه به مهارت های غیر فنی مانند کار گروهی، مسئولیت پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه ای از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در تمام مراحل باید رعایت شود.

مشخصات فضای آموزشی و تجهیزات مربوط به آن و مشخصات فنی تجهیزات کارگاهی و تعداد آن در سند تجهیزات و فضای کارگاهی آمده است.

## ۲-۱- مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

ابزار عمومی برق یا الکترونیک - لوازم التحریر - میز کار با برق - چسب کاغذی - LCR متر دیجیتالی - میکرومتر یا کولیس - کاتر - بوبین پیچ - جداول استاندارد مرتبط - ابزار عمومی لحیم کاری - وارنیش - سیم افشان - لباس کار - رایانه - انواع سیم لایه - هسته فریت و آهن - قرقه در ابعاد مختلف متناسب با برنامه آموزشی.

## ۲-۲- ساختمان بوبین

از پیچیدن سیم‌های روپوش‌دار روی یک استوانه، یک سیم پیچ الکتریکی، بوبین یا سلف ساخته می‌شود. از بوبین برای ایجاد خودالقایی در مدارها استفاده می‌کنند. سیم پیچ‌ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند، ولی می‌توان آنها را به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد؛



شکل ۱-۲- نمونه‌هایی از سلف‌ها، ترانسفورماتورهای کوچک با هسته فریت و شیر برقی

## ۲-۳- چگونگی پیچیدن بوبین

پیچیدن سیم روی هسته معمولاً به دو صورت یک لایه و چند لایه انجام می‌شود.

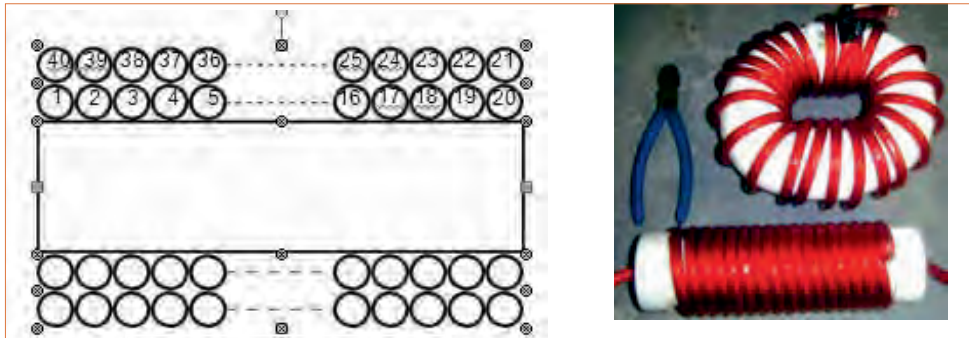
**الف) سیم پیچ یک لایه:** در این نوع سیم پیچ بر روی یک قرقه یا بر روی هسته استوانه‌ای شکل سیم را به طور منظم می‌پیچند. شکل ۲-۲ دو بوبین یک لایه را نشان می‌دهد.

**ب) سیم پیچ چند لایه:** اگر بوبین با خودالقایی زیاد احتیاج باشد، از سیم پیچ چند لایه استفاده می‌کنیم. پیچیدن سیم پیچ چند لایه روش‌های مختلفی دارد. شکل ۳-۲ یک سیم پیچ

الف) سیم پیچ بدون هسته (با هسته هوا)  
ب) سیم پیچ با هسته فلزی یا فریت  
در سیم پیچ بدون هسته، سیم را روی لوله‌های عایق، مانند مقوا یا پلاستیک، می‌پیچند. این لوله‌ها که قرقه نام دارند فقط برای حفظ و نگهداری سیم پیچ مورد استفاده قرار می‌گیرند. سلف‌ها با خودالقایی زیاد، اگر بدون هسته (با هسته هوا) ساخته شوند ابعاد آنها بزرگ می‌شود، بنابراین بهتر است آنها را با هسته فلزی بسازند، در این مورد هسته مناسب، به خصوص در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل ۱-۲ تعدادی از سلف‌ها و ترانسفورماتورها، نشان داده شده‌اند.

دو لایه را که به صورت معمولی پیچیده شده است، نشان می‌دهد. می‌دانیم وجود دوهادی و یک عایق بین آنها یک خازن را شکل می‌دهد. چنانچه دو سیم عایق‌دار در کنار هم قرار گیرند نیز تشکیل یک خازن می‌دهند. این ظرفیت‌های خازنی را خازن‌های پراکنده می‌گویند. در سیم پیچ‌ها به دلیل قرار گرفتن سیم‌ها در کنار یا روی یکدیگر خازن‌های پراکنده شکل می‌گیرد. برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده در سیم پیچ، می‌توان از روش پیچیدن مستقیم بر روی هم





شکل ۲-۲- بوبین یک لایه

شکل ۲-۳- بوبین چندلایه

مطابق شکل ۲-۴ استفاده کرد. برای کاهش بیشتر ظرفیت خازن‌های پراکنده از روشی مطابق شکل ۲-۵ استفاده می‌کنند. البته پیچیدن سیم‌پیچ با این روش بسیار مشکل است.

روش رایج برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده، پیچیدن سیم‌پیچ چند لایه به روش یونیورسال یا لانه زنبوری است، شکل ۲-۶ نمونه‌ای از سیم‌پیچ ساخته شده با این روش را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۶- سیم‌پیچ چندلایه با روش لانه زنبوری

شکل ۲-۵- نوع دیگری از بوبین چندلایه

شکل ۲-۴- پیچیدن سیم‌ها روی هم

به نحوه پیچیدن سیم‌ها روی قرقره توجه کنید. با این روش ظرفیت خازن‌های پراکنده کاهش می‌یابد.



با مراجعه به منابع مختلف و سایت‌های رایانه‌ای، پژوهشی در زمینه چگونگی پیچیدن بوبین چندلایه با روش لانه زنبوری تهیه کنید و آن را به کلاس ارائه دهید.

فیلم انواع بوبین‌ها را مشاهده کنید.

سیم‌پیچ چندلایه با روش لانه زنبوری را چگونه می‌پیچند؟

فیلم خازن‌های پراکنده را مشاهده کنید.

فیلم ۱



فکر کنید



فیلم ۲



۴-۲- عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین با هسته هوا :

## ۶-۲- سیم‌ها و کابل‌ها

سیم‌ها و یا هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان برای انتقال جریان الکتریکی به مصرف‌کننده‌ها و محل‌های مختلف و همچنین ارتباط بین دستگاه‌های الکتریکی می‌باشند. در ساختمان آنها از یک‌هادی خوب که معمولاً مس و یا آلومینیوم است، استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از سیم‌ها را در شکل ۸-۲ مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۲- نمونه‌هایی از سیم‌های الکتریکی

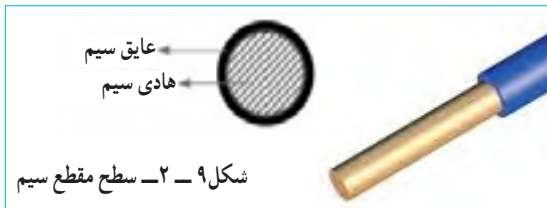
**ساختمان سیم‌ها:** سیم‌ها از دو قسمت هادی و عایق تشکیل شده‌اند. جنس هادی سیم‌ها معمولاً از مس یا آلومینیوم است. ولی از مس به خاطر حجم کم و هدایت بهتر بیشتر استفاده می‌شود. عایق سیم، از یک ماده پلاستیکی یا لاستیکی است که به صورت لایه‌ای روی هادی سیم را می‌پوشاند.

چرا سیم‌ها دارای عایق هستند؟ چند عایق را که می‌شناسید نام ببرید. عایق سیم‌ها چه تفاوتی با هم دارند؟

الگوی پرسش



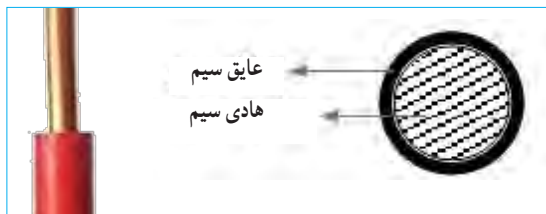
**ابعاد فیزیکی سیم‌ها:** برای مقایسه ابعاد فیزیکی سیم‌ها از واحدهای استاندارد استفاده می‌شود. اندازه فیزیکی سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان که سیم‌های روکش‌دار از جنس پلاستیک می‌باشند، برحسب  $\text{mm}^2$  بیان می‌شود. مثلاً منظور از سیم  $1/5$  یعنی سیمی که سطح مقطع آن  $1/5 \text{ mm}^2$  است، شکل ۹-۲ سطح مقطع سیم را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲- سطح مقطع سیم

**سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان:** در سیم‌کشی ساختمان سه نوع سیم به شرح زیر استفاده می‌شود:

**سیم‌های مفتولی یا استخوانی یا سیم‌های خشک:** انعطاف‌پذیری این سیم نسبت به دو سیم دیگر (نیمه‌افشان و افشان) کمتر است. موارد کاربرد سیم‌های مفتولی برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت نصب می‌شوند و در نقاط خشک در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن با استفاده از مقره می‌باشد. سیم‌های مفتولی در حلقه‌های  $10^\circ$  متری با عایق به رنگ‌های مختلف در بازار به مصرف‌کننده‌ها عرضه می‌شود. در شکل ۱۰-۲ تصویر ظاهری سطح مقطع سیم مفتولی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰-۲- تصویر سطح مقطع سیم مفتولی

**سیم‌های نیمه‌افشان:** ساختمان این سیم شبیه سیم مفتولی است یعنی از تعداد محدودی رشته سیم با پوششی از PVC به عنوان عایق تشکیل شده است. ولتاژ نامی این سیم  $50^\circ/45^\circ$  ولت است. زمینه کاربرد این سیم شبیه سیم مفتولی بوده و در مواردی که به انعطاف بیشتری نسبت به سیم مفتولی نیاز است، از سیم نیمه‌افشان استفاده می‌شود. در شکل ۱۱-۲ تصویر ظاهری سطح مقطع سیم نیمه‌افشان آمده است. سیم‌های نیمه‌افشان از تعدادی سیم مفتولی با مقطع کوچک‌تر شکل می‌گیرند.

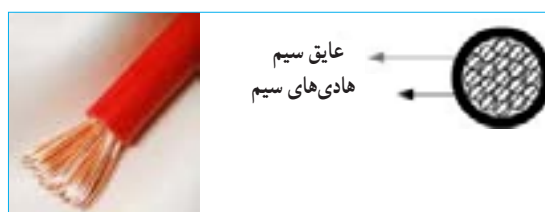


شکل ۱۱ - ۲ - سطح مقطع سیم نیمه افشان

سیم‌های روشنایی را نشان می‌دهد. این سیم‌ها براساس سطح مقطع طبقه‌بندی می‌شوند.

برای مدارهای الکتریکی سیم‌ها براساس مقدار جریانی که می‌توانند تحمل کنند، انتخاب می‌شوند. در انتخاب سیم‌ها معمولاً دو محدودیت وجود دارد. اولین محدودیت، محدودیت مکانی است که به طریقی به محدودیت اقتصادی نیز مربوط می‌شود، به عبارت دیگر سیم مصرفی باید حداقل فضا را اشغال کند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. دومین محدودیت آن تحمل جریان الکتریکی است. بدیهی است که اگر به خاطر مسائل اقتصادی، سیم با مقطع کمتری انتخاب شود، جریان مدار را تحمل نمی‌کند و می‌سوزد. بنابراین لازم است مقطع انتخاب شده، از نظر اقتصادی و تحمل جریان بهینه باشد. برای این منظور جداول

**سیم‌های افشان یا رشته‌ای:** ساختمان این سیم نیز شبیه سیم‌های مفتولی و نیمه افشان از دو قسمت هادی و عایقی از جنس PVC تشکیل شده است با این تفاوت که هادی در این نوع سیم‌ها از رشته‌های نازکی از جنس مس می‌باشد. انعطاف‌پذیری این سیم از سیم مفتولی و سیم نیمه افشان بیشتر است. ولتاژ نامی این سیم ۵۰۰/۳۰۰ ولت است. سیم‌های افشان نیز در حلقه‌های ۱۰۰ متری با عایق به رنگ‌های مختلف و با سطح مقطع‌های مختلف در بازار به مصرف‌کننده‌ها عرضه می‌شود. سطح مقطع ظاهری سیم افشان به صورت شکل ۱۲-۲ است.



شکل ۱۲ - ۲ - سطح مقطع سیم افشان

با مراجعه به آیین‌نامه مقررات ملی ساختمان، موارد و کاربرد سیم‌های مفتولی، افشان و نیمه افشان را بیابید و نتایج را به کلاس عرضه کنید.

پژوهش



ب - سایر سیم‌های روکش‌دار

شکل ۱۳ - ۲ - انواع سیم‌ها

**۲-۷ طبقه‌بندی سیم‌ها با توجه به قطر و سطح مقطع**  
سیم‌های مورد استفاده در صنایع الکتریکی معمولاً از جنس مس یا آلومینیوم ساخته می‌شوند. سیم‌های لاک‌ی که داخل دستگاه‌های الکتریکی به منظور سیم‌پیچ (الفاگر) به کار می‌روند، با قطر سیم شناسایی می‌شوند. شکل‌های ب و الف - ۱۳ - ۲، سایر سیم‌های ارتباطی از قبیل کابل‌ها و

استانداردی را برای مقطع و مقدار جریانی که سیم‌ها در حالت کار طبیعی می‌توانند تحمل کنند تهیه و در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌دهند. جدول ۱-۲ نمونه‌ای از این جداول استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲- نمونه‌ای از جداول استاندارد

تعداد دور در هر $\text{cm}^2$	مقاومت سیم $\Omega/\text{m}$	وزن سیم $\text{gr/m}$	سطح مقطع سیم $\text{mm}^2$	قطر سیم با لاک $\text{mm}$	قطر سیم $\text{mm}$
۲۰۰۰	۸/۹۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۶۲	۰/۰۵
۱۵۰۰	۶/۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۰۲۸	۰/۰۷۵	۰/۰۶
۱۱۰۰	۴/۵۶	۰/۰۳۷	۰/۰۰۳۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷



#### پویانمایی

پویانمایی قطر سیم با لاک و بدون لاک و چگونگی قرار گرفتن تعداد مقطع حلقه‌های سیم در یک سانتی متر مربع را مشاهده کنید.

با مراجعه به منابع مختلف از جمله سایت‌های اینترنتی جدول کامل سیم‌های لاک‌ی را که در جدول ۱-۲ آمده است بیابید و چگونگی کاربرد آن را به بحث بگذارید و گزارشی به کلاس ارائه دهید.

#### پژوهش



#### فکر کنید



- به چه دلیل جریان برق موجب آتش‌سوزی در یک فروشگاه یا منزل مسکونی می‌شود؟
- چرا برق‌کاران ساختمان از سیم‌ها با ضخامت و رنگ‌های متفاوت استفاده می‌کنند؟
- آیا برای اتصال سیم‌ها استاندارد وجود دارد؟ در صورت کوتاه بودن سیم آیا امکان اتصال سیم به قطعه دیگری از سیم وجود دارد؟

#### نکته



هنگام محاسبه جریان سیم برای سیم‌پیچی بوبین باید قطر سیم بدون روکش را در نظر بگیرید، در صورتی که برای محاسبه فضای مورد نیاز باید قطر سیم با روکش در نظر گرفته شود.

#### الگوی پرسش



در فضای یک سانتی متر مربع حدوداً چند رشته سیم لاک‌ی با قطر ۰/۵ میلی متر جای می‌گیرد؟ محاسبه کنید.

۸-۲- محاسبه شدت جریان عبوری از سیم‌پیچ یکی از مراحل مهم در طراحی و ساخت بوبین محاسبه جریان مجاز عبوری از سیم‌پیچ و تعیین قطر سیم است. برای تعیین قطر سیم باید چگالی جریان مجاز عبوری از سیم را داشته باشیم. **چگالی جریان:** شدت جریانی که یک میلی متر مربع سطح مقطع هر سیم در کار طبیعی تحمل می‌کند را چگالی جریان می‌گویند. چگالی جریان را با  $J$  نشان می‌دهند. واحد چگالی جریان آمپر بر میلی متر مربع  $(\frac{\text{A}}{\text{mm}^2})$  است و از رابطه  $J = \frac{I}{A}$  محاسبه می‌شود. در این رابطه  $I$  شدت جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر و  $A$  سطح مقطع سیم مورد نیاز بر حسب میلی متر مربع است. چگالی جریان بر حسب آمپر بر میلی متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در تعیین قطر و سطح مقطع سیم‌ها، داشتن جداول یا منحنی‌هایی که چگالی جریان را نشان بدهند ضروری است. مقدار  $J$  متناسب با توان مورد نیاز برای بوبین تعیین می‌شود. جدول ۲-۲ مقادیر مختلف  $J$  را با توجه به جریان عبوری از سیم‌پیچ به ما می‌دهد. از آنجا که بوبین‌های مورد نظر ما معمولاً جریان کمی دارند،

### پویانمایی

پویانمایی در مورد انتخاب قطر سیم مناسب و نامناسب (کمتر یا بیشتر) و اثر آن در کاربرد سیم پیچ را ببینید.

### بارش فکری

با کمک اعضای گروه خود مثال‌های دیگری را طراحی کنید و از بین مثال‌های طراحی شده یک نمونه را انتخاب و به کلاس ارائه دهید.

### نرم افزار

با مراجعه به اینترنت ابزار محاسبه‌ای را پیدا کنید که با استفاده از آن بتوانید با دادن مقادیر  $A$  و  $J$  قطر سیم مورد نیاز برای پیچیدن بوبین را بیابید.

### نکته

برای محاسبه فضای مورد نیاز باید قطر سیم با روکش در نظر گرفته شود.

### خلاقیت

رابطه‌ای به دست آورید که بدون محاسبه سطح مقطع، قطر سیم به دست آید.

### فیلم ۳

فیلم کاربرد میکرومتر را ملاحظه کنید و کاربرد آن را به طور کامل بیاموزید.

### الگوی پرسش

در صورتی که چگالی جریان ۴ آمپر و قطر سیم ۱ میلی‌متر باشد، جریان مجاز عبوری از سیم چند میلی‌آمپر است؟

انتخاب سیم پیچ با توان تا ۵۰ وات و با چگالی جریان ۴ آمپر بر میلی‌متر مربع کفایت می‌کند.

جدول ۲-۲ رابطه چگالی جریان و توان برای سیم‌های لاکه

$P(V \cdot A)$	$J(\frac{\text{آمپر}}{\text{میلی‌متر مربع}})$
۰ - ۵۰	۴
۵۰ - ۱۰۰	۳/۵
۱۰۰ - ۲۰۰	۳
۲۰۰ - ۵۰۰	۲/۵

باید همواره توجه داشته باشیم که جریان نامی یا جریان مجاز سیم، عبارت از جریانی است که در شرایط کار طبیعی از سیم عبور می‌کند بدون اینکه آسیبی به آن وارد شود. علاوه بر جریان مجاز، جریان دیگری به نام جریان ذوب سیم یا جریان فیوژی سیم وجود دارد که موجب ذوب شدن سیم و آتش‌سوزی می‌شود. از این خاصیت برای طراحی فیوزها استفاده می‌کنند.

**مثال:** چگالی جریان برای یک سیم ۴ آمپر بر میلی‌متر مربع است در صورتی که جریان عبوری از سیم ۲/۵ آمپر باشد، قطر سیم را محاسبه کنید.

**حل:** با استفاده از رابطه چگالی جریان و سطح مقطع، قطر سیم را محاسبه می‌کنیم.

$$A = \frac{I}{J} = \frac{2/5A}{4A/mm^2} = 0/625mm^2, A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0/625}{\pi}} = \sqrt{0/796} = 0/89mm$$

با مراجعه به جدول سیم‌ها، مشاهده می‌شود که سیم شماره ۸۹/۰ وجود ندارد. در این حالت باید سیمی با شماره بالاتر را انتخاب کنیم. نزدیک‌ترین و مناسب‌ترین سیم در جدول سیم شماره ۹/۰ است که آن را انتخاب می‌کنیم.



## ۹-۲- اندازه‌گیری قطر سیم با میکرومتر (ریزنسج)

ریزنسج یا میکرومتر دستگاهی است که می‌توان با آن قطر سیم‌های نازک و ضخامت ورق‌ها را تا دقت یک صدم میلی‌متر، اندازه‌گیری کرد. میکرومتر اساساً از یک میله و یک پیچ درست شده است. در این وسیله، میله استوانه‌ای تو خالی است که سطح خارجی آن بر حسب میلی‌متر مدرج شده است. روی پیچ کلاهکی قرار دارد که می‌تواند در امتداد غلاف جابه‌جا شود. کلاهک پیچ روی سطح خارجی میله حرکت می‌کند. با پیچاندن جفجغه هرزگرد، کلاهک بر روی میله جابه‌جا می‌شود. در شکل ۱۴-۲ میکرومتر مکانیکی و دیجیتالی و قسمت‌های مختلف آن معرفی شده است.



شکل ۱۴-۲ دو نمونه میکرومتر

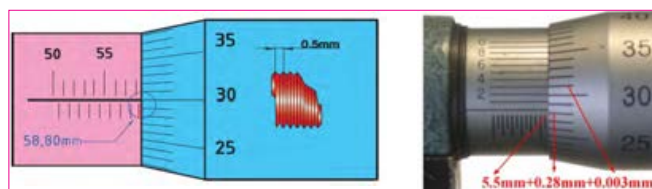
با استفاده از منابع مختلف از جمله اینترنت، درباره میکرومتر دیجیتالی پژوهش کنید و یک گزارش کامل تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



چگونگی خواندن مقادیر را در شکل ۱۵-۲ تشریح کنید.

فعالیت



شکل ۱۵-۲ اندازه‌گیری با میکرومتر

## ۱۰- ۲- کار عملی ۱: کار با میکرومتر

هدف: کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری ضخامت و قطر سیم و سایل لازم: میکرومتر - چهار قطعه سیم لاکی در قطرهای متفاوت - برجسب نکات ایمنی: میکرومتر دستگاهی بسیار حساس و دقیق است، مطابق شکل ۱۶- ۲ آن را طوری در دست بگیرید که هرگز بر روی زمین سقوط نکند.



شکل ۱۶- ۲- چگونگی در دست گرفتن میکرومتر

- از ضربه زدن به کلیه اجزاء میکرومتر و بازی کردن با آن جداً خودداری کنید.
- چنانچه از میکرومتر مکانیکی استفاده می‌کنید، هنگام اندازه‌گیری وقتی صدای جفجغه شنیده شد، فوراً چرخاندن قسمت‌های متحرک دستگاه را متوقف کنید.
- از وارد کردن فشار در جهات مختلف به اهرم‌ها و سایر اجزاء میکرومتر پرهیز کنید.

## مراحل انجام کار

- ۱- یک میکرومتر در اختیار بگیرید و عملکرد آن را به طور کامل شرح دهید.
- ۲- چهار نمونه سیم لاکی را که در اختیار دارید با برجسب شماره‌گذاری کنید.
- ۳- با استفاده از سمباده نرم قسمت پوشش لاکی سیم را بردارید.
- ۴- قطر سیم لاکی را که در اختیار دارید (بدون روکش) اندازه بگیرید.
- ۵- مقادیر خوانده شده را به ترتیب شماره در جدول ۳- ۲ وارد کنید.

۶- مقادیر اندازه‌گیری شده را با شماره سیم‌های موجود در جدول انطباق دهید.

جدول ۳- ۲- اندازه‌گیری قطر سیم با میکرومتر

شماره	d قطر (mm)	$A = \frac{\pi d^2}{4}$ سطح مقطع (mm <sup>2</sup> )
۱		
۲		
۳		
۴		

۷- گزارش کاملی از انجام این کار در حداکثر یک صفحه در دفتر یا کتاب گزارش کار بنویسید.



تمرین

با استفاده از میکرومتر ضخامت کاغذ، قطر میله خودکار، قطر سیم‌های مختلف یا موارد مشابه دیگر را اندازه بگیرید تا شایستگی و مهارت لازم را در کاربرد میکرومتر کسب کنید.



ارزشیابی

به شاخص‌ها و معیارهای ارزشیابی و امتیازدهی که در کتاب همراه آمده است توجه کنید. این معیارها تعیین‌کننده میزان شایستگی شما در انجام کار است.

**آشنایی با صنایع مس ایران:** یکی از تولیدات اصلی و ارزشمند در ایران مس و فراورده‌های آن است. کارخانه‌های مس سرچشمه (شکل ۱۷- ۲) و مس شهید باهنر از جمله کارخانه‌هایی هستند که با استفاده از مواد خام، شمش و ورق، مس تولید می‌کنند.



شکل ۱۷- ۲- کارخانه مس سرچشمه



با استفاده از منابع مختلف تعداد کارخانه‌هایی که شمش مس را تبدیل به سیم مسی روکش‌دار (لاکی) می‌کنند، شناسایی و کاربرد محصولات آنها را تشریح نمایید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.



### الگوی پرسش

۱ سیم‌های لاکی بر اساس ..... و سیم‌های روشنایی بر اساس ..... طبقه‌بندی می‌شوند.

(۱) قطر- قطر (۲) سطح مقطع - سطح مقطع

(۳) سطح مقطع - قطر (۴) قطر- سطح مقطع

۲ چگالی جریان یک سیم  $4 \text{ A/mm}^2$  است. قطر سیم مورد نیاز را برای عبور جریان ۱ آمپر محاسبه کنید.

(۱)  $0.28$  (۲)  $0.56$

(۳)  $1.13$  (۴)  $2.26$

۳ کدام یک از اندازه‌گیری‌های داده شده دقیق‌تر است؟

(۱)  $12/2$  (۲)  $12/200$

(۳)  $12/20$  (۴) دقت همه یکسان است

۴ دقت اندازه‌گیری ریزسنج (میکرومتر) که با آن کار کردید کدام است؟

(۱) پنج صدم میلی‌متر (۲) یک دهم میلی‌متر

(۳) دو صدم میلی‌متر (۴) یک صدم میلی‌متر

۵ شخصی پنکه‌ای را جهت تعمیر به تعمیرگاه می‌برد.

مشخص می‌شود که سیم‌پیچ آن سوخته است. تعمیرکار قطر سیم را با میکرومتر اندازه می‌گیرد. در تعمیرگاه سیم با قطر مورد نظر وجود ندارد ولی قطر نزدیک به آن موجود است.

مشتری اصرار دارد کارش سریع‌تر انجام گیرد. به نظر شما تعمیرکار کدام یک از کارهای زیر را باید انجام دهد؟

(۱) بدون آنکه موضوع را با مشتری مطرح کند، سیم موجود را برای سیم‌پیچی استفاده کند تا مشتری دچار تردید نشود.

۲ موضوع را با مشتری مطرح کند سپس اقدام به تعمیر سیم‌پیچی نماید.

۳ سیم‌پیچی نکند.

موضوع را در کلاس مطرح و بحث کنید و نتایج به دست آمده را به صورت یک گزارش کار ارائه دهید.

### ۱۱-۲- محاسبه عملی سیم‌پیچ (بوبین) با هسته هوا

برای پیچیدن بوبین باید اطلاعات زیر را داشته باشیم:

✦ جریان عبوری از بوبین (I برحسب آمپر یا میلی‌آمپر)

✦ ضریب خودالقایی بوبین (L برحسب میکروهنری)

✦ حجم فضایی که بوبین اشغال می‌کند (سانتی‌متر مکعب که بستگی به طول و قطر بوبین دارد)

✦ قطر قرقره (D برحسب سانتی‌متر)

✦ طول مفید سیم‌پیچ (l بر حسب سانتی‌متر)

✦ تعداد دور سیم‌پیچ (N بر حسب تعداد دور)

✦ قطر سیم مورد استفاده (d بر حسب سانتی‌متر)

با در دست داشتن اطلاعات کافی می‌توانیم مقدار مجهول را با استفاده از رابطه‌های مرتبط تعیین کنیم.

می‌دانیم مقدار ضریب خودالقایی بوبین را می‌توانیم از رابطه  $L = \frac{0.08 D^2 N^2}{3D + 9l}$  محاسبه کنیم. از طرفی هدف ما پیچیدن

یک سیم‌پیچ با ضریب خودالقائه مشخص است، لذا این رابطه نمی‌تواند قابل استفاده باشد. ما نیاز به رابطه‌ای داریم که بتوانیم تعداد دور (N) را برای بوبینی با ابعاد معین و محدودیت‌های تعیین شده به شرح زیر محاسبه کنیم:

● چون سیم‌ها روی قرقره پیچیده می‌شود طبق رابطه زیر، طول بوبین تابعی از قطر سیم و تعداد دور آن است که با افزایش تعداد دور، طول بوبین افزایش و ضریب خودالقایی آن کاهش می‌یابد:

$$l = Nd \rightarrow \text{قطر سیم} \times \text{تعداد دور} = \text{طول بوبین}$$

بنابراین باید به گونه‌ای عمل کنیم که این محدودیت را پوشش دهیم.

• معمولاً محدودیت فضا برای نصب بوبین وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. برای به دست آوردن یک رابطه قابل قبول و مطلوب، به جای 1 در رابطه ضریب خودالقایی

$$L = \frac{0.8 D^2 N^2}{3D + 9Nd} \quad \text{مقدار } l = Nd \text{ را می‌گذاریم:}$$

با استفاده از رابطه بالا می‌توانیم مقدار تعداد دور N را محاسبه کنیم. محاسبه مقدار N و تعیین طول مناسب در بحث ما نمی‌گنجد. در صورت تمایل به محاسبه می‌توانید به منابع مرتبط مراجعه کنید. در این محاسبات استفاده از نرم افزار مانعی ندارد.

• با مراجعه به منابع مختلف و اینترنت وجود یا نبود روابط دیگر برای محاسبه بوبین با هسته هوا را بررسی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

• بهترین روش برای انتخاب طول بوبین و قطر سیم با توجه به فضای محدودی که در اختیار داریم را بیابید و در کلاس به بحث بگذارید.

پژوهش



حل:

• محاسبه قطر سیم: ابتدا با استفاده از چگالی جریان و جریان عبوری از بوبین قطر سیم را محاسبه می‌کنیم.

$$d = 1/13 \sqrt{\frac{I}{J}} = 1/13 \sqrt{\frac{0.2}{4}} = 1/13 \sqrt{\frac{2}{400}}$$

$$d = 1/13 \sqrt{0.0005} = 0.252 \text{ mm}$$

• انتخاب سیم استاندارد: با مراجعه به جدول قطر سیم مناسب (بدون لاک) را انتخاب می‌کنیم. در جدول سیم‌های استاندارد، سیم با قطر 0.252 وجود ندارد، اما سیم با قطر 0.25 و 0.26 وجود دارد. در این شرایط باید قطر بزرگتر یعنی 0.26 mm را انتخاب کنیم.

قطر سیم استاندارد بدون لاک 0.26 mm = 0.26 cm  
برای محاسبه تعداد دور بوبین از قطر سیم بدون لاک و برای محاسبه فضای مورد نیاز از قطر سیم با لاک استفاده می‌کنیم. برای اجرای این محاسبات می‌توانید از نرم افزار استفاده کنید. برای ساخت بوبین در این کار عملی محاسبات را از قبل انجام داده ایم.

باتوجه به محاسبات انجام شده، قرقره‌ای با طول 1/6 سانتیمتر نیاز ما را برطرف می‌کند.



پژوهش

بررسی کنید، در صورتی که طول بوبین بزرگ‌تر از فضای پیش‌بینی شده باشد، برای کاهش طول چه باید کرد؟ نتیجه پژوهش خود را به کلاس ارائه دهید.

۱۳-۲ محاسبه بوبین‌های یک لایه با استفاده از نرم‌افزار

- ◀ نرم‌افزار محاسبه بوبین یک لایه را نصب کنید.
- ◀ با استفاده از امکانات نرم‌افزار مشخصات بوبین 10 میکروهانری داده شده در مثال را محاسبه کنید.
- ◀ مقادیر به دست آمده به وسیله نرم‌افزار را با مقادیر محاسبه شده با استفاده از رابطه مقایسه کنید.

۱۲-۲ برای محاسبه یک بوبین کاربردی باید مراحل زیر را اجرا کنید

الف) متناسب با فضای موجود، ابعاد قرقره را انتخاب کنید.  
ب) قطر سیم را مطابق با جریان عبوری مورد نیاز محاسبه کنید. چون سیم لاک‌ی با سطح مقطع دایره‌ای برای پیچیدن بوبین به کار می‌رود، باید برای محاسبه قطر سیم از چگالی جریان و جریان عبوری از سیم پیچ استفاده کنید.

مثال: بوبینی طراحی کنید که ضریب خودالقایی آن  $10 \mu H$  و جریان عبوری از آن  $20 \text{ mA}$ ،  $D=1 \text{ cm}$  و  $j = 4 \frac{A}{\text{mm}^2}$  باشد. طول بوبین در این شرایط چقدر می‌شود؟

## ۱۴-۲- دستگاه بوبین پیچ

بوبین را روی قرقره یا هسته می پیچند. برای پیچیدن بوبین از دستگاه بوبین پیچ استفاده می کنند. در صورتی که تعداد دور بوبین کم باشد، آن را با دست می پیچند. دستگاه بوبین پیچ در دو نوع دستی و برقی ساخته می شود. بوبین پیچ های برقی در دو نوع معمولی و خودکار ساخته می شوند. چگونگی نصب، راه اندازی و کاربرد دستگاه بوبین پیچ را در دفترچه راهنمای آن می نویسند. در شکل ۱۸ - ۲ چهار نمونه دستگاه بوبین پیچ دستی را ملاحظه می کنید.

### ابتکار و خلاقیت

کدام یک از دستگاه های نشان داده شده را می توانید بسازید؟ آیا ایده دیگری برای ساخت این دستگاه دارید؟ نتایج را به صورت یک گزارش به کلاس ارائه دهید. در صورت امکان یک نمونه را بسازید.

### مطالعه کنید

دفترچه راهنمای دستگاه بوبین پیچ موجود در کارگاه به زبان فارسی را مطالعه کنید و چگونگی کاربرد دستگاه را بیاموزید. در صورت نیاز از هنرآموز کارگاه کمک بگیرید.

توجه داشته باشید که مقادیر محاسبه شده در هر دو روش باید با تolerانس قابل قبول نزدیک به هم باشد. در صورتی که تفاوت خیلی زیاد باشد، به طور قطع یکی از محاسبات اشتباه انجام شده است. در این شرایط لازم است که محاسبات بازبینی شود.

بوبینی طراحی کنید که ضریب خودالقایی آن  $100 \mu H$  و جریان عبوری از آن  $400 \text{ mA}$  و قطر قرقره  $D = 1/5 \text{ cm}$  و چگالی جریان  $j = 4 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$  باشد. طول بوبین در این شرایط چقدر می شود؟

به سایت های اینترنتی مراجعه کنید. آیا نرم افزار دیگری برای محاسبه بوبین وجود دارد؟ نتیجه را گزارش دهید.

- ★ هنگام کار با قیچی و کاتر، چه نکاتی مانند مراقبت از دست خود را باید رعایت کنید؟ حداقل ۳ مورد را نام ببرید.
- ★ در صورتی که چسب روی لباس یا دست های شما بریزد چه مشکلاتی به وجود می آید؟ نام ببرید.
- ★ چرا هنگام کار باید جدی باشیم و از حرکات بی مورد و نابه جا پرهیز کنیم؟
- ★ اگر هنرجویی در زمان تعیین شده نتواند بوبین خود را ببیچد چه مشکلاتی برای وی بوجود می آید؟

از طریق بحث و گفت و گو با اعضاء گروه خود روش های مختلفی را برای ارزشیابی کار با میکرومتر بیابید و نتایج را به کلاس ارائه کنید.

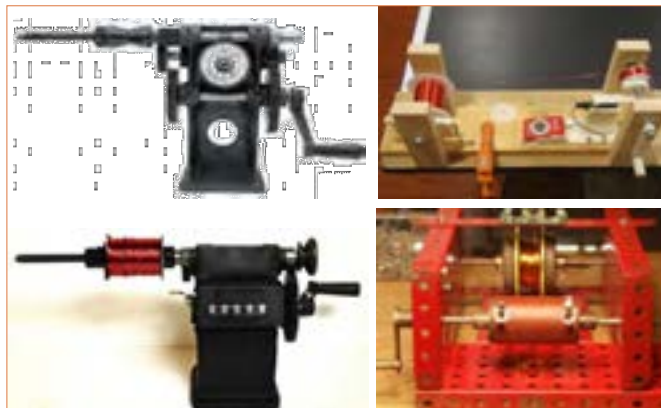
لگوی پرسش



نکته ایمنی



بحث کنید



شکل ۱۸ - ۲ نمونه هایی از دستگاه بوبین پیچ دستی



پژوهش

با مراجعه به اینترنت و سایر منابع درباره کاربرد انواع بوبین پیچ‌ها در زمینه‌های مختلف تحقیق کنید و نتایج را در قالب یک گزارش به معلم خود ارائه دهید.

دفترچه راهنمای دستگاه بوبین پیچ موجود در کارگاه به زبان انگلیسی را مطالعه و ترجمه کنید. در صورت نیاز از معلم خود کمک بگیرید.

فیلم کاربرد دستگاه بوبین پیچ را ببینید.

ترجمه کنید



فیلم ۴



ترجمه کنید

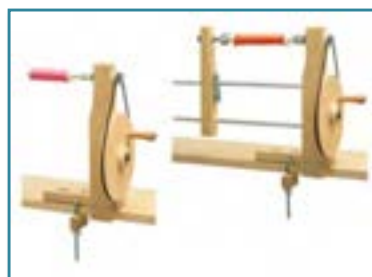


راهنمای کاربرد دستگاه بوبین پیچ شکل ۱۹ - ۲ را از زبان انگلیسی به فارسی ترجمه کنید. در صورت نیاز از دیگران کمک بگیرید. توجه داشته باشید که هدف فقط ترجمه متن نیست، هدف کاربرد دستگاه با استفاده از دفترچه راهنما است.

## BOBBIN WINDERS Instruction manual

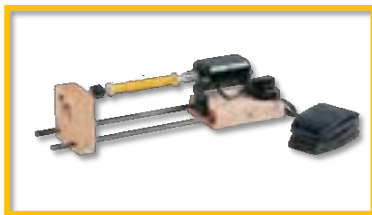
### HAND BOBBIN WINDERS

Our manual bobbin winders are belt driven, have self-lubricating bronze bearing, and are available in single-ended and double-ended models. The single-ended winder has a tapered shaft that will accommodate a variety of bobbins up to "6inches" long. The double-ended winders can be used for "bobbins", Pins, and a variety of large-flanged spools up to 9" long. A clamp incorporated into the design of all of our bobbin winders means you'll never have to hunt around for a "C" clamp again.



### DOUBLE-ENDED ELECTRIC BOBBIN WINDER

Our electric bobbin winder is double-ended and accommodate bobbins, spools, and pirns up to 9" long and with flanges up to 4" in diameter. An electric winder saves time, especially when there's a lot of winding to do. The speed of the winder is controlled by a foot-powered rheostat like that of a sewing machine.



### Dimensions

شکل ۱۹ - ۲ - نمونه‌هایی از دستگاه بوبین پیچ دستی و راهنمای دستگاه

SINGLE END HAND WINDER	6" x 11" x 10"	۲ lb
DOUBLE ENDE HAND WINDER	6" x 11" x 18"	۲/۱۲ lb
DOUBLE END ELECTRIC WINDER	4" x 4" x 20"	۶lb

بررسی کنید چند نمونه دستگاه بوبین پیچ ایرانی وجود دارد. راهنمای کاربرد آنها را بارگیری (download) کنید.

فعالیت







## ۱۵-۲- انتخاب ابزار، مواد، ملزومات و تجهیزات

در این مرحله می‌خواهیم ابزار مورد نیاز برای پیچیدن بوبین و اندازه‌گیری آن را انتخاب کنیم. با توجه به آموخته‌های قبلی موارد زیر را نیاز داریم. برای انتخاب هر مورد باید مشخصات فنی و تعداد آنها را داشته باشیم، جدول ۴-۲.



توجه

از آنجا که کاربرد ابزار، مشخصات فنی و نکات ایمنی مربوط به آن بسیار مهم است فیلم را با دقت کافی و چندین بار ملاحظه کنید و محتوای آن را کاملاً بیاموزید.

قسمتی از راهنمای کاربرد نمونه دیگری از دستگاه بوبین‌پیچ را از زبان انگلیسی به فارسی ترجمه کنید. در صورت نیاز از دیگران کمک بگیرید. توجه داشته باشید که هدف فقط ترجمه متن نیست، هدف کاربرد دستگاه با استفاده از دفترچه راهنما است.

فیلم مشخصات ابزار و نکات ایمنی مربوط به آنها را مشاهده کنید.

ابزار، مواد، ملزومات و تجهیزاتی که در اختیار دارید را با مشخصات فنی آن تطبیق دهید و سلامت آنها را تأیید کنید.

جدول ۴-۲- ابزار، مواد، ملزومات و تجهیزات مورد نیاز برای هر هنرجو

ردیف	عنوان	تعداد / مقدار	مشخصات فنی
۱	قرقره بوبین	یک عدد	با توجه به محاسبات و طراحی
۲	سیم لاک	۱۰ متر	با توجه به محاسبات و طراحی
۳	سیم افشان	۱۰ سانتی‌متر	$75 \text{ mm}^2 / 0 =$ سطح مقطع
۴	بوبین‌پیچ ساده	یک دستگاه	نوع ساده با دور شمار معمولی (موجود)
۵	وارنیش حرارتی	۵ سانتی‌متر	نمره ۱/۵ یا ۲
۶	سمباده نرم	۱۰ سانتی‌متر مربع	۹۰ (برای آهن)
۷	چسب کاغذی	۱۰ سانتی‌متر	پهنای ۱ سانتی‌متر
۸	سیم‌چین	یک عدد	استاندارد (متوسط، مینیاتوری، ۱۰ سانتی‌متر)
۹	دم باریک	یک عدد	استاندارد (متوسط، مینیاتوری، ۱۰ سانتی‌متر)
۱۰	ششوار مخصوص وارنیش حرارتی	یک دستگاه	استاندارد - معمولی
۱۱	پل RLC	یک دستگاه	استاندارد با حوزه mH و $\mu\text{H}$
۱۲	میکرومتر	یک دستگاه	استاندارد با قابلیت اندازه‌گیری یک صدم میلی‌متر
۱۳	برد بُرد	یک قطعه	استاندارد
۱۴	هسته	۴ قطعه	با توجه به قطر داخلی قرقره از جنس چوب، آهن، فریت و مس
۱۵	سیم بُرد و سیم رابط با گیره دوسر سوسماری	به مقدار کافی	استاندارد
۱۶	ابزار لحیم کاری با هویه قلمی	یک سری برای هنرآموز و استاد کار آزمایشگاه	



مواد، ملزومات و تجهیزاتی که در اختیار دارید را با مشخصات فنی آن تطبیق دهید و سلامت آنها را تأیید کنید.

مهم‌ترین نکات ایمنی مربوط به دستگاه بوبین‌پیچ و سشوار مخصوص وارنیش حرارتی را شرح دهید. در صورت رعایت نکردن این نکات چه مشکلاتی پیش می‌آید؟

۱۶-۲- کار عملی ۲: پیچیدن بوبین با دست و دستگاه هدف: کسب مهارت لازم در پیچیدن بوبین با دست و دستگاه وسایل لازم: سیم لاکی ۰/۲۵٪ - قرقره مناسب - ابزار لحیم کاری - سیم افشان ۵٪ - سیم چین - سیم لخت کن - سمباده نرم

مراحل انجام کار

۱ فیلم بوبین‌پیچی را مشاهده کنید.

۲ می‌خواهیم بوبین با مشخصات داده شده در جدول ۵-۲ را با دست پیچیم.

جدول ۵-۲ مشخصات بوبین ۱۰ میکروهنری

تعداد دور	ضریب خود القاء	طول قرقره I	قطر قرقره	قطر سیم با لاکی
۳۸	۱۰ μH	۲۰ mm	D = ۱۰ mm	۰/۲۵ mm

۳ سیم را انتخاب و قطر آن را با میکرومتر اندازه بگیرید.

$d = \dots\dots\dots \text{mm}$  قطر سیم لاکی

۴ قرقره مناسب انتخاب کنید، طول سیم پیچ را محاسبه کنید.

۵ دو قطعه سیم روکش دار با سطح مقطع ۰/۷۵ میلی متر مربع را به طول ۵ سانتی متر ببرید و دو طرف آن را به اندازه ۷ میلی متر روکش برداری کنید.

۶ روکش لاک سر سیم لاکی را با استفاده از روش بیان شده در فیلم بوبین‌پیچی به وسیله سمباده بردارید.

۷ برا ساس آنچه که در فیلم دیده‌اید یک سر سیم روکش دار را به سر لخت شده سیم لاکی اتصال دهید و با کمک مربی خود آن را لحیم کنید.

۸ طبق دستور اجرایی داده شده در فیلم بوبین‌پیچی، بوبین ۱۰ میکروهنری را با دست پیچید.

۹ سر دیگر بوبین را مانند سر اول آن به سیم روکش دار متصل و روی قرقره محکم کنید. اکنون بوبین شما آماده بهره‌برداری است. این بوبین را بعداً به عنوان یک قطعه الکترونیکی، مورد استفاده قرار می‌دهید.

۱۰ می‌خواهیم بوبین دیگری با مشخصات داده شده در جدول ۶-۲ را با دستگاه پیچیم.

جدول ۶-۲ مشخصات بوبین ۱۰۰ میکروهنری

تعداد دور	ضریب خود القاء	طول قرقره I	قطر قرقره	قطر سیم با لاکی
۱۰۰	۱۰۰ μH	۳۰ mm	D = ۲۰ mm	۰/۲۵ mm

۱۱ مراحل ۲ تا ۷ را برای بوبین ۱۰۰ میکروهنری تکرار کنید.

۱۲ دستگاه بوبین‌پیچ را مورد بررسی قرار دهید و با استفاده از دفترچه راهنمای کاربرد آن چگونگی استفاده از آن را بیاموزید.

۱۳ طبق دستور اجرایی داده شده در فیلم بوبین‌پیچی، بوبین ۱۰۰ میکروهنری را با دستگاه بوبین‌پیچ پیچید.

۱۴ سر دیگر بوبین را مانند سر اول آن به سیم روکش دار متصل و روی قرقره محکم کنید. اکنون بوبین شما آماده بهره‌برداری است. این بوبین را بعداً به عنوان یک قطعه الکترونیکی، مورد استفاده قرار می‌دهید.

تنظیم گزارش کار

۱۵ گزارش فرایند اجرای کار خود را در حداکثر دو برگ تنظیم کنید و ارائه دهید.

## ۱۷-۲- کار عملی ۳: اندازه‌گیری ضریب خودالقایی بوبین و اصلاح آن



شکل ۲-۲۰ دو نمونه دستگاه پل RLC متر

**هدف:** کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده به وسیله دست و دستگاه و اندازه‌گیری آن با پل RLC متر

**وسایل لازم:** بوبین آماده - دستگاه پل RLC متر - راهنمای کاربرد دستگاه.

### مراحل انجام کار

۱ راهنمای کاربرد پل RLC متر را مطالعه کنید و چگونگی کاربرد آن را بیاموزید. (به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.)

۲ فیلم اندازه‌گیری بوبین با دستگاه پل RLC متر را مشاهده کنید.

فیلم ۷



۲ با استفاده از دستگاه پل LCR متر مقدار ضریب خودالقایی بوبین‌ها را اندازه بگیرید و در جدول ۲-۷ یادداشت نمایید. در شکل ۲-۲۰ دو نمونه دستگاه پل LCR متر را مشاهده می‌کنید. جدول ۲-۷ اندازه‌گیری بوبین

سیم پیچ	مقدار پیش‌بینی شده	مقدار اندازه‌گیری شده	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
L <sub>۱</sub>	۱۰ μH		بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>
L <sub>۲</sub>	۱۰۰ μH		بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>

۴ مقدار اندازه‌گیری شده را با مقدار پیش‌بینی شده مقایسه کنید. در صورتی که بین مقادیر اختلاف فاحشی وجود

دارد، مراحل پیچیدن بوبین‌ها را بازبینی و تکرار کنید تا به نتیجه مطلوب برسید. چنانچه مقدار تفاوت کم است، تعداد دور را کمی تغییر دهید تا به نتیجه قابل قبول برسید.

تنظیم  
گزارش کار

۵ گزارش کار خود را طبق روش‌های قبل تنظیم کنید و در دفتر گزارش کار بنویسید.

الگوی پرسش

قسمتی از دفترچه راهنمای کاربرد که به وسیله مربی تقسیم‌بندی شده است را در ساعات غیر درسی به صورت یک کار تیمی ترجمه کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

## ۱۸-۲- کار عملی ۴: پیچیدن بوبین با دست و دستگاه

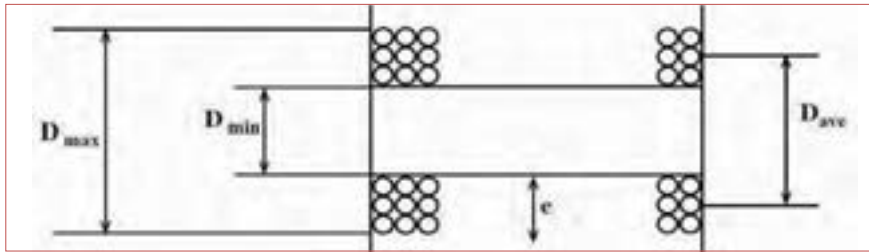
**هدف:** کسب مهارت لازم در پیچیدن بوبین با دستگاه

**وسایل لازم:** سیم لاک‌۲۵٪ - فرقه مناسب - ابزار لحیم‌کاری - سیم افشان ۵٪ - سیم چین - سیم لخت کن - سمباده نرم - دستگاه پل RLC متر - راهنمای کاربرد دستگاه.

### مراحل انجام کار

۱ می‌خواهیم بوبین چند لایه و از پیش محاسبه شده با ضریب خودالقایی ۱۰ میلی‌هانری را برای جریان ۲۰ میلی‌آمپر روی قرقره‌ای به طول دو سانتی‌متر و قطر داخلی ۱/۵ سانتی‌متر پیچیم:  $D_{min} = 1.5 \text{ cm}$   $l = 2 \text{ cm}$  قطر داخلی = ۱/۵ cm  
۲ شکل بوبین چند لایه مشابه شکل ۲۱ - ۲ است. در این شکل قطر داخلی (Dmin)، قطر خارجی مورد نیاز (Dmax)، قطر متوسط (Dave)، طول بوبین (l) و عمق بوبین (e) است. معمولاً مقدار قطر داخلی، طول بوبین و جریان مجاز بوبین را می‌دهند، سایر مقادیر از طریق محاسبه با روش سعی و خطا به دست می‌آید.

در این فرایند محاسبات بوبین چند لایه مورد نظر نبوده، فقط مهارت پیچیدن آن مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد.



شکل ۲۱-۲- بوبین چند لایه

#### تنظیم گزارش کار

۹- گزارش کار خود را طبق روش‌های قبل تنظیم کنید و در دفتر گزارش کار بنویسید.

۳- با مراجعه به منابع مختلف در مورد بوبین‌های چند لایه بررسی کنید که مقادیر  $D_{min}$ ،  $D_{ave}$ ،  $D_{max}$  و  $e$  چه کاربردی دارد؟ نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



۱۹-۲- تأثیر هسته بر ضریب خودالقایی بوبین همان‌طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، یکی از اجزاء بوبین هسته است. تاکنون درباره بوبین با هسته هوا بحث کردیم و نمونه‌هایی از آن را ساختیم. در این مرحله می‌خواهیم اثر هسته را روی بوبین بررسی کنیم. هنگامی که جریان الکتریکی از سیم یا سیم پیچ عبور می‌کند در اطراف آن میدان مغناطیسی مطابق شکل ۲۲-۲ ایجاد می‌شود. سه عنصر آهن، نیکل و کبالت و بعضی از آلیاژهای آنها که به شدت جذب آهن‌ربا می‌شوند، را مواد مغناطیسی، مغناطیس‌شونده یا "فرومغناطیس" می‌نامند. موادی مانند مس، برنج، شیشه و چوب که جذب آهن‌ربا نمی‌شوند، مواد "غیرمغناطیسی" نام دارند. مواد مغناطیسی وقتی در کنار یک آهن‌ربا قرار می‌گیرند مولکول‌های آنها منظم شده و خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند. میزان نفوذ خطوط نیروی مغناطیسی در مواد مغناطیس‌شونده را ضریب نفوذ مغناطیسی می‌نامند و آن را با  $\mu$  نمایش می‌دهند. هر قدر این ضریب در مواد بیشتر باشد میزان قابلیت مغناطیس شدن ماده بیشتر است. چنانچه هسته‌ای از جنس مواد مغناطیسی در داخل قرقره بوبین قرار گیرد، متناسب با ضریب نفوذ مغناطیسی، مقدار ضریب خودالقایی بوبین زیاد می‌شود.

۴- پس از انجام محاسبه با در نظر گرفتن قطر سیم برابر با  $d = 0.25 \text{ mm}$ ، مقادیر زیر به دست می‌آید:

دور  $N = 1000$ ،  $D_{min} = 1/5 \text{ cm}$ ،  $l = 2 \text{ cm}$ ،  $D_{ave} = 1/85 \text{ cm}$

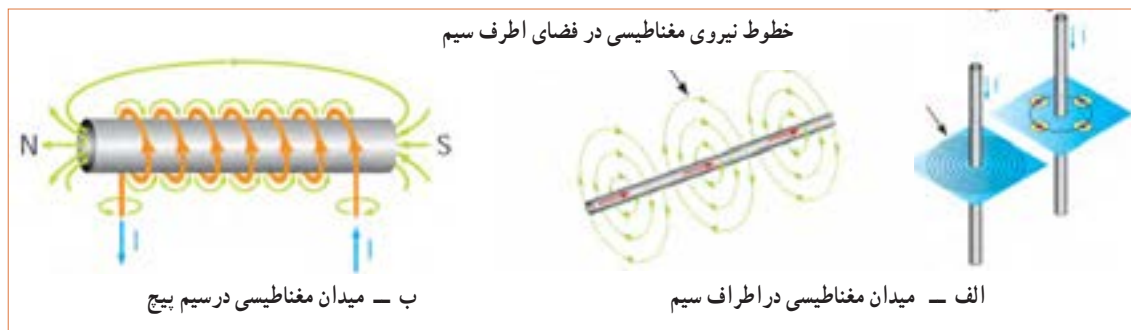
۵- بندهای ۱ تا ۶ کار عملی شماره ۲ را برای بوبین ۱ میلی‌هائری نیز انجام دهید.

۶- با استفاده از مقادیر داده شده قرقره مناسب انتخاب کنید (یا بسازید) و با دستگاه بوبین پیچ تعداد ۱۰۰۰ دور سیم لاکه با قطر  $d = 0.25 \text{ mm}$  را به طور منظم دور آن پیچید و سیم روکش دار را به طرف دیگر آن اتصال دهید.

۷- با استفاده از دستگاه پل RLC متر مقدار ضریب خودالقایی بوبین‌ها را اندازه بگیرید. در شکل ۲۰-۲ دو نمونه دستگاه پل RLC متر را مشاهده می‌کنید.

$L = \dots\dots\dots \text{ mH}$

۸- مقدار اندازه‌گیری شده را با مقدار محاسبه شده (۱۰ میلی‌هائری) مقایسه کنید. در صورتی که بین مقادیر اختلاف فاحشی وجود دارد، مراحل پیچیدن بوبین‌ها را بازبینی و تکرار کنید تا به نتیجه مطلوب برسید. چنانچه مقدار تفاوت کم است، تعداد دور را کمی تغییر دهید تا به نتیجه قابل قبول برسید. این بوبین را بعداً به عنوان یک قطعه الکترونیکی، مورد استفاده قرار می‌دهید.



شکل ۲۲-۲- میدان مغناطیسی

پویانمایی

به انیمیشن خطوط نیروی اطراف سیم حامل جریان توجه کنید.

در مورد اجسام پارامغناطیس و دیامغناطیس پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

مواد فرو مغناطیسی را نام ببرید.

پژوهش



الگوی پرسش



۲۰-۲- کار عملی ۵: تأثیر هسته در مقدار ضریب خودالقایی

۳ در نرم افزار مولتی سیم یا هر نرم افزار دیگر دستگاه پل LCR متر و تعدادی بوبین را روی میز کار نرم افزار بیاورید و ضریب خودالقایی بوبین را به وسیله دستگاه اندازه بگیرید و در جدول ۸-۲ بنویسید و با مقدار نامی آن مقایسه کنید.

۱ فیلم تأثیر هسته از جنس مواد مختلف در ضریب خودالقایی بوبین را مشاهده کنید.

فیلم ۸



۲ برد بُرد، سیم های رابط، دستگاه LCR متر، بوبین های ساخته شده و هسته ها را آماده کنید.

جدول ۸-۲- اندازه گیری مقدار اندوکتانس (ضریب خودالقایی) بوبین با نرم افزار

ردیف	مقدار نامی	مقدار اندازه گیری شده	اثر تغییر هسته (جنس - جابه جایی)
۱			
۲			
۳			
۴			

**پرسش:** با توجه به اجرای کار نرم افزاری آیا توانستید با تغییر هسته (جنس - جابجایی) ضریب خودالقایی را تغییر دهید؟ در صورتی که پاسخ منفی است چرا؟



۴ با استفاده از بُرد بُرد بوبین ۱۰ میکروهنری ساخته شده را به دستگاه پل LCR متر اتصال دهید و مقدار اندوکتانس آن را در جدول ۹-۲ بنویسید.

۵ فاصله سیم‌ها را روی هسته از یکدیگر زیاد کنید و اثر آن را روی ضریب خود القایی مشاهده کنید و نتایج را بنویسید. توضیح: .....

۶ هسته‌های چوبی، مسی، پلاستیکی، آهنی و فریت را به طور کامل در داخل سوراخ قرقره بوبین قرار دهید و مقدار اندوکتانس را اندازه بگیرید و در جدول ۹-۲ بنویسید.

۷ مرحله ۶ را برای بوبین‌های ۱۰۰ میکروهنری و ۱۰ میلی‌هنری تکرار کنید و نتایج را در جدول ۹-۲ یادداشت کنید.

جدول ۹-۲ اندازه‌گیری مقدار اندوکتانس (ضریب خود القایی) بوبین با دستگاه LCR متر

ردیف	مقدار نامی	مقدار اندازه‌گیری شده بدون هسته				
		چوب	آهن	پلاستیک	مس	فریت
۱	۱۰ $\mu\text{H}$					
۲	۱۰۰ $\mu\text{H}$					
۳	۱۰ mH					

تنظیم  
گزارش کار

۱۲ گزارش کار خود را طبق روش‌های قبل تنظیم کنید و در دفتر گزارش کار بنویسید.

### ارزشیابی:

در دنیای آموزش ارزشیابی از دو دیدگاه نظری و عملی براساس استاندارد عملکرد و مطابق با نمون برگ‌های ۱-۸ و ۱-۹ دنیای کار و انطباق یافته‌ها با دنیای آموزش، به صورت مستمر، فرایندی، مقطعی یا پایانی به اجرا در می‌آید و گواهینامه صلاحیت زمانی صادر خواهد شد که دانش‌آموختگان در ارتباط با هر کار و مطابق با استاندارد عملکرد ارزشیابی شوند، همچنین هنگام استخدام نیز ارزشیابی براساس استاندارد عملکرد صورت می‌گیرد.

۸ سیم‌پیچ معیوب می‌تواند به صورت اتصال کوتاه یا قطع باشد. در صورتی که لاک روی سیم‌های بوبین از بین برود، تمام سیم‌پیچ یا قسمتی از آن اتصال کوتاه می‌شود. با استفاده از دستگاه RLC متر و مولتی‌متر، سه نمونه سیم‌پیچ قطع، قسمتی اتصال کوتاه و اتصال کوتاه کامل را آزمایش کنید. ۹ در صورتی که بوبین دیگری هم در اختیار دارید مرحله ۵ را برای آن تکرار کنید.

۱۰ با یکدیگر درباره نتایج حاصل شده در جدول ۹-۲ بحث کنید و نتیجه را در دو سطر جمع‌بندی کنید.

۱۱ هسته آهنی و فریت را به تدریج وارد قرقره بوبین‌ها کنید و اثر آن را روی تغییر اندوکتانس مشاهده کنید و نتیجه را توضیح دهید. توضیح: .....

بحث گروهی





## ۲۱-۲- الگوی آزمون پایانی عملی

- ۱ روی قرقره‌ای به قطر ۲ سانتی متر ۱۱۵ دورسیم با قطر ۳/۰ میلی متر می‌پیچیم. اگر بخواهیم ضریب خود القایی ۱۵۰ میکروهنری شود، طول سیم پیچ را محاسبه کنید. جنس هسته هوا است.
- ۲ بوبین طراحی شده را به کمک بوبین پیچ پیچید.
- ۳ به کمک LCR متر ضریب خودالقایی بوبین را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- ۴ اثر هسته‌های مختلف را روی ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده تحقیق کرده و نتایج را یادداشت کنید.

## ۲۲-۲- الگوی آزمون پایانی نظری

- ۱ هسته مناسب برای بوبین‌های با ضریب خودالقایی زیاد ..... است.
- ۲ مقدار جریان عبوری از ..... مقطع سیم را از جنس ..... می‌نامند و آن را با حرف J نشان می‌دهند.
- ۳ قرار دادن هسته فریتی در داخل قرقره بوبین با هسته هوا ضریب خودالقایی بوبین را افزایش ☐ کاهش ☐ می‌دهد.
- ۴ اگر چگالی جریان  $I(\frac{A}{mm^2})$  و جریان عبوری از سیم I آمپر باشد، قطر سیم با استفاده از رابطه  $d = 1/13 \sqrt{\frac{I}{J}}$  به دست می‌آید. ☐ نادرست ☐ درست
- ۵ اگر حلقه‌های سیم پیچ یک بوبین یک لایه را از هم دور کنیم (فاصله حلقه‌ها را زیاد کنیم) ضریب خودالقایی بوبین کاهش می‌یابد. ☐ نادرست ☐ درست
- ۶ کدام رابطه برای محاسبه بوبین یک لایه منظم با هسته هوا صحیح است؟

$$L = \frac{0.08DN^2}{3D + 9l} \quad ۱- \quad L = \frac{0.08DN^2}{3D + 9l} \quad ۲-$$

$$L = \frac{0.08DN^2}{3l + 9D} \quad ۳- \quad L = \frac{0.08DN^2}{3l + 9D} \quad ۴-$$

- ۷ قطر مناسب برای عبور ۲۵۰ میلی آمپر جریان از سیم با چگالی جریان ۴ آمپر بر میلی متر مربع کدام است؟  
۱- ۲۸ mm /۰  
۲- ۲۵ mm /۰  
۳- ۲ mm /۰  
۴- ۱/۱۳ mm
- ۸ چگالی جریان یک سیم  $\frac{3A}{mm^2}$  است. برای عبور جریان ۵۰۰ میلی آمپر، قطر سیم مورد نیاز بر حسب میلی متر کدام است؟

$$۱- ۱۶ /۰ \quad ۲- ۴۶ /۰$$

$$۳- ۸۸ /۱ \quad ۴- ۷۶ /۲$$

- ۹ با توجه به پاسخ سؤال‌های ۷ و ۸ اگر قطر سیم به دست آمده در جدول موجود نباشد، با مراجعه به جدول، قطر مناسب و استاندارد انتخابی را بنویسید.

- ۱۰ کدام یک از اندازه‌گیری‌های داده شده دقیق‌تر است؟

$$۱- ۱۲/۲ \quad ۲- ۱۲/۲۰۰$$

- ۳- ۱۲/۲۰  $۴- دقت همه یکسان است.$
- ۱۱ دقت اندازه‌گیری خط‌کش‌هایی که درجه‌بندی میلی متر دارند کدام است؟

$$۱- سانتی متر \quad ۲- یک دهم میلی متر$$

$$۳- میلی متر \quad ۴- متر$$

- ۱۲ دقت اندازه‌گیری ریز سنج (میکرومتر استفاده شده در کارگاه) کدام است؟

$$۱- پنج صدم میلی متر \quad ۲- یک دهم میلی متر$$

$$۳- دو صدم میلی متر \quad ۴- یک صدم میلی متر$$

- ۱۳ واحد چگالی جریان را بنویسید.

- ۱۴ سیم‌های لاکی بر اساس ..... و سیم‌های روشنایی بر اساس ..... طبقه‌بندی می‌شوند.

$$۱- قطر - قطر$$

$$۲- سطح مقطع - سطح مقطع$$

$$۳- سطح مقطع - قطر$$

$$۴- قطر - سطح مقطع$$

- ۱۵ در رابطه  $L = \frac{^{\circ}/^{\circ} \Delta D^2 N^2}{3D + 9I}$  که مربوط به محاسبه ضریب خودالقایی بوبین یک لایه با هسته هوا است، D، I، L چه کمیت‌هایی هستند؟ واحد هر یک از کمیت‌ها را بنویسید.
- ۱۶ در این واحد یادگیری برای رسیدن به توسعه پایدار چه کارهایی را باید انجام دهیم؟ چگونه؟
- ۱۷ چگونه می‌توانیم با ابزار و مواد دور ریز یک بوبین پیچ ساده بسازیم؟ شرح دهید.
- ۱۸ نکات ایمنی هنگام کار با بوبین پیچ را نام ببرید.
- ۱۹ ترجمه کنید.

An internal zeroing function is provided and selectable from the front panel. Auto/Manual ranging is selectable for the five measurement ranges.  
 Connection to the device under test (DUT) is through 4 BNC terminals on the 100/101 front panel units. Various test fixtures are provided for different device under test to improve the measurement throughput and reliability.

- ۲۰ جدول استاندارد سیم‌ها چه کاربردی دارند؟ شرح دهید.
- ۲۱ جدول ۱۰ - ۲ مربوط به چه دستگاهی است و چه کاربردی دارد؟ ترجمه کنید.

جدول ۱۰ - ۲

SPECIFICATIONS	
Model	۱۰۰
Measurement Parameter	
Primary Display	L.C.R
Secondary Display	Q.D.
Test Signal Information	
Test Level	$^{\circ}/25V$
Test Frequency	$12^{\circ} \text{ Hz}, 1 \text{ kHz} (10^{\circ} \text{ Hz optional})$

- ۲۲ با توجه به رابطه  $L = \frac{^{\circ}/^{\circ} \Delta D^2 N^2}{3D + 9I}$  در صورتی که در بوبین یک لایه قطر بوبین ۱/۵ برابر شود و سایر کمیت‌ها تغییر نکنند، مقدار L چند برابر می‌شود؟ چرا؟

## ارزشیابی شایستگی پیچیدن یک نمونه بوبین ساده در حد mH و $\mu H$

### شرح کار:

۱. تعیین مشخصات و مقدار اندازه بوبین
۲. تعیین مجهولات (قطر سیم، قطر قرقره، تعداد دور، طول سیم پیچ، ضریب خودالقایی، جنس هسته)
۳. تعیین و استفاده از رابطه مناسب جهت محاسبه مجهولات
۴. آماده سازی اجزای بوبین (سیم لاک، قرقره، هسته مناسب، وارنیش، سیم افشان)
۵. آماده سازی ابزار (سیم چین، هویه، کاتر، قلع، روغن لحیم، دستگاه بوبین پیچ، LCR متر، مولتی متر)
۶. پیچیدن بوبین با رعایت استاندارد
۷. اندازه گیری ضریب خودالقایی و تست صحت بوبین پیچیده شده

### استاندارد عملکرد:

محاسبه پیچیدن دو نمونه بوبین به صورت دستی و با بوبین پیچ ترانس حداکثر ۱۰ درصد

### شاخص ها:

- ۱- تشریح اجزای ساختمان یک بوبین یک لایه (۱۰ دقیقه)
- ۲- انجام محاسبات یک نوع بوبین یک لایه (۳۰ دقیقه)
- ۳- انتخاب اجزاء و پیچیدن بوبین با دست یا دستگاه (۶۰ دقیقه)
- ۴- استفاده از مولتی متر و LCR متر جهت تست صحت مقدار بوبین پیچیده شده و نرم افزار (۲۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژ کاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی ( $27^{\circ}C - 18^{\circ}C$ ) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میز کار استاندارد با ابعاد  $W180 \times D180 \times H80$  مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته و یا ایستاده - ماسک - تهویه - نرم افزار خاص

**ابزار و تجهیزات:** ابزار عمومی برق یا الکترونیک - لوازم التحریر - میز کار با برق - چسب - میکرومتر - کاتر - LCR دیجیتال - بوبین پیچ - جداول استاندارد مرتبط - ابزار عمومی لحیم کاری - تهویه - وارنیش - سیم افشان - رایانه - انواع سیم لاک - هسته فریت و آهن - قرقره در ابعاد مختلف متناسب با برنامه آموزشی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنجار
۱	تشریح ساختمان بوبین	۱	
۲	محاسبه یک بوبین	۲	
۳	پیچیدن یک بوبین با هسته هوا	۲	
۴	بوبین با هسته آهنی یا فریت	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	۱- حفاظت از دستگاه		
	۲- دقت و ظرافت		
	۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر و کسب اطلاعات		
	۴- محاسبه ریاضی		
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

۱. رشته: الکترونیک درس: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی واحد یادگیری: ۲





## فصل دوم

# کمیت‌های پایه الکتریکی



امواج DC مربوط به باتری‌ها و امواج متناوب مانند موج برق شهر (موج سینوسی) و یا امواج صوتی و تصویری، امواجی هستند که همواره با آن سروکار داریم. به طور مثال منابع تغذیه‌ای که با استفاده از برق شهر ساخته می‌شوند، قلب تپنده دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی هستند. لذا شناخت این امواج، کمیت‌های مربوط به آن و نیز اندازه‌گیری این کمیت‌ها از طریق نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اصولی‌ترین دانش پایه است که باید مورد مطالعه دقیق قرار گیرد.

## واحد یادگیری ۳

### شایستگی اندازه‌گیری کمیت‌های موج

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- شکل موج جریان باتری و جریان برق شهر چگونه است؟
- چه تفاوتی بین ولتاژ برق شهر و ولتاژ باتری وجود دارد؟
- کمیت‌های یک موج کدام‌اند و چگونه آنها را اندازه می‌گیرند؟
- چه دستگاه‌هایی کمیت‌های موج را اندازه می‌گیرند؟
- چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری کمیت‌های موج وجود دارد؟
- از برق شهر چگونه می‌توان ولتاژی مانند ولتاژ باتری ساخت؟

استاندارد عملکرد :

اندازه‌گیری ولتاژ و جریان DC و AC با در نظر گرفتن نکات ایمنی و استاندارد تعریف شده



۳-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری  
ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع تغذیه،  
مولتی متر، ترانسفورماتور، رایانه و نرم افزارهای مناسب

## ۳-۲- انواع جریان الکتریکی

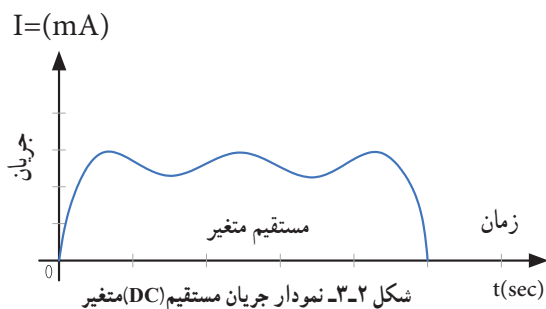
جریان الکتریکی به سه دسته، جریان مستقیم، متناوب و متغیر  
تقسیم بندی می شود.

### الف - جریان مستقیم : DC (Direct Current)

جریان مستقیم یا یک طرفه جریانی است که فقط در یک جهت  
در مدار جاری می شود. باتری ها مولد جریان مستقیم هستند.

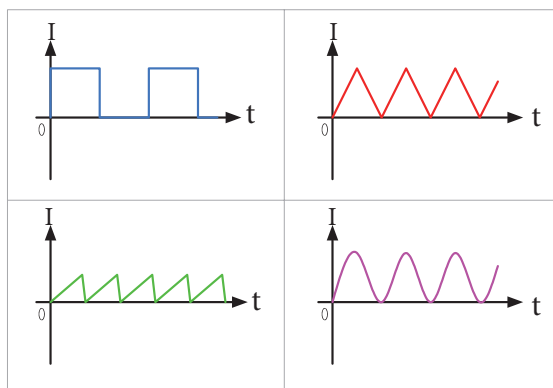
در شکل ۱-۳ نمودار جریان مستقیم روی محورهای  
مختصات رسم شده است. همان طور که در شکل مشاهده  
می کنید، در زمان های مختلف مقدار جریان و جهت آن ثابت  
است. به این جریان، جریان مستقیم ثابت گویند.

اگر جهت جریان تغییر نکند ولی مقدار آن متغیر باشد، جریان  
مستقیم متغیر نام دارد. شکل ۲-۳ یک نمونه جریان مستقیم  
متغیر را نشان می دهد.



مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه  
درسی آمده است.

سیگنال الکتریکی حاصل از صحبت کردن انسان، تصاویر  
تلویزیونی، سیگنال های رادیویی، همه امواج متفاوتی اند که  
به طور مستمر و روزمره با آنها سروکار داریم. در این فصل  
به تشریح امواج AC و DC و منابع تولید آنها می پردازیم  
و کمیت های مرتبط با موج را با استفاده از سخت افزار و  
نرم افزار محاسبه می کنیم. در فرایند اجرای کار، توجه  
به شایستگی های غیر فنی و نکات ایمنی در به کارگیری  
دستگاه های اندازه گیری و دقت در مراحل اندازه گیری بسیار  
اهمیت دارد و همواره باید مورد نظر باشد.



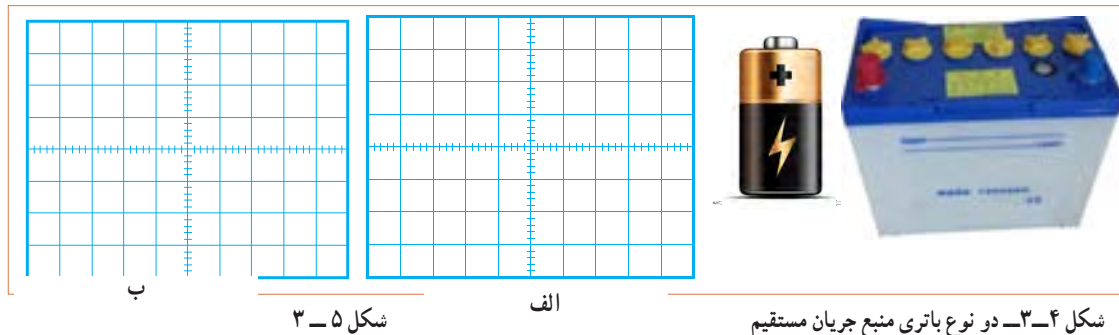
شکل ۳-۳- انواع شکل موج های جریان مستقیم (DC)

۱ چند نوع جریان مستقیم متغیر را در شکل ۳-۳ مشاهده می کنید. آنها را نام گذاری کنید. انواع دیگر جریان مستقیم  
متغیر را بیابید.

کار گروهی



۲ در شکل ۳-۴ دو نوع باتری قلمی ۱/۵ ولتی و باتری اتومبیل با ولتاژ ۱۲ ولت را مشاهده می کنید. نمودار ولتاژ این دو باتری را با مقیاس مناسب نسبت به زمان در شکل الف و ب ۵-۳ رسم کنید.



### پویانمایی

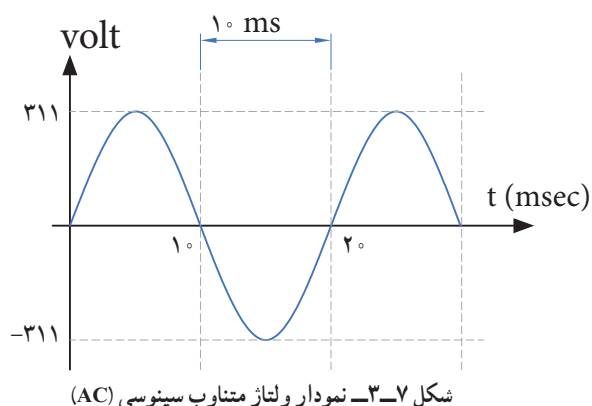
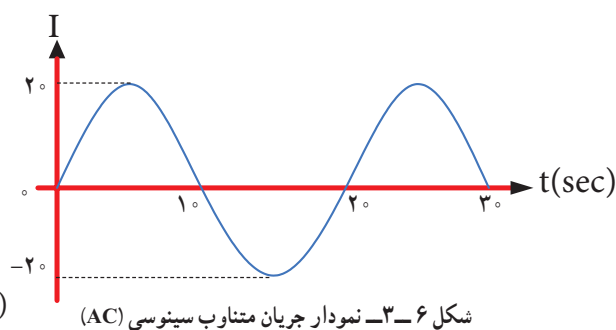
نمایش انیمیشن (پویانمایی): پویانمایی مربوط به جریان های DC ثابت و متغیر و AC را ببینید و پس از نمایش آن، در کلاس در مورد آن بحث کنید.

۳ در مورد سیگنال صوتی که از طریق آمپلی فایر (تقویت کننده صوتی) به بلندگو می رسد بررسی کنید، آیا این سیگنال متغیر (غیر مستقیم غیر متناوب) است؟ آیا این سیگنال قسمت منفی هم دارد؟ نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

### ب - جریان متناوب (Alternating Current) AC :

جریان متناوب یا AC جریانی است که جهت و مقدار آن با زمان و به صورت یکنواخت تغییر می کند. برق مصرفی منازل که در نیروگاه ها تولید می شود، جریان متناوب است. در شکل ۶-۳ یک نمونه جریان متناوب سینوسی رسم شده است.

● شکل های ولتاژ و جریان متناوب: متداول ترین شکل جریان متناوب، شکل موجی است که شرکت های برق تولید می کنند. این شکل موج، به صورت سینوسی است. شکل ۷-۳ ولتاژ متناوب سینوسی تولیدی توسط شرکت های تولید برق در ایران را نشان می دهد.

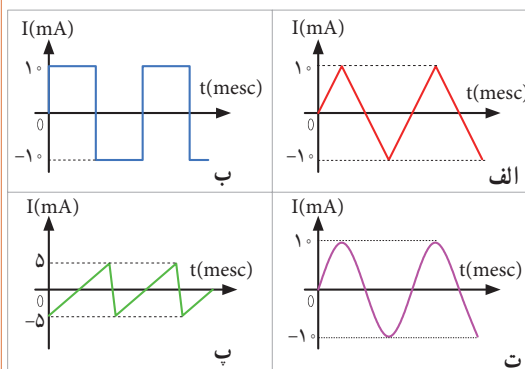


همان طور که در شکل ۶-۳ مشاهده می کنید، جریان در ابتدا صفر است، سپس افزایش یافته به مقدار حداکثر (پیشینه) خود می رسد، سپس به صفر برمی گردد. مجدداً در جهت منفی به بیشترین مقدار خود می رسد و بار دیگر به صفر برمی گردد. طی این مراحل را یک چرخه (دوره تناوب یا سیکل) می نامند. این مراحل در زمان های مساوی عیناً تکرار می شود.

فکر کنید



در شکل ۸-۳ نمونه‌های دیگر جریان متناوب نشان داده شده است. این جریان‌ها را نام‌گذاری کنید. انواع دیگر جریان متناوب را بیابید.



شکل ۸-۳- انواع شکل موج‌های جریان متناوب (AC)

فیلم چگونگی تولید جریان متناوب سینوسی را مشاهده کنید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید.

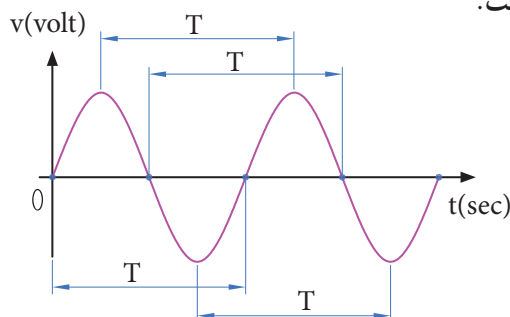
فیلم ۱



### ۳-۳- ویژگی‌های موج سینوسی

هر موج سینوسی دارای ویژگی زمان تناوب، فرکانس یا بسامد و دامنه است که به آن می‌پردازیم.

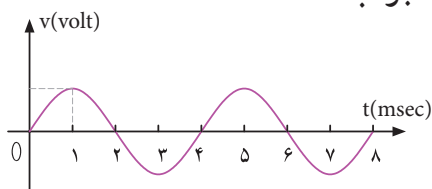
**زمان تناوب (T):** مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک چرخه (دوره یا سیکل) کامل طی شود را زمان تناوب یا پریود موج گویند. شکل ۹-۳ زمان تناوب موج را نشان می‌دهد. زمان تناوب را با حرف T مشخص می‌کنند. واحد زمان تناوب، ثانیه است. اجزاء ثانیه، میلی ثانیه (msec)، میکروثانیه ( $\mu\text{sec}$ )، نانو ثانیه (nsec) و پیکو ثانیه (psec) است.



شکل ۹-۳- زمان تناوب موج سینوسی

**مثال ۱:** زمان تناوب موج سینوسی شکل ۱۰-۳ را محاسبه کنید.

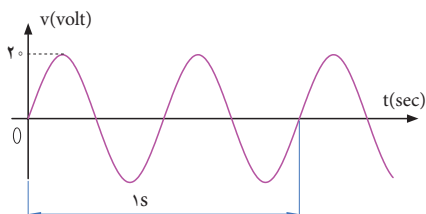
پاسخ: با توجه به شکل، مدت زمان یک سیکل ۴ میلی ثانیه است. جواب:  $T = 4 \text{ msec}$



شکل ۱۰-۳- موج سینوسی

**پرسش:** در صورتی که تقسیمات محور زمان ۴ برابر شود (یعنی عدد ۱ تبدیل به ۴ و عدد ۲ تبدیل به ۸ و .... شود)، زمان تناوب چند میلی ثانیه خواهد بود؟

**فرکانس یا بسامد (Frequency):** به تعداد چرخه (دوره یا سیکل) در مدت زمان یک ثانیه فرکانس گویند. واحد فرکانس، سیکل (چرخه) بر ثانیه (CPS—cycle Per Second) یا هرتز (Hz) است. برای مثال، چون موج سینوسی نشان داده شده در شکل ۱۱-۳ دارای ۲ چرخه (سیکل) در یک ثانیه است، پس فرکانس آن ۲ سیکل بر ثانیه یا ۲ هرتز می‌شود.



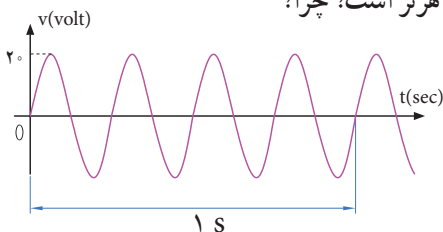
شکل ۱۱-۳- موج سینوسی با فرکانس ۲ Hz



فکر کنید

تعداد چرخه‌ها (سیکل‌ها) برای موج سینوسی شکل (۱۲-۳)

چند هرتز است؟ چرا؟



شکل ۱۲-۳- موج سینوسی با فرکانس ۳ Hz



### الگوی پرسش

۱ زمان تناوب موج سینوسی  $1 \mu\text{sec}$  است، فرکانس موج کدام است؟

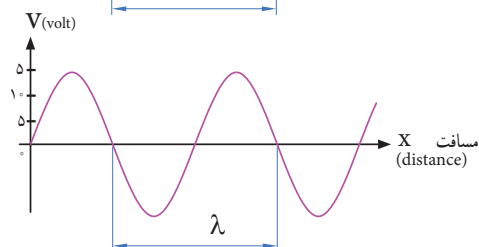
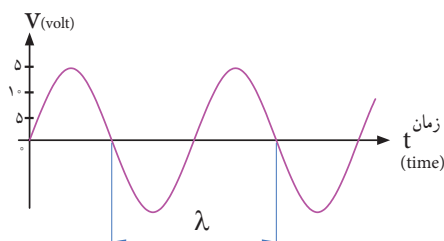
- ۱-  $1 \text{ kHz}$       ۲-  $10 \text{ kHz}$   
۳-  $100 \text{ kHz}$       ۴-  $1 \text{ MHz}$

۲ اگر فرکانس یک موج صوتی  $f = 500 \text{ Hz}$  باشد زمان تناوب آن کدام است؟

- ۱- ۲ ثانیه      ۲- ۲ میلی ثانیه  
۳-  $0.5$  ثانیه      ۴- ۱ ثانیه

**طول موج:** مسافتی را که موج در مدت زمان یک سیکل طی می کند، طول موج گویند و آن را با  $\lambda$  (لاندا) نشان می دهند. شکل ۱۵-۳ طول موج، یک موج سینوسی را نشان می دهد. مقدار طول موج از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\lambda = V \times T$$



شکل ۱۵-۳ زمان تناوب یک موج سینوسی

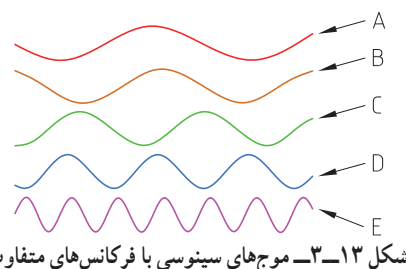
در این رابطه  $\lambda$  طول موج بر حسب متر (m)،  $V$  سرعت موج بر حسب متر بر ثانیه (m/sec) و  $T$  زمان تناوب بر حسب ثانیه (sec) است. سرعت موج بستگی به محیطی دارد که موج در آن منتشر می شود. مثلاً صدای انسان در دمای محیط تقریباً دارای سرعت  $340$  متر بر ثانیه است. امواج الکترومغناطیس که با سرعت نور حرکت می کنند دارای سرعت  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$  هستند.

● چه پدیده هایی می شناسید که حرکت آنها تناوبی است؟

● در مورد کمترین فرکانس و بیشترین فرکانس شناخته شده، پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

● در مورد فرکانس موج های تولید شده توسط مغز انسان در حالات مختلف (حالت بیداری- خواب، در حالت دیدن رؤیا و سایر موارد) پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

**پرسش:** در شکل ۱۳-۳ کدام موج فرکانس بیشتری دارد؟ کدام موج فرکانس کمتری دارد؟ مشخص کنید و دلیل آن را توضیح دهید.

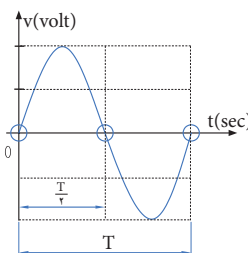


شکل ۱۳-۳ موج های سینوسی با فرکانس های متفاوت

در مورد فرکانس کار میکروفر تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

**رابطه بین فرکانس و زمان تناوب:** به شکل موج سینوسی ۱۴-۳ توجه کنید، در زمان تناوب  $T$  یک سیکل از موج طی شده است، چون فرکانس تعداد سیکل ها در یک ثانیه است لذا با استفاده از یک تناسب ساده رابطه بین زمان تناوب و فرکانس به دست می آید.

$$\begin{array}{c} \text{یک سیکل} \\ \text{یک ثانیه} \end{array} \rightarrow \frac{1}{T} \rightarrow f = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{f}$$



شکل ۱۴-۳ زمان تناوب یک موج سینوسی

پژوهش



پژوهش



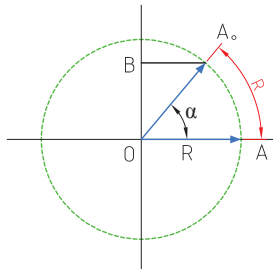
شکل ۱۶-۳ در نظر بگیرید. اگر متحرک از نقطه A روی محیط دایره حرکت کند و مسافتی از محیط دایره را که برابر شعاع دایره است، طی کند، می‌گوییم زاویه پیموده شده یک رادیان است، به عبارت دیگر زاویه مقابل به کمانی از دایره که طول کمان برابر شعاع دایره باشد را یک رادیان گویند.

$$\text{درجه } ۳/۵۷ = ۱ \text{ Rad} = \text{یک رادیان}$$

سرعت زاویه‌ای، زاویه پیموده شده بر حسب رادیان در

مدت یک ثانیه است.  $\omega = \text{سرعت زاویه‌ای}$

$$\omega = \frac{(\text{زاویه پیموده شده بر حسب رادیان})}{(\text{زمان طی زاویه بر حسب ثانیه})} \rightarrow \omega = \frac{\alpha}{t}$$



شکل ۱۶-۳ زاویه برابر یک رادیان

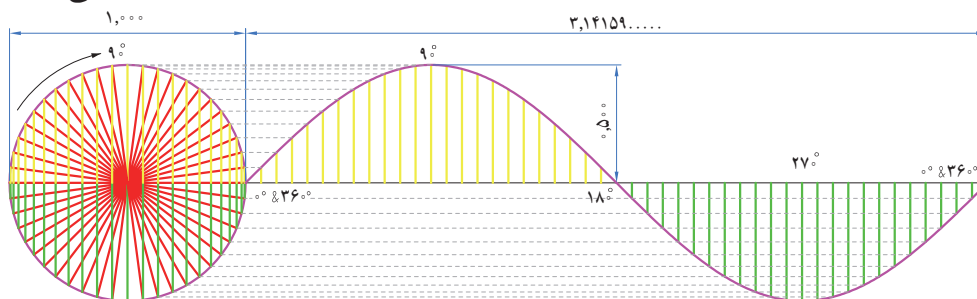
پویانمایی

به انیمیشن مربوط به پیمودن بردار شعاع دایره به اندازه  $۳۶^\circ$  درجه و حرکت آونگ برای ایجاد موج سینوسی توجه کنید.

فکر کنید

محیط یک دایره با شعاع R برابر  $۲\pi R$  است. زاویه پیموده شده در یک دور کامل حول محیط دایره که برابر  $۳۶۰^\circ$  درجه است برابر با چند رادیان می‌شود؟

به شکل ۱۷-۳ توجه کنید، اگر بردار شعاع دایره محیط دایره را یک دور کامل بزند معادل یک سیکل موج سینوسی است.



شکل ۱۷-۳ یک سیکل موج سینوسی معادل  $۳۶۰^\circ$  درجه است

**مثال ۲:** اگر یک ایستگاه رادیویی دارای فرکانس  $۱۰^۰$  مگاهرتز (MHZ) باشد و امواج رادیویی با سرعت امواج الکترومغناطیس در فضا پخش شوند، طول موج این ایستگاه چقدر است؟

پاسخ:

$$\lambda = \frac{C}{F} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۱۰^۰ \times ۱۰^۶} = ۳ \text{ m}$$

در مورد فرکانس و طول موج چند ایستگاه رادیویی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



فکر کنید



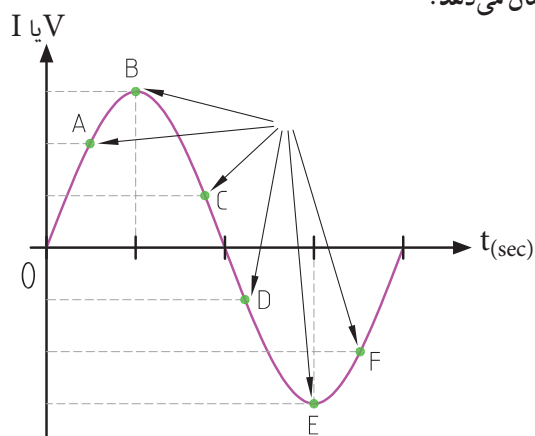
اگر فرکانس شنوایی (AF=Audio Frequency) در فاصله  $۲۰$  هرتز تا  $۲۰$  کیلوهرتز باشد و سرعت انتشار صوت تقریباً  $۳۴۰$  متر بر ثانیه در نظر گرفته شود، کمترین و بیشترین طول موج برای فرکانس شنوایی چند متر است؟

**سرعت زاویه‌ای:** سرعت، مقدار مسافتی است که متحرک در واحد زمان طی می‌کند، مثلاً وقتی می‌گویند سرعت یک اتومبیل  $۸۰$  کیلومتر بر ساعت است، یعنی در صورتی که حرکت یکنواخت باشد این وسیله تقطیه در هر ساعت  $۸۰$  کیلومتر راه را طی می‌کند. مقدار سرعت بر حسب مسافت طی شده از رابطه  $V = \frac{x}{t}$  به دست می‌آید. در این رابطه V سرعت بر حسب m/sec و x مسافت بر حسب m و t زمان بر حسب sec است.

اگر متحرک پیرامون یک مسیر دایره شکل حرکت کند، برای بیان سرعت از اصطلاح سرعت زاویه‌ای استفاده می‌کنند. سرعت زاویه‌ای را با امگا ( $\omega$ ) نشان می‌دهند.

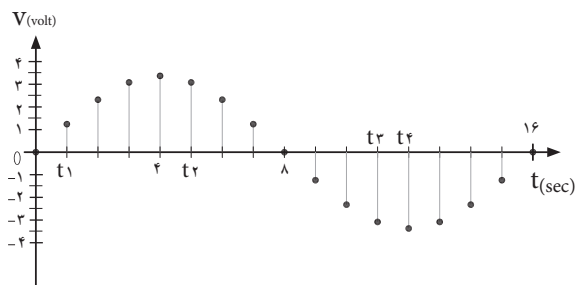
برای محاسبه سرعت زاویه‌ای، دایره‌ای به شعاع R را مطابق

**دامنه لحظه‌ای موج:** به مقدار دامنه موج در هر لحظه از زمان، مقدار لحظه‌ای موج یا دامنه لحظه‌ای موج گویند. شکل ۲۱-۳ مقدار لحظه‌ای موج را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲۱-۳ مقدار لحظه‌ای موج سینوسی

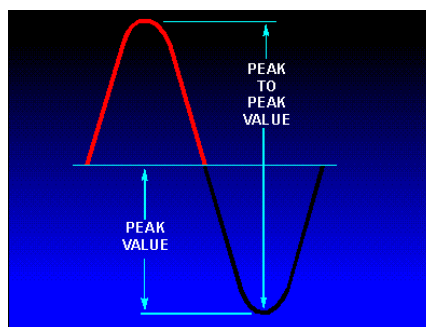
**پرسش:** مقدار لحظه‌ای موج سینوسی شکل ۲۲-۳، در زمان‌های  $t_1 = 1 \text{ sec}$  و  $t_2 = 5 \text{ sec}$  و  $t_3 = 11 \text{ sec}$  و  $t_4 = 12 \text{ sec}$  چقدر است؟ مقدار تقریبی را در جدول بنویسید.



شکل ۲۲-۳ مقدار لحظه‌ای موج سینوسی

زمان	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$
مقدار دامنه موج				

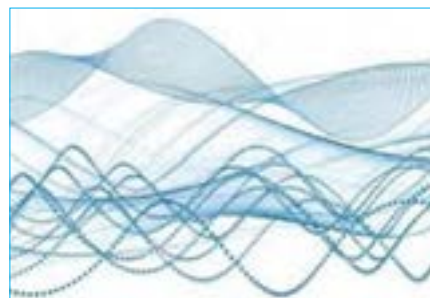
زمان تناوب یک موج سینوسی معادل  $360^\circ$  درجه است. لذا سرعت زاویه‌ای از رابطه  $\omega = \frac{2\pi \text{Rad}}{T} = 2\pi f$  به دست می‌آید. **دامنه بیشینه موج سینوسی:** حداکثر مقدار دامنه ولتاژ یا جریان موج سینوسی در هر نیم سیکل را مقدار ماکزیمم یا بیشینه یا پیک (peak=max) موج سینوسی گویند. شکل ۱۸-۳ مقدار پیک مثبت و منفی یک موج سینوسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۳ مقدار پیک مثبت و منفی یک موج سینوسی

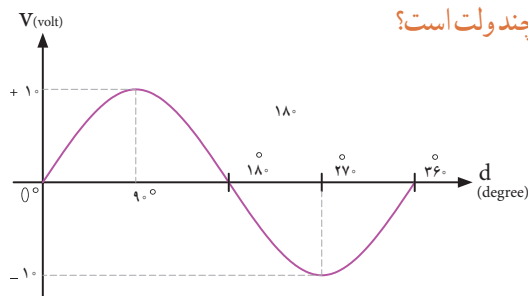
آیا پیک مثبت و منفی موج سینوسی شبیه قله و ته دره یک کوه مانند شکل ۱۹-۳ است؟ شرح دهید.

فکر کنید



شکل ۱۹-۳ قله و ته دره مانند پیک تا پیک موج سینوسی

**پرسش:** مقدار پیک مثبت و منفی موج سینوسی شکل ۲۰-۳ چند ولت است؟



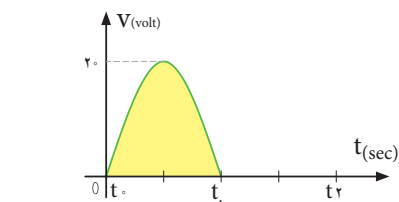
شکل ۲۰-۳ محاسبه مقدار پیک موج سینوسی





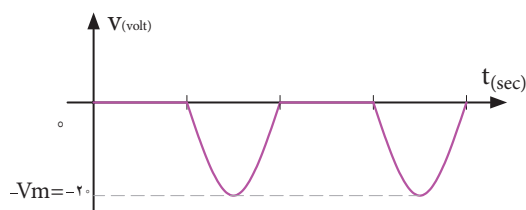
فکر کنید

آیا مقدار میانگین موج سینوسی یک سو شده منفی (شکل ب ۲۵ - ۳)، دارای جهت معکوس است و رابطه آن با رابطه محاسبه مقدار میانگین نیم سیکل مثبت (شکل الف ۲۵ - ۳) تفاوتی دارد؟ چرا؟



شکل الف ۲۵ - ۳ موج سینوسی یک سو شده نیم موج مثبت

**مثال ۳:** میانگین موج سینوسی یک سو شده نیم موج شکل ب ۲۵ - ۳ را محاسبه کنید.

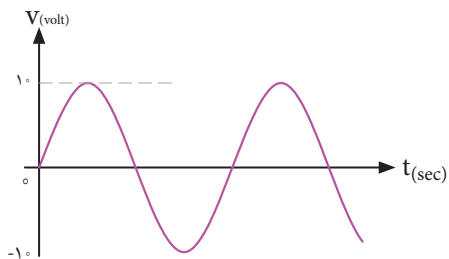


شکل ب ۲۵ - ۳ موج سینوسی یک سو شده نیم موج منفی

میانگین موج سینوسی یک سو شده:

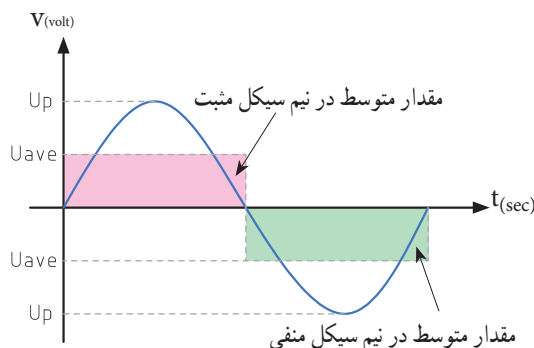
$$V_{ave} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{20}{3.14} = 6.37 \text{ ولت}$$

● میانگین یک موج سینوسی مطابق شکل ۲۶ - ۳ در یک سیکل کامل چند ولت است؟



شکل ۲۶ - ۳ موج سینوسی

**مقدار متوسط موج سینوسی:** به مقدار میانگین یا معدل (Average = Ave) مقادیر لحظه‌ای موج سینوسی در یک سیکل، مقدار متوسط موج گویند. مقدار متوسط موج سینوسی در هر سیکل در شکل ۲۳ - ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲۳ - ۳ مقدار متوسط موج سینوسی

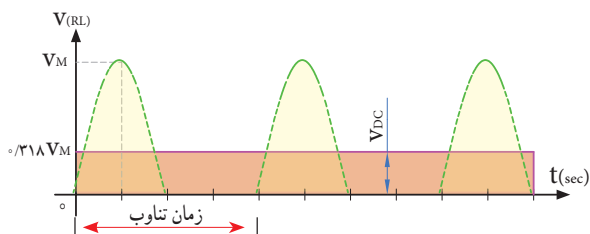
**۱** آیا مقدار میانگین یک موج سینوسی در یک سیکل کامل صفر است؟ چرا؟

**۲** آیا می‌توانیم بگوییم مقدار میانگین (متوسط) یک موج در نیم سیکل برابر با مقدار DC آن موج در نیم سیکل است؟ **پرسش:** معدل (میانگین) مقادیر ۲، ۴، ۵، ۷، و ۲۰ چند است؟

مقدار متوسط یک سیکل از موج سینوسی یک طرفه که به آن موج یک سو شده می‌گویند با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید. شکل ۲۴ - ۳ موج یک سو شده یا یک طرفه را نشان می‌دهد.

$$V_{ave} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 V_m$$

$$I_{ave} = \frac{I_m}{\pi} = 0.318 I_m$$



شکل ۲۴ - ۳ موج سینوسی یک طرفه

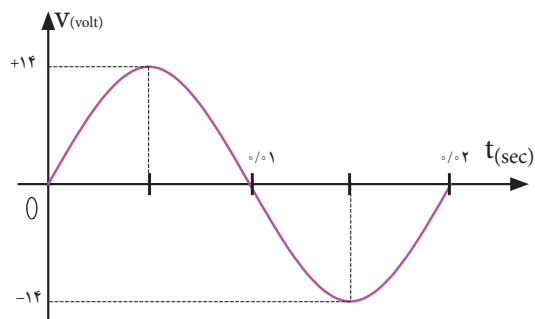
فکر کنید





**مثال:** مقدار مؤثر ولتاژ موج سینوسی شکل ۲۹-۳ چند ولت است؟

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{14}{\sqrt{2}} = \frac{14}{1.414} = 9.898 \text{ ولت}$$



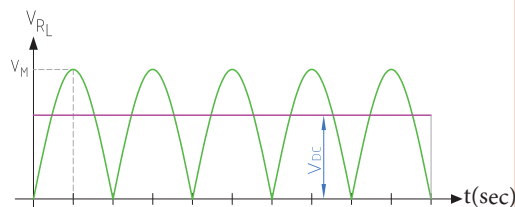
شکل ۲۹-۳ موج سینوسی

- ۱ برق شهر در کشور ایران دارای مقدار مؤثر ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز است، مقدار قله (پیک) و قله تا قله (پیک تا پیک) و زمان تناوب برق شهر را محاسبه کنید.
- ۲ زمان تناوب و مقدار پیک و مقدار پیک تا پیک برق شهر در کشورهایی که دارای مقدار مؤثر ۱۱۰ ولت و فرکانس ۶۰ هرتز است را محاسبه کنید.

### الگوی پرسش

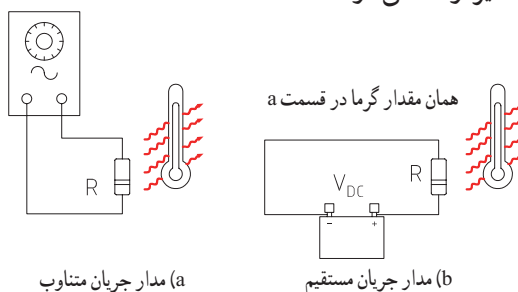
- ۱ مقدار مؤثر یک موج سینوسی ۲۰ ولت است، مقدار پیک و پیک تا پیک آن را محاسبه کنید.
- ۲ مقدار ماکزیمم یک موج سینوسی ۵۰ ولت است، مقدار مؤثر و پیک تا پیک (قله تا قله) موج را محاسبه کنید.

● میانگین موج شکل ۲۷-۳ که به موج سینوسی یک سو شده تمام موج معروف است با موج یک سو شده نیم موج چه رابطه ای دارد؟ شرح دهید.



شکل ۲۷-۳ موج سینوسی یک سو شده تمام موج

**مقدار مؤثر موج سینوسی:** مقدار مؤثر یک ولتاژ سینوسی معادل مقدار ولتاژ DC است که در یک بار معین و در زمان معین می تواند همان مقدار گرما را تولید کند که ولتاژ DC در همان بار و در همان زمان، تولید می کند. شکل ۲۸-۳ گرمای تولیدی یکسان در بار مساوی (R یکسان) و در زمان مساوی توسط ولتاژ متناوب و ولتاژ DC را نشان می دهد. مقدار مؤثر موج سینوسی را با  $V_e$  یا  $I_e$  نشان می دهند. e اول کلمه effective است. مقدار مؤثر با علامت اختصاری rms، که اول کلمات Root Mean Square است نیز نوشته می شود.



شکل ۲۸-۳ مقدار مؤثر موج متناوب و معادل مقدار DC

**مقدار مؤثر یک موج سینوسی از روابط زیر قابل محاسبه است:**

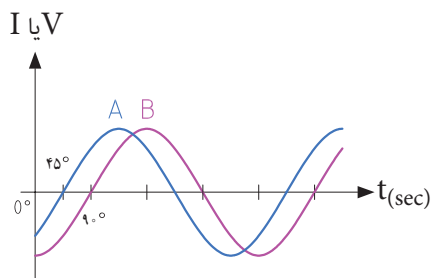
$$V_{rms} = 0.707 V_m \quad V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$I_{rms} = 0.707 I_m \quad I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

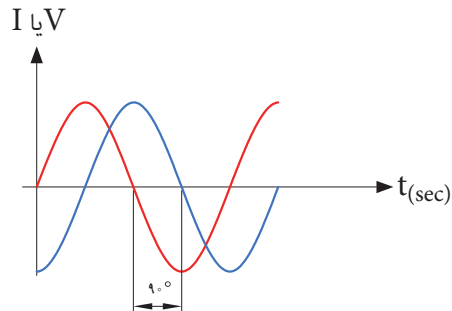
### ۳-۴ اختلاف فاز بین دو موج سینوسی

اگر به یک مدار ولتاژ متناوب سینوسی اعمال گردد، در آن مدار جریان سینوسی جاری می‌شود، فقط ممکن است به‌خاطر وجود بعضی عناصر مانند سلف یا خازن، شکل جریان مدار و شکل ولتاژ مدار که هر دو سینوسی و هم فرکانس هستند روی هم منطبق نباشند، یعنی هر دو در یک

لحظه با هم صفر و ماکزیمم نشوند در این صورت گوئیم بین جریان و ولتاژ سینوسی اختلاف فاز وجود دارد. شکل ۳-۳۰ دو موج سینوسی را نشان می‌دهد که با هم به اندازه  $\varphi$  درجه اختلاف فاز دارند. واحد اختلاف فاز معمولاً درجه یا رادیان است. در شکل ۳-۳۱ بین دو موج A و B، ۴۵ درجه اختلاف فاز وجود دارد.

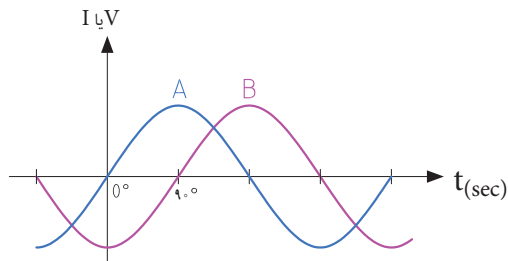


شکل ۳-۳۱ - بین دو موج A و B ۴۵ درجه اختلاف فاز وجود دارد



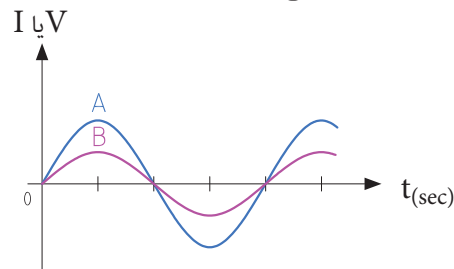
شکل ۳-۳۰ - دو موج سینوسی با اختلاف فاز  $\varphi = 90^\circ$

برای تعیین میزان اختلاف فاز بین دو موج هم فرکانس، دو نقطه مشابه مثلاً نقطه صفر یا ماکزیمم و یا نقطه مینیمم از شکل موج‌ها را بر حسب کمیت محور افقی با هم مقایسه می‌کنیم. در شکل ۳-۳۲ دو موج A و B با هم، هم فاز هستند.

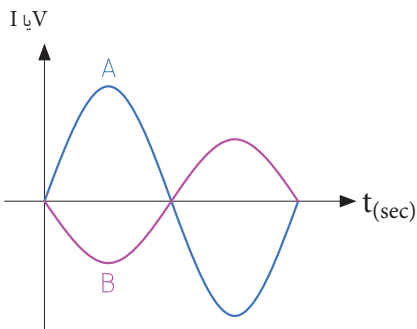


شکل ۳-۳۴ - نسبت به موج B پیش فاز است

**پرسش:** در شکل ۳-۳۵ موج A نسبت به موج B به اندازه ..... درجه پیش فاز □ پس فاز □ است.

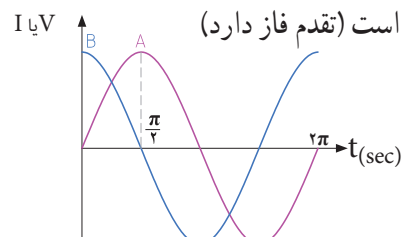


شکل ۳-۳۲ - دو موج هم فاز



شکل ۳-۳۵

در شکل ۳-۳۳ موج A نسبت به موج B پس فاز است (تاخیر فاز دارد) و در شکل ۳-۳۴ - موج A نسبت به موج B پیش فاز است (تقدم فاز دارد)



شکل ۳-۳۳ - A نسبت به موج B پس فاز است



می‌کنند. مثلاً باتری AA باتری قلمی معمولی (کوچک) و باتری pp3 از نوع باتری کتابی است. باتری‌ها از نظر ساختمان داخلی و جنس موادی که در آنها به کار رفته است به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند و این تقسیم‌بندی کاربردهای متفاوتی را به وجود می‌آورد. مثلاً باتری از جنس اکسید نقره (Silver Oxide) به دلیل مشخصات شارژ بسیار با ثبات، در ماشین حساب‌ها، ساعت و تجهیزات عکس برداری کاربرد دارند. شکل ۳۶-۳ یک نمونه باتری ساعت و شکل ۳۷-۳ دو نمونه باتری اتومبیل را نشان می‌دهد.



فیلم ۲

فیلم مربوط به نمایش اطلاعات و شکافتن باتری را با نظارت مربی خود مشاهده کنید. توجه داشته باشید به دلیل سمی بودن مواد داخل باتری هرگز خودتان اقدام به این کار نکنید.

باتری‌های اتومبیل قابل شارژ هستند. باتری‌های قابل شارژ زمان مصرف دارند. چنانچه در انبار نگهداری می‌شوند باید در مدت زمان معینی شارژ شوند و مورد استفاده قرار گیرند. مثلاً باتری‌های لیتیوم هر ۶ ماه یکبار و مدل کادمیوم هر ۳ ماه یکبار باید شارژ شوند در غیر این صورت باتری‌ها فاسد شده و غیر قابل استفاده می‌شوند. در هر صورت باتری‌ها دارای تاریخ مصرف هستند.



شکل ۳۷-۳ دو نوع باتری اتومبیل

در یک مسیر، پلی قرار دارد که سرعت مجاز در آن ۷۰ کیلومتر در ساعت است. سه خودرو A، B و C به ترتیب به فاصله ۳ دقیقه از یکدیگر وارد پل اتوبان می‌شوند. در صورتی که راننده هر سه خودرو، مقررات راهنمایی و رانندگی را به طور دقیق رعایت کنند، در هر لحظه خودروی B نسبت به A چند دقیقه تأخیر دارد؟ خودروی C با چند دقیقه تأخیر نسبت به خودروی A وارد پل می‌شود؟ خودروی A نسبت به خودروی B چند دقیقه زودتر وارد پل شده است؟ آیا این موضوع را می‌توان با پیش فاز و پس فاز بودن سه موج مقایسه نمود؟

### ۵-۳- منابع تولید الکتریسیته

اگرچه منابع تولید الکتریسیته متنوع هستند ولی در همه منابع، الکتریسیته از طریق تبدیل انرژی غیر الکتریکی به انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

### الف: منابع ولتاژ DC باتری‌ها (Batteries): باتری‌ها

قطعاتی هستند که ولتاژ ثابت و مستقیم (DC) تولید می‌کنند. این عمل توسط فعل و انفعالات شیمیایی مواد در داخل باتری صورت می‌گیرد. باتری‌ها از نظر ساختاری به دو دسته غیر قابل شارژ (Dischargeable) و قابل شارژ (Rechargeable) تقسیم‌بندی می‌شوند. باتری‌های شارژ پذیر را با توجه به ساختمان و ترکیب آن می‌توان چندین بار شارژ نمود. باتری‌ها از نظر ابعاد (Size) در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند و با توجه به مشخصاتی که دارند، آنها را با حروف و عدد، رمز گذاری



شکل ۳۶-۳ نمونه‌ای از باتری ساعت



#### کار گروهی

● اگر از یک باتری اتومبیل  $60\text{Ah}$  به طور ثابت ۳ آمپر بکشیم، بعد از چه مدتی تخلیه می‌شود؟ آیا زمان به دست آمده از نظر تئوری در یک باتری با شارژ کامل و یک باتری نیمه شارژ شده، با واقعیت تطابق دارد؟ در صورت اختلاف علت را مورد بررسی قرار دهید.

● سه نوع باتری قلمی  $1/5$  ولت در ابعاد کوچک، متوسط و بزرگ را در اختیار بگیرید و مشخصات فنی آن را یادداشت کنید. سپس در مورد تفاوت آنها بحث کنید.

#### ب: منابع ولتاژ AC (ژنراتورها Generators): برای

تولید انرژی الکتریکی در مقیاس وسیع مانند تأمین برق شهر از روش‌های مختلف تبدیل انرژی‌های مختلف به انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند. برق شهر به صورت ولتاژ متناوب سینوسی است. در شکل ۳۸-۳ نیروگاه آبی، بادی، برق اتمی، زمین گرمایی و خورشیدی را مشاهده می‌کنید.



نیروگاه آبی



نیروگاه بادی



نیروگاه اتمی



نیروگاه زمین گرمایی



نیروگاه خورشیدی

شکل ۳۸-۳ انواع نیروگاه‌ها

#### نکته



شرایط نگهداری باتری‌ها در انبار معمولاً در کاتالوگ‌ها و برگه‌های اطلاعات آنها نوشته شده است. چنانچه باتری‌ها در شرایط نامناسب نگهداری شوند، به سرعت فاسد شده و حتی ممکن است آتش بگیرند یا منفجر شوند. مشخصات اصلی باتری‌ها، ولتاژ، ابعاد و ظرفیت جریان دهی (برحسب آمپر ساعت)، دمای کار و حداکثر جریان دهی مداوم آنها است. آمپر ساعت ( $\text{Ah} = \text{Ampere hour}$ )، یکایی از بار الکتریکی است و برابر با جریان ثابت یک آمپر در مدت یک ساعت است، این واحد بیشتر برای باتری‌ها به کار می‌رود. میلی آمپر ساعت ( $\text{mAh}$ ) برابر با یک هزارم آمپر ساعت است.

#### فکر کنید



یک باتری  $50\text{Ah}$  با جریان ثابت ۲ آمپر چه مدت کار می‌کند؟ اگر جریان ۵ آمپر از آن کشیده شود، چه مدت کار می‌کند؟ توجه داشته باشید که میزان حداکثر جریان مداوم که می‌توانیم از باتری بکشیم محدود بوده و اگر از میزان تعیین شده تجاوز کند، باتری خیلی زود فرسوده می‌شود.

#### نکته



معمولاً توصیه می‌شود جریان دریافتی از باتری خیلی کمتر از آمپر ساعت نوشته شده روی آن باشد.

#### پژوهش



● در مورد مشخصات چند نوع باتری تلفن همراه و ساعت تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

● در مورد سایر منابع DC مانند باتری خورشیدی ( $\text{Solar cell}$ ) و ترموپیل تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



در مورد نیروگاه زمین گرمایی (Geothermal Energy)، انواع آنها از نظر منابع در طبیعت، تفاوت آنها با سایر نیروگاه‌ها و تأثیر آنها بر محیط زیست تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید. برای این منظور می‌توانید به سایت سانا (سازمان انرژی‌های نو) یا سابا (سازمان بهره‌وری انرژی‌های نو) مراجعه کنید.

### کار عملی

نمونه‌ای از ترانسفورماتور تغذیه مستعمل را به کلاس بیاورید و آن را اوراق کنید و اجزای تشکیل دهنده آن را مورد بررسی قرار دهید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز: پیچ گوشتی، انبردست، دم باریک، چکش پلاستیکی و گیره رومیزی

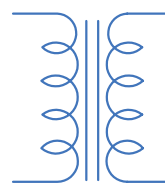
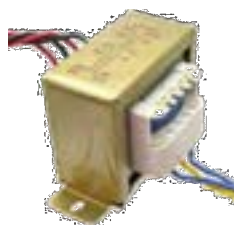
**ترانسفورماتور کاهنده و افزایشنده:** اگر تعداد دور سیم‌پیچ اولیه بیشتر از سیم‌پیچ ثانویه باشد ترانسفورماتور را کاهنده می‌نامند. ترانسفورماتور کاهنده، ولتاژ را در ثانویه کاهش می‌دهد و جریان را افزایش می‌دهد. شکل ۳-۴۰ ترانسفورماتور کاهنده را نشان می‌دهد. اگر تعداد دور ثانویه بیشتر از دور اولیه باشد، ترانسفورماتور را افزایشنده می‌گویند. شکل ۳-۴۱ ترانسفورماتور افزایشنده را نشان می‌دهد.

یک ترانسفورماتور افزایشنده، ولتاژ را در ثانویه زیاد می‌کند، مثلاً ولتاژ ۲۲۰ ولت برق شهر را به ولتاژ ۳۵۰ ولت تبدیل می‌کند ولی جریان را در ثانویه کاهش می‌دهد.

### ۳-۶ - ترانسفورماتور (Transformer)

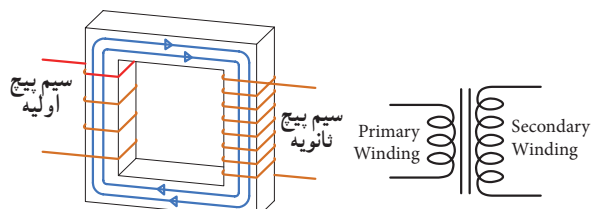
برای استفاده از برق شهر با ولتاژ کمتر و یا بیشتر در دستگاه‌های مختلف از ترانسفورماتور استفاده می‌کنند.

ترانسفورماتور از پیچیدن دو سری سیم‌پیچ یا بیش‌تر بر روی هسته مغناطیسی ساخته می‌شود. شکل ۳-۳۹ یک نوع ترانسفورماتور و نقشه فنی آن را در مدارها، نشان می‌دهد. سیم‌پیچی که به منبع ولتاژ متناوب (برق شهر) وصل می‌شود سیم‌پیچ اولیه (Primary Winding) و سیم‌پیچی که به مصرف‌کننده الکتریکی متصل می‌شود، سیم‌پیچ ثانویه (Secondary Winding) نام دارد. توجه داشته باشید که ترانسفورماتور فقط مبدل ولتاژ و جریان AC است.



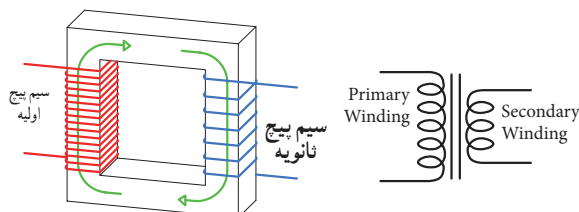
الف - نقشه فنی ترانسفورماتور ب - ساختمان ترانسفورماتور

شکل ۳-۳۹ - نقشه فنی و ساختمان یک ترانسفورماتور



ترانسفورماتور افزایشنده

شکل ۳-۴۱ - ترانسفورماتور افزایشنده



ترانسفورماتور کاهنده

شکل ۳-۴۰ - ترانسفورماتور کاهنده





### ۷-۳- تولید ولتاژ DC توسط برق شهر (منبع تغذیه DC)

برای آنکه از برق متناوب (AC) ۲۲۰ ولت، ولتاژی DC مثلاً ۱۲ ولت تهیه کنیم، ابتدا ولتاژ ۲۲۰ ولت را توسط ترانسفورماتور کاهنده، کاهش می‌دهیم سپس توسط مدارهای الکترونیکی ولتاژ DC مورد نیاز را تهیه می‌کنیم. در شکل الف و ب ۳-۴۲ مدار الکترونیکی، قطعات، برد مدار چاپی و نقشه فنی تولید ولتاژ DC را ملاحظه می‌کنید.

در مورد عملکرد قطعات مدار و سایر مشخصات و اطلاعات مربوط به منابع تغذیه DC در سال‌های بعد به طور کامل خواهید آموخت.



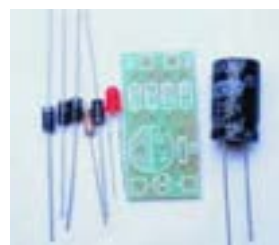
فیلم ۳

فیلم مدار منبع تغذیه DC و شکل موج قسمت‌های مختلف آن را مشاهده کنید. فرایند تبدیل موج AC به DC را به دقت مورد توجه قرار دهید.

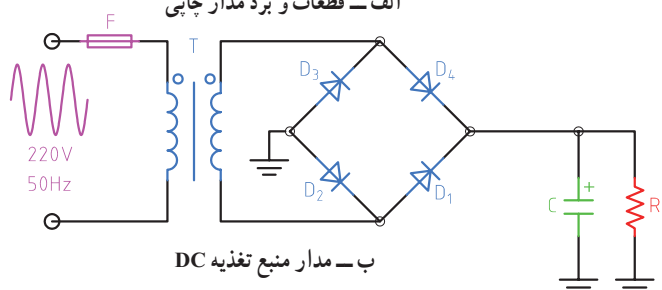
در یک ترانسفورماتور ایده آل، توان اولیه ( $P_1 = V_1 \times I_1$ ) یعنی توانی که از شبکه برق شهر دریافت می‌کند، با توان ثانویه ( $P_2 = V_2 \times I_2$ ) برابر است. در عمل به علت تلفات ایجاد شده در سیم پیچ اولیه و ثانویه و سایر تلفات، توان خروجی ترانسفورماتور کمی از توان ورودی آن کمتر است. ترانسفورماتور کاهنده برای تأمین ولتاژ DC در دستگاه‌هایی مانند شارژ باتری تلفن همراه، راه‌اندازی لوح فشرده، صوتی و تصویری به کار می‌رود. ترانسفورماتور افزایشنده برای انتقال ولتاژ از محل تولید به مصرف‌کننده در خطوط فشار قوی یا دستگاه‌های دیگری مانند میکروفر یا دستگاه‌های جراحی پزشکی استفاده می‌شود. هنگام استفاده از ترانسفورماتور در مدارها، باید به توان مورد نیاز توجه کرد. هر قدر توان مورد نیاز بیشتر باشد، ابعاد ترانسفورماتور بزرگ‌تر است.



اگر تعداد دور اولیه و ثانویه ترانسفورماتوری باهم برابر باشند، ولتاژ ثانویه با اولیه برابر است، این ترانسفورماتور (یک به یک) نام دارد و معمولاً برق شهر را به یک دستگاه اتصال می‌دهد. وظیفه این ترانسفورماتور چیست؟ نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



الف- قطعات و برد مدار چاپی



ب- مدار منبع تغذیه DC

شکل ۳-۴۲- قطعات، منبع تغذیه، مدار و نقشه فنی آن

### ۸-۳- سیگنال ژنراتور AC (مولد سیگنال AC Signal Generator)

یکی از دستگاه‌هایی که می‌تواند از منبع DC ولتاژ متناوب AC مانند موج سینوسی با دامنه و فرکانس‌های مختلف تولید کند، مولد موج یا سیگنال ژنراتور نام دارد. در شکل ۴۳-۳

دو نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور را مشاهده می‌کنید. کار با سیگنال ژنراتور و موج‌های تولید شده توسط آن را در واحد یادگیری دیگری به طور کامل مطالعه می‌کنید.



شکل ۴۳-۳- دو نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور

### ۹-۳- کار عملی ۱: اندازه‌گیری جریان و ولتاژ AC و DC با مولتی متر نرم افزار

**هدف:** کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ AC و DC با نرم افزار

۲ با استفاده از رابطه  $I = \frac{V}{R}$  جریان مدار را محاسبه کنید.

$I = \dots\dots\dots \text{mA}$

۴ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$I = \dots\dots\dots \text{mA}$

۵ آیا جریان اندازه‌گیری شده با جریان محاسبه شده در مرحله (۳) برابر است؟ چرا؟

۶ کلید مدار را قطع کنید. ولت متر را مطابق شکل ۴۵-۳ در دو سر مقاومت بگذارید و کلید را وصل کنید و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

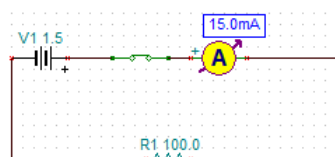
ولت  $V_{\text{مقاومت}} = \dots\dots\dots$

۱ نرم افزار ادیسون را فعال کنید.

۲ مداری مطابق شکل ۴۴-۳ ببندید. در شکل الف ۴۴-۳ مدار عملی و در شکل ب نقشه فنی مدار رسم شده است.



شکل ۴۴-۳- الف- مدار عملی



شکل ۴۴-۳- ب- نقشه فنی مدار



شکل ۴۵-۳- مدار با ولت متر و آمپر متر

۱۴ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید.

ولت  $V_{\text{lamp}} = \dots\dots\dots$

**پرسش:** آیا می‌توان با استفاده از فرمول  $R = \frac{V}{I}$  مقدار مقاومت لامپ را به دست آورد؟ مقدار مقاومت لامپ چند اهم است؟  $R_{\text{lamp}} = \dots\dots\dots \Omega$

۱۵ کلید مدار را باز کنید و ولت متر را مطابق شکل ۳-۴۸ در دو سر کلید باز بگذارید، ولت متر چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟



شکل ۳-۴۸

اگر کلید بسته باشد، ولت متر چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج را یادداشت کنید.

۱۰-۳ کار عملی ۲: اندازه‌گیری ولتاژ و جریان موتور در مدار نرم‌افزار

**هدف:** کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ موتور با نرم‌افزار قطعات، مواد و تجهیزات مورد نیاز: رایانه و نرم‌افزار مناسب

۱ موتور الکتریکی را روی میز کار بیاورید و دوبار روی آن کلیک چپ کنید تا پنجره‌ای مطابق شکل ۳-۴۹ باز شود. مقدار توان موتور را ۲ وات و ولتاژ کار آن را ۶ ولت تنظیم کنید.

۷ آیا ولتاژ دو سر مقاومت با ولتاژ باتری برابر است؟ چرا؟

۸ کلید مدار را قطع کنید و سپس باتری ۴/۵ ولتی را به جای باتری ۱/۵ ولتی در مدار قرار دهید.

۹ کلید مدار را وصل کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$I = \dots\dots\dots \text{mA}$

۱۰ آیا با افزایش مقدار ولتاژ منبع، جریان مدار بیشتر شده است؟ جریان چند برابر شده است؟

**پرسش:** در یک مدار سری با یک مقاومت ثابت، اگر مقدار ولتاژ باتری سه برابر شود، جریان مدار نیز سه برابر می‌شود. ☐ صحیح ☐ غلط

۱۱ کلید مدار را قطع کنید. به جای مقاومت  $100 \Omega$ ، یک لامپ با ولتاژ کار ۴/۵ ولت و توان یک وات قرار دهید. (برای تنظیم ولتاژ کار و توان لامپ، روی لامپ دو بار کلیک چپ کنید و در ستون تنظیم مقادیر قطعه، مقدار توان و ولتاژ را تغییر دهید (شکل ۳-۴۶)).



شکل ۳-۴۶

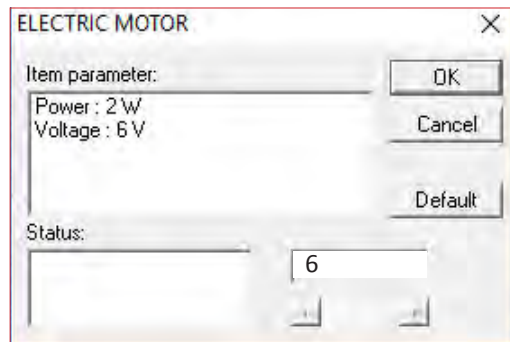
۱۲ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$I = \dots\dots\dots \text{mA}$

۱۳ با قطع کلید مدار، ولت متر را مطابق شکل ۳-۴۷ به دو سر لامپ وصل کنید.

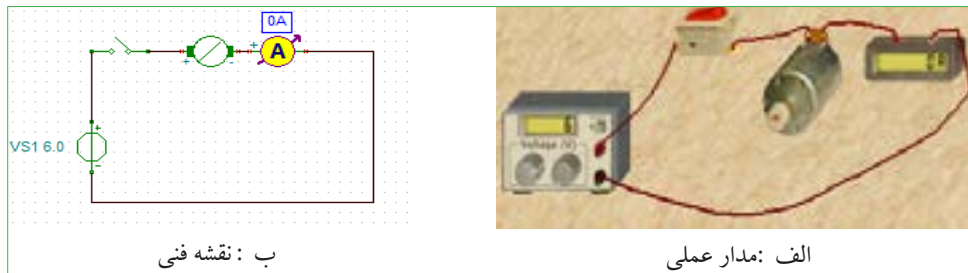


شکل ۳-۴۷



شکل ۴۹-۳ مشخصات فنی موتور

۲ مدار را مطابق شکل ۵۰-۳ ببندید و ولتاژ منبع تغذیه را روی ۶ ولت تنظیم کنید.



شکل ۵۰-۳ مدار عملی و نقشه فنی موتور با منبع DC

۳ کلید مدار را وصل کنید و جریان عبوری از موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در این حالت موتور باید بچرخد. ۴ کلید مدار را قطع کنید و ولت متر را مطابق شکل ۵۱-۳ به دو سر موتور وصل کنید.



شکل ۵۱-۳ مدار عملی با ولت متر دو سر موتور

۵ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سر موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V_{\text{motor}} = \dots\dots\dots$  ۶ اگر توان موتور را روی ۴ وات تنظیم کنیم چه تأثیری در جریان عبوری از موتور دارد؟ این موضوع را تجربه کنید و جریان عبوری از موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $I = \dots\dots\dots \text{mA}$

۷ اگر قطب‌های باتری را در اتصال به موتور تعویض کنیم، چه تغییری در عملکرد موتور ایجاد می‌شود؟ آیا جریان موتور با مقدار ولتاژ دو سر آن تغییر می‌کند؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج را یادداشت نمایید.

### ۳-۱۱- کار عملی ۳: ترسیم موج DC و AC سینوسی

هدف: کسب مهارت لازم در ترسیم موج AC و DC قطعات، مواد و تجهیزات مورد نیاز: خط کش، پاک کن، مداد

نکات ایمنی و بهداشتی: هنگام ترسیم شکل موج باید موارد ارگونومی مانند درست نشستن روی صندلی را رعایت کنید در ضمن از مصرف بی رویه کاغذ خود داری و مواد زائد را در مکان مخصوص جمع آوری کنید.

۱ ولتاژ DC ناشی از یک باتری قلمی ۱/۵ ولتی را با مقیاس صحیح در نمودار شکل ۳-۵۲ رسم کنید.

۲ ولتاژ DC ناشی از یک باتری اتومبیل ۱۲ ولتی را با مقیاس هر خانه عمودی معادل ۲ ولت در نمودار شکل ۳-۵۳ رسم کنید.

۳ یک سیکل از موجی سینوسی با دامنه پیک تا پیک ۸ ولت و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز را در نمودار شکل ۳-۵۴ ترسیم کنید.

۴ دو سیکل از موجی سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۱۰ ولت را در نمودار شکل ۳-۵۵ رسم کنید. نکته: مقیاس را مناسب انتخاب کنید به طوری که در ۱۰ خانه افقی ۲ سیکل موج ترسیم شود.

### ۳-۱۲- کار عملی ۴: اندازه گیری مقادیر ولتاژ و جریان DC و AC

هدف: کسب مهارت لازم در اندازه گیری کمیت های جریان و ولتاژ

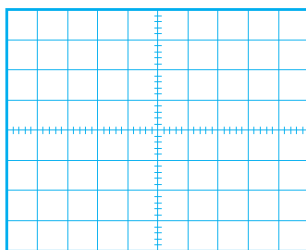
مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه، منبع تغذیه DC یک دستگاه، برد بُرد یک قطعه، سیم بُرد بُرد به مقدار کافی، سیم یک سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲ عدد، مقاومت،  $1K\Omega$ ،  $470\Omega$ ،  $\frac{1}{4}$  وات از هر کدام یک عدد.

۱ در صورتی که در دفترچه راهنمای دستگاهی برچگونگی قرار گرفتن دستگاه روی میز کار تأکید شود، اگر دستگاه را به درستی (افقی - عمودی یا با زاویه) روی میز قرار ندهید چه اشکالی در اندازه گیری پیش می آید؟

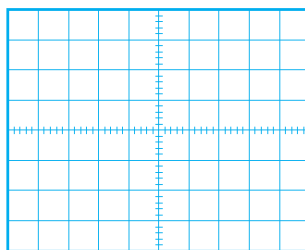


نکته

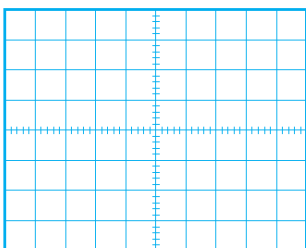
قبل از استفاده از منبع تغذیه دفترچه راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و نکات ایمنی کار با آن را رعایت نمایید.



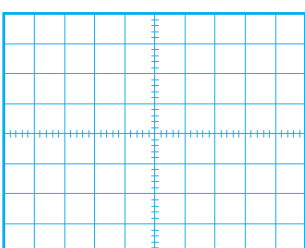
شکل ۳-۵۳



شکل ۳-۵۲



شکل ۳-۵۵

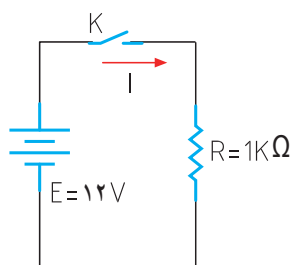


شکل ۳-۵۴



دستگاه، منبع تغذیه DC یک دستگاه، برد برد یک قطعه، سیم برد برد به مقدار کافی، سیم یک سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲ عدد، مقاومت،  $1K\Omega$ ،  $470\Omega$  و  $\frac{1}{4}$  وات از هر کدام یک عدد.

۱ مدار شکل ۵۶-۳ را روی برد برد ببندید.



شکل ۵۶-۳

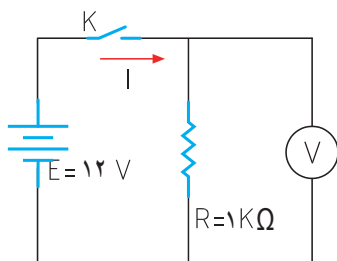
۲ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید.



۳ اگر منبع تغذیه در مقابل اتصال کوتاه محافظت نمی‌شود، منبع را اتصال کوتاه کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

۴ آیا قرار دادن منبع تغذیه در مکانی که مستقیماً نور خورشید به آن می‌تابد یا در مکانی که به حرارت نزدیک است (مثلاً کنار رادیاتور شوفاژ) صحیح است؟ حرارت چه اشکالی برای دستگاه ایجاد می‌کند؟

۵ مولتی متر را برای اندازه‌گیری ولتاژ DC آماده کنید، سپس رنج آن را مناسب انتخاب کرده و آن را مطابق شکل ۵۷-۳ به دو سر مقاومت وصل کنید.



شکل ۵۷-۳ اتصال ولت متر به مدار

۲ اگر رنج مولتی متر را به درستی انتخاب نکنیم مثلاً کلید سلکتور را به جای جریان‌های DC، روی اندازه‌گیری اهم قرار دهیم چه اتفاقی ممکن است بوجود آید؟

۳ اطلاعات روی باتری قلمی ۱/۵ ولتی را استخراج نموده و یادداشت کنید.  
 $V = \dots\dots\dots$

۴ مولتی متر را در وضعیت ولتاژ DC قرار دهید و ولتاژ باتری را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۵ مولتی متر را در وضعیت جریان DC قرار دهید و رنج آن را برای اندازه‌گیری جریان آمپر تنظیم کنید.

۶ برای لحظه‌ای بسیار کوتاه مولتی متر را به دو سر باتری وصل کنید و جریان باتری را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  
 $I = \dots\dots\dots A$

۷ اگر مقدار جریان DC نامشخص است و دستگاه دارای حالت رنج اتوماتیک Auto Range نیست، رنج را در چه حالت باید قرار دهیم:  
(الف) در بالاترین مقدار (ب) در کمترین مقدار

۸ چرا اندازه‌گیری جریان باتری باید در زمان بسیار کوتاه اتفاق بیفتد؟ شرح بدهید.

۹ باتری‌های قلمی ۱/۵ ولتی در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ تولید می‌شوند. این باتری‌ها چه تفاوت‌هایی باهم دارند؟ شرح دهید.

۱۰ اگر یک باتری قلمی فرسوده شود، کدام کمیت‌های آن افت می‌کند؟ آیا صرفاً با اندازه‌گیری ولتاژ آن می‌توان به فرسوده شدن آن پی برد؟

۱۳-۳ کار عملی ۵: اندازه‌گیری ولتاژ و جریان در مدار مقاومتی

هدف: کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ در مدار مقاومتی

مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مولتی متر دیجیتالی یک





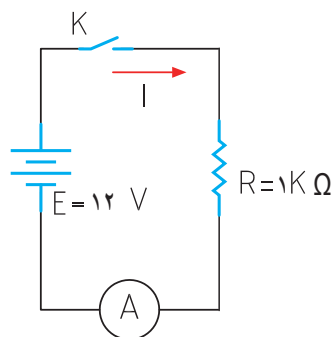
۶ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

ولت  $V = \dots\dots\dots$

۷ آیا ولتاژ دو سر مقاومت با ولتاژ منبع تغذیه برابر است؟

۸ کلید مدار را قطع کنید.

۹ مولتی متر را برای اندازه گیری جریان تنظیم کنید و سپس آمپر متر را مطابق شکل ۵۸-۳ در مدار سری کنید.



شکل ۵۸-۳ مدار با آمپر متر

۱۰ جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

۱۱ در صورتی که آمپر متر دارای انتخاب رنج خودکار

(اتوماتیک) نیست، رنج آمپر متر را مناسب انتخاب کنید

و سپس کلید مدار را وصل کنید و جریان عبوری از مدار را

اندازه گرفته و یادداشت کنید.  $I = \dots\dots\dots \text{ mA}$

۱۲ آیا جریان اندازه گیری شده با جریان محاسبه شده در

مرحله ۱۰ تفاوتی دارد؟ علت را توضیح دهید.

۱۳ کلید منبع تغذیه را قطع کنید و مقدار مقاومت مدار را به

$470 \Omega$  تغییر دهید.

۱۴ جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$$I = \frac{V}{R} = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

۱۵ پس از تنظیم کلید رنج آمپر متر، کلید مدار را وصل کنید

و جریان مدار را اندازه بگیرید.  $I = \dots\dots\dots \text{ mA}$

۱۶ آیا جریان اندازه گیری شده با جریان محاسبه شده در مرحله ۱۴ برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح دهید.

۱۷ اگر مقاومت مدار نصف شود، با ولتاژ ثابت جریان مدار دو برابر می شود.

☐ صحیح ☐ غلط

۱۴-۳- کار عملی ۶: اندازه گیری ولتاژ و جریان AC

هدف: کسب مهارت لازم در اندازه گیری کمیت های جریان و ولتاژ در مدار مقاومتی

مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مولتی متر دیجیتالی یک

دستگاه، برد یک قطعه، سیم پردر برد به مقدار کافی، سیم یک

سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲ عدد، ترانسفورماتور

$220 \text{ V}$  به  $6 \text{ V}$  ولت یک عدد، مقاومت،  $1 \text{ K}\Omega$ ،  $470 \Omega$

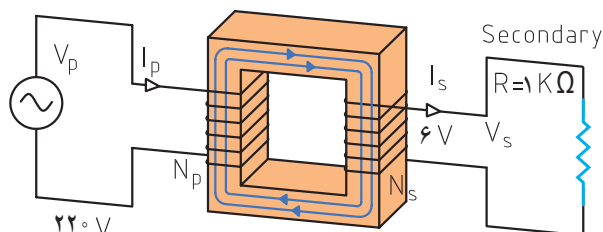
۱ وات از هر کدام یک عدد.



سؤال ایمنی بسیار مهم

چرا در اتصال ترانسفورماتور به برق شهر باید سیم اولیه ترانسفورماتور را به دقت مورد بازبینی قرار دهید تا سیم لخت و یا دو شاخه دارای شکستگی نباشد؟ اگر این نکته ایمنی را رعایت نکنیم چه اتفاقی ممکن است پیش بیاید؟

۱ مدار شکل ۵۹-۳ را روی برد ببندید.



شکل ۵۹-۳

۲ مولتی متر را برای اندازه گیری ولتاژ AC تنظیم کنید. در

صورتی که انتخاب رنج آن اتوماتیک نیست، رنج آن را برای

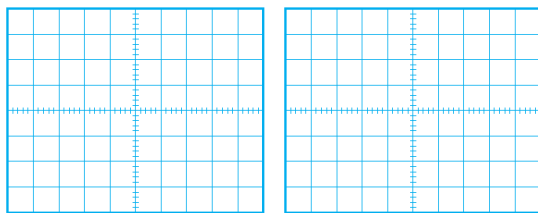
اندازه گیری ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور تنظیم کنید.



### ۱۵-۳- الگوی آزمون نظری پایانی

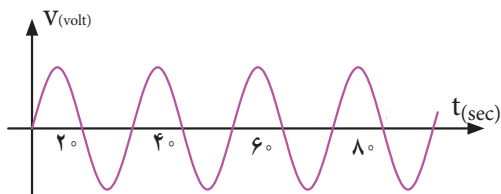
۱ DC اول کلمات انگلیسی ..... و AC اول کلمات انگلیسی ..... است.

۲ شکل یک جریان مستقیم ثابت و یک جریان مستقیم متغیر را در نمودارهای الف و ب - ۶۱-۳ رسم کنید.



الف ب شکل ۶۱-۳

۳ زمان تناوب و فرکانس و مقدار مؤثر شکل ۶۲-۳ را محاسبه کنید.



شکل ۶۲-۳

۴ اگر مقدار مؤثر موج سینوسی ۱۲ ولت باشد مقدار پیک تا پیک آن چقدر است؟

۵ موجی که مقدار آن تغییر می کند ولی جهت آن ثابت است یک موج متناوب (AC) است؟

☐ غلط ☐ صحیح

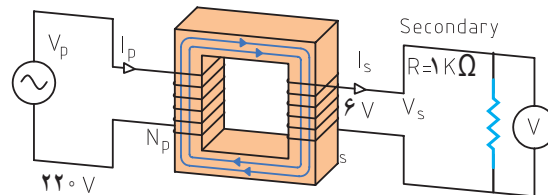
۶ طول موج یک سیگنال رادیویی با فرکانس ۲۵۰۰ هرتز را محاسبه کنید.

$$C = 3 \times 10^8 \frac{m}{sec} \text{ (سرعت امواج رادیویی)}$$

۷ طول موج یک سیگنال رادیویی ۳۰ متر است، اگر

سرعت انتشار امواج  $C = 3 \times 10^8 \frac{m}{sec}$  باشد، فرکانس موج را محاسبه کنید.

۳ ولت متر را مطابق شکل ۶۰-۳ به دو سر مقاومت وصل کنید و سپس کلید مدار را وصل نموده و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید. ولت .....  $V =$



شکل ۶۰-۳

اگر برحسب اشتباه دو سر ثانویه ترانسفورماتور را اتصال کوتاه کنیم چه اتفاقی رخ می دهد؟ شرح دهید.

سؤال ایمنی



۴ آیا ولتاژ اندازه گیری شده با ولتاژی که روی ترانسفورماتور نوشته شده است، برابر است؟ در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

۵ ولتاژ پیک و ولتاژ پیک تا پیک ثانویه ترانسفورماتور را با فرمول محاسبه کنید.

$$V_p = \sqrt{2} V_{eff} = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

$$V_{pp} = 2 V_p = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

۶ اگر مولتی متر جریان AC را اندازه نمی گیرد، جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$$I = \frac{V_e}{R} = \dots\dots\dots = \text{mA}$$

۷ در صورت امکان، جریان مدار را با آمپر متر AC اندازه بگیرید.

$$I = \dots \text{ mA}$$

### ۱۶-۳- الگوی آزمون پایانی عملی (نرم افزاری)

۱ نرم افزار ادیسون یا هر نرم افزار مشابه دیگر را فعال کنید.

۲ موتور الکتریکی را روی میز کار ظاهر کنید.

۳ مشخصات فنی موتور را روی توان ۲ وات و ولتاژ ۱۲ ولت تنظیم کنید.

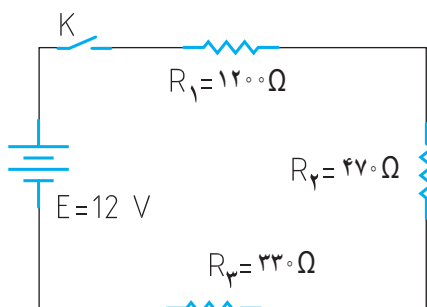
۴ منبع تغذیه را به موتور وصل نمایید و جریان موتور و ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$I_{\text{motor}} =$  .....

$V_{\text{motor}} =$  .....

### ۱۷-۳- الگوی آزمون پایانی عملی (سخت افزاری)

۱ مدار شکل ۶۵-۳ را روی بُرد بُرد ببندید.



شکل ۶۵-۳

۲ آمپر متر را برای اندازه گیری جریان در مدار قرار دهید.

۳ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$I =$  .....

۴ با ولت متر DC ولتاژ دوسر مقاومت های  $R_1$  و  $R_2$  و  $R_3$  را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{R1} =$  .....

$V_{R2} =$  .....

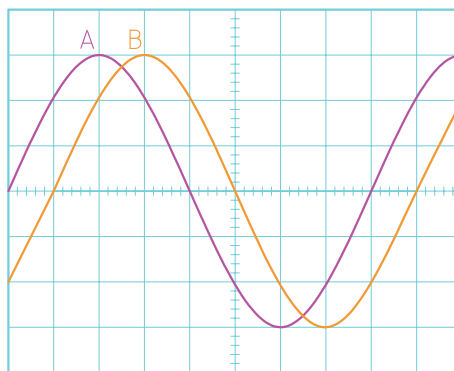
$V_{R3} =$  .....

۵ کلید مدار را باز کنید و ولتاژ دو سر کلید را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V =$  کلید باز .....

۸ بین دو موج A و B در شکل ۶۳-۳ .....

درجه اختلاف فاز وجود دارد و موج A نسبت به B فاز دارد.



شکل ۶۳-۳

۹ مقدار متوسط یک موج سینوسی متقارن در یک سیکل کامل صفر است.

☐ غلط ☐ صحیح

۱۰ اگر روی باتری اتومبیل ۱۲ ولتی نوشته شده باشد ۶۰ Ah، اگر مصرف کننده از باتری به طور مداوم ۴ آمپر جریان بکشد، بعد از چند ساعت باتری تخلیه می شود؟

۱۱ اگر تعداد دور ثانویه ترانسفورماتور بیشتر از اولیه باشد ترانسفورماتور را ..... گویند. در این حالت جریان ثانویه از جریان اولیه ..... است.

۱- افزایشده - کمتر ۲- افزایشده - بیشتر

۳- کاهشده - کمتر ۴- کاهشده - بیشتر

۱۲ روی بُرد منبع تغذیه شکل ۶۴-۳ چه قطعاتی به کار رفته است؟ نام قطعات را بنویسید.



شکل ۶۴-۳

## ارزشیابی شایستگی اندازه‌گیری ولتاژ و جریان AC و DC

### شرح کار:

۱. ترسیم انواع شکل موج‌های DC و AC و محاسبه مؤلفه‌های شکل موج‌ها
۲. استفاده از منابع ولتاژ DC و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ DC با مولتی‌متر
۳. استفاده از منابع ولتاژ DC و اندازه‌گیری دقیق جریان DC با مولتی‌متر
۴. کاربرد منابع ولتاژ AC جهت تأمین ولتاژهای AC و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ AC با مولتی‌متر
۵. کاربرد منابع ولتاژ AC در تأمین ولتاژهای AC و اندازه‌گیری دقیق جریان AC با مولتی‌متر
۶. نصب نرم‌افزارهای مرتبط در رایانه و انتخاب منابع تغذیه DC و AC و مولتی‌متر
۷. اندازه‌گیری صحیح ولتاژ DC و AC با مولتی‌متر به کمک نرم‌افزار

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری ولتاژ و جریان AC و DC با در نظر گرفتن نکات ایمنی و استاندارد تعریف شده

### شاخص‌ها:

- ۱- ترسیم صحیح و دقیق دو نمونه شکل موج‌های AC و DC و محاسبه مؤلفه‌های شکل موج‌ها و اختلاف فاز و زاویه فاز در AC (دو نوع شکل موج) (۵ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری صحیح ولتاژ و جریان AC و DC با مولتی‌متر (۱۵ دقیقه)
- ۳- اندازه‌گیری صحیح دو نمونه ولتاژ و جریان AC و DC با مولتی‌متر در نرم‌افزار مرتبط (۲۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاز کاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی (۲۷°C - ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میز کار استاندارد با ابعاد W۱۸۰×D۱۸۰×H۸۰ مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته و یا ایستاده - ماسک - تهویه - نرم‌افزار خاص

**ابزار و تجهیزات:** ابزار عمومی برق یا الکترونیک - ابزار و تجهیزات تخصصی - شبکه اینترنت

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنجار جو
۱	تشریح ولتاژهای AC و DC	۱	
۲	منابع و کاربرد ولتاژهای AC و DC	۲	
۳	اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DC به وسیله مولتی متر	۲	
۴	استفاده از نرم افزار در اندازه گیری کمیت ها	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات ۴- اخلاق حرفه‌ای		۲	
		میانگین نمرات	
			*

\* حداقل میانگین نمرات هنجار جو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

رشته: الکترونیک درس: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی واحد یادگیری: ۳



## فصل سوم

# موج و کمیت‌های آن



امواج در عصر حاضر که عصر ارتباطات و انتقال اطلاعات نام گرفته است، نقش حیاتی برای بشر امروزی دارد. اطلاعات، سوار بر این امواج، فضا را در نوردیده و در اختیار صنایع و اشخاص قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری کمیت‌های امواج دریافتی، اهمیت تعیین‌کننده‌ای دارد زیرا فقط با اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف است که می‌توان هر علم و عملی را مورد بررسی دقیق قرارداد و از آن نتیجه مطلوب را به دست آورد. در صنایع برق، الکترونیک، حوزه پزشکی، صنعت خودرو، صنایع نظامی و سایر صنایع، بدون استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری، عملاً توانایی انجام وظیفه به‌طور مطلوب امکان‌پذیر نیست. لذا دستگاه‌های مولد امواج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن نظیر سیگنال ژنراتور، فرکانس متر و اسیلوسکوپ نقش مهم و وسیعی دارند، زیرا این دستگاه‌ها قادر هستند کمیت‌های فیزیکی را که قابل رؤیت نیستند، آشکار نموده و اندازه‌گیری لازم را انجام دهند. در این راستا آموزش به کارگیری از این دستگاه‌ها چه از طریق نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری اهمیت ویژه‌ای دارد.

## واحد یادگیری ۴

### شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین کمیت‌های موج

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- آیا در عصر حاضر بدون دستگاه‌های الکترونیکی به راحتی می‌توان زندگی کرد؟
- امواج چه نقشی در انتقال اطلاعات دارند؟
- اگر اختلالی در مقدار کمیت‌های امواج ارسالی از طرف فرستنده‌ها رخ دهد، چه اتفاقی می‌افتد؟
- چه دستگاه‌هایی کمیت‌های موج را نشان می‌دهند؟
- دستگاه‌هایی که امواج مغزی یا قلب را نشان می‌دهند با دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی چه شباهتی دارند؟
- چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری کمیت‌های موج وجود دارد؟
- راهنمای کاربرد دستگاه‌ها چه کاربردی دارد؟

اسیلوسکوپ شاخص‌ترین دستگاه در میان دستگاه‌های الکترونیکی است که برای مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن به کار می‌رود. در این واحد یادگیری، ابتدا به شرح انواع شکل موج متداول و کمیت‌های مربوط به هر شکل موج می‌پردازیم، سپس طرز کار با دستگاه مولد موج (سیگنال‌ژنراتور) تشریح خواهد شد. برای بررسی کمیت‌های موج باید شکل موج به درستی روی صفحه اسیلوسکوپ ترسیم شود، لذا کار با اسیلوسکوپ اهمیت ویژه‌ای دارد که به تفصیل شرح داده می‌شود. در فرایند آموزش، توجه به نکات ایمنی و شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها باید همواره مدنظر باشد.

ترسیم شکل موج‌های مختلف و اندازه‌گیری کمیت‌ها با اسیلوسکوپ و نرم‌افزاری

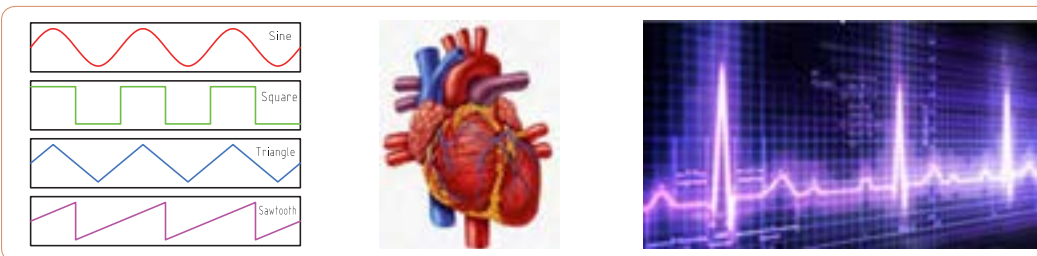
#### ۱-۴- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری

ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع تغذیه، سیگنال ژنراتور AF، اسیلوسکوپ، فرکانس متر، رایانه و نرم‌افزارهای مناسب

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

#### ۲-۴- انواع شکل موج و مقایسه آنها

آیا به امواج تولیدشده توسط قلب یا مغز انسان فکر کرده‌اید؟ چه نظمی بر این امواج حاکم است؟ چه دستگاه‌هایی این امواج را به ما نشان می‌دهند؟ اگر دستگاه نشان دهد که شکل موج تغییر کرده است، چه اتفاقی برای انسان رخ داده است؟ شکل ۱-۴ قلب و موج تولیدی توسط آن را نشان می‌دهد. چه شباهت‌هایی بین این امواج و امواج مورد مطالعه در این واحد یادگیری وجود دارد؟



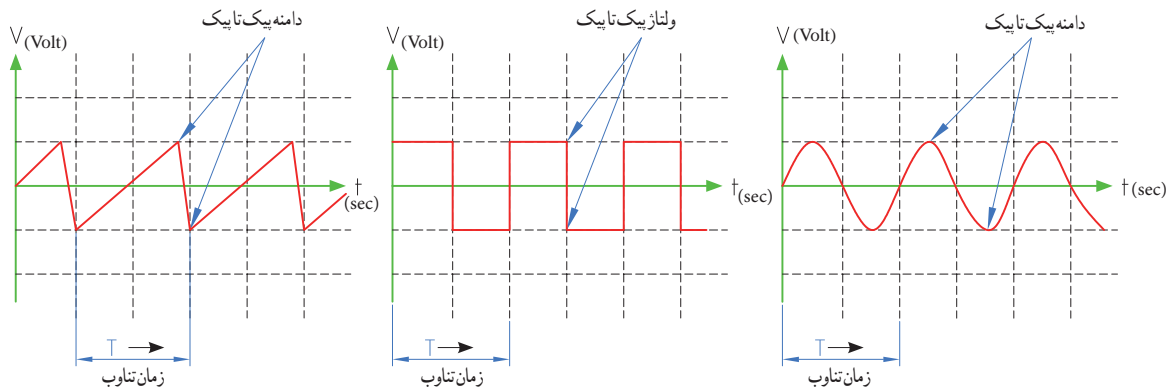
شکل ۲-۴- انواع شکل موج

شکل ۱-۴- قلب و شکل موج تولیدی توسط آن

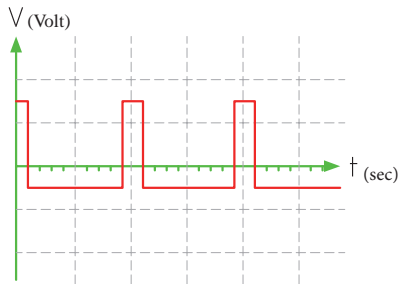
در فصل دوم با انواع شکل موج‌های DC و AC و مؤلفه‌های موج آشنا شده‌اید. انواع شکل موج‌های AC متداول را در شکل ۲-۴ مشاهده می‌کنید. کمیت‌های ولتاژ یک‌تا یک و زمان تناوب در سه نوع شکل موج در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. کمیت‌های فوق و شیوه محاسبه این کمیت‌ها در این سه نوع موج با هم تفاوتی ندارد.

فیلم مربوط به انواع شکل موج را مشاهده کنید.

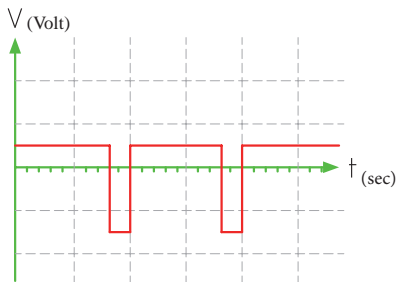
فیلم ۱



شکل ۳-۴- ولتاژ یک تا یک و زمان تناوب در سه نوع شکل موج



شکل ۵-۴ موج مربعی نامتقارن



شکل ۶-۴ موج مربعی نامتقارن

**پرسش:** چه تفاوت‌هایی بین موج مربعی متقارن و نامتقارن وجود دارد؟

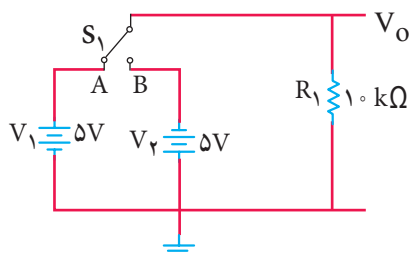
**پرسش:** اگر زمان تناوب هر سه موج شکل‌های ۴-۵، ۴-۶ و ۴-۷ یکسان و برابر ۲۰ میکروثانیه باشد، فرکانس موج‌ها را محاسبه کنید.

$$T = \dots \mu \text{Sec} \quad F = \frac{1}{T}$$



فقالیت

اگر در شکل ۷-۴ کلید  $S_1$  به مدت ۲ میلی‌ثانیه در وضعیت A و ۲ میلی‌ثانیه در وضعیت B قرار گیرد و این فرایند تکرار شود، شکل موج خروجی چه نوع موجی است؟ (الف) مربعی متقارن (ب) مربعی نامتقارن



شکل ۷-۴

**مثال ۱-** اگر دامنه پیک تا پیک در موج‌های شکل ۳-۴ برابر ۲۰ ولت و زمان تناوب ۴ میلی‌ثانیه باشد، دامنه پیک و فرکانس موج را محاسبه کنید.

پاسخ: ولتاژ قله تا قله در هر سه موج یکسان است.

$$V_{PP} = 20 \text{ ولت}$$

$$\text{ولت } 10 = V_{PK} = \frac{V_{PP}}{2} = \frac{20}{2}$$

زمان تناوب در هر سه موج یکسان و برابر ۴ میلی‌ثانیه است.

$$T = 4 \text{ msec} = 4 \times 10^{-3} \text{ sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \text{ msec}} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ HZ}$$

محاسبات نشان می‌دهد که کمیت‌های ولتاژ پیک تا پیک، زمان تناوب و فرکانس و شیوه محاسبه آنها در موج‌های مختلف از روش یکسانی برخوردار است. آیا معدل ولتاژ در این سه نوع موج در زمان یک سیکل یکسان است؟

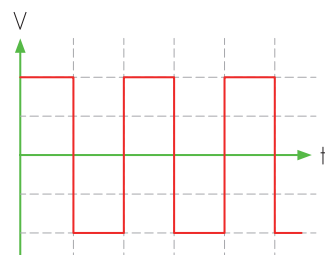
فکر کنید



### ۳-۴ ساختار موج‌ها

در مورد موج سینوسی و ساختار آن در فصل دوم شرح داده شد. در این واحد یادگیری به شرح موج مربعی و دندان‌اره‌ای می‌پردازیم.

**موج مربعی (Square Wave):** موج مربعی از نظر ساختاری به دو صورت متقارن (Symmetry) و نامتقارن (Non Symmetry) تولید می‌شود. در شکل ۴-۴ موج مربعی متقارن و در شکل‌های ۴-۵ و ۴-۶ موج مربعی نامتقارن رسم شده است.



شکل ۴-۴ موج مربعی متقارن





## پژوهش

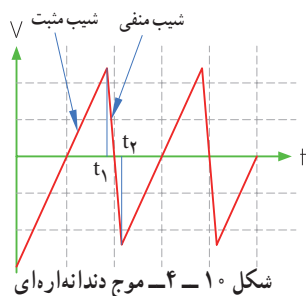
با مراجعه به اینترنت و سایر منابع معتبر در مورد آی سی ۵۵۵ و موارد زیر تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

- ۱- محدوده ولتاژ کار آی سی، ۲- شکل ظاهری از نظر تعداد و نوع پایه، ۳- موج های تولیدی توسط آی سی، ۴- حدود فرکانس موج تولیدی، ۵- عوامل مؤثر در تغییر فرکانس

### موج دندانه اره ای (Sawtooth Wave): شکل ۱۰- ۴

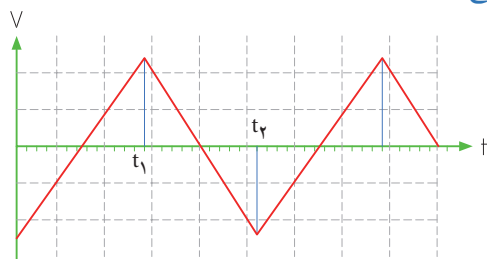
یک موج دندانه اره ای را نشان می دهد.

مشاهده می شود در موج دندانه اره ای، تغییرات ولتاژ نسبت به زمان خطی است. از زمان صفر تا  $t_1$  شیب خط مثبت و از زمان  $t_1$  تا  $t_2$  شیب خط منفی است. از زمان  $t_2$  تا  $t_1$  دامنه موج از مقدار منفی در حال افزایش است (بر اساس رابطه  $y = +ax$ ). این زمان را زمان رفت یا تریس (Trace) گویند. از لحظه  $t_1$  تا  $t_2$  دامنه موج در حال کم شدن با شیب منفی است (بر اساس رابطه  $y = -bx$ ). این زمان را زمان برگشت یا رتریس (Retrace) گویند. در موج دندانه اره ای زمان رفت خیلی بیشتر از زمان برگشت است.



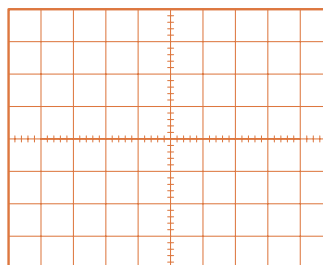
شکل ۱۰- ۴ موج دندانه اره ای

**پرسش ۴:** چه تفاوتی بین موج دندانه اره ای (شکل ۱۰- ۴) و موج مثلثی (Triangle Wave) (شکل ۱۱- ۴) وجود دارد؟



شکل ۱۱- ۴ موج مثلثی

۲ شکل موج خروجی مدار ۷- ۴ را در شکل ۸- ۴ رسم کنید. دامنه و فرکانس موج را محاسبه کنید. مقیاس برای رسم موج را برای هر خانه عمودی معادل ۲ ولت و هر خانه افقی معادل ۱ میلی ثانیه در نظر بگیرید.

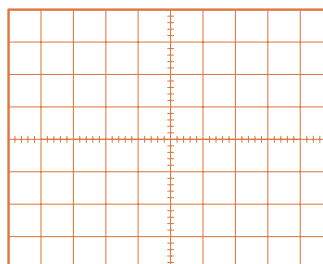


شکل ۸- ۴ موج مربعی

۳ اگر در شکل ۷- ۴، ۲ میلی ثانیه کلید در وضعیت A و ۵ میلی ثانیه در وضعیت B قرار گیرد و این فرایند تکرار شود، شکل موج خروجی چگونه است؟

الف) مربعی متقارن ب) مربعی نامتقارن

۴ شکل موج خروجی مربوط به مرحله ۳ را در شکل ۹- ۴ رسم کنید. مقیاس را برای رسم موج مناسب انتخاب کنید.



شکل ۹- ۴

شکل ۷- ۴ چگونگی تولید موج مربعی را بیان می کند. در عمل از دو باتری و کلیدزنی دستی برای تولید موج مربعی استفاده نمی کنند، بلکه به کمک یک باتری و مدارهای الکترونیکی، موج مربعی تولید می شود.

## نکته



## ۴-۴ - تبدیل شکل موج ها به یکدیگر

فیلم ۲



نرم افزار ۱

به چگونگی تبدیل موج مربعی به دندانه‌ای توسط نرم‌افزار توجه کنید.



نکته

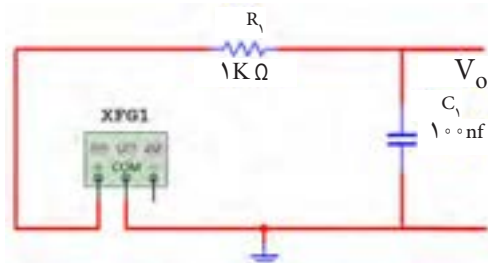
- مقدار  $R$  و  $C$  و فرکانس موج ورودی و دامنه موج خروجی با روابط ریاضی قابل محاسبه است که از مبحث این واحد یادگیری خارج است.
- برای تولید موج مربعی از دستگاه فانکشن ژنراتور استفاده شده است که در مباحث بعد مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مدار و موج‌ها توسط نرم‌افزار مولتی سیم رسم شده است.

در سیگنال ژنراتور موجود در نرم‌افزار، گزینه‌ای با نام Duty cycle یا چرخه دوام (سیکل وظیفه) آمده است که برای موج مربعی یک طرفه (موج بدون چرخه منفی) به کار می‌رود. نسبت زمان وجود موج به زمان تناوب را چرخه دوام می‌نامند. در صورتی که زمان وجود موج  $\frac{1}{4}$  زمان تناوب باشد، چرخه دوام موج  $50\%$  درصد است.

**ب) تبدیل موج مثلثی به مربعی:** برای تبدیل موج مثلثی به مربعی نیز از مدارهای RC استفاده می‌کنند. شکل ۴-۱۵ مدار تبدیل (فیلتر) را نشان می‌دهد. در شکل ۴-۱۶ مشخصات موج ورودی نوشته شده است. در شکل ۴-۱۷ شکل موج ورودی و خروجی با هم رسم شده‌اند.

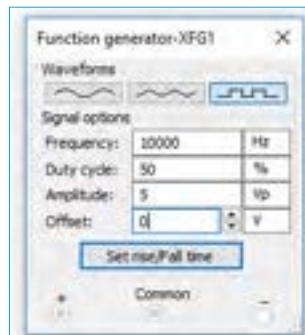
فیلم چگونگی تبدیل شکل موج‌ها را به یکدیگر، مشاهده کنید. برای تبدیل موج‌ها به یکدیگر از مدارهای الکترونیکی استفاده می‌شود. برخی از این مدارها، فیلتر (Filter) نام دارند.

**الف) تبدیل موج مربعی به مثلثی:** برای تبدیل موج مربعی به مثلثی از مداری مطابق شکل ۴-۱۲ می‌توان استفاده نمود. در این مدار از یک شبکه RC با مقادیر  $R$  و  $C$  معینی استفاده شده است. به مدار  $R$  و  $C$  فیلتر می‌گویند.

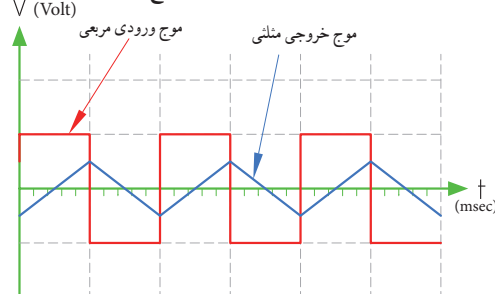


شکل ۴-۱۲ - مدار تبدیل موج مربعی به مثلثی

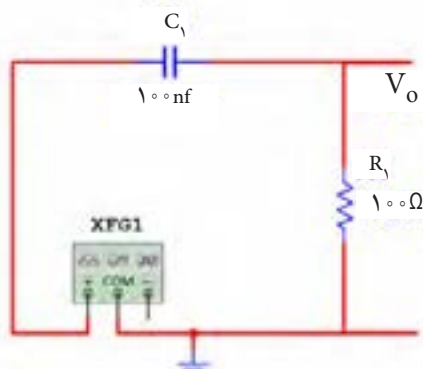
در شکل ۴-۱۳ مقادیر کمیت‌های موج ورودی نشان داده شده است. در شکل ۴-۱۴ موج ورودی و خروجی را با هم مشاهده می‌کنید.



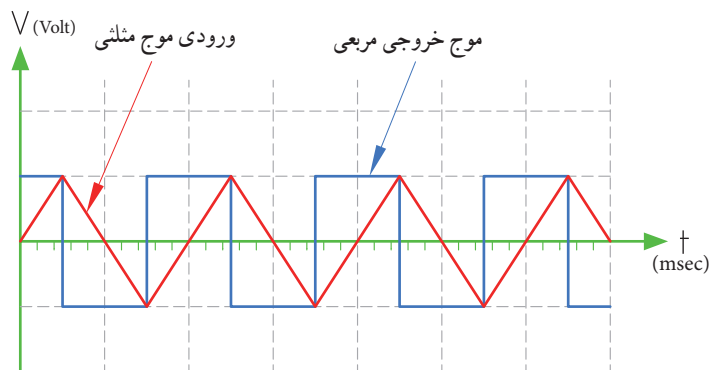
شکل ۴-۱۳ - مشخصات موج ورودی



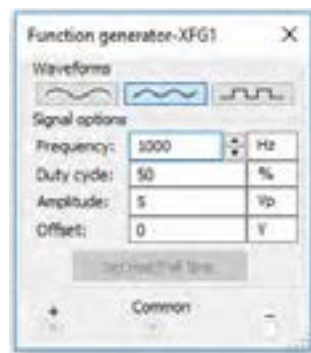
شکل ۴-۱۴ - موج ورودی و خروجی مدار



شکل ۴-۱۵ - مدار RC



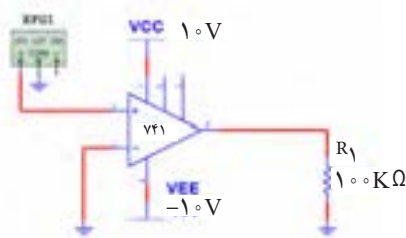
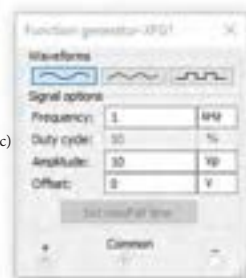
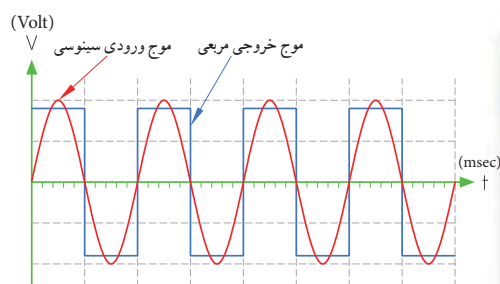
شکل ۱۷- ۴- موج ورودی و خروجی مدار



شکل ۱۶- ۴- مشخصات موج ورودی

می‌کنید. در شکل ۲۰- ۴- موج ورودی و خروجی با هم رسم شده‌اند. اگر به ورودی مدار ۱۸- ۴- موجی مثلثی هم بدهیم، موج خروجی به صورت مربعی به دست می‌آید.

پ) تبدیل موج سینوسی یا مثلثی به مربعی: برای تبدیل موج سینوسی یا مثلثی به مربعی می‌توان از تقویت‌کننده با بهره ولتاژ (ضریب تقویت) بسیار زیاد استفاده نمود. در شکل ۱۸- ۴- مدار تبدیل و در شکل ۱۹- ۴- مشخصات موج ورودی را مشاهده

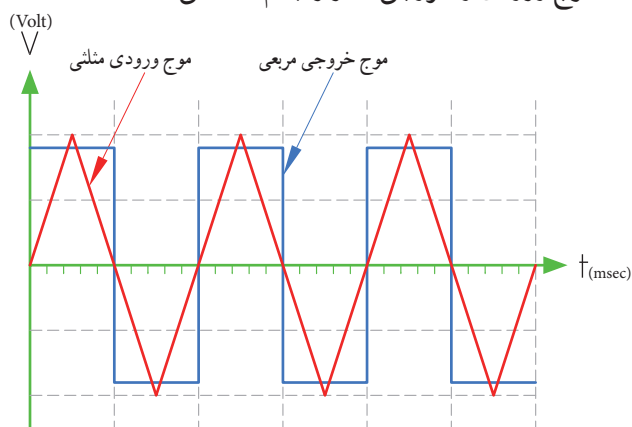


شکل ۲۰- ۴- موج ورودی و خروجی مدار

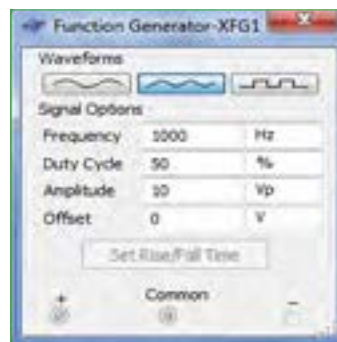
شکل ۱۹- ۴- مشخصات موج ورودی

شکل ۱۸- ۴- مدار تبدیل با تقویت‌کننده

شکل ۲۱- ۴- مشخصات موج ورودی و شکل ۲۲- ۴- موج ورودی و خروجی مدار را با هم نشان می‌دهد.



شکل ۲۲- ۴- موج ورودی و خروجی مدار



شکل ۲۱- ۴- مشخصات موج ورودی

به چگونگی تبدیل موج مثلثی به مربعی که با نرم‌افزار اجرا می‌شود، توجه کنید.

### ۵-۴- کار عملی شمار ۱: ترسیم شکل موج

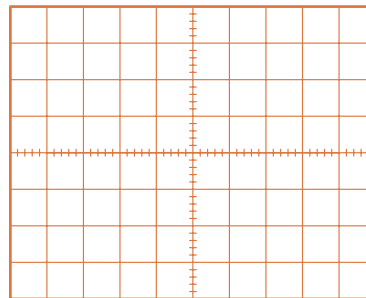
هدف: کسب مهارت در ترسیم انواع شکل موج  
مواد، تجهیزات و ابزار لازم: خط‌کش، مداد، پاک‌کن  
مراحل انجام کار

۱- **ترسیم شکل موج سینوسی**: موجی سینوسی با دامنه پیک (قله) ۳ ولت و فرکانس  $50^\circ$  هرترز را در شکل ۲۳-۴ رسم کنید. در انتخاب مقیاس برای رسم شکل موج، هر خانه عمودی را معادل ۱ ولت و هر خانه افقی معادل  $2/5$  میلی‌ثانیه در نظر بگیرید.

توجه



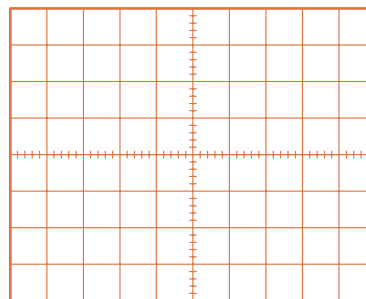
هنگام رسم شکل موج‌ها، مقیاس و کمیت مربوط به محورها را حتماً بنویسید.



شکل ۲۳-۴- محل ترسیم موج سینوسی

### ۲- ترسیم شکل موج مربعی متقارن: موج مربعی

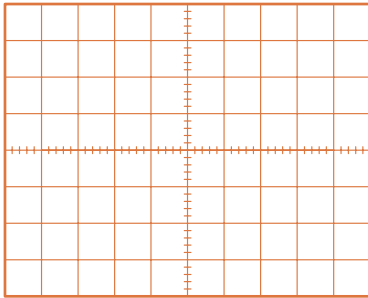
مستقران با دامنه پیک تا پیک ۸ ولت و زمان تناوب  $40^\circ$  میکروثانیه را در شکل ۲۴-۴ رسم کنید. برای رسم شکل موج هر خانه عمودی را معادل ۱ ولت و هر خانه افقی را معادل ۵ میکروثانیه در نظر بگیرید.



شکل ۲۴-۴- محل ترسیم موج مربعی متقارن

### ۳- ترسیم شکل موج مربعی نامتقارن: موج مربعی

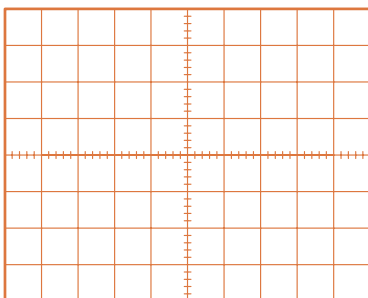
نامتقارن با مشخصات دامنه پیک  $30^\circ$  میلی‌ولت و زمان تناوب  $10^\circ$  ثانیه را در شکل ۲۵-۴ رسم کنید. قسمت دامنه مثبت موج در ۳ ثانیه و دامنه منفی موج به مدت ۷ ثانیه دوام دارد. مقیاس را مناسب انتخاب کنید. دامنه مثبت و منفی با هم برابر هستند.



شکل ۲۵-۴- محل ترسیم موج مربعی نامتقارن

### ۴- ترسیم شکل موج دندان‌اره‌ای: موجی دندان‌اره‌ای

با مقدار قله تا قله ۱۲ ولت و زمان تناوب  $100^\circ$  میلی‌ثانیه را در شکل ۲۶-۴ ترسیم کنید. زمان رفت موج معادل  $90^\circ$  میلی‌ثانیه و زمان برگشت موج معادل  $10^\circ$  میلی‌ثانیه است. هر خانه عمودی را معادل ۲ ولت و هر خانه افقی را معادل  $10^\circ$  میلی‌ثانیه در نظر بگیرید.



شکل ۲۶-۴- محل ترسیم موج دندان‌اره‌ای



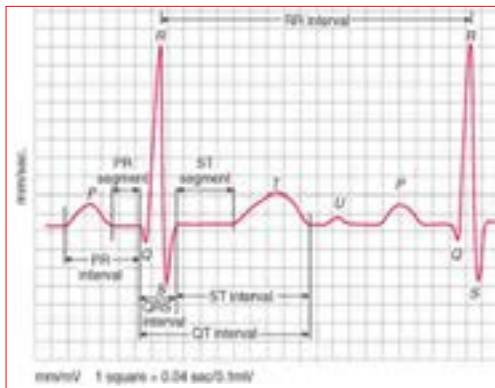
فیلم ۳

فیلم کاربرد انواع موج‌های سینوسی، مربعی، مثلثی و دندان‌اره‌ای را ببینید.

**پرش:** در صورتی که زمان وجود موج مربعی ۵ میکروثانیه و زمان تناوب موج  $20^\circ$  میکروثانیه باشد چرخه دوام را محاسبه کنید.

## الگوی پرسش

۶ شکل ۳۱-۴ موج تولیدی قلب (ضربان قلب) را نشان می‌دهد. اگر هر ضلع مربع در جهت افقی برابر  $4^\circ$  ثانیه و در جهت عمودی برابر  $1^\circ$  میلی‌ولت باشد، مقدار ولتاژ قله تا قله و زمان تناوب (زمان R تا R) و فرکانس موج (تعداد ضربان قلب در یک ثانیه) را حساب کنید.



شکل ۳۱-۴ موج تولیدی توسط قلب

### ۴-۶ سیگنال ژنراتور صوتی

#### Audio Frequency Signal Generator (AF SG)

دستگاه مولد سیگنال صوتی یا سیگنال ژنراتور صوتی، یک دستگاه آزمایشگاهی است که می‌تواند سیگنال سینوسی و مربعی در محدوده فرکانسی چند هرتز تا  $10^6$  کیلوهرتز یا فرکانس‌های بیشتر تا حدود یک مگاهرتز ( $1 \text{ MHz}$ ) را تولید کند. این دستگاه انرژی خود را از طریق باتری یا برق شهر تأمین می‌کند و با استفاده از ولتاژ DC، موج متناوب تولید می‌کند. در شکل ۳۲-۴ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور صوتی (AF) را مشاهده می‌کنید.

دستگاه‌هایی که علاوه بر موج‌های سینوسی و مربعی، امواج دیگری مانند موج‌های مثلثی و دندان‌اره‌ای تولید می‌کنند را فانکشن ژنراتور می‌نامند، (Function Generator).

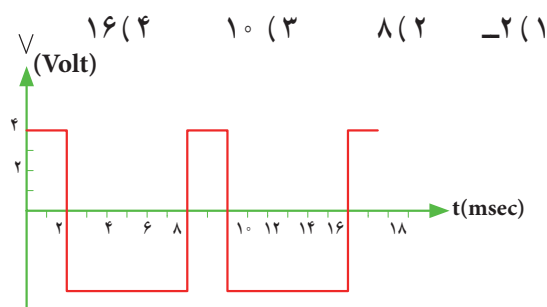


شکل ۳۲-۴ یک نمونه سیگنال ژنراتور

۱ Square Wave به معنی ..... است.

Sawtooth Wave به معنی ..... است.

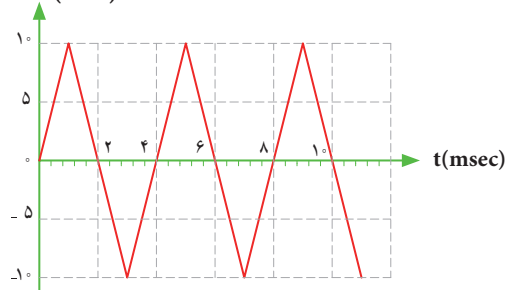
۲ زمان تناوب موج شکل ۲۷-۴ چند میلی‌ثانیه است؟



شکل ۲۷-۴ موج مربعی نامتقارن

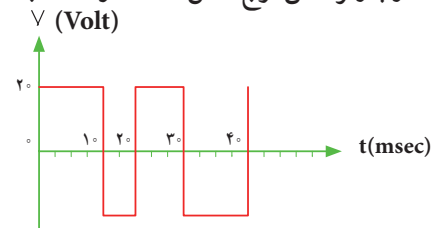
۳ موج شکل ۲۸-۴ در یک سیکل دارای مقدار معدل

(۱ صفر (۲ مثبت (۳ منفی است. V (Volt)



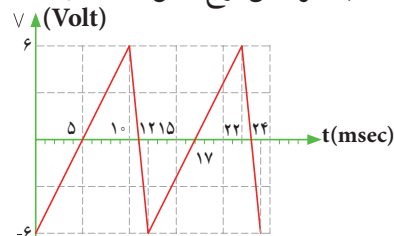
شکل ۲۸-۴ موج مثلثی

۴ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۲۹-۴ را محاسبه کنید.



شکل ۲۹-۴ موج مربعی متقارن

۵ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۳۰-۴ را محاسبه کنید.



شکل ۳۰-۴ موج دندان‌اره‌ای

## ۷-۴- انواع سیگنال ژنراتور صوتی (AF)

سیگنال ژنراتور صوتی (AF) از نظر کاربرد در دو نوع، با دگمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی و با دگمه‌ها و سلکتورهای لمسی یا فشاری ساخته می‌شود. شکل الف - ۳۳- ۴ یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با دگمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی و شکل ب - ۳۳- ۴ نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور با دگمه‌ها و سلکتورهای لمسی را نشان می‌دهد.



الف - سیگنال ژنراتور با کلیدها و سلکتورهای مکانیکی



ب - سیگنال ژنراتور با کلیدها و سلکتورهای لمسی  
شکل ۳۳- ۴- دو نمونه سیگنال ژنراتور

## ۸-۴- عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال ژنراتور

برای کار با سیگنال ژنراتور صوتی یا هر دستگاه دیگری، لازم است از دفترچه راهنمای کاربر:

(owner manual - User manual - Instruction manual) استفاده کنید. معمولاً این دفترچه‌ها به زبان انگلیسی است. چنانچه استفاده از یک نمونه آن را یاد بگیرید به آسانی می‌توانید سایر نمونه‌های مشابه را با کمی مطالعه به کار ببرید. به منظور آشنایی اولیه، به شرح مختصر عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه از دستگاه سیگنال ژنراتور مانند شکل ۳۴- ۴ می‌پردازیم. معمولاً عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای سایر دستگاه‌ها، شبیه عملکرد همین دستگاه است. در کنار شکل، شرح کلی هر یک از دگمه‌ها و سلکتورها نوشته شده است. شرح کامل عملکرد آنها در کتاب همراه آورده شده است.

### پژوهش

- با توجه به اینکه سیگنال ژنراتورها ایده‌آل نبوده و مانند باتری‌ها مقاومت معادلی در داخل دستگاه به صورت سری با آن قرار می‌گیرد، نقش مقاومت داخلی در دستگاه سیگنال ژنراتور AF یا دستگاه‌های مشابه را بررسی کنید و نتایج پژوهش را به کلاس ارائه دهید.
- در مورد انواع سیگنال ژنراتور پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### نکته

در مورد کار با انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری باید به گونه‌ای عمل کنید که با مشاهده دگمه‌ها و سلکتورهای آن و مراجعه به راهنمای کاربرد، به آسانی بتوانید با آن کار کنید. درست مانند همان روشی است که در مورد کار با تلفن همراه انجام می‌دهید. به عبارت دیگر با تعویض تلفن همراه، با یک مطالعه مختصر می‌توانید با دستگاه جدید کار کنید.

با درج Audio Frequency Signal Generator یکی از موتورهای جست‌وجو مانند گوگل، چند نمونه دیگر از سیگنال ژنراتور را پیدا کنید و مشخصات آنها را استخراج و به کلاس ارائه دهید.

### پژوهش







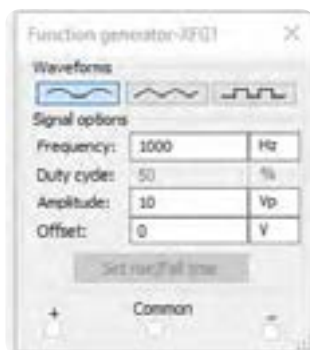
شکل ۳۵ - ۴ - فانکشن ژنراتور و صفحه تنظیم آن

برای دریافت ولتاژ بیک از ترمینال مثبت و GND استفاده کنید. در صورتی که از دو ترمینال + و - استفاده کنید، دو منبع هم اندازه باهم جمع شده و ولتاژی دو برابر حالت تنظیم شده در خروجی دریافت می کنید.

۴ فانکشن ژنراتور را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا شکل ۳۵ - ۴ روی میز کار ظاهر شود.

این فانکشن ژنراتور می تواند شکل موج های مربعی، مثلثی و سینوسی را تولید کند. توسط این دستگاه می توانید مقادیر فرکانس، واحد فرکانس و دامنه (بیک) موج را تغییر دهید.

۵ فانکشن ژنراتور را مطابق شکل ۳۶ - ۴ برای ایجاد ولتاژ سینوسی با دامنه ۱۰ ولت بیک و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید.



شکل ۳۶ - ۴ - صفحه تنظیم فرکانس و دامنه در نرم افزار



شکل ۳۴ - ۴ - یک نمونه سیگنال ژنراتور

**توجه :** در صورتی که نمونه های دیگری در آزمایشگاه شما وجود دارد می توانید با استفاده از راهنمای کاربرد آن، دگمه ها و سلکتورها را شناسایی کنید.

## ۹-۴ - کار عملی شماره ۲ فانکشن ژنراتور در نرم افزار :

**هدف :** کسب مهارت در کار با فانکشن ژنراتور و دستگاه های اندازه گیری موجود در نرم افزار  
**ابزار، مواد و تجهیزات :** نرم افزار مرتبط - رایانه  
**مراحل انجام کار**

۱ به فیلم کار با فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار توجه کنید و چگونگی کار با دگمه ها و سلکتورهای آن را به خاطر بسپارید.

۲ با توجه به محتوای فیلم و توضیحات آن و مشاهده عملکرد کلیدها و دگمه های فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار که توسط معلم در کلاس به نمایش در آمده است و کار با نرم افزار در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه ها و ولوم های فانکشن ژنراتور نرم افزار بحث کنید.

۳ در صورتی که نرم افزاری مانند مولتی سیم یا هر نرم افزار مرتبط دیگر روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه اندازی کنید.

فیلم ۴



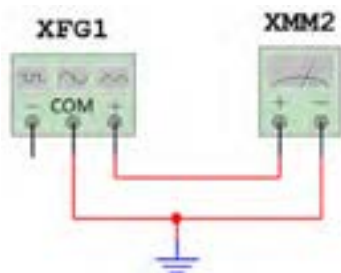
فعالیت گروهی





مؤثر ولتاژ را نشان می‌دهد، آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده توسط رابطه زیر برابر است؟

$$V_e = \frac{V_{pk}}{\sqrt{2}} = \text{ولت}$$



شکل ۳۹-۴ شبیه‌سازی ولتاژ برق شهر

### الگوی پرسش

شکل ۴۰-۴ یک نمونه سیگنال ژنراتور دیجیتالی و مشخصات آن را به زبان اصلی نشان می‌دهد. با توجه به متن انگلیسی به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

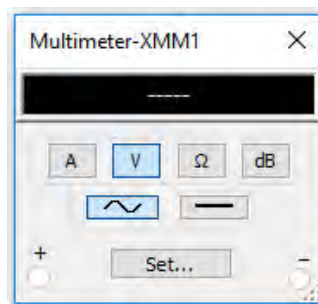
۱ محدود فرکانس تولیدی توسط دستگاه چقدر است؟

۲ در صفحه نمایش، فرکانس و دامنه تا چند رقم نشان داده می‌شود؟



شکل ۴۰-۴ نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور دیجیتالی

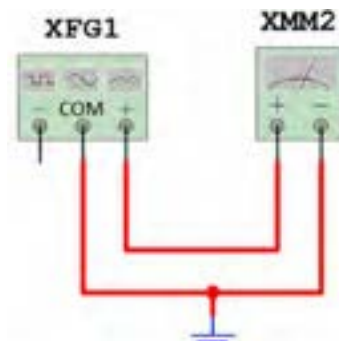
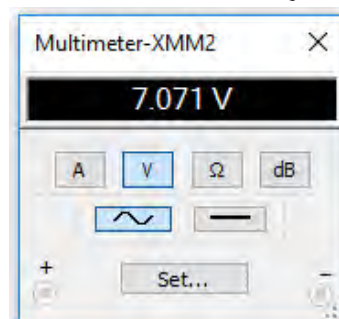
۶ مولتی‌متر را از منوی ابزار به روی صفحه کار آورده و آن را برای اندازه‌گیری ولتاژ AC مانند شکل ۳۷-۴ تنظیم کنید.



شکل ۳۷-۴ تنظیم مولتی‌متر برای اندازه‌گیری ولتاژ AC

۷ مولتی‌متر را مطابق شکل ۳۸-۴ به فانکشن ژنراتور وصل کنید و مقدار ولتاژ دستگاه را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V = \dots\dots\dots \text{ولت}$$



شکل ۳۸-۴ اتصال ولت‌متر به فانکشن ژنراتور

۸ برای شبیه‌سازی ولتاژ برق شهر، فانکشن ژنراتور را روی موجی سینوسی با دامنه پیک ۳۱۱ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز تنظیم کنید. مطابق شکل ۳۹-۴، توسط ولت‌متر AC مقدار ولتاژ دستگاه را اندازه بگیرید. چون ولت‌متر AC مقدار

The frequency, amplitude and duty cycle can be adjusted continuously.  
 .Frequency range: 0.2 - 2 MHz  
 .5 - digit LED frequency display, 3-digit amplitude display synchronous  
 . Attenuation: 20dB/40dB

#### Specifications:

Basic function	
Frequency range	0.2 MHz/2Hz/20Hz/ 200Hz/2kHz/200kHz/2MHz
Amplitude	(2Vp-p~20Vp-p) $\pm 20\%$
Output signal	50 $\Omega$
impedance	
Attenuation	20dB/40dB
Duty cycle	20%~80% $\pm(10\%)$
Display	5 digits CED frequency display synchronously
Sine Wave	Distortion <2%
Triangle Wave	Linearity >99%
Square Wave	Rise edge times/fall edge times <100ns
Time base	Symmetry frequency: 12 MHz, frequency stability: $\pm 5 \times 10^{-5}$
Signal frequency	< 0.1 Minutes
Stability	
Measurement error	$\leq 0.5\%$
Dimension	270 mm×215mm×100mm



شکل ۴۱- دستگاه‌های الکترونیکی آسیب‌پذیر هستند.



سؤال ایمنی

۲ علامت شکل ۴۲- روی یک دستگاه چه مفهومی دارد؟



شکل ۴۲- علامت روی دستگاه

۳ حداکثر دامنه تا چند ولت پیک‌تا‌پیک قابل تنظیم است؟

۴ دستگاه چه نوع شکل موج‌هایی تولید می‌کند؟

۵ دگمه تضعیف (ATT) چند حالت دارد و مقدار تضعیف

چند دسی‌بل است؟

۶ حداکثر خطا در اندازه‌گیری چند درصد است؟

۷ ابعاد دستگاه را بنویسید.

۸ صفحه‌نمایش این دستگاه چه کمیت‌هایی را نشان می‌دهد؟

BNC اول چه کلماتی است؟ در این مورد پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



۱۰-۴ کار عملی شماره ۳: کار با سیگنال ژنراتور موجود در آزمایشگاه

هدف: کسب مهارت در کار با سیگنال ژنراتور واقعی  
 مواد، ابزار و تجهیزات: مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه  
 ، سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه، سیم رابط یک سر BNC یک سر سوسماری، سیم رابط یک سر BNC یک سر موزی (فیشی)

مراحل انجام کار

۱ علت آسیب دیدن دستگاه شکل ۴۱- را مشخص کنید.

دستگاه‌های الکترونیکی مانند سیگنال ژنراتور آسیب‌پذیر هستند لذا قبل از کار با هر نوع دستگاهی، ابتدا راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و در خلال انجام کار عملی، حتماً دستورات ارائه شده در آن را به اجرا در آورید. هنگام اتصال دستگاه به برق شهر، حتماً به ولتاژ کار آن توجه کنید. به سلكتورها و دگمه‌های دستگاه فشار بیش از حد وارد نکنید.

فکر کنید





۳ فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال‌ژنراتور واقعی را ببینید.

۴ باتوجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با سیگنال‌ژنراتور نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با سیگنال‌ژنراتور در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های سیگنال‌ژنراتور بحث و نتیجه‌گیری کنید.

۵ آیا می‌توان به یک پریز برق، دو شاخه چندین دستگاه را مانند شکل ۴۳-۴ متصل نمود؟ در صورت عدم رعایت استانداردها، این کار چه خطراتی دارد؟



همواره به «ایمنی» فکر کنید

شکل ۴۳-۴ استفاده غیر استاندارد و خطرناک از پریز سیار

را در جدول ۱-۴ بنویسید. در صورتی که تعداد آنها بیش از ۸ عدد است، در برگه جداگانه‌ای جدولی با سطرهای بیشتر ترسیم کنید.

۶ سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و ورودی‌ها، خروجی‌ها، کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای آن را شناسایی کنید. سپس نام و عملکرد هر کدام

جدول ۱-۴ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌ها و سلکتورهای سیگنال ژنراتور

شماره	نام کلید، ولوم یا سلکتور به زبان اصلی	نام کلید، ولوم یا سلکتور به زبان فارسی	شرح مختصر عملکرد کلید، ولوم یا سلکتور
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			

۷ راهنمای کاربرد دستگاه موجود در آزمایشگاه را مورد مطالعه قرار دهید و محدوده فرکانس تولیدی توسط دستگاه، حوزه کار (رنج) تغییر فرکانس، ضرایب تغییر فرکانس، کار، توان مصرفی، درجه حرارت کار و دقت فرکانس را در جدول ۲-۴ بنویسید.

جدول ۲-۴ مشخصات فنی دستگاه

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مشخصات فنی دستگاه	حداقل و حداکثر فرکانس	حوزه تغییرات فرکانس Frequency Range	ماکزیم ولتاژ خروجی	ضرایب تضعیف Attenuation	ولتاژ کار	توان مصرفی	دقت فرکانس	ابعاد و وزن	درجه حرارت کار

۸ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم کنید. به وسیله مولتی متر دیجیتالی حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه می تواند تولید کند را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

= عدد ضرب (حوزه کار یا رنج فرکانس)

= عدد سلکتور فرکانس

$$F = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{HZ}$$

ولت  $V_{\text{out max}}$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{\text{out min}}$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۹ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰۰ هرتز تنظیم کنید. مجدداً به وسیله مولتی متر دیجیتالی حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه می تواند تولید کند را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

= عدد ضرب (حوزه کار یا رنج فرکانس)

= عدد سلکتور فرکانس

$$F = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{HZ}$$

ولت  $V_{\text{out max}}$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{\text{out min}}$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۱۰ آیا در مرحله ۹ حداقل و حداکثر مقدار ولتاژ خروجی تغییر نموده است؟

در صورتی که پاسخ مثبت است، علت را توضیح دهید.

۱۱ فرکانس موج سینوسی را روی ۵۰۰ هرتز و دامنه ولتاژ ماکزیمم تنظیم کنید. دگمه تضعیف (Att) دستگاه را فعال کنید. ولتاژ خروجی را به وسیله مولتی متر اندازه بگیرید.

(ولتاژ خروجی ماکزیمم بدون تضعیف)

$$V_{\text{out max}} = V_1 = \dots\dots\dots$$

(ولتاژ خروجی ماکزیمم با تضعیف)

$$V_{\text{out max}} = V_2 = \dots\dots\dots$$

۱۲ ولتاژ خروجی دستگاه چند برابر (مرتبه) تضعیف شده است؟

$$\text{مرتبه} = \dots\dots\dots = \frac{V_1}{V_2} = \text{مقدار تضعیف}$$

۱۳ کلید تضعیف سیگنال ژنراتور را به حالت معمولی (در نمونه شکل ۴۴ - ۴ به حالت HIGH) برگردانید و دستگاه را روی موج مربعی با فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم کنید (شکل ۴۵ - ۴). حداقل و حداکثر مقدار ولتاژ موج خروجی دستگاه را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V_{\text{out max}}$  = ..... (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{\text{out min}}$  = ..... (ولتاژ خروجی مینیمم)

توجه:

اگر کلید تضعیف دستگاه شما وضعیت های مختلفی دارد، میزان تضعیف هر وضعیت کلید را می توانید اندازه بگیرید. مرحله ۱۳ برای دستگاهی مانند شکل ۴۴ - ۴ مطرح شده است که کلید تضعیف دو حالت HIGH و LOW دارد.



شکل ۴۴ - ۴ شکل ۴۵ - ۴ کلید در وضعیت موج مربعی

## الگوی پرسش

۱ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال هایی با شکل موج ..... و ..... است.

۲ کار کلید سلکتور Attenuator ..... سیگنال است.

۳ اگر صفحه مدرج انتخاب فرکانس سیگنال ژنراتور روی عدد ۲۰ و کلید انتخاب حوزه کار روی ۱k باشد، فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور ..... کیلوهرتز است.

چند هرتز تا ده‌ها مگا هرتز تغییر می‌کند. در کتاب همراه هنرجو کار کلیدها، دگمه‌ها و ولوم‌های دستگاه شرح داده شده است.



شکل ۴۷-۴- فرکانس متر دیجیتالی

۴-۱۲- کار عملی شماره ۴: کار با فرکانس متر در فضای نرم افزاری  
هدف: کسب مهارت در کار با فرکانس متر نرم افزار  
ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط - رایانه  
مراحل انجام کار:

#### فیلم ۶

۱- فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دگمه‌ها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی را در فضای نرم افزار مشاهده کنید.

#### فعالیت گروهی

۲- با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با فرکانس متر دیجیتالی نرم افزار)، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی بحث کنید.

۳- فانکشن ژنراتور را مطابق آزمایش‌های قبل روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و دامنه ۱۰ ولت پیک تنظیم کنید.

۴- فرکانس متر را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا روی میز کار ظاهر شود.

۴- اگر کلید سلکتور Attenuator روی صفر دسی بل باشد، دامنه سیگنال تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صفر است.

صحيح ☐ غلط ☐

۵- db ۱۰- تضعیف، دامنه سیگنال تولید شده را  $\frac{1}{3}$  و db ۲۰- تضعیف، دامنه سیگنال را  $\frac{1}{10}$  کاهش می‌دهد.

صحيح ☐ غلط ☐

۶- نمونه‌ای از فانکشن ژنراتور دیجیتالی را در شکل ۴۶-۴ مشاهده می‌کنید. برخی اطلاعات دستگاه به زبان اصلی نوشته شده است. با توجه به این اطلاعات به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- محدوده فرکانس تولیدی دستگاه
- شکل موج‌های تولیدی توسط دستگاه
- حداکثر تضعیف بر حسب دسی بل



شکل ۴۶-۴- فانکشن ژنراتور دیجیتالی

.Frequency is selectable from 1 Hz to 5 MHz  
.Sine, Square, or triangle waveform output  
.Direct digital synthesis (DDS) architecture  
.Bright, eye-to-read LED display  
.Number pad for quick input of frequency  
.Front panel push button and pull knob can attenuate output by up to 40 dB  
.Adjustable duty cycle and DC offset

#### ۴-۱۱- فرکانس متر دیجیتالی (Digital Frequency Meter)

فرکانس متر دیجیتالی، دستگاهی است که فرکانس سیگنال متناوب را اندازه می‌گیرد و مقدار آن را روی صفحه نمایش (Display) نشان می‌دهد. در شکل ۴۷-۴ یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی را مشاهده می‌کنید. حوزه اندازه‌گیری فرکانس در انواع آنها متفاوت است و با توجه به نوع دستگاه از

## مراحل انجام کار



فیلم ۷

۱ فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دگمه‌ها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی واقعی را ببینید.

- قبل از کار با هر نوع دستگاهی، حتماً راهنمای کاربرد آن را به دقت مطالعه کنید و در خلال انجام کار عملی دستورات ارائه شده را به اجرا درآورید.
- کلیه نکات ایمنی مربوط به دستگاه سیگنال ژنراتور را در مورد دستگاه فرکانس متر نیز رعایت کنید.



فعالیت گروهی

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با فرکانس متر دیجیتالی نرم افزار)، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی بحث کنید و اطلاعات مهم را مرور کنید.

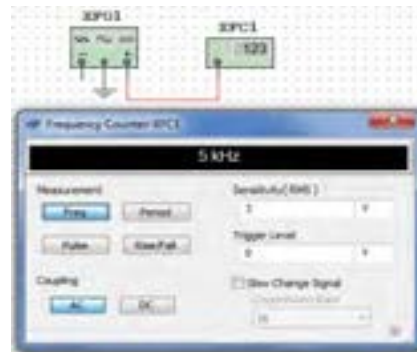
۳ فرکانس متر دیجیتالی موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و با استفاده از راهنمای کاربرد، ورودی‌ها، کلیدها و ولوم‌های آن را شناسایی کنید. سپس نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌ها را در جدول ۳-۴ بنویسید. در صورتی که تعداد کلیدها و ولوم‌ها بیش از ۸ کلید است، روی کاغذ جداگانه‌ای جدولی با سطرهای بیشتر ترسیم کنید.

جدول ۳-۴ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی

شماره	نام کلید ورودی‌ها، یا ولوم به زبان انگلیسی	نام کلید ورودی‌ها، یا ولوم به زبان فارسی	شرح مختصر عملکرد کلید یا ولوم
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			

۵ فرکانس متر را مطابق شکل ۴-۴۸ به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس موج را اندازه بگیرید.

$$F = \dots\dots\dots \text{ HZ}$$



شکل ۴-۴۸ اتصال سیگنال ژنراتور به فرکانس متر نرم افزار

۶ دگمه زمان تناوب فرکانس متر را فعال کنید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots \text{ Sec}$$

با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F}$  بررسی کنید آیا زمان تناوب صحیح اندازه گیری شده است؟ در صورتی که پاسخ منفی است چرا؟

۱۳-۴ کار عملی شماره ۵: کار با فرکانس متر دیجیتالی موجود در کارگاه

هدف: کسب مهارت در کار با فرکانس متر واقعی  
مواد، ابزار و تجهیزات: فرکانس متر، یک دستگاه سیگنال ژنراتور، یک دستگاه سیم‌های رابط به تعداد کافی



توجه: می‌توانید آزمایش را برای چند فرکانس دلخواه دیگر تکرار کنید تا در کار با فرکانس متر تسلط کامل پیدا کنید.



شکل ۴۹-۴ ورودی‌های فرکانس متر دیجیتالی

پرسش: با توجه به شکل ۴۹-۴ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) ورودی A برای اندازه‌گیری چه محدوده فرکانس و حداکثر چند ولت rms به کار می‌رود؟

ب) ورودی B برای اندازه‌گیری چه محدوده فرکانس به کار می‌رود؟

۴ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی و با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و مقدار ۴ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۵ فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور را توسط فرکانس متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$F = \dots\dots\dots \text{HZ}$$

۶ آیا فرکانس اندازه‌گیری شده توسط فرکانس متر با فرکانس تنظیم شده روی دستگاه انطباق دارد؟ شرح دهید.

۷ دگمه زمان تناوب دستگاه (Period) را فشار دهید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots \text{ثانیه}$$

۸ زمان تناوب را از رابطه زیر به دست آورید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{Sec}$$

۹ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده تطابق دارد؟ شرح دهید.

۱۰ سیگنال ژنراتور را روی موج مربعی با مقدار ۵ ولت مؤثر و فرکانس ۲۰۰ کیلوهرتز بگذارید و مقدار فرکانس را با فرکانس متر اندازه بگیرید. آیا مقدار اندازه‌گیری شده با آنچه که روی دستگاه تنظیم کرده‌اید انطباق دارد؟ شرح دهید.

۱۱ دگمه زمان تناوب دستگاه (Period) را فشار دهید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots \text{ثانیه}$$

۱۲ زمان تناوب را از رابطه زیر به دست آورید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{Sec}$$

۱۳ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده تطابق دارد؟ شرح دهید.



## ۱۴-۴- الگوی آزمون نظری

۱ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال‌های.....

و ..... است و فرکانس‌هایی در محدوده چند هرتز تا ..... تولید می‌کند.

۲ کار کلید Reset در دستگاه فرکانس‌متر ..... است.

۳ اگر صفحه مدرج انتخاب فرکانس سیگنال ژنراتور روی عدد ۵ و کلید انتخاب رنج روی  $1k \times$  باشد، فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور ..... کیلوهرتز است.

۴ فانکشن ژنراتور (Function Generator) همان سیگنال ژنراتور است که علاوه بر موج مربعی و سینوسی، تعدادی موج دیگر مانند مثلثی تولید می‌کند.  
☐ غلط ☐ صحیح

۵ با فشردن کدام کلید روی فرکانس‌متر دیجیتالی، می‌توانیم زمان تناوب موج مورد نظر را اندازه بگیریم؟  
 Function (۱) Counter (۲)  
 Period (۳) Reset (۴)

## ۱۵-۴- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری

۱ فانکشن ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۴۰۰۰ هرتز و دامنه ۸ ولت پیک تنظیم کنید.

۲ به وسیله ولت‌متر ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots\dots\dots$

۳ فرکانس‌متر را از منوی ابزار انتخاب و روی میز کار ظاهر کنید.

۴ فرکانس‌متر را به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس موج را اندازه بگیرید. HZ  $F = \dots\dots\dots$

۵ دگمه زمان تناوب فرکانس‌متر را فعال کنید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید. sec  $T = \dots\dots\dots$

۶ با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F}$  زمان تناوب را محاسبه کنید.

$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots$  sec

۷ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده انطباق دارد؟  
☐ بلی ☐ خیر

چرا؟.....

## ۱۶-۴- الگوی آزمون عملی با دستگاه آزمایشگاه

۱ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم کنید. به وسیله مولتی‌متر دیجیتالی حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه می‌تواند تولید کند را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V_{out\ max} = \dots\dots\dots$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)  
 ولت  $V_{out\ min} = \dots\dots\dots$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۲ موج سینوسی را روی مقدار ۴ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۳ به وسیله ولت‌متر، ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V = \dots\dots\dots$

۴ فرکانس‌متر را به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس موج را اندازه بگیرید. HZ  $F = \dots\dots\dots$

۵ دگمه زمان تناوب فرکانس‌متر را فعال کنید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید. sec  $T = \dots\dots\dots$

۶ با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F}$  زمان تناوب را محاسبه کنید.

$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots$  sec

۷ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده انطباق دارد؟ چرا؟  
☐ بلی ☐ خیر

#### ۱۷-۴- اسیلوسکوپ : (oscilloscope)

نمایش گرهای تصویر، یکی از وسایل مهم زندگی روزمره ما را تشکیل می دهند. نمایش گر (مونیتور - Monitor) رایانه، تلویزیون، صفحه تلفن همراه و در باز کن تصویری هریک به نوعی اطلاعات مختلفی را به ما منتقل می کنند. یکی دیگر از دستگاه های نمایش گر تصویر، اسیلوسکوپ است. اسیلوسکوپ یا نوسان نمادستگاهی است که می تواند شکل موج یک سیگنال الکتریکی را به ما نشان دهد. همچنین از روی شکل موج می توان مقدار ولتاژ، زمان تناوب و اختلاف فاز را اندازه گرفت و فرکانس موج را محاسبه کرد. این

دستگاه ولت متری دقیق است که می تواند ولتاژهای DC و AC از یک هزارم ولت (mv) تا چندصد ولت را اندازه گیری نماید. از کاربردهای دیگر اسیلوسکوپ، رسم منحنی های مشخصه قطعات مختلف مانند مشخصه ولت آمپر عناصر نیمه هادی مانند دیود و ترانزیستور است. محدوده فرکانس کار اسیلوسکوپ از فرکانس صفر (DC) تا چندصد مگاهرتز است. در شکل ۵۰-۴ یک نمونه اسیلوسکوپ با فرکانس کار ۱۰۰ مگاهرتز را مشاهده می کنید. در شکل ۵۱-۴ نمونه ای دیگر از اسیلوسکوپ نشان داده شده است.



شکل ۵۱-۴ نمونه ای دیگر از اسیلوسکوپ

شکل ۵۰-۴ نمونه ای از اسیلوسکوپ

فیلمی از انواع اسیلوسکوپ و کاربرد آن را ببینید.

فیلم ۸



شکل ۵۲-۴ ساختمان داخلی یک نوع اسیلوسکوپ

#### ۱۸-۴- ساختمان داخلی اسیلوسکوپ

ساختمان داخلی اسیلوسکوپ از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

الف) صفحه نمایش

ب) مدارهای آماده سازی سیگنال

در شکل ۵۲-۴ ساختمان داخلی یک نوع اسیلوسکوپ را مشاهده می کنید.



به فیلم در مورد ساختمان داخلی اسیلوسکوپ و صفحه نمایش CRT توجه کنید و اطلاعات آن را یادداشت کنید.

### ۱۹-۴- صفحه نمایش

روی صفحه نمایش، شکل موج ترسیم می‌شود. صفحه نمایش اسیلوسکوپ‌های قدیمی صفحه لامپ اشعه کاتدیک (CRT = Cathode Ray Tube) است. شکل ۵۳-۴ لامپ اشعه کاتدیک و صفحه نمایش آن را نشان می‌دهد.



شکل ۵۴-۴- یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه نمایش LCD

### صفحه نمایش LED (Light Emitting Diode) :

صفحه تصویر LED یا صفحه نمایش با دیود نوردهنده در اسیلوسکوپ‌ها تاکنون بیشتر در حد اسیلوسکوپ‌های ساده نمونه‌سازی شده‌اند. در شکل ۵۵-۴ یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه نمایش LED را مشاهده می‌کنید. امروزه صفحه نمایش‌های تمام LED در تابلوهای روان، تبلیغاتی و تلویزیون به کار می‌رود.



شکل ۵۳-۴- لامپ اشعه کاتدیک

### صفحه نمایش LCD (Liquid Cristal Display) :

فیلم در مورد صفحه نمایش LCD و LED را ببینید و اطلاعات آن را یادداشت کنید.



شکل ۵۵-۴- یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه نمایش LED



پژوهش

در مورد صفحه تصویرهای LCD، CRT و LED مزایا و معایب هریک تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

امروزه نمایشگرهای لامپ اشعه کاتدیک موجود با توجه به وزن، حجم و توان مصرفی زیاد به تدریج از رده خارج می‌شوند و نمایشگرهای LCD یا صفحه نمایش کریستال مایع جایگزین آنها می‌شوند. البته به دلیل زمان استفاده محدود صفحه تصویر اسیلوسکوپ، عمر کارکرد آنها طولانی است و روند از رده خارج شدن آنها نسبت به سایر نمایشگرها اندکی کندتر است. در شکل ۵۴-۴ یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه نمایش LCD را مشاهده می‌کنید.

در نمایشگرهای LCD برای تولید تصویر از موادی که از نظر خواص فیزیکی بین جامد و مایع قرار دارند و به کریستال مایع

## فعالیت خارج از ساعت درسی

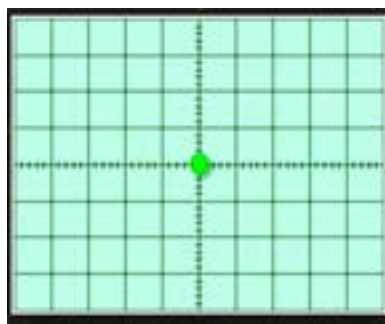
در مورد دستگاه‌ها و وسایلی که در منزل با آن‌ها سروکار دارید و دارای صفحه نمایش هستند تحقیق کنید. (مواردی مانند نوع صفحه‌نمایش، اینچ صفحه و کاربرد دستگاه) و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

### ۲۰-۴- چگونگی تشکیل تصویر

برای رسم یک تصویر روی صفحه به ابزاری مانند قلم و کاغذ نیاز است. با نقطه‌گذاری می‌توان تصویری را روی صفحه ایجاد نمود. اگر تصویر رنگی باشد، از ابزار تولیدکننده رنگ استفاده می‌شود. برای ایجاد تصویر با نور، به یک منبع تولید نور (به جای قلم) و صفحه نمایش به جای کاغذ نیاز است. در اسیلوسکوپ‌ها اگر عامل تولید نور مرکز صفحه را متأثر کند، یک نقطه نورانی مانند شکل ۵۶-۴ در وسط صفحه نمایش ایجاد می‌شود. چنانچه بخواهیم یک شکل موج مانند موج سینوسی نشان داده شده در شکل ۵۷-۴ را روی



شکل ۵۷-۴- موج سینوسی



شکل ۵۶-۴- نقطه در وسط صفحه تصویر

در مورد چگونگی تشکیل تصویر روی صفحه‌نمایش LCD و LED و ساختار آنها توضیح داده نشده است. در مقاطع تحصیلی بالاتر با توجه به نیاز، چگونگی تشکیل تصویر در این نوع صفحه‌نمایش‌ها را مطالعه خواهید نمود.

نکته



با توجه به اینکه در هر لحظه فقط یک نقطه از صفحه نمایش متأثر می‌شود، در این صورت ما باید فقط یک نقطه نورانی را روی صفحه حساس ببینیم، چرا یک موج سینوسی یا موج دیگر را به صورت پیوسته می‌بینیم؟

فعالیت گروهی



پویانمایی در مورد رسم شکل موج سینوسی و مربعی روی صفحه‌نمایش را ببینید و درباره آن بحث کنید.

پویانمایی



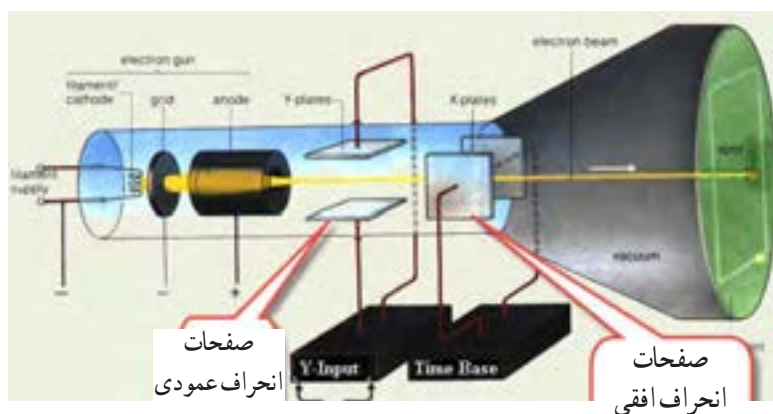


۱ چه شباهتی بین مطالعه خط به خط یک صفحه کتاب و جاروب کردن یک صفحه نمایش وجود دارد؟  
 ۲ چگونه و با چه ابزاری می‌توانیم حرکت پاندول ساعت را به صورت یک موج سینوسی روی یک صفحه کاغذ رسم کنیم؟ فرایند کار را توضیح دهید و به کلاس ارائه کنید.

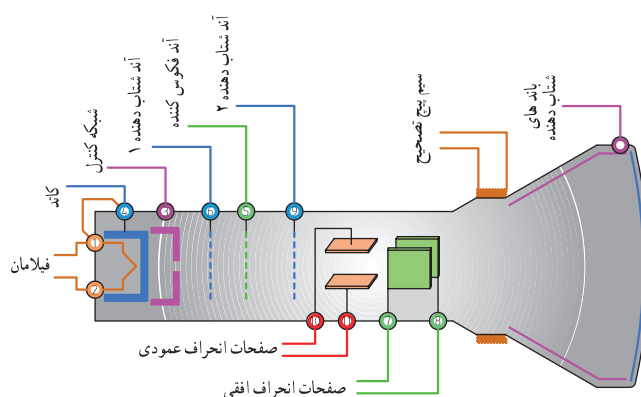
از میان این دو صفحه عبور می‌کند، اگر پتانسیل هریک از صفحات نسبت به دیگری مثبت‌تر گردد، اشعه در جهت آن صفحه منحرف می‌شود. این صفحات را "صفحات انحراف عمودی" می‌نامند. علاوه بر این صفحات، دو صفحه دیگر برای انحراف اشعه در جهت افقی نیز وجود دارد که "صفحات انحراف افقی" نامیده می‌شوند. شکل ۵۸ - ۴ صفحات انحراف افقی و عمودی را نشان می‌دهد. برای تمرکز و شتاب دادن اشعه الکترونی تعدادی استوانه (آند شتاب‌دهنده و متمرکزکننده) وجود دارد. نقش این آندها دادن سرعت بیشتر به الکترون‌ها و تمرکز آنها روی صفحه است. در شکل ۵۹ - ۴ ساختمان لامپ اشعه کاتدیک و موقعیت آندهای شتاب‌دهنده را مشاهده می‌کنید.

## ۲۱ - ۴ - حرکت اشعه در جهت افقی و عمودی در لامپ CRT

هر نقطه از شکل موج دارای مختصاتی در جهت افقی و عمودی است. برای حرکت اشعه در جهت عمودی، بعد از تفنگ الکترونی دو صفحه وجود دارد. هنگامی که اشعه



شکل ۵۸ - ۴ صفحات انحراف افقی و عمودی



شکل ۵۹ - ۴ ساختمان داخلی لامپ اشعه کاتدیک





اکنون تاحدودی به چگونگی تشکیل تصویر در CRT آشنا شده‌اید. همچنین در کتاب همراه درباره عملکرد دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای یک نمونه اسیلوسکوپ توضیح داده شده است که در صورت نیاز می‌توانید به آن مراجعه کنید. چون معمولاً اسیلوسکوپ‌های قدیمی با لامپ تصویر CRT بیشتر در دسترس قرار دارد، نمونه انتخاب شده مطابق شکل ۴-۶۲ از نوع CRT است. یادآور می‌شود که کار با نمونه‌های دیگر تفاوت چندانی با اسیلوسکوپ CRT ندارد. در ادامه به چگونگی استفاده از اسیلوسکوپ مربوط به نرم‌افزار در قالب کار عملی می‌پردازیم.



شکل ۴-۶۲- یک نمونه اسیلوسکوپ



## نکته

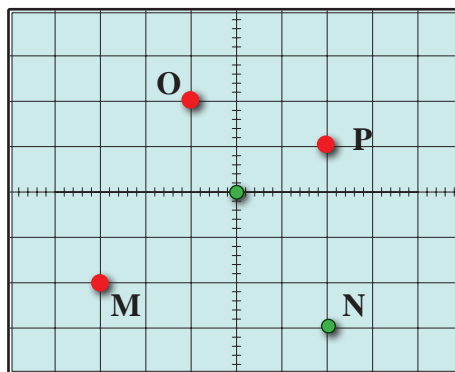
توجه داشته باشید که همه فعالیت‌های انجام شده در ساعات درسی و غیر درسی توسط معلم شما مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد. همچنین برای آشنایی بیشتر با چگونگی کار با اسیلوسکوپ توصیه می‌کنیم در ساعات غیر درسی فیلم‌های مرتبط را چندین بار مشاهده کنید.

۴-۲۲- کار عملی شماره ۶: کار با اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار: ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره  
هدف: کسب مهارت در کار با اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار و اندازه‌گیری کمیت‌های موج  
ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار

در مورد میزان ولتاژ اعمال شده به آندهای شتاب دهنده و متمرکزکننده و چگونگی تهیه ولتاژ زیاد (High Voltage) تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

اگر به هر دو صفحه انحراف افقی و عمودی ولتاژ صفر بدهیم، اشعه مانند شکل ۴-۶۰ در سمت راست صفحه حساس می‌تابد و نقطه نورانی را در مرکز صفحه ایجاد می‌کند.

اگر برای انحراف اشعه به اندازه یک خانه به یک ولت نیاز داشته باشیم، به صفحات انحراف عمودی و افقی چند ولت وصل کنیم تا نقطه نورانی در محل مختصات P، O، N، M تشکیل شود؟

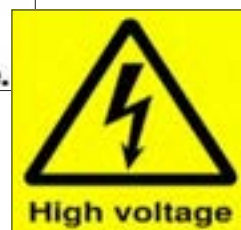


شکل ۴-۶۰

اگر روی دستگاه یا در مکانی علائم شکل ۴-۶۱ وجود داشته باشد چه مفهومی دارد؟



**CAUTION**  
High Voltage.  
Do not enter  
this enclosure.



شکل ۴-۶۱

## مراحل انجام کار

۱ فیلم مربوط به اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار را ببینید و به عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌های آن با دقت کافی توجه کنید.

فیلم ۱۱

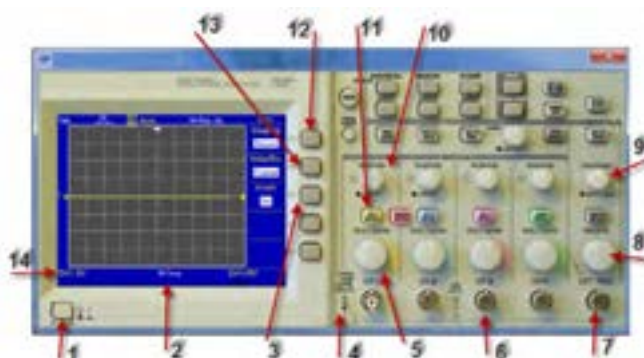


۲ نرم افزار مولتی سیم را فعال کنید و اسیلوسکوپ سه بعدی را روی میز کار حاضر کنید.

فعالیت گروهی



۳ با توجه به فعالیت‌های قبلی (مشاهده فیلم)، مشاهده عملکرد دگمه‌ها در نرم افزار اجرا شده توسط معلم در کلاس و مشاهده فیلم کار با نرم افزار در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار مانند شکل ۶۳ - ۴ بحث کنید و بررسی نمایید چگونه می‌توانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش ظاهر کنید.



شکل ۶۳-۴- یک نمونه اسیلوسکوپ

۴ با اطلاعاتی که در فیلم مربوط به عملکرد اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار دیده‌اید، در جدول شماره ۴-۴، ورودی، کار دگمه‌ها و ولوم‌های شماره گذاری شده را به اختصار بنویسید.

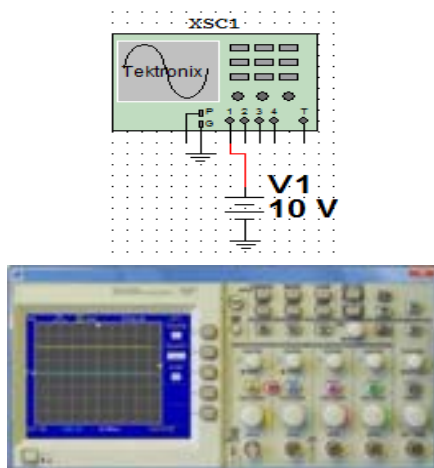
جدول ۴-۴- نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ نرم افزار

شماره ورودی‌ها، دگمه یا ولوم	نام ورودی‌ها، دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی	معنی فارسی	شرح عملکرد به اختصار
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			
۹			
۱۰			
۱۱			
۱۲			
۱۳			
۱۴			



۹ برای اندازه‌گیری ولتاژ DC مدار شکل ۶۶-۴ را ببینید.

۱۰ کلید Volt / Div کانال ۱ را روی ۵ ولت تنظیم کنید.



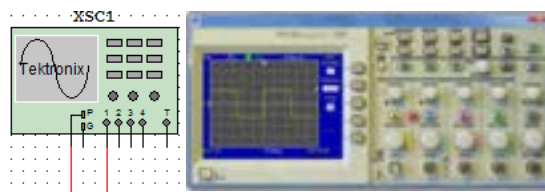
شکل ۶۶-۴ - ظاهر نمودن موج DC

۱۱ به وسیله کلید انتخاب AC - GND - DC خط GND را در وسط صفحه مدرج تنظیم کنید.

۱۲ کلید DC را فعال کنید. خط مطابق شکل ۶۶-۴ پرش می‌کند. مقدار ولتاژ در این حالت برابر است با:

$$V_{DC} = \text{ولت} = (\text{ضرب} \text{ Volt/Div}) \times (\text{میزان پرش})$$

۵ مدار آزمایش پروب را مطابق شکل ۶۴-۴ ببینید و سپس دستگاه اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Volt / Div و Time / Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش ظاهر کنید. در صورت نیاز از معلم کارگاه کمک بگیرید.



شکل ۶۴-۴ - ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره

۶ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

۷ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید سپس فرکانس موج را محاسبه کنید.  $\text{Volt/Div} = \dots\dots\dots$

$$V_{pp} = (\dots\dots) \times (\dots\dots) = \dots\dots V$$

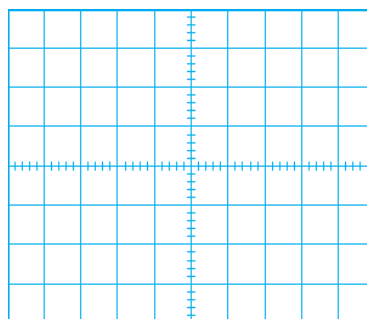
ضرب Time / Div

$$T = (\dots\dots) \times (\dots\dots) = \dots\dots \text{ sec}$$

$$F = \dots\dots\dots \text{ HZ}$$

### اندازه‌گیری ولتاژ DC :

۸ ولتاژ صفر ولت را می‌توان به صورت خط مستقیم در وسط صفحه شکل ۶۵-۴ رسم کرد، چنانچه هر خانه عمودی معادل ۲ ولت باشد، ولتاژ ۶ ولت DC معادل چند خانه عمودی است؟ در شکل ۶۵-۴ نمودار ولتاژ ۶V+ و ۶V- را با مقیاس مناسب رسم کنید.



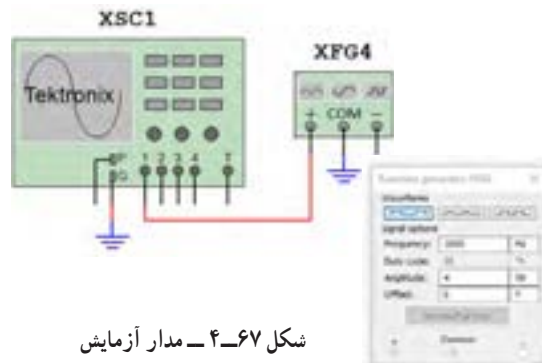
شکل ۶۵-۴ - نمودار ۶V+ و ۶V-

فعالیت



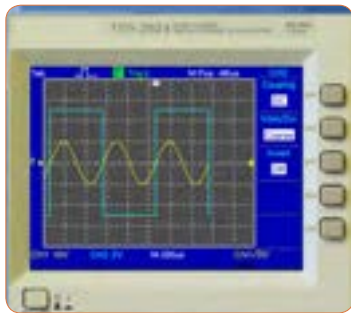
## اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی

۱۲ فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار را روی محیط کار بیاورید و فرکانس موج سینوسی را روی ۱۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۴ ولت تنظیم کنید. مدار شکل ۴-۶۷ را ببندید.



شکل ۴-۶۷ مدار آزمایش

۱۸ اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Volt /Div و Time /Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج را مانند شکل ۴-۶۹ روی صفحه نمایش ظاهر کنید.



شکل ۴-۶۹ موج‌ها روی صفحه نمایش

۱۹ دامنه پیک تا پیک موج‌ها را اندازه بگیرید.

۲۰ زمان تناوب موج‌ها را اندازه بگیرید.

۲۱ فرکانس موج‌ها را محاسبه کنید.

۱۵ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = \dots \text{ V (ولتاژ سینوسی)}$$

$$V_{pp} = \dots \text{ V (ولتاژ مربعی)}$$

$$T_1 = \dots \text{ sec (موج سینوسی)}$$

$$T_2 = \dots \text{ sec (موج مربعی)}$$

$$F_1 = \dots \text{ Hz (موج سینوسی)}$$

$$F_2 = \dots \text{ Hz (موج مربعی)}$$

فعالیت گروهی

۲۲ با هم گروهی خود در مورد اطلاعات مربوط به "اخطار" که در صفحه پشت اسیلوسکوپ نوشته شده است بحث کنید و مطالب آن را به فارسی ترجمه کنید.



۱۲ اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Volt /Div و Time /Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج را روی صفحه نمایش ظاهر کنید.

$$\text{Volt /Div} = \dots$$

$$V_{pp} = (\dots) \times (\dots) = \dots \text{ V}$$

۱۶ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید و سپس فرکانس موج را محاسبه کنید.

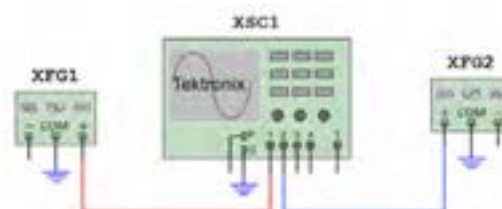
$$\text{Time / Div} = \dots$$

$$T = (\dots) \times (\dots) = \dots \text{ sec}$$

$$F = \dots \text{ HZ}$$

## ظاهر نمودن دو موج روی صفحه نمایش

۱۷ مدار شکل ۴-۶۸ را ببندید. فانکشن ژنراتور ۱ را روی موج سینوسی با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۱۰ ولت و فانکشن ژنراتور ۲ را روی موج مربعی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۵ ولت تنظیم کنید.



شکل ۴-۶۸ مدار آزمایش

### فعالیت گروهی

۲۳ باتوجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ بحث کنید و بررسی نمایید چگونه می‌توانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه‌نمایش ظاهر کنید.

۲۴ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره با دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه به ترتیب کار کنید و سپس نام و شرح عملکرد هر کدام را در جدول ۴-۵ بنویسید.

۲۳-۴ کار عملی شماره ۷: ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه

هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری موج مربعی کالیبره اسیلوسکوپ  
ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ - پروب BNC

مراحل انجام کار

۱ آیا مکان قرار گرفتن اسیلوسکوپ اهمیت خاص دارد؟ چنانچه اسیلوسکوپ در مکانی قرار گیرد که امکان افتادن وجود داشته باشد یا در معرض تابش مستقیم نور خورشید باشد یا در کنار دستگاه‌های گرمازا مانند رادیاتور شوفاژ قرار گیرد، چه اشکالی ایجاد می‌شود؟ شرح دهید.

۲ فیلم مربوط به عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ واقعی را ببینید و به چگونگی ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره دقت و توجه کنید.

سؤال ایمنی



فیلم ۱۲



جدول ۴-۵ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

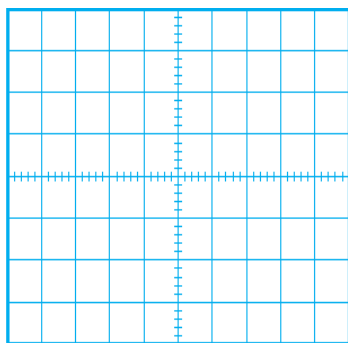
شماره دگمه یا ولوم	نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی	معنی فارسی	شرح عملکرد به اختصار
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

۵ روی صفحه حساس اسیلوسکوپ خط روشن (خط Ground) را ظاهر کنید. خط را در وسط صفحه نمایش قرار دهید. خط ظاهر شده در روی صفحه باید دارای شدت نور کافی و کمترین ضخامت باشد.

اگر شدت نور خط روی صفحه‌نمایش بیش از اندازه باشد آیا مواد فوسفورسانس روی صفحه حساس آسیب می‌بیند؟

سؤال ایمنی





شکل ۷۱-۴- محل ترسیم موج مربعی

### سؤال ایمنی

۱۲ با توجه به شکل ۷۲-۴ حداکثر چند ولت را می‌توان به ورودی اسیلوسکوپ اتصال داد؟ اگر از پروب دارای ضریب  $\times 1$  و  $\times 10$  استفاده شود، حداکثر چند ولت را می‌توان به ورودی اعمال نمود؟ رعایت این نکته از چه اهمیتی برخوردار است؟



شکل ۷۲-۴- ورودی اسیلوسکوپ

۶ برای تنظیم خط چه کلیدها و ولوم‌هایی را تنظیم نموده‌اید؟ به ترتیب مراحل اجرای کار را بنویسید.

۷ وضعیت کلیدهای زیر را پس از تنظیم در مقابل هریک بنویسید.  
الف) کلیدهای AC - GND - DC .....  
ب) ولوم‌های موقعیت عمودی و افقی .....  
پ) عدد کلیدسلکتور Time / DIV .....  
ت) عدد کلیدسلکتور VOLT / DIV .....

۸ اگر خط GND دقیقاً روی خط افقی مدرج روی صفحه حساس نباشد، چگونه خط را تنظیم می‌کنیم؟ شرح دهید.

۹ پروب BNC را به ورودی کانال ۱ (ورودی X) و طرف دیگر آن را به ترمینال مولد موج مربعی اسیلوسکوپ وصل کنید.

### نکته



اگر پروب  $\times 1$  و  $\times 10$  دارد پروب را در حالت  $\times 1$  قرار دهید.

۱۰ موج مربعی کالیبره را مطابق شکل ۷۰-۴ و به صورت کاملاً پایدار روی صفحه حساس ظاهر کنید.



شکل ۷۰-۴- موج مربعی کالیبره

۱۱ شکل موج را در نمودار شکل ۷۱-۴ رسم کنید.

۱۳ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم برای نمایش موج مربعی کالیبره بنویسید.

الف) کلیدهای AC - GND - DC .....

ب) کلید MODE .....

پ) کلید SOURCE .....

ت) عدد کلیدسلکتور VOLT / DIV .....

ث) عدد کلید سلکتور Time / DIV .....

۱۴ دامنه پیک‌تا‌پیک موج مربعی را محاسبه کنید.

۱۴ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

۲۴-۴ کار عملی شماره ۸: اندازه‌گیری ولتاژ DC  
هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری ولتاژ DC با اسیلوسکوپ

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ - پروب با BNC - منبع تغذیه - سیم‌های رابط تغذیه  
مراحل انجام کار

فیلم ۱۳

۱ فیلم مربوط به ظاهر نمودن ولتاژ DC روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ را ببینید و به چگونگی اندازه‌گیری ولتاژ DC دقت کنید.

فعالیت گروهی

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد چگونگی ظاهر نمودن شکل موج ولتاژ DC و اندازه‌گیری آن بحث کنید و مراحل اجرای کار را باهم مرور کنید.

۳ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج ولتاژ DC به ترتیب با دکمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه کار کنید و سپس نام و شرح عملکرد آنها را در جدول ۶-۴ بنویسید.

$$V_{pp} = ( \dots \dots \dots ) \times ( \dots \dots \dots )$$

$$V_{pp} = \dots \dots \dots V$$

۱۵ زمان تناوب موج مربعی را محاسبه کنید.

$$T = ( \dots \dots \dots ) \times ( \dots \dots \dots )$$

$$T = \dots \dots \dots \text{Sec}$$

۱۶ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \dots \dots \dots = \dots \dots \dots \text{Hz}$$

۱۷ ولوم (VOLT VARIABLE) را در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و هم‌زمان با چرخاندن ولوم، اثر آن را روی موج صفحه حساس مشاهده کنید.

پرسش: دامنه پیک تا پیک موج مربعی چند مرتبه کاهش یافته است؟

۱۸ ولوم VAR را در حالت کالیبره قرار دهید.

۱۹ ولوم (TIME VARIABLE) را بر عکس حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و هم‌زمان با چرخاندن ولوم، اثر آن را روی موج صفحه حساس مشاهده کنید.

۲۰ زمان تناوب موج مربعی چند مرتبه کاهش یافته است؟

۲۱ ولوم VAR را در حالت کالیبره قرار دهید.

۲۲ ولوم VAR چه کاربردی دارد؟

۲۳ آیا مانند شکل ۷۳-۴ می‌توان مدت زیادی اشعه را به یک نقطه صفحه نمایش تاباند؟ چه اشکالی ممکن است پیش بیاید؟ شرح دهید.

سؤال ایمنی



شکل ۷۳-۴

جدول ۶-۴- نام عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

شماره دگمه یا ولوم	نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی	معنی فارسی	شرح عملکرد به اختصار
۱			
۲			
۳			
۴			

۴ قبل از اعمال سیگنال به ورودی دستگاه، مکان صفر

اشعه را در وسط صفحه حساس تنظیم کنید.

۵ نور اشعه را طوری تنظیم کنید که به راحتی قابل مشاهده

باشد. اشعه را تا حد ممکن کانونی کنید.

۶ منبع تغذیه را روی ولتاژ ۶ ولت تنظیم کنید و آن را به

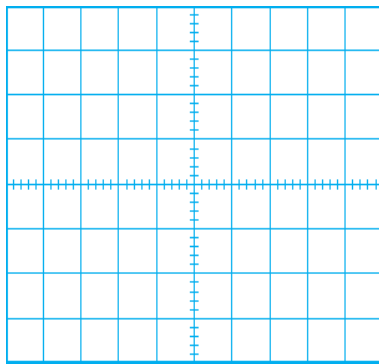
ورودی کانال ۱ اسیلوسکوپ وصل کنید.

۷ کلیدهای AC - GND - DC را در حالت DC

قرار دهید. موج روی صفحه نمایش پرش می‌کند. باید کلیدها

و ولوم‌ها را به درستی تنظیم کنید تا موج مانند شکل ۷۴-۴

روی صفحه ظاهر شود.



شکل ۷۵-۴- محل ترسیم شکل موج

۹ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم

برای اندازه‌گیری ولتاژ DC بنویسید.

الف) کلیدهای AC - GND - DC

ب) کلید MODE

پ) کلید SOURCE

ت) عدد کلید سلکتور VOLT / DIV

ث) عدد کلید سلکتور Time / DIV

۱۰ مقدار ولتاژ DC را محاسبه کنید.

$$V_{DC} = (\text{تعداد خانه‌های پرش موج در جهت عمودی}) \times (\text{VOLT / DIV})$$

$$V_{DC} = ( ) \times ( )$$

$$V_{DC} = \quad V$$



شکل ۷۴-۴- موج DC روی صفحه نمایش

## فیلم ۱۴

۱ فیلم مربوط به ظاهر نمودن موج سینوسی روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ را ببینید و به چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های آن دقت کنید.

## فعالیت گروهی

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد چگونگی ظاهر نمودن شکل موج سینوسی و اندازه‌گیری کمیت‌های آن بحث کنید و مراحل اجرای کار را با هم مرور کنید.

۳ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج سینوسی دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دیگر دستگاه اسیلوسکوپ را که تاکنون با آنها کار نکرده‌اید، به کار ببرید و نام و شرح عملکرد کلیدها یا ولوم‌ها را در جدول ۷-۴ بنویسید.

جدول ۷-۴ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

شماره دگمه یا ولوم	نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی	معنی فارسی	شرح عملکرد به اختصار
۱			
۲			
۳			
۴			

۶ موج سیگنال ژنراتور را به یکی از کانال‌های اسیلوسکوپ (کانال ۱ یا کانال ۲) وصل کنید و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۷ برای ظاهر نمودن حدود دوسیکل از موج سینوسی روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ، تنظیمات لازم را انجام دهید.

۱۱ ولتاژ منبع تغذیه را به آرامی از ۶ ولت به صفر ولت تغییر دهید و به حرکت اشعه روی صفحه حساس توجه کنید و نتیجه را یادداشت کنید.

۱۲ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

۲۵-۴- کار عملی شماره ۹:

اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی

هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی با اسیلوسکوپ

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:

اسیلوسکوپ - پروب با BNC - سیگنال ژنراتور AF -

مولتی متر دیجیتالی

مراحل انجام کار

۴ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۵ ولت تنظیم کنید.

۵ توسط ولت متر AC ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_e = \dots\dots\dots V$  (ولتاژ مؤثر)



۸ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم برای

مشاهده شکل موج سینوسی بنویسید.

الف) کلیدهای AC – GND – DC .....

ب) کلید MODE .....

پ) کلید SOURCE .....

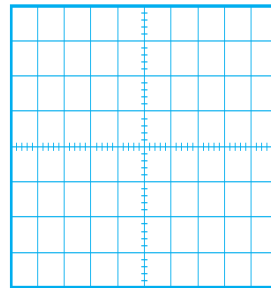
ت) عدد کلیدسلکتور VOLT /DIV .....

ث) عدد کلیدسلکتور Time /DIV .....

۹ آیا برای ظاهر نمودن موج روی صفحه نمایش، کلیدها و

ولوم‌های دیگری را نیز تنظیم نموده اید؟ شرح دهید.

۱۰ شکل موج سینوسی را در نمودار ۷۶ – ۴ رسم کنید.



شکل ۷۶ – ۴ محل ترسیم شکل موج

۱۱ کمیت‌های مربوط به موج سینوسی را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = ( \dots ) \times ( \dots )$$

$$V_{pp} = \dots V$$

$$T = ( \dots ) \times ( \dots )$$

$$T = \dots \text{Sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \dots \text{Hz}$$

۱۲ اگر کلیدهای AC – GND – DC را در حالت DC

قرار دهید. شکل موج روی صفحه نمایش چه تغییری می‌کند؟

علت را شرح دهید.

۱۳ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش

بعدی آماده نمایید.

۲۶ – ۴ – کار عملی شماره ۱۰ :

ظاهر نمودن موج سینوسی و مربعی روی صفحه نمایش

هدف : کسب مهارت در ظاهر نمودن دو موج روی صفحه

نمایش و اندازه‌گیری کمیت‌ها

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز : اسیلوسکوپ –

پروب با BNC ۲ عدد – سیگنال ژنراتور AF

مراحل انجام کار

فیلم ۱۵

۱ فیلم مربوط به نمایش موج سینوسی و مربعی که به‌طور

هم‌زمان روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ ظاهر می‌شود

را ببینید و دقت کنید چه کلیدها و دگمه‌های جدیدی در

این مرحله مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۲ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰

هرتز و مقدار مؤثر ۴ ولت تنظیم کنید.

۳ موج خروجی سیگنال ژنراتور را به کانال ۱ وصل کنید و

اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۴ برای ظاهر نمودن حدود دو سیکل از موج سینوسی روی

صفحه نمایش اسیلوسکوپ، تنظیمات لازم را انجام دهید.

۵ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم در

محل‌های تعیین شده بنویسید.

الف) کلید MODE .....

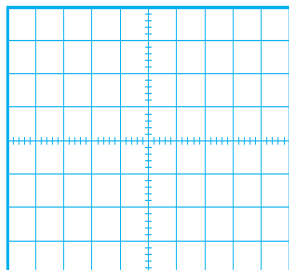
ب) کلید SOURCE .....

پ) عدد کلیدسلکتور VOLT /DIV .....

ت) عدد کلیدسلکتور Time /DIV .....

۶ شکل موج سینوسی را در نمودار ۷۷ – ۴ رسم کنید.

۷ کمیت‌های موج سینوسی را اندازه بگیرید.



$$V_{PP} = ( \quad ) \times ( \quad ) \quad V_{PP} = \quad V$$

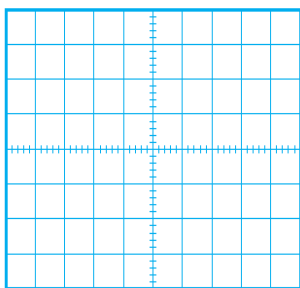
$$T = ( \quad ) \times ( \quad ) \quad T = \quad \text{Sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{HZ}$$

شکل ۷۷ - ۴ - محل ترسیم شکل موج

**پرسش ۱:** آیا برای ظاهر نمودن موج‌ها روی صفحه نمایش، کلیدها و ولوم‌های دیگری را نیز تنظیم نموده‌اید؟ شرح دهید.

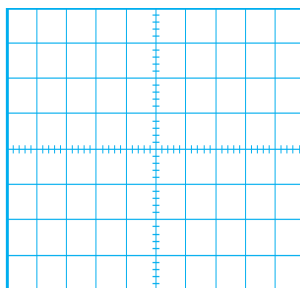
**۱۰** با کدام کلید می‌توانیم دو موج ظاهر شده روی صفحه نمایش را جمع لحظه‌ای کنیم؟ این موضوع را تجربه کنید و شکل موج روی صفحه نمایش را در شکل ۷۹ - ۴ رسم کنید.



شکل ۷۹ - ۴ - محل ترسیم شکل موج

**۸** برای پایدار شدن موج‌ها روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ، کلید منبع تریگر (Source) باید روی کانال ۱ یا کانال ۲ قرار داده شود، وقتی به هر دو کانال سیگنال اعمال می‌شود منبع تریگر چگونه فرکانس موج دندانه‌اره‌ای (Ramp) را با هر دو کانال هماهنگ (سنکرون) می‌کند؟

**۹** موج مربعی کالیبره را به کانال دیگر اسیلوسکوپ وصل کنید و موج دو کانال را به صورت پایدار روی صفحه نمایش ظاهر کنید و شکل موج‌ها را در نمودار شکل ۷۸ - ۴ رسم کنید.



شکل ۷۸ - ۴ - محل ترسیم شکل موج

**۱۱** آیا می‌توانید خروجی سینوسی سیگنال ژنراتور را به طور همزمان به دو کانال اسیلوسکوپ بدهید و آنها را از هم تفاضل کنید؟ این موضوع را تجربه کنید و مراحل اجرای کار را یادداشت کنید.

**۱۲** در اسیلوسکوپ‌های دو کاناله، با توجه به اینکه یک تفنگ الکترونی وجود دارد و یک شعاع الکترونی (Beam) تولید می‌شود، چگونه ممکن است در هر لحظه دو موج روی صفحه نمایش ترسیم شود؟ در مورد این موضوع تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

**۱۳** اسیلوسکوپ را خاموش کنید و ابزار و قطعات را مرتب کنید.

فکر کنید

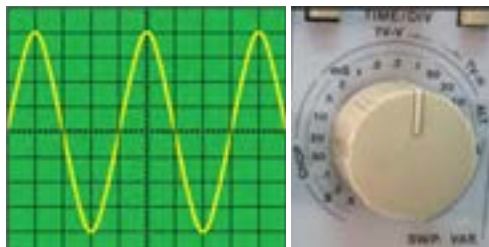


فعالیت



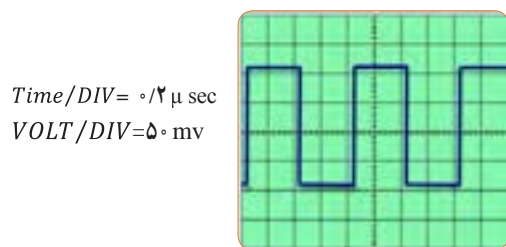
پژوهش





شکل ۸۱-۴

۹ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۸۲-۴ را محاسبه کنید.



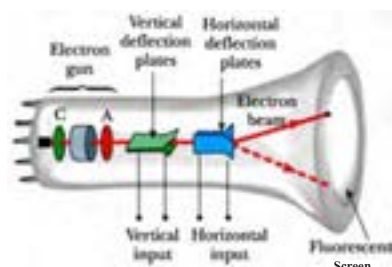
شکل ۸۲-۴

۱۰ با توجه به شکل ۸۳-۴ که در قاب پشت اسیلوسکوپ نوشته شده است به سؤالات پاسخ دهید.  
الف - کمترین و بیشترین ولتاژی که می‌توان به این دستگاه وصل نمود چند ولت است؟  
ب - ماکزیمم توان مصرفی دستگاه چند وات است؟



شکل ۸۳-۴

۱۱ با توجه به شکل ۸۴-۴ اجزای لامپ CRT را به فارسی ترجمه کنید.



شکل ۸۴-۴

۲۷-۴ الگوی آزمون نظری پایانی واحد یادگیری :

۱ با استفاده از اسیلوسکوپ می‌توانیم شکل موج را مشاهده کنیم و ..... و ..... موج را اندازه بگیریم.

۲ CRT اول کلمات انگلیسی .....

و LCD اول کلمات انگلیسی ..... است.

۳ کار ولوم INTEN و کار ولوم FOCUS ..... است.

۴ برای تنظیم زاویه اشعه هنگامی که به صورت خط در می‌آید از ولوم Trace Rotation استفاده می‌کنیم.

○ غلط ○ صحیح

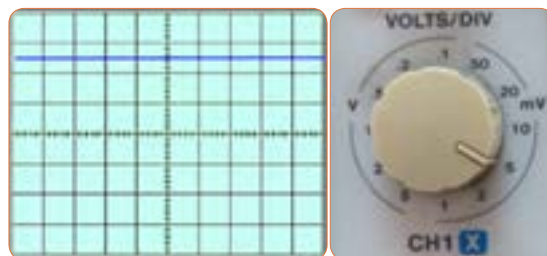
۵ اگر کلید AC - GND - DC روی AC قرار داشته باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱) سیگنال مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود.  
۲) جزء AC موج حذف و فقط DC موج اندازه‌گیری می‌شود.  
۳) فقط سیگنال AC موج وارد اسیلوسکوپ می‌شود.  
۴) موج AC و DC هر دو قابل اندازه‌گیری هستند.

۶ برای ظاهر نمودن موجی با فرکانس ۵۰ هرتز برق شهر کلید Source Trigger بهتر است در کدام وضعیت قرار گیرد؟

۱) CH1 (۲) CH2 (۳) LINE (۴) EXT

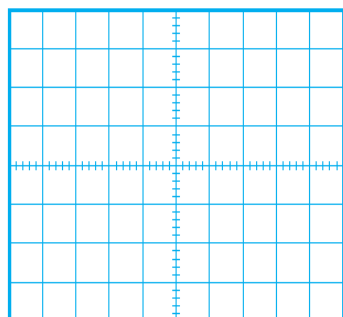
۷ مقدار ولتاژ DC نشان داده شده در شکل ۸۰-۴ چند ولت است؟



شکل ۸۰-۴

۸ زمان تناوب و فرکانس موج سینوسی شکل ۸۱-۴ را محاسبه کنید.

۷ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۸۶-۴ رسم کنید.



شکل ۸۶-۴ محل ترسیم شکل موج

Time/DIV=  
VOLT/DIV=

۸ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$$V_{PP} = ( \quad ) \times ( \quad ) \quad V_{PP} = \quad V$$

۹ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = ( \quad ) \times ( \quad ) \quad T = \quad \text{Sec}$$

۱۰ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{HZ}$$

۲۹-۴ الگوی آزمون عملی پایانی واحد یادگیری (با دستگاه واقعی)

۱ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۳ ولت تنظیم کنید.

۲ به وسیله ولت متر ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots\dots\dots$

۳ به وسیله فرکانس متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $F = \dots\dots\dots \text{Hz}$

۴ موج سیگنال ژنراتور را به ورودی کانال یک اسیلوسکوپ وصل کنید.

۵ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به

صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۸۷-۴ رسم کنید.

۱۲ هر یک از کلید یا ولوم نام برده شده در زیر را به کلید یا ولوم آن روی صفحه اسیلوسکوپ شکل ۸۵-۴ با خطوط رنگی اتصال دهید.

الف) ولوم INTENSITY

ب) خروجی موج مربعی کالیبره

پ) ولوم تنظیم موقعیت عمودی

ت- دگمه AC/DC

ث) ولوم FOCUS



شکل ۸۵-۴

۲۸-۴ الگوی آزمون عملی نرم افزاری پایانی واحد یادگیری

۱ نرم افزار مولتی سیم را راه اندازی کنید.

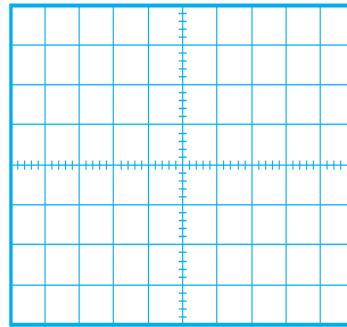
۲ فانکشن ژنراتور نرم افزار را روی میز کار ظاهر کنید.

۳ فانکشن ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۱۰ ولت تنظیم کنید.

۴ به وسیله مولتی متر ولتاژ خروجی فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots\dots\dots$

۵ به وسیله فرکانس متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $F = \dots\dots\dots \text{Hz}$

۶ اسیلوسکوپ سه بعدی نرم افزار را به روی میز کار بیاورید و موج سیگنال ژنراتور را به ورودی اسیلوسکوپ وصل کنید.



Time/DIV=  
VOLT/DIV=

شکل ۸۷-۴ محل ترسیم شکل موج

۶ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = ( \dots ) \times ( \dots ) \dots V_{pp} = \dots V$$

۷ مقدار مؤثر ولتاژ را محاسبه کنید.  $V_e = \dots V$

۸ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

۹ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$T = ( \dots ) \times ( \dots ) \dots T = \dots \text{Sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \dots \text{Hz}$$

۱۰ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده انطباق

دارد؟ بلی ☐ خیر ☐ چرا؟ .....

.....

## ارزشیابی شایستگی مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن

### شرح کار:

۱. ترسیم انواع شکل موج‌ها (سینوسی، مربعی، دندان‌اره‌ای) و مقایسه و تشریح انواع شکل موج‌ها
۲. استفاده و کاربرد دفترچه راهنمای دستگاه‌های مولد موج به زبان اصلی جهت آشنایی با عملکرد آنها
۳. استفاده از دفترچه راهنمای کاربرد اسیلوسکوپ و راه‌اندازی اسیلوسکوپ
۴. بستن یک مدار با قطعات الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار
۵. اندازه‌گیری دامنه، فرکانس و زمان تناوب سیگنال خروجی مدار با اسیلوسکوپ
۶. اندازه‌گیری صحیح فرکانس با فرکانس‌متر
۷. انتخاب، نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مرتبط
۸. بستن یک نمونه مدار در نرم‌افزار و اندازه‌گیری کمیت‌ها با دستگاه‌های نرم‌افزار

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری و ترسیم شکل موج‌های مختلف با اسیلوسکوپ

### شاخص‌ها:

- ۱- بستن صحیح یک نمونه مدار کاربردی الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار و اندازه‌گیری دامنه و فرکانس، زمان تناوب و سایر کمیت‌های مدار (۱۰ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری دقیق و صحیح با فرکانس‌متر (۱۰ دقیقه)
- ۳- بستن یک نمونه مدار و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار مانند فرکانس، زمان تناوب و دامنه و اختلاف فاز با استفاده از نرم‌افزار (۱۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاز کاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی (۲۷°C - ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میز کار استاندارد با ابعاد ۸۰×۸۰×۱۸۰ W و مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - ماسک - تهویه - نرم‌افزار خاص

**ابزار و تجهیزات:** قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف) - ابزار عمومی برق یا الکترونیک - شبکه اینترنت - لوازم التحریر (خودکار- کاغذ) - ابزار تجهیزات تخصصی - فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی)

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	تشریح و ترسیم انواع شکل موج	۱	
۲	دستگاه‌های مولد انواع موج	۱	
۳	کار با اسیلوسکوپ	۲	
۴	اندازه‌گیری مشخصات شکل موج با اسیلوسکوپ	۲	
۵	استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط برای بندهای ۱ تا ۴	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
۱- رعایت نکات ایمنی مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری			
۲- دقت و تمرکز در اجرای کار			
۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات			
۴- اخلاق حرفه‌ای			
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



## فصل چهارم

# توان و ضریب توان



در دنیای امروز، انرژی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. انرژی که عامل قدرت، حرکت و انجام کار است را همه ما می‌شناسیم. نیروی برق یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی مورد مصرف بشر است. در زندگی ما وسایل زیادی مانند لامپ، یخچال، کولر، تلویزیون و رایانه با برق کار می‌کنند. تولید برق در نیروگاه‌هایی که از سوخت فسیلی استفاده می‌کنند، محیط زیست را آلوده می‌نماید و در ضمن غیر قابل تجدید و رو به اتمام است. ولی استفاده از نیروی باد، آب و انرژی‌های نوین مانند انرژی «زمین-گرمایی» و انرژی خورشیدی، سوخت‌های پاک و تمام‌نشدنی هستند. لذا شناخت انواع انرژی، توان، ضریب توان و اصلاح آن و کاهش تلفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. باید در جهت استفاده صحیح از انرژی، ذخیره‌سازی آن، کاهش آلاینده‌گی و صرفه‌جویی در هزینه به شکل شایسته‌ای فرهنگ‌سازی شود. این امر تنها با کسب دانش مربوطه امکان‌پذیر است.



## واحد یادگیری ۵

### شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- توان و انرژی و صرفه‌جویی در مصرف آن از چه اهمیتی برخوردار است؟
- استفاده از انرژی‌های نوین مانند انرژی خورشیدی در میزان مصرف و حفظ محیط‌زیست و منابع زیرزمینی چه نقشی دارد؟
- آیا در انتخاب یک دستگاه الکتریکی و الکترونیکی باید به برچسب انرژی توجه شود؟
- در مراکز صنعتی، ضریب توان و اصلاح آن چقدر اهمیت دارد؟
- از چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری توان و ضریب توان می‌توان استفاده کرد؟
- چه دستگاه‌هایی توان و ضریب توان را نشان می‌دهند و توانایی خواندن کاتالوگ این دستگاه‌ها چقدر مهم است؟

با عبور جریان از یک مدار شامل مقاومت، انرژی الکتریکی باتری به نوع دیگر انرژی مانند گرما تبدیل می‌شود. یکی از مسائل عمده و پیچیده در عصر حاضر موضوع صرفه‌جویی در انرژی است که براساس توان مصرفی دستگاه تعیین می‌شود. در صورتی که با توان الکتریکی آشنایی داشته باشیم، به آسانی می‌توانیم دستگاه مناسب را انتخاب و به حفظ محیط‌زیست کمک کنیم. دستگاه‌های پر مصرف و کم‌بازده موجب اتلاف توان و ازدیاد هزینه و آسیب به محیط‌زیست می‌شوند. از این رو دستگاه‌های الکتریکی را با برچسب انرژی دسته‌بندی می‌کنند. در این واحد یادگیری، توان، انواع توان (DC و AC)، ضریب توان و چگونگی اصلاح ضریب توان را شرح می‌دهیم، همچنین با استفاده از مولتی متر، ضمن رعایت نکات ایمنی، با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ، مقدار توان را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از نرم افزارهای مرتبط، به اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب قدرت می‌پردازیم. در مراحل انجام کار، توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند محاسبه، خلاقیت، مدیریت منابع، مدیریت کار و کیفیت، ارتباط مؤثر، کار تیمی، کاربرد فناوری و رعایت اخلاق حرفه‌ای و سایر مواردی که با موضوع مرتبط بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است، مطرح خواهد شد.

## استاندارد عملکرد :

اندازه‌گیری توان و ضریب توان با مولتی متر با تولرانس حداکثر ۱۰ در صد و اجرای کار به صورت نرم افزاری

۵-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز و احداث‌گیری ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع تغذیه، مولتی متر، اسیلوسکوپ، رایانه و نرم افزارهای مناسب

### مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است

فیلم مربوط به انواع برچسب انرژی دستگاه‌ها را مشاهده کنید.

درباره برچسب انرژی تحقیق کنید. برچسب انواع دستگاه‌های الکتریکی موجود در منزل خود را شناسایی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

فیلم ۱



پژوهش



۵-۲- انرژی الکتریکی مصرفی در یک مقاومت هنگام عبور جریان از یک مقاومت، دمای آن افزایش می‌یابد. انرژی دریافتی از منبع در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. انرژی گرمایی به عوامل زیر بستگی دارد.

۱ مقدار مقاومت الکتریکی (R)

۲ مجذور شدت جریان عبوری از مقاومت ( $I^2$ )

۳ مدت زمان عبور جریان از مقاومت (t)

انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت را با W نشان می‌دهند. W از رابطه  $W = R \cdot I^2 \cdot t$  به دست می‌آید. اگر R بر حسب اهم، I بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه باشد، یکای انرژی (W) بر حسب ژول (J) است.

### ۳-۵- توان الکتریکی در جریان

DC — (DC Electrical Power)

آهنگ تبدیل انرژی الکتریکی به نوع دیگر انرژی مانند انرژی گرمایی در مقاومت را توان الکتریکی گویند. آهنگ

مصرف انرژی همان سرعت تبدیل انرژی است که به مقدار انرژی مصرف شده در مدت یک ثانیه گفته می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم که :

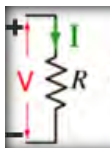
$$P = \frac{W}{t}$$

انرژی الکتریکی مصرف شده  
مدت زمان مصرف انرژی = توان الکتریکی

$$P = \frac{W}{t} = \frac{RI^2t}{t} = RI^2$$

توان الکتریکی

یکای توان ژول بر ثانیه ( $\frac{J}{s}$ ) یا وات است. در مقادیر بالاتر، از کیلووات و مگاوات استفاده می‌شود. در شکل الف-۱-۵ ژنراتور با وات کم و در شکل ب-۱-۵ نیروگاه با توان تولیدی بالا را مشاهده می‌کنید.



$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$$

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

۱ کیلووات

$$1 \text{ MW} = 1000000 \text{ W}$$

۱ مگاوات



الف — مولد ۲/۵ کیلوواتی



ب — نیروگاه با توان بالا

شکل ۱-۵ — مولد کوچک و یک نیروگاه

فکر کنید



فیلم ۲



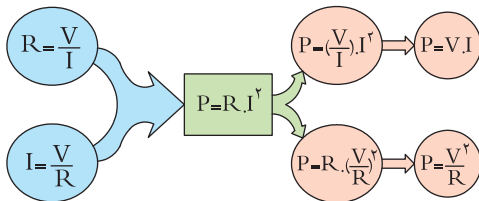
پژوهش



می‌کند. این واحد در سیستم‌های انگلیسی و آمریکایی به صورت زیر تعریف شده است.

$1 \text{ hp} = 736 \text{ W}$  (یک اسب بخار در سیستم انگلیسی)

$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$  (یک اسب بخار در سیستم آمریکایی)



نمودار ۱-۵- روابط توان



نرم‌افزار

از نرم‌افزار تعاملی برای بررسی عوامل مؤثر بر توان و محاسبه توان استفاده کنید.

**مثال ۱:** مقدار توان و انرژی مصرفی یک موتور الکتریکی مانند شکل ۳-۵ با قدرت ۲ اسب بخار (انگلیسی) که در شبکه ۲۲۰ ولتی به مدت ۲۰ دقیقه کار می‌کند را حساب کنید. حل:

$$P = 2 \text{ hp} = 2 \times 736 = 1472 \text{ W}$$

$$t = 20 \text{ دقیقه} \Rightarrow t = 20 \times 60 = 1200 \text{ ثانیه}$$

$$W = P \times t = 1472 \times 1200 = 1766400 \text{ ژول}$$



شکل ۳-۵- موتور



پژوهش

درباره برچسب انرژی و درجه‌بندی‌های آن تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

به‌طور متوسط میزان انرژی تولیدشده توسط بدن انسان به ازای هر کیلوگرم، چند وات است؟

فیلم مربوط به دستگاه‌های کم‌وات، پرات، نیروگاه و برچسب انرژی را مشاهده کنید.

در مورد خورشید و انرژی تولیدی توسط آن و موارد مطرح شده در زیر پژوهش کنید و نتایج پژوهش را به کلاس ارائه دهید. (شکل ۲-۵)

۱- عمر خورشید چند میلیارد سال است؟

۲- دمای سطح و مرکز خورشید چقدر است؟

۳- چه فعل و انفعالاتی در مرکز خورشید انجام می‌گیرد که انرژی آن به نور و گرما تبدیل می‌شود؟

۴- خورشید در هر ثانیه چند تن مواد را به انرژی تبدیل می‌کند؟

۵- این میزان انرژی تولیدشده توسط خورشید در هر ثانیه چند وات است؟

۶- این سوخت تا چند میلیارد سال دیگر ادامه دارد؟

۷- میزان انرژی که هر منطقه مستقیماً تحت تأثیر تابش نور خورشید دریافت می‌کند چند وات به ازای هر متر مربع است؟

۴-۵- رابطه‌های توان

نمودار ۱-۵- چگونگی به دست آوردن دو رابطه دیگر توان الکتریکی را نشان می‌دهد. توان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسب بخار» (Horse Power = hp) نیز بیان



شکل ۲-۵- خورشید

### نکته ایمنی

آیا عبور جریان بیش از اندازه سبب سوختن قطعات الکترونیکی برد شکل ۵-۵ شده است؟ همیشه باید به حداکثر جریان مجاز عبوری از قطعات توجه کنید.



شکل ۵-۵ - قطعاتی از برد سوخته است.

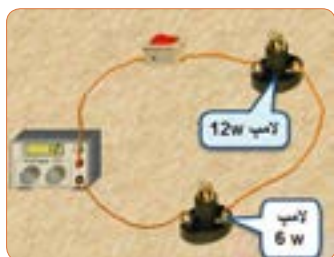
### پژوهش

پژوهش‌های زیر را انجام دهید و به کلاس ارائه کنید.  
**۱ الف)** حداکثر ولتاژی که لامپ مثال ۲ می‌تواند تحمل کند چند ولت است؟  
**ب)** در صورتی که به این لامپ ولتاژ بیشتر یا کمتر اعمال شود چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد؟ نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

**۲** اگر یک لامپ ۱۲ وات، ۶ ولت و یک لامپ ۶ وات، ۶ ولت را مطابق شکل ۶-۵ با هم سری کنیم:

**الف)** هر لامپ چه مقاومتی دارد؟

**ب)** اگر کلید را وصل کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ با محاسبه استدلال کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۶-۵ - دو لامپ سری با توان مختلف

**مثال ۲:** روی لامپی مانند شکل ۴-۵ نوشته شده است ۶ ولت ۳ وات، اگر لامپ با مقادیر نامی خود کار کند، جریان مصرفی و مقاومت لامپ را به دست آورید.  
**حل:** در فرمول توان عددگذاری می‌کنیم و جریان را به دست می‌آوریم.

$$P = V \times I \Rightarrow I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ A}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{6^2}{3} \Rightarrow R = 12 \Omega$$



شکل ۴-۵ - لامپ ۶ ولت ۳ وات

آیا می‌توانیم دو لامپ با توان مختلف و ولتاژ کار مساوی را با هم سری کنیم و ولتاژی دوبرابر ولتاژ نامی هر لامپ به مدار بدهیم؟

الگوی پرسش



**مثال ۳:** یک مقاومت ۱۰۰ اهم ۴ وات حداکثر چند آمپر را می‌تواند تحمل کند؟

**حل:** از رابطه  $P = RI^2$ ،  $I$  را به دست می‌آوریم.  
 در رابطه عددگذاری می‌کنیم.

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2 \text{ A}$$

- تاریخچه کار روی تولید مواد با خاصیت ابرسانی
- چه عناصری و در چه شرایطی به ابرسانا تبدیل می‌شوند؟
- ابرساناها چه خواصی دارند؟
- ابرساناها در صنعت برق و انرژی چه تحولی می‌توانند ایجاد کنند؟
- سایر موارد کاربرد ابرسانا چیست؟
- یک آهنربا با استفاده از خاصیت ابرسانا در شکل ۵-۸ نشان داده شده است از این خاصیت در صنعت چه استفاده‌ای می‌شود؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.



شکل ۵-۸ - یک خاصیت ابرسانا

- ۵-۵ - کار عملی ۱- اندازه‌گیری توان الکتریکی در مقاومت با استفاده از نرم‌افزار
- هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری توان مقاومت به کمک نرم‌افزار
- ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: رایانه - نرم‌افزار مناسب
- مراحل اجرای کار



نکته ایمنی

در هنگام کار با رایانه برای جلوگیری از آسیب رسیدن به بدن به نکات مهم زیر توجه کنید.

۱ از صندلی استاندارد استفاده کنید. صندلی باید به گونه‌ای باشد که با ارگونومی بدن شما سازگار باشد.

- ۲ ارتفاع میز و صندلی به گونه‌ای باشد که بالای نمایشگر تقریباً در راستای چشمان شما قرار گیرد.

۳ درباره موارد زیر که با سلول‌های خورشیدی (Solar Cells) مانند شکل ۷-۵ مرتبط است، پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه نمایید. ساختمان سلول‌های خورشیدی - فناوری‌های ساخت انواع آن - آیا می‌توان انرژی مصرفی مورد نیاز منزل خود را توسط سلول‌های خورشیدی تأمین کرد؟



شکل ۷-۵ - نمونه‌ای از سلول خورشیدی

در ارتباط با موارد زیر که مربوط به کولر گازی است، با سایر هنجریان بحث کنید و نظرات هر یک را روی تابلوی کلاس بنویسید، سپس مطالب را جمع‌بندی کنید.

۱ آیا گاز داخل کولرگازی قدیمی و جدید برای محیط زیست مضر است؟

۲ در کولر گازی مدرن از چه روشی برای کاهش مصرف انرژی استفاده می‌کنند؟

۳ چه رابطه‌ای بین ابعاد اتاق و قدرت کولرگازی وجود دارد؟

۴ آیا برای مناطق مختلف آب و هوایی (مناطق گرمسیر، معتدل و سردسیر) انواع متفاوتی از کولر وجود دارد؟ رعایت انتخاب یک دستگاه مناسب به کدام شایستگی غیرفنی اشاره دارد؟

با توجه به رابطه توان  $P = R \cdot I^2$  اگر  $R$  برابر صفر شود، توان تلفاتی صفر می‌شود. این پدیده در ابرساناها (Superconductor) به وجود می‌آید. در ارتباط با موارد زیر که مربوط به ابرساناها می‌باشد، تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

بارش فکری



پژوهش



۳ همواره نمایشگر و صفحه کلید کاملاً روبه روی شما قرار گیرد.

۴ به ازای هر ۴۵ دقیقه کار با رایانه، بدن شما نیاز به ۵ دقیقه نرمش دارد.

فکر کنید



۵ شکل ۹-۵ چه پیام‌هایی برای شما دارد؟ به آن فکر کنید و همواره به آنها عمل کنید.



شکل ۹-۵- پیام‌های HSE

۹ آیا می‌توانید با داشتن مقدار جریان عبوری از یک مقاومت و ولتاژ دو سر آن، توان مصرف شده در مقاومت را به دست آورید؟ این تجربه را در مورد مدار شکل ۱۰-۵ اجرا کنید و بطور کامل توضیح دهید.



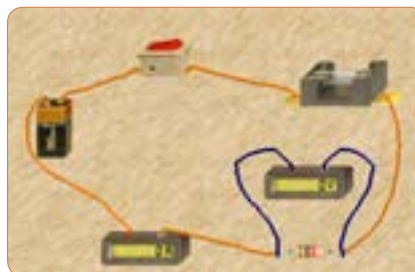
نکته

در نرم افزار ادیسون وات متر وجود ندارد، به همین علت برای اندازه‌گیری توان مصرفی قطعات از آمپر متر و ولت متر به طور هم زمان استفاده می‌کنند.

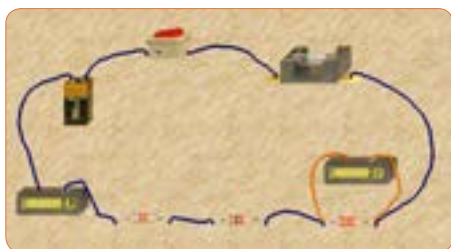
۱۰ مدار شکل ۱۱-۵ را ببینید.

۶ نرم افزار ادیسون را راه اندازی کنید.

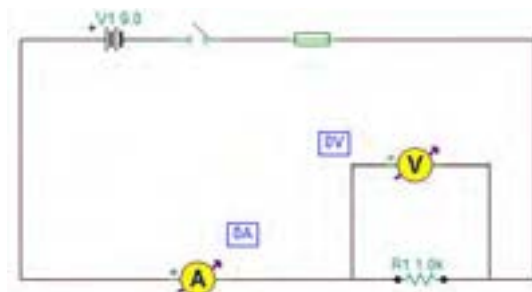
۷ مدار شکل الف-۱۰ را با استفاده از نرم افزار ببینید. در شکل ب-۱۰ نقشه فنی مدار رسم شده است.



الف- مدار عملی محاسبه توان



الف- مدار عملی محاسبه توان

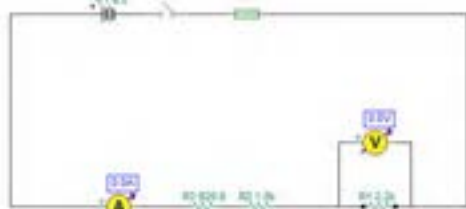


ب- نقشه فنی مدار

شکل ۱۰-۵- مدار عملی محاسبه توان و نقشه فنی مدار

۸ مقدار مقاومت الکتریکی و توان مصرفی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده محاسبه کنید.

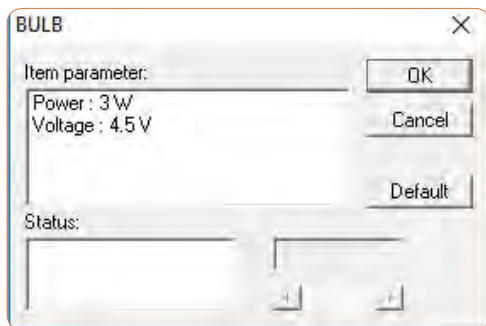
$$R = \dots\dots\dots \Omega \quad P = \dots\dots\dots W$$



ب- نقشه فنی مدار محاسبه توان

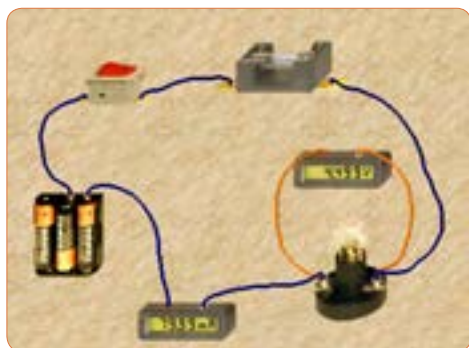
شکل ۱۱-۵- مدار عملی و نقشه فنی محاسبه توان





شکل ۱۳-۵ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۴/۵ ولت

۱۵ اگر توان مجاز مصرفی لامپ را با استفاده از تنظیم‌های موجود در قسمت مشخصات آن کاهش دهیم یا ولتاژ نامی لامپ را افزایش دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ مدار شکل ۱۴-۵ این وضعیت را نشان می‌دهد. در این مدار ولتاژ نامی لامپ را از ۴/۵ ولت به ۷/۵ ولت افزایش داده‌ایم.



شکل ۱۴-۵ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۷/۵ ولت



نکته

از آنجا که مدار در نرم‌افزار شبیه‌سازی شده است، عملاً تغییر توان نامی لامپ تأثیری روی نور آن نمی‌گذارد، اما از طریق افزایش ولتاژ نامی، با ثابت بودن ولتاژ منبع، توان مصرفی لامپ کاهش می‌یابد.

۱۶ چرا با افزایش ولتاژ کار لامپ در مدار شکل ۱۴-۵ نور لامپ کمتر شده است؟ توضیح دهید.

۱۱ کلید مدار را وصل کنید و توان مقاومت  $220\ \Omega$  اهمی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده به دست آورید.

$$V_{R1} = \dots\dots\dots V$$

$$I = \dots\dots\dots mA$$

$$P_{R1} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

۱۲ آیا می‌توانید توان مصرفی مقاومت‌های دیگر را به دست آورید؟ تجربه کنید و نتایج را بنویسید.

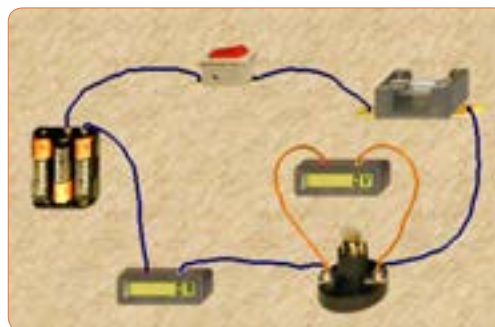
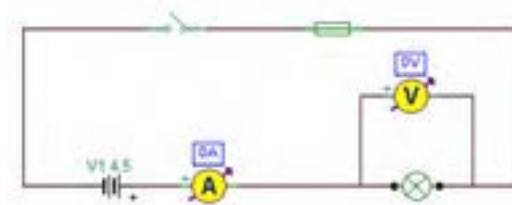
$$P_{R2} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

$$P_{R3} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

۱۳ مدار شکل ۱۲-۵ را ببندید. مقدار ولتاژ و توان لامپ را مطابق شکل ۱۳-۵ تنظیم کنید، کلید مدار را وصل کنید.

۱۴ با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده توسط آمپرتر و ولت‌ترتوان الکتریکی لامپ را به دست آورید.

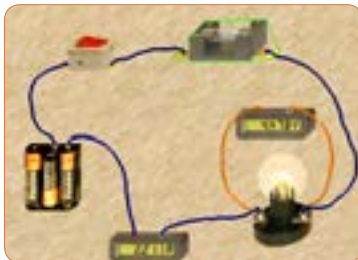
$$P_{Lamp} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$



شکل ۱۲-۵ مدار عملی و نقشه فنی آن



۱۹ با استفاده از رابطه  $I = \frac{P}{V}$  جریان مدار را محاسبه کنید و سپس مشخصات فیوز را به مقدار مناسب تغییر دهید و پس از تعمیر فیوز با استفاده از گزینه Repair، کلید را روشن کنید. باید طبق شکل ۱۷-۵ لامپ روشن شود و جریان عبوری از مدار حدود ۲/۲ آمپر باشد.



الف - مدار عملی



ب - نقشه فنی

شکل ۱۷-۵ مدار اصلاح شده

۲۰ توان لامپ را با استفاده از فرمول به دست آورید.

$$P = v \cdot i = ( \dots ) \cdot ( \dots ) = \dots \text{ W}$$

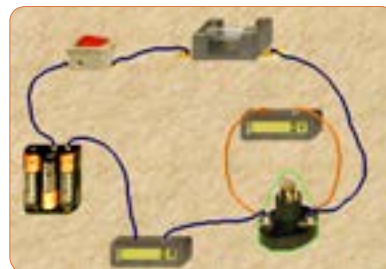
۶-۵ کار عملی ۲- اندازه گیری توان DC به وسیله مولتی متر

هدف: کسب مهارت در اندازه گیری توان مقاومت از طریق اندازه گیری ولتاژ و جریان با مولتی متر

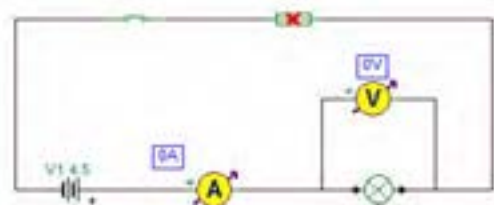
**نکته مهم:** باتوجه به امکانات موجود در آزمایشگاه می توانید مقادیر قطعات را تغییر دهید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مقاومت  $1\text{ k}\Omega$ ،  $\frac{1}{4}$  وات یک عدد - مقاومت  $100\text{ }\Omega$  اهم ۲ وات، یک عدد - مولتی متر دیجیتالی، یک دستگاه - بردبرد، یک قطعه - منبع تغذیه، یک دستگاه - سیم بردبرد، به تعداد مورد نیاز - سیم رابط

۱۷ در مدار شکل ۱۵-۵ توان لامپ را افزایش داده ایم. در این مدار توان لامپ  $10\text{ W}$  است. چرا جریان مصرفی صفر شده و فیوز سوخته است؟ در شکل الف - ۱۵ مدار عملی و در شکل ب - ۱۵-۵ نقشه فنی مدار را مشاهده می کنید.



الف - مدار عملی

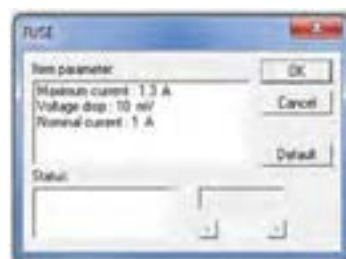


ب - نقشه فنی

شکل ۱۵-۵ سوختن فیوز با افزایش توان لامپ

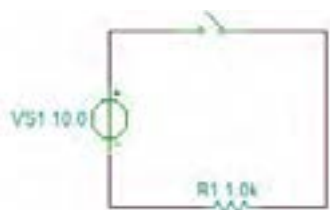
۱۸ در شکل الف - ۱۶-۵ مشخصات لامپ و در شکل ب - ۱۶-۵ مشخصات فیوز مدار را مشاهده می کنید با توجه به این مشخصات آیا لامپ می سوزد؟ شرح دهید.

الف - مشخصات لامپ



ب - مشخصات فیوز

شکل ۱۶-۵ مشخصات لامپ و فیوز



شکل ۱۹-۵- مدار آزمایش و نقشه فنی آن

۴ فرض کنید کلید مدار بسته است. جریان عبوری از مدار

را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.  $I = \frac{V}{R} = \dots\dots\dots \text{mA}$

۵ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P = v \cdot i = (\dots\dots\dots) \cdot (\dots\dots\dots)$

$P = \dots\dots\dots \text{mW}$

۶ کلید مدار را ببندید.



سؤال ایمنی

هنگام اندازه گیری ولتاژ و جریان باید به حوزه کار (رنج - RANGE) دستگاه دقت کنید و آمپرمتر را به صورت سری در مدار قرار دهید، در صورتی که حوزه کار ولت متر یا آمپرمتر کمتر از حد مورد اندازه گیری باشد، یا در اندازه گیری جریان زیاد، از ترمینال و سیم مخصوص استفاده نشود، چه اتفاقی رخ می دهد؟ چرا به دستگاه شکل ۲۰-۵ آسیب وارد شده است؟ احتمالات ممکن را بررسی کنید.



شکل ۲۰-۵- دستگاه در اثر عدم رعایت نکات ایمنی آسیب دیده است.

تغذیه به برد یک سر موزی و یک سر سوسماری، از هر

کدام دو عدد- کلید قطع و وصل، یک عدد

توجه : هنگام کار در آزمایشگاه حتماً لباس کار

به تن داشته باشید

مراحل اجرای کار

سؤال ایمنی



۱ برای اتصال نقاط مختلف برد برد به یکدیگر، از سیم

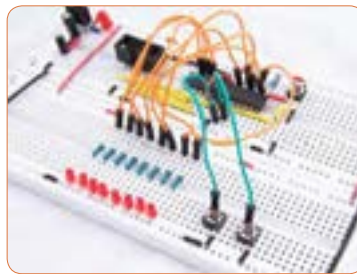
مخصوص آن استفاده کنید. اگر از سیم نامناسب و ضخیم استفاده شود، چه اشکالی به وجود می آید؟ شرح دهید.

شکل الف- ۱۸-۵ سیم مخصوص برد برد و شکل

ب- ۱۸-۵ اتصال آن را به مدار نشان می دهد.



(الف)



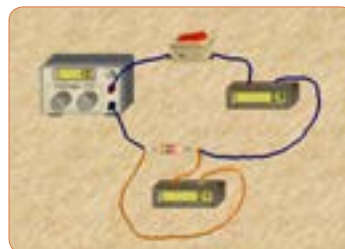
(ب)

شکل ۱۸-۵- سیم مخصوص بردبرد و اتصال آن به مدار

۲ مدار شکل ۱۹-۵ را روی برد برد ببندید.

۳ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید.

۷ آمپرمتر را مطابق شکل ۲۱-۵ به مدار وصل کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید.  $I = \dots \text{mA}$



شکل ۲۱-۵- مدار آزمایش با آمپرمتر

۸ ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

ولت  $V = \dots$

۹ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P = v \cdot i = (\dots) \cdot (\dots) = \dots \text{mW}$

۱۰ توان به دست آمده را با توان محاسبه شده در مرحله ۴ مقایسه کنید. در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

۱۱ مقدار مقاومت را تغییر داده و مقاومت ۱۰۰ اهم را در مدار قرار دهید. (شکل ۲۲-۵)



شکل ۲۲-۵- مدار آزمایش با مقاومت ۱۰۰ اهم

۱۲ جریان عبوری از مدار و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

$I = \dots \text{mA}$ ,  $V = \dots \text{V}$

۱۳ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P = v \cdot i = (\dots) \cdot (\dots) = \dots \text{mW}$

۱۴ مقاومت را با دست لمس کنید. آیا توان تلف شده را به صورت گرما احساس می کنید؟ شرح دهید.

### الگوی پرسش

۱ توان را تعریف کنید و واحد آن را بنویسید.

۲ واحد توان ژول (J/S) یا وات است.

☐ غلط ☐ صحیح

۳ فرمول های توان تلف شده در مقاومت را کامل کنید.

$P = (\dots) \times (I) = (\dots) \times (\dots)^2 = \frac{\dots}{R}$

۴ در رابطه  $P = \frac{V^2}{R}$  اگر مقاومت مدار ثابت باشد و مقدار ولتاژ را دو برابر کنیم، توان چند برابر می شود؟

۲(۱)      ۴(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)      ۱(۵)

۵ در رابطه  $P = \frac{V^2}{R}$  اگر مقاومت مدار نصف شود و مقدار ولتاژ را چهار برابر کنیم، توان چند برابر می شود؟

۴(۱)      ۸(۲)      ۱۶(۳)      ۳۲(۴)

۶ اگر مقاومت کربنی دارای توان ماکزیمم مجاز ۲ وات و مقدار مقاومت ۱۰۰ اهم باشد، حداکثر جریانی که بدون آسیب می توان از مقاومت عبور داد را محاسبه کنید.

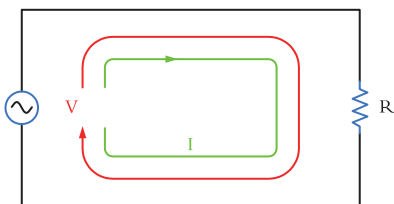
۷ روی حباب یک لامپ رشته ای مانند شکل ۲۳-۵ دو عدد یکی بر حسب ولت و دیگری بر حسب وات نوشته شده است، (۱۲ ولت، ۶ وات). اگر لامپ با مقادیر اسمی (نامی) خود کار کند.

الف) جریان عبوری از لامپ را محاسبه کنید.

ب) مقدار مقاومت لامپ را محاسبه کنید.

## ۷-۵ - مدارهای جریان متناوب

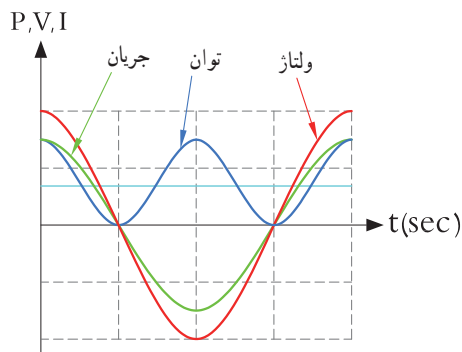
**الف) مدارهای اهمی خالص:** مدارهایی مانند شکل ۵-۲۵ را که شامل مولد و مقاومت اهمی است، مدارهایی با مصرف کننده «اهمی خالص» گویند. در این نوع مدارها هیچ گونه اختلاف فازی بین ولتاژ و جریان وجود ندارد و تغییرات شکل موج ولتاژ و جریان با زمان مشابه است به عبارت دیگر هر دو شکل موج با هم در یک نقطه به حداقل، حداکثر و صفر می‌رسند.



شکل ۲۵ - ۵- مدار اهمی خالص

### ب) توان در مدار با مصرف کننده اهمی خالص:

همان طوری که می‌دانید توان از رابطه  $P = V \cdot I$  به دست می‌آید. شکل موج‌های ولتاژ، جریان و توان این مدارها را در شکل ۵-۲۶ مشاهده می‌کنید. این توان که به صورت حرارت در مقاومت تلف می‌شود، توان مصرفی یا توان مؤثر نام دارد و آن را با علامت  $P$  یا  $P_e$  نشان می‌دهند. واحد توان مؤثر وات است. در محاسبات مدارهای جریان متناوب لازم است مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان در نظر گرفته شود تا توان برحسب وات به دست آید. رابطه توان مصرفی در این مدار برابر است با:

$$P = \frac{V_e^2}{R} \quad \text{یا} \quad P = R \cdot I_e^2 \quad \text{یا} \quad P = V_e \cdot I_e$$


شکل ۲۶ - ۵- شکل موج ولتاژ، جریان و توان در مدار اهمی خالص



شکل ۲۳ - ۵- لامپ ۱۲ ولت، ۶ وات

۸) توان چند نمونه وسایل الکتریکی منزل خود را از روی پلاک اطلاعات آن یا از طریق پرسش از اشخاص مطلع یا کاتالوگ دستگاه پیدا کنید و یادداشت نمایید.

۹) یک موتور الکتریکی دارای قدرت  $\frac{4}{5}$  hp است. در سیستم انگلیسی و آمریکایی توان این موتور چند وات است؟

۱۰) جعبه یک لامپ کم مصرف LED را در اختیار بگیرید و مشخصات زیر را که روی آن نوشته شده است یادداشت کنید.

الف) توان مصرفی

ب) ولتاژ ورودی

پ) جریان ورودی

ت) فرکانس کار

ث) محدوده دمای کارکرد

ج) طول عمر به ساعت

۱۱) قطعات روی بُرد مانند شکل ۵-۲۴ دچار آسیب شده است. عوامل الکتریکی که ممکن است علت ایجاد این آسیب باشد را نام ببرید و درباره آن توضیح دهید.



شکل ۲۴ - ۵- آسیب قطعات در یک برد

### جستجو کنید

کلمه Synchronization یا همزمانی را بیابید. این مفهوم با شکل موج جریان، ولتاژ در مدار با مصرف کننده اهمی شکل ۲۶-۵ چه ارتباطی می تواند داشته باشد؟ تشریح کنید. توان مؤثر (توان حقیقی) از منبع به مصرف کننده (بار) منتقل می شود. این توان کار مفید انجام می دهد. به عبارتی دیگر انرژی گرفته شده از منبع را به شکل مطلوب انرژی که ممکن است مکانیکی یا گرمایی باشد، تبدیل می کند. لذا می توان گفت که این توان در طول یک دوره تناوب یکطرفه (یک سویه) و از سمت منبع به بار منتقل می شود. همچنین انرژی حاصل از این توان معمولاً از حالت الکتریکی خارج شده و به نوع دیگر انرژی مانند نور، صدا، حرکت یا حرارت تبدیل می شود. در شکل ۲۷-۵ بخاری برقی، لامپ و بلندگو را مشاهده می کنید. که در آنها انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی، نورانی و صوت تبدیل می شود.

فیلم ۳

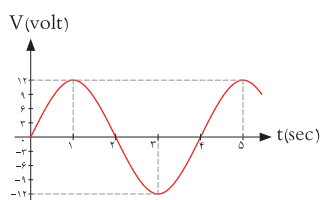


فیلم توان AC و اتصال وات متر به مدار و اندازه گیری توان AC را مشاهده کنید.

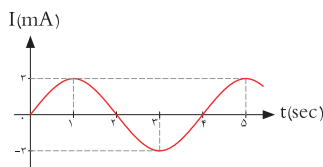
**مثال ۴:** اگر ولتاژی با مقدار ماکزیمم (پیشینه) ۱۲ ولت مانند شکل ۲۸-۵ را به یک مقاومت اهمی اتصال دهیم، در این حالت جریان پیشینه ای برابر با ۳ آمپر مطابق شکل ۲۹-۵ از مدار عبور می کند. توان مصرفی مقاومت را حساب کنید.

حل:

$$P = v_e \cdot I_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} \times \frac{3}{\sqrt{2}} = \frac{36}{2} = 18 \text{ وات}$$



شکل ۲۸-۵- شکل موج ولتاژ مدار



شکل ۲۹-۵- شکل موج جریان مدار

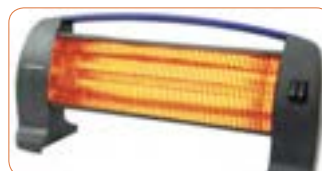
(ب) مدارهای خازنی خالص:



فیلم ۴

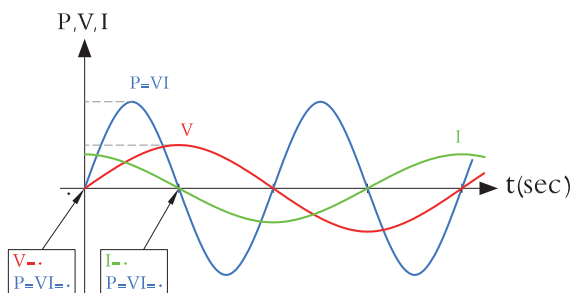
فیلم عملکرد خازن در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

مدارهایی مانند شکل ۳۰-۵ که در آنها فقط از خازن استفاده شود را مدارهای «خازنی خالص» می گویند. در این مدار به خاطر وجود خاصیت خازنی، بین ولتاژ و جریان مدار ۹۰ درجه اختلاف فاز به وجود می آید. این اختلاف فاز به گونه ای است که در لحظاتی که جریان یا ولتاژ صفر است مقدار توان به صفر می رسد. در زمان هایی که ولتاژ یا جریان منفی است توان نیز منفی می شود. توان منفی یا مثبت به این معنی است که در بازه زمانی معین خازن مقداری انرژی از مولد می گیرد و به صورت میدان

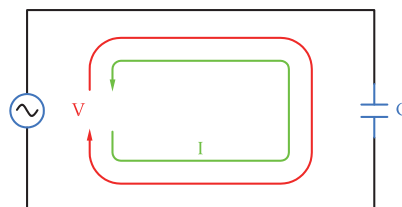


شکل ۲۷-۵- بخاری برقی، لامپ و بلندگو

الکتريکی در خود ذخيره می کند و در زمانی ديگر به مولد بازمی گرداند. به عبارت ديگر خازن، توانی را مصرف نمی کند. شکل ۳۱-۵ منحنی های ولتاژ، جريان و توان را در مدار خازنی خالص نشان می دهد.



شکل ۳۱-۵ منحنی ولتاژ، جريان و توان در مدار خازنی خالص



شکل ۳۰-۵ مدار خازنی خالص

## الگوی پرشش

۱ در مدار خازنی خالص بين ولتاژ و جريان مدار درجه اختلاف فاز وجود دارد و جريان نسبت به ولتاژ فاز دارد.

۲ عملکرد خازن در مدار جريان متناوب به اين صورت است که از مولد انرژی می گيرد و

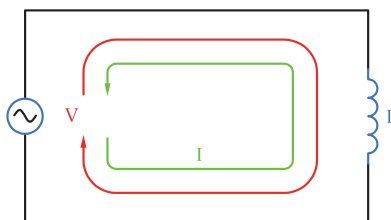
(۱) مصرف می کند (۲) به حرارت تبديل می کند

(۳) در خود ذخيره می کند

(۴) در خود ذخيره سپس به مدار بر می گرداند

## پ) مدارهای سلفی خالص :

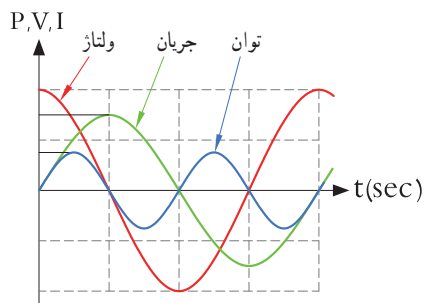
مدارهایی مانند شکل ۳۲-۵ که فقط از سيم پيچ (سلف) تشکيل شده اند را مدار سلفی خالص گويند. سلف باعث می شود تا جريان به اندازه  $90^\circ$  درجه از ولتاژ عقب (پس فاز) بيفتد. در شکل ۳۳-۵ منحنی ولتاژ، جريان و توان را در مدار سلفی خالص مشاهده می کنيد.



شکل ۳۲-۵ مدار سلفی خالص

## پویانمایی

پویانمایی مربوط به نمودارهای جريان، ولتاژ و توان در بارهای اهمی، سلفی و خازنی را مشاهده کنيد.



شکل ۳۳-۵ منحنی ولتاژ، جريان و توان در مدار سلفی خالص

خاصيت سلفی (اندوکتانس) یک سيم پيچ را با حرف L نشان می دهند و آن را بر حسب هانری (H) می سنجند. سلف از نظر توان مشابه خازن است با اين تفاوت که انرژی را به ميدان مغناطیسی تبديل می کند. در مدار سلفی مقدار انرژی دریافت شده و داده شده به مولد در هر سیکل برابر است به عبارت ديگر سلف در بازه زمانی معين، انرژی را از مولد می گيرد و سپس انرژی را به مولد پس می دهد. در واقع عملاً سلف در مدار متناوب توانی را مصرف نمی کند.



بحث کنید

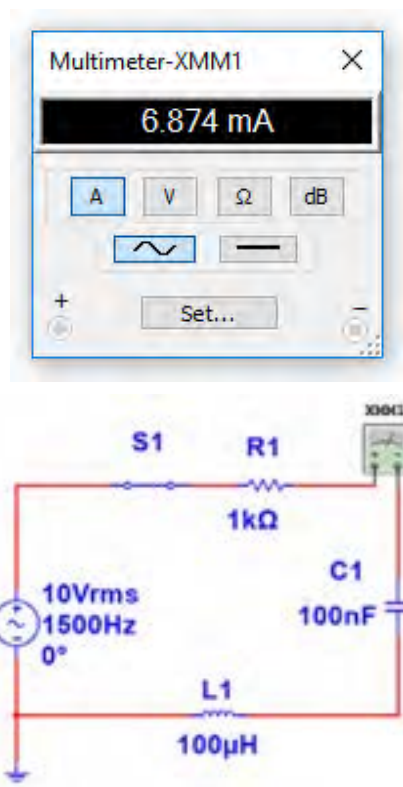


**مثال ۵:** در مدار شکل ۳۴ - ۵، مقدار توان ظاهری را محاسبه کنید.

پاسخ: مدار معادل بار عملی (واقعی) است که شامل مقاومت، سلف و خازن است.

با معلوم بودن جریان مدار و عدد گذاری در رابطه زیر توان ظاهری به دست می آید.

$$P_s = V_e \cdot I_e = 10 \times (6/874) = 68/74 \text{ mVA}$$



شکل ۳۴ - ۵ مدار R و L و C



بحث گروهی

در صورتی که مانند بند الف ۷ - ۵، مدار فقط مقاومتی باشد، توان ظاهری با توان مفید برابر می شود. چرا؟ موضوع را به بحث بگذارید و نتیجه گیری کنید.

وجود خازن و سیم پیچ چه نوع اختلالی در شبکه به وجود می آورند؟ نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

۸ - ۵- توان راکتیو (غیر مؤثر - دواته)

فیلم عملکرد سلف در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

فیلم ۵



توانی که در طی یک سیکل در سلف یا خازن ذخیره می شود و مجدداً به مدار بر می گردد، توان غیر مؤثر (دواته یا راکتیو) نام دارد. این توان مرتباً بین منبع و سلف و خازن جابه جاشده و نقشی در تبدیل انرژی ندارد ولی در خط انتقال موجب تلفات می شود. ذخیره انرژی در سلف و خازن و برگشت انرژی به مولد، باعث گرم شدن سیم های رابط شده و انرژی تولید شده توسط نیروگاه را به هدر می دهد. لذا سیم های رابط و هادی ها باید طوری محاسبه شوند که بتوانند جریان کل را تحمل کنند. این جریان شامل جریان های مربوط به توان مفید و غیر مفید است.

۹ - ۵- توان ظاهری

معمولاً بارهای عملی (واقعی) مجموعه ای از مقاومت، سلف و خازن هستند، بنابراین در این نوع عناصر هر دو نوع توان مفید و غیر مفید (راکتیو) وجود دارد. برآیند این دو نوع توان، توان ظاهری نام دارد که آن را با  $P_s$  یا  $S$  نشان می دهند.  $P_s$  از حاصل ضرب ولتاژ مؤثر در جریان مؤثر به دست می آید. واحد توان ظاهری ولت - آمپر (V.A) است.

$$P_s = V_e \cdot I_e$$

آیا می توان توان اکتیو (مؤثر) را به مسافری تشبیه نمود که در مبدأ سوار قطار شده و در مقصد پیاده می شود ولی توان راکتیو مسافر است که در انتهای مسیر پیاده نمی شود و دوباره با قطار به مبدأ بر می گردد؟

فکر کنید





## ۱۰-۵- ضریب توان (Power Factor)

نسبت توان مؤثر (توان واقعی  $P_e$ ) به توان ظاهری ( $P_s$ ) را ضریب توان می‌گویند.

$$\text{ضریب توان} = \cos\phi = \frac{P_e}{P_s} = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}}$$

مقدار این ضریب می‌تواند بین صفر و یک تغییر کند. ضریب توان را با کسینوس فی ( $\cos\phi$ ) نشان می‌دهند. وجود توان راکتیو در مدار سبب می‌شود که توان واقعی از توان ظاهری کمتر شود. به این ترتیب ضریب توان مقداری کمتر از عدد یک را به خود می‌گیرد. برای دو سیستم انتقال با توان حقیقی یکسان، سیستمی که ضریب توان کوچک‌تر دارد، به علت دارا بودن توان راکتیو بالاتر، جریان گردشی بیشتری را در مدار ایجاد می‌کند، زیرا باید انرژی راکتیو (توان راکتیو) بیشتری را به منبع برگرداند. بنابراین جریان بیشتر سبب تلفات توان بیشتر می‌شود و راندمان مدار را کاهش می‌دهد. در حالی که سیستم با ضریب توان بزرگتر ( $\cos\phi$  نزدیک ۱) تلفات کمتری در مدار ایجاد می‌کند. از این رو ضریب توان به عنوان شاخص و معیاری است که بیان می‌کند چه سهمی از توان دریافت شده از منبع در امر تبدیل انرژی مفید حضور دارد و کار مفید انجام می‌دهد. لذا اصلاح ضریب قدرت ( $\cos\phi$ ) در صنعت برق و انتقال انرژی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. اصلاح ضریب قدرت

را به اختصار با نماد (Power Factor Correction) PFC نشان می‌دهند. از آنجایی که هدف از اصلاح ضریب توان نزدیک کردن این ضریب به عدد یک است و بار مدار همواره ثابت بوده و قابل تغییر توسط کاربر نیست، لذا برای اصلاح ضریب قدرت باید با توجه به بار موجود در شبکه از بار راکتیو مخالف آن استفاده شود. برای مثال اگر بار مدار یک موتور الکتریکی باشد جریان موتور دارای خاصیت القایی است، باید برای اصلاح ضریب قدرت از اتصال خازن به مدار استفاده شود. شکل ۳۵-۵ موتور الکتریکی که به دلیل داشتن سیم پیچ دارای بار القایی است را نشان می‌دهد. اصلاح ضریب قدرت در طول خطوط انتقال انرژی و در پست‌های تبدیل ولتاژ با استفاده از مدارهای الکترونیکی انجام می‌شود. فرایند اصلاح در مراکز مصرف به ویژه در واحدهای صنعتی نیز اجرا می‌شود، زیرا علاوه بر کاهش هزینه‌های مصرفی مربوط به انتقال انرژی (کابل)، تجهیزات مولد انرژی را نیز کاهش می‌دهد. در این مراکز از مجموعه‌ای از خازن‌ها (بانک خازنی) که به مدار کنترل خودکار الکترونیک اصلاح ضریب قدرت (رگولاتور خازنی) اتصال دارد، استفاده می‌کنند. در شکل ۳۶-۵ بانک خازنی و در شکل ۳۷-۵ دستگاه کنترل الکترونیکی ضریب قدرت را ملاحظه می‌کنید.

فیلم اصلاح ضریب قدرت در مراکز تولید، توزیع و مصرف را مشاهده کنید.

فیلم ۶



شکل ۳۷-۵

رگولاتور خازنی



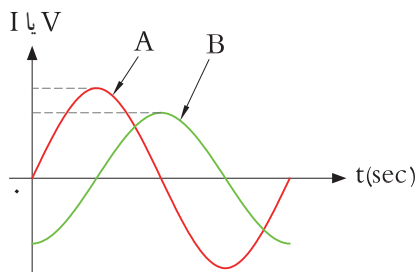
شکل ۳۶-۵

بانک خازنی



شکل ۳۵-۵

موتور الکتریکی با خاصیت القایی



## الگوی پرسش

۱ در شکل ۳۸- ۵ منحنی A مربوط به ..... و منحنی B مربوط به ..... در یک مدار سلفی خالص است.

۲ ولتاژ در یک مدار سلفی خالص نسبت به جریان از نظر زاویه

اختلاف فاز چه شرایطی دارد؟

شکل ۳۸- ۵- منحنی ولتاژ و جریان

(۱) ۹۰ درجه پس فاز (۲) ۹۰ درجه پیش فاز (۳) هم فاز (۴) صفر تا ۹۰ درجه پیش فاز

۳ توانی که به وسیله منبع AC تولید و به مداری شامل سه عنصر مقاومت و سلف یا مقاومت و خازن متصل می شود توان ..... نام دارد.

(۱) ظاهری ( $P_s$ ) (۲) اکتیو ( $P_e$ ) (۳) راکتیو ( $P_r$ )



شکل ۳۹- ۵- طناب کشی، دو نیروی مخالف هم

در صورتی که در یک مدار بارهای القایی و خازنی داشته باشیم، آیا می توانیم رفتار آنها را مشابه رفتار نیروها در کشش طناب در مسابقه طناب کشی مانند شکل ۳۹- ۵ بدانیم که دو گروه دو نیروی مخالف به هم وارد می کنند؟

فکر کنید

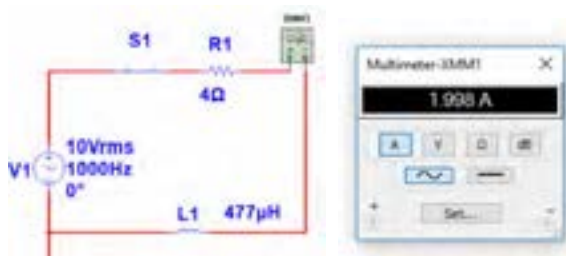


مثال ۶: در مدار شکل ۴۰- ۵ مطلوب است محاسبه: (۱) توان ظاهری (۲) توان مؤثر (۳) ضریب توان

$$P_s = V_e \cdot I_e = 10 \times 2 = 20 \text{ VA}$$

$$P_e = R \cdot I_e^2 = 4 \times 2^2 = 16 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{16}{20} = 0.8$$



شکل ۴۰- ۵- مدار RL

مثال ۷: در مدار شکل ۴۱- ۵ مقدار R افزایش یافته ولی مشخصات سیم پیچ ثابت است. مطلوب است محاسبه:

(۱) توان ظاهری (۲) توان مؤثر (۳) ضریب توان

$$P_s = V_e \cdot I_e = 10 \times 1.5 = 15 \text{ VA}$$

$$P_e = R \cdot I_e^2 = 6 \times (1.5)^2 = 13.5 \text{ W}$$

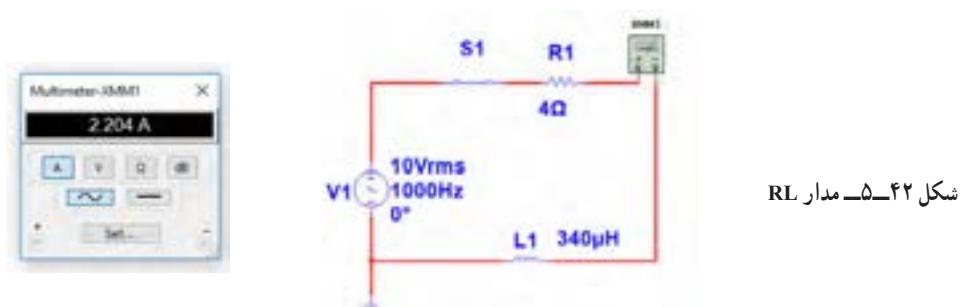
$$\cos \varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{13.5}{15} = 0.9$$



شکل ۴۱- ۵- مدار RL

مثال ۶ و ۷ را باهم مقایسه کنید و علت افزایش ضریب توان (قدرت) را توضیح دهید. آیا مدار اصلاح شده است یا وضعیت بدتری دارد؟

**مثال ۸:** در مدار شکل ۴۲-۵ مقدار مقاومت ثابت و اهم است ولی مشخصات سیم پیچ تغییر نموده است. مطلوب است محاسبه: (۱) توان ظاهری (۲) توان مؤثر (۳) ضریب توان



$$P_S = V_e \cdot I_e = 10 \times 2.2 = 22 \text{ VA}$$

$$P_e = R \cdot I^2 = 4 \times (2.2)^2 = 19.36 \text{ W}$$

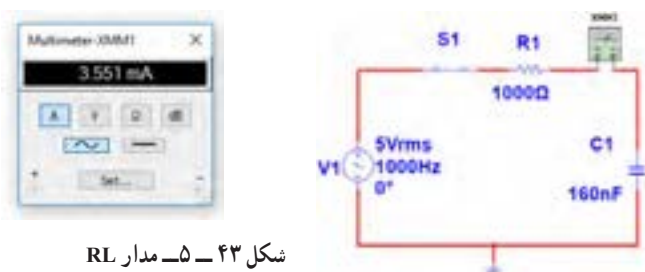
$$\cos \varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{19.36}{22} = 0.88$$

**نتیجه مهم**

مشاهده می شود در سه مثال ۶ و ۷ و ۸ بدون تغییر مشخصات ولتاژ و فرکانس منبع AC، ضریب قدرت اصلاح و به عدد ۱ نزدیک شده است. این اصلاح با دو شیوه امکان پذیر است.  
الف) افزایش مقدار مقاومت اهمی  
ب) تغییر مشخصات سیم پیچ و کاهش مقدار مقاومت معادل آن

اکنون به مثالی از مدار خازنی توجه کنید.

**مثال ۹:** در مدار شکل ۴۳-۵ آمپر متر جریان مدار را نشان می دهد. مطلوب است محاسبه (۱) توان ظاهری (۲) توان مؤثر (۳) ضریب توان



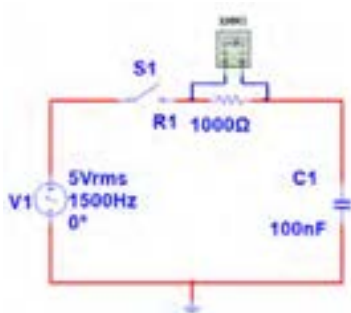
$$P_S = V_e \cdot I_e = 5 \times 3.55 = 17.75 \text{ mva}$$

$$P_e = R \cdot I_e^2 = 1 \times (3.55)^2 = 12.6 \text{ mW}$$

$$\cos \varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{12.6}{17.75} = 0.7$$

۵- با ولت متر AC مانند شکل ۴۶- ۵ ولتاژ مؤثر دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

$$V_{eR} = \quad V$$



شکل ۴۶- ۵- اندازه گیری ولتاژ با ولت متر

۶- توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$$P_{eR} = V_{eR} \times I_e$$

$$= ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad W$$

۷- با معلوم بودن ولتاژ مؤثر مدار و جریان مؤثر مدار، توان ظاهری را محاسبه کنید.

$$P_s = V_e \times I_e$$

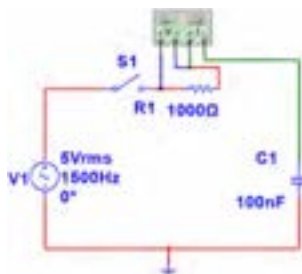
$$= ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad VA$$

۸- ضریب قدرت را محاسبه کنید.

$$\cos \varphi = \frac{p_e}{P_s} =$$

۹- وات متر را مطابق شکل ۴۷- ۵ به مدار وصل کنید و توان مؤثر مدار را اندازه بگیرید.

$$P_{eR} = \quad W$$



شکل ۴۷- ۵- اتصال وات متر به مدار

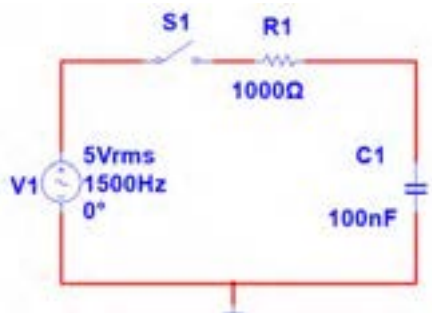
۱۱- ۵- کار عملی شماره ۳- استفاده از نرم افزار مولتی سیم یا نرم افزار مشابه دیگر برای اندازه گیری توان و ضریب توان

هدف : کسب مهارت در اندازه گیری توان و محاسبه ضریب توان به وسیله نرم افزار

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز : رایانه- نرم افزار مناسب مراحل انجام کار

۱- نرم افزار مولتی سیم یا نرم افزار مشابه دیگر را فعال کنید.

۲- مدار شکل ۴۴- ۵ را ببینید.

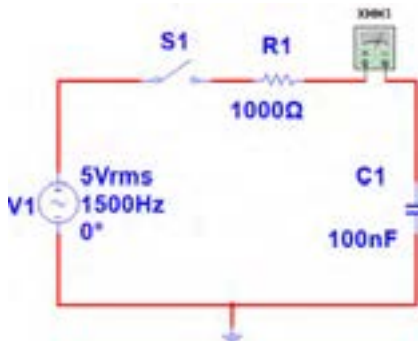


شکل ۴۴- ۵- مدار آزمایش

۳- فرکانس منبع را روی ۱۵۰۰ هرتز و مقدار ۵ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۴- آمپر متر AC را مطابق شکل ۴۵- ۵ با مدار سری کنید. پس از بستن کلید، جریان مدار را اندازه بگیرید.

$$I_e = \quad mA$$



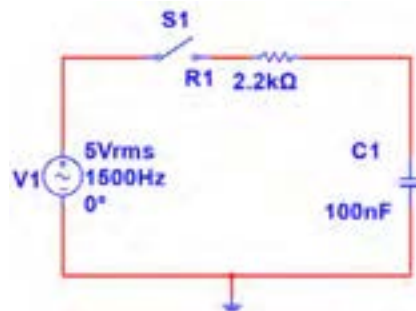
شکل ۴۵- ۵- اندازه گیری جریان با آمپر متر

۱۰ آیا توان مؤثر که وات متر نشان می دهد با توان مؤثر محاسبه

شده در مرحله ۶ یکسان است؟

۱۱ مقاومت مدار را مطابق شکل ۴۸ - ۵ به ۲۲۰۰ اهم

تغییر دهید.

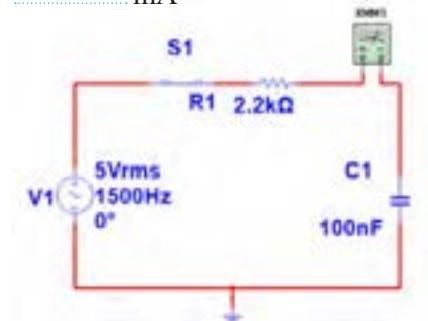


شکل ۴۸ - ۵ مدار با مقاومت ۲۲۰۰ اهم

۱۲ آمپر متر را مانند شکل ۴۹ - ۵ با مدار سری کنید و کلید

مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$I_e = \dots\dots\dots \text{mA}$



شکل ۴۹ - ۵ مدار با آمپر متر

۱۳ با اندازه گیری ولتاژ دو سر مقاومت توان مؤثر مدار را

محاسبه کنید.

$$P_e = V_{eR} \times I_e = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{W}$$

۱۴ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$$P_S = V_e \times I_e = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{VA}$$

۱۵ ضریب قدرت را محاسبه کنید.

$$\cos \varphi = \frac{P_e}{P_S} =$$

۱۶ آیا ضریب قدرت اصلاح شده است؟ شرح دهید.

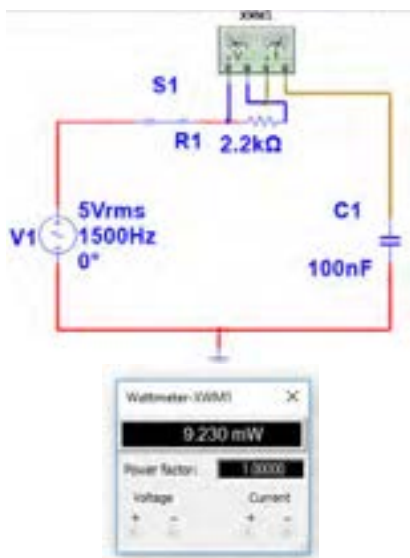
۱۷ با اتصال وات متر مطابق شکل ۵۰ - ۵ به مدار و

اندازه گیری توان مؤثر و با معلوم بودن توان ظاهری، ضریب

قدرت را مجدداً محاسبه کنید. نتیجه را با مرحله ۱۵ مقایسه

کنید.

$$\cos \varphi = \frac{P_e}{P_S} =$$



شکل ۵۰ - ۵ مدار با وات متر

۱۸ وات متر را مطابق شکل ۵۱ - ۵ به مدار وصل کنید و به

توان نشان داده شده توسط وات متر توجه کنید و عدد آن را

با عدد مرحله ۱۴ مقایسه کنید و حاصل مقایسه را یادداشت

کنید.

۱۲- ۵- کار عملی شماره ۴ : محاسبه عملی ضریب

قدرت

هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب

توان

ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت  $1\text{ k}\Omega$  ،  $\frac{1}{4}$  وات

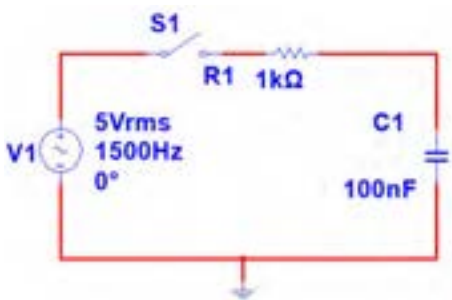
یک عدد - خازن  $1\text{ }\mu\text{F}$  / یک عدد - اسیلوسکوپ یک

دستگاه - برد یک قطعه - سیگنال ژنراتور AF یک

دستگاه - سیم‌های رابط به تعداد کافی

مراحل انجام کار

۱ مدار شکل ۵-۵۳ را روی برد ببنید.



شکل ۵-۵۳ مدار RC

۲ سیگنال ژنراتور را روی ولتاژ ۵ ولت مؤثر و فرکانس

۱۵۰۰ هرتز تنظیم کنید.

۳ کلید مدار را وصل کنید.

۴ ولتاژ دو سر مقاومت را با اسیلوسکوپ اندازه گرفته و

سپس مقدار مؤثر آن را محاسبه کنید.

$$V_{eR} = V$$

۵ جریان مدار را محاسبه کنید.

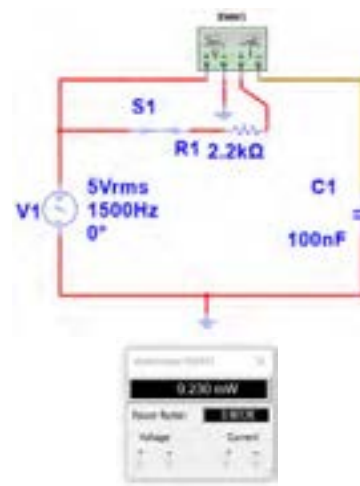
$$I_e = \frac{V_R}{R} = mA$$

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$$P_s = V_e \times I_e = ( ) \times ( ) = mVA$$

۷ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$$P_e = R \times I_e^2 = ( ) \times ( ) = mW$$



شکل ۵-۵۱ مدار با وات‌متر

۱۹ چگونگی اتصال وار متر انبری را برای اندازه‌گیری توان راکتیو تحقیق کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



۲۰ شکل ۵-۵۲ پلاک موتوری را نشان می‌دهد. در مورد

اطلاعات درج شده در پلاک موتور و موارد زیر تحقیق کنید

و موارد تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

الف) ولتاژ کار موتور

ب) جریان مصرفی موتور

پ) ضریب قدرت

ت) تعداد دور در دقیقه

ث) توان مؤثر

ج) آیا این موتور بدون خازن اصلاح‌کننده ضریب قدرت قابل

استفاده است؟

TYP XXXX	
Motor	Nr XXX
Δ 400 V	178 A
100 KW	S3 COS 0,89
1460	Rotate /min 50 Hz
XXXXXX	IP 44 XXX

شکل ۵-۵۲ پلاک موتور

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

$$\cos \varphi = \frac{P_e}{P_s} =$$

۱۳-۵ کار عملی شماره ۵: محاسبه ضریب قدرت (اصلاح ضریب توان)

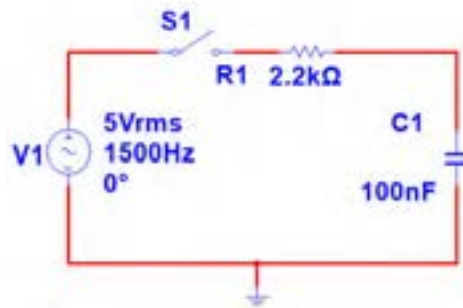
هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب توان و اصلاح آن

ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مقاومت  $2.2k\Omega$   $\frac{1}{4}$  وات، یک عدد خازن  $1\mu F$   $0^\circ$ ، یک عدد اسیلوسکوپ، یک دستگاه برید برد، یک قطعه سیگنال ژنراتور AF، یک دستگاه

مراحل انجام کار

۱ مدار شکل ۵۴-۵ را روی برد برد ببندید.

۲ سیگنال ژنراتور را روی ۵ ولت مؤثر و فرکانس  $150^\circ$  هرتز تنظیم کنید.



شکل ۵۴-۵ مدار RC

۳ کلید مدار را وصل کنید.

۴ ولتاژ دو سر مقاومت را با اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و سپس مقدار مؤثر آن را محاسبه کنید.

$$V_{eR} = \text{ولت}$$

۵ جریان مدار را محاسبه کنید.

$$I_e = \frac{V_R}{R} = ( ) = \text{mA}$$

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$$P_s = V_e \times I_e = ( ) \times ( ) = \text{mVA}$$

۷ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$$P_e = R \times I_e^2 = ( ) \times ( ) = \text{mW}$$

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

$$\cos \varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \dots\dots\dots$$

۹ آیا ضریب قدرت اصلاح شده است؟ توضیح دهید.

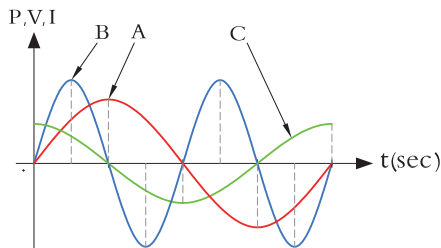
۱۴-۵ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار:

۱ یک میکرووات ( $\mu W$ ) برابر  $10^{-x}$  وات است، x کدام گزینه است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۹

۲ در شکل ۵۵-۵ که کمیت‌ها مربوط به مدار با خازن خالص است:

منحنی A مربوط به .....، منحنی B مربوط به ..... و منحنی C مربوط به ..... است.



شکل ۵۵-۵

۳ یک لامپ  $220^\circ$  ولت  $100^\circ$  وات را به ولتاژ  $110^\circ$  ولت وصل می‌کنیم.

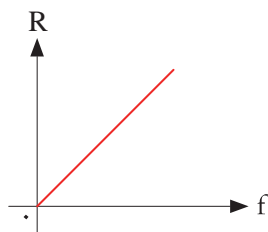
الف) جریان عبوری از لامپ را محاسبه کنید.

ب) توان مصرفی لامپ را در این حالت حساب کنید.

پ) با نصف شدن ولتاژ کار لامپ، توان مصرفی نسبت به توان نامی آن چند برابر کم شده است؟



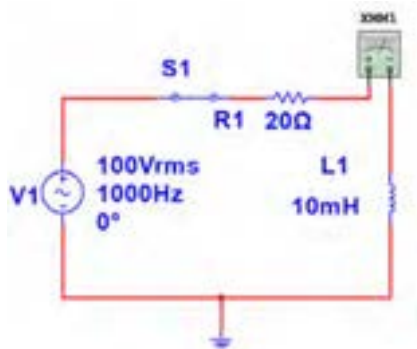
- ۹ منحنی شکل ۵۸ - ۵ تغییرات مقدار مقاومت اهمی خالص را در مقابل تغییرات ..... نشان می‌دهد؟
- (۱) ولتاژ (۲) جریان (۳) فرکانس (۴) توان



شکل ۵۸ - ۵

- ۱۰ توان راکتیو (غیر مؤثر) چه اثر نامطلوبی در مدار و شبکه دارد؟ شرح دهید.

- ۱۱ کدام گزینه واحد توان راکتیو (غیر مؤثر) را بیان می‌کند؟
- ۱- وات ۲- ولت. آمپر ۳- وار ۴- ژول
- ۱۲ با توجه به مشخصات مدار شکل ۵۹ - ۵ توان ظاهری، توان مؤثر و ضریب قدرت ( $\cos \phi$ ) را محاسبه کنید.



شکل ۵۹ - ۵

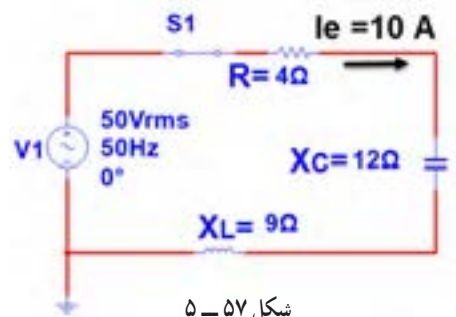
- ۱۳ اطلاعات زیر را از پلاک موتور شکل ۶۰ - ۵ استخراج کنید.
- ۱- قدرت برحسب اسب بخار ۲- ولتاژ کار ۳- مقدار جریان ۴- تعداد دور در دقیقه ۵- فرکانس کار

- ۴ روی وات‌متر شکل ۵۶ - ۵ دو ترمینال برای جریان قرار دارد که با بار به صورت ..... و دو ترمینال برای ولتاژ قرار دارد که با بار به صورت ..... قرار می‌گیرد.



شکل ۵۶ - ۵ وات‌متر عقربه‌ای

- ۵ در وات‌متر شکل ۵۶ - ۵ کلید سلکتور آمپر روی عدد ۱۰ آمپر و کلید سلکتور ولتاژ روی عدد ۴۸۰ ولت قرار دارد، این وات‌متر حداکثر چند وات را اندازه می‌گیرد؟
- ۶ در مدار شکل ۵۷ - ۵ مطلوب است:
- الف) توان مؤثر ب) توان ظاهری پ) ضریب قدرت



شکل ۵۷ - ۵

- ۷ اگر توان ظاهری مداری ۵۰۰ VA و توان اکتیو آن ۴۰۰ W باشد، ضریب قدرت مدار چقدر است؟
- (۱) ۱/۲۵ (۲) ۰/۸ (۳) ۰/۷۵ (۴) ۰/۶
- ۸ اگر ضریب قدرت مداری برابر ۰/۸ و توان حقیقی مدار ۱۰۰۰ W باشد توان ظاهری چند ولت آمپر (VA) است؟

۷ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$$P_S = V_e \times I_e = \quad \text{VA}$$

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

۱۶-۵ الگوی آزمون عملی در مدار واقعی پایان واحد کار:

۱ مدار شکل ۵-۶۲ را روی بردبرد ببندید.

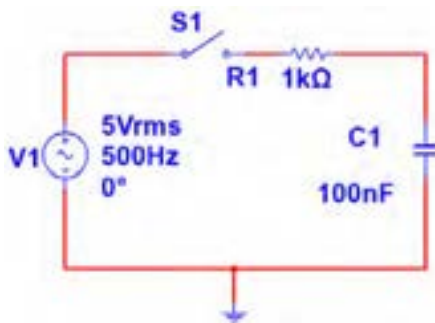
۲ کلید مدار را وصل کنید.

۳ ولتاژ مؤثر دو سر مقاومت را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_e = \quad \text{V}$$

۴ جریان مؤثر مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$I_e = \quad \text{mA}$$



شکل ۵-۶۲ مدار آزمایش

۵ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$$P_e = \quad \text{mW}$$

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$$P_s = \quad \text{mVA}$$

۷ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

$$\text{Cos} \phi = \quad$$

PE.21 PLUS™		PREMIUM EFFICIENCY	
ORD.NO.	x x x x x		
TYPE	x x x	FRAME	x x x
H.P.	30.00	SERVICE FACTOR	1.15 3 PH
AMPS	34.9	VOLTS	460
R.P.M.	1765	HERTZ	60
DUTY	CONT 40°C	AMB.	
CLASS	F B	G	93.6
	x x x x x x	x x x x x x	

شکل ۵-۶۰ پلاک موتور

۱۴ برای اصلاح ضریب قدرت ( $\text{Cos} \phi$ ) در یک مدار جریان متناوب (AC) چه روش‌هایی وجود دارد؟ شرح دهید (بدون تغییر مشخصات منبع AC مانند فرکانس).

۱۵-۵ الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد کار:

۱ نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

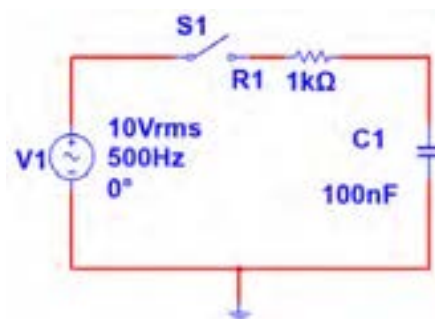
۲ مدار شکل ۵-۶۱ را ببندید.

۳ جریان مؤثر مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$I_e = \quad \text{mA}$$

۴ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$$P_e = \quad \text{mW}$$



شکل ۵-۶۱ مدار آزمایش

۵ وات‌متر نرم‌افزار را روی میز کار آورده و توان مؤثر

مدار را اندازه بگیرید.  $P_e = \quad \text{mW}$

۶ پاسخ مرحله ۵ را با مرحله ۴ مقایسه کنید. آیا اختلافی وجود دارد؟ علت را توضیح دهید.

## ارزشیابی شایستگی اندازه‌گیری توان و ضریب قدرت

### شرح کار:

- ۱- کسب دانش لازم جهت مقایسه توان در AC و DC و مقایسه ضریب قدرت در بارهای مختلف
- ۲- بستن یک نمونه مدار کاربردی الکترونیکی و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ، جریان و نهایتاً توان با استفاده از مولتی‌متر
- ۳- نصب نرم‌افزار مرتبط در رایانه و بستن یک نمونه مدار و انتخاب دستگاه‌های اندازه‌گیری از جمله آمپر متر، ولت متر و دستگاه اندازه‌گیری توان (وات متر)
- ۴- اندازه‌گیری دقیق توان با استفاده از نرم‌افزار

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری توان با مولتی‌متر با تِلرانس حداکثر ۱۰ درصد - اندازه‌گیری توان و ضریب توان با نرم‌افزار

### شاخص‌ها:

- ۱- اندازه‌گیری دقیق و صحیح توان DC در یک مدار با مولتی‌متر با تِلرانس حداکثر ۱۰ درصد (۱۵ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری دقیق و صحیح توان AC در یک مدار با مولتی‌متر با تِلرانس حداکثر ۱۰ درصد (۵ دقیقه)
- ۳- اندازه‌گیری صحیح و دقیق توان و ضریب توان AC و DC در یک مدار با استفاده از نرم‌افزار مرتبط (۲۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژ کاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی (۲۷°C - ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میز کار استاندارد با ابعاد W۱۸۰×D۱۸۰×H۸۰ مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - نرم‌افزار خاص

**ابزار و تجهیزات:** قطعات (مقامت - سلف - خازن) - ابزار عمومی برق یا الکترونیک - ابزار و تجهیزات تخصصی - رایانه

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	تشریح مفاهیم توان و ضریب قدرت	۱	
۲	اندازه‌گیری توان	۲	
۳	اندازه‌گیری ضریب قدرت و اصلاح آن با نرم‌افزار	۲	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
۱- حفاظت از قطعات دستگاه‌ها			
۲- رعایت نکات ایمنی مربوط به هر دستگاه			
۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات			
۴- اخلاق حرفه‌ای			
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

رشته : الکترونیک

درس : عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی

واحد یادگیری ۵



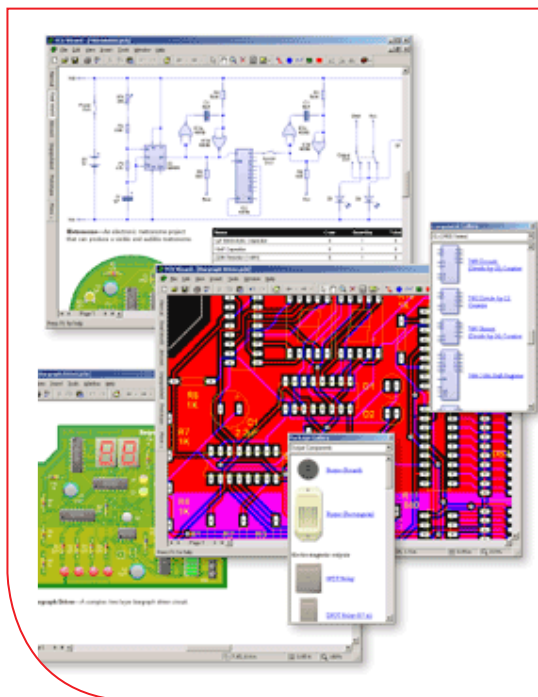


## فصل پنجم

# معرفی قطعات و نقشه خوانی با نرم افزار

با توجه به گسترش علم الکترونیک در جهان و کاربرد آن در رشته‌های مختلف افراد زیادی به این رشته علاقه‌مند شده‌اند. علم الکترونیک در بسیاری از رشته‌های دانشگاهی مانند: رایانه، پزشکی، صنایع هسته‌ای، روباتیک، مخابرات، صنایع نظامی و غیره کاربرد وسیع دارد و امروزه وسایل الکترونیکی بسیار زیادی (مانند یخچال، رایانه، تلفن همراه، تلویزیون) را مشاهده می‌کنیم که بدون آنها زندگی ما مختل می‌شود. هدف این واحد یادگیری شرح عملکرد قطعات پایه و اصلی الکترونیک است. شناخت قطعات باعث آسان‌تر شدن تعمیر مدارهای الکترونیکی و خواندن نقشه‌های مربوط به آن می‌شود.

مهندسين و تكنسين‌های الکترونیک سعی می‌کنند که اطلاعات خود را منطبق بر فناوری‌های روز نمایند و همواره در روند این تغییرات قرار داشته باشند. در این میان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و طراحی و مرتبط با صنعت، در طراحی سیستم‌ها و مدارها سهم قابل توجهی را در رشد سریع و روزافزون دستگاه‌ها و سیستم‌های صنعتی دارند. در رشته الکترونیک، وجود شبیه‌سازی رایانه‌ای طراحی و تحلیل مدارهای الکترونیکی، اولاً نیاز به عملیات و محاسبات دستی را تا حدود زیادی برطرف می‌کند و در زمان صرفه‌جویی می‌شود، ثانیاً یادگیری اصول الکترونیک را ساده‌تر می‌سازد. در این فرایند، فراگیر در مدت زمان کمتری به مهارت‌ها و شایستگی‌های مورد نیاز دسترسی پیدا می‌کند.



## واحد یادگیری ۶

### شایستگی خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده

آیا تا به حال پی برده اید :



شکل ۱-۶- مدار آزمایش

- چه قطعات الکترونیکی یا الکتریکی در شکل ۱-۶ به کار رفته است؟
- چه تعداد از این قطعات را می‌شناسید؟
- آیا برای طراحی ربات از نقشه استفاده شده است؟
- تغذیه الکتریکی ربات از چه منبعی تأمین می‌شود؟
- ربات برای حرکت به چه قطعاتی نیاز دارد؟
- اگر این ربات توانایی صحبت کردن داشته باشد، چه قطعاتی باید در ساخت آن، پیش‌بینی شود؟

هدف از آموزش این واحد یادگیری شرح عملکرد قطعات پایه و اصلی الکترونیک است. شناخت قطعات باعث آسان‌تر شدن تعمیر مدارهای الکترونیکی و خواندن نقشه‌های مربوط به آن می‌شود. در این مبحث قصد داریم ضمن معرفی نام قطعه؛ شکل ظاهری و نماد آن به شرح مختصری از عملکرد هر قطعه بپردازیم. در فصل‌های قبل با تعدادی از قطعات پایه‌ای الکترونیک مانند مقاومت، خازن و سلف آشنا شدید، همچنین چگونگی تعیین مقدار، کاربرد و عیب‌یابی ساده این قطعات را فرا گرفتید. در این مبحث قطعات دیگری مانند: کابل، کانکتور (اتصال‌دهنده)، فیوز، بی‌زر (بازر)، بلندگو، میکروفون، رله، لامپ، موتور، فن (پروانه‌ای یا بادبزنی برقی) و کلید (سوئیچ‌ها) معرفی می‌شود. در پایان ساختمان و عملکرد تعدادی از قطعات و علائم خاص موجود در یک نقشه خاص را آموزش می‌دهیم، همچنین عملکرد کلی بلوک‌ها در یک نقشه الکترونیکی ساده را توضیح می‌دهیم. در این فرایند مانند واحدهای یادگیری قبل، توجه و رعایت مهارت‌های غیر فنی مانند کارگروهي، مسئولیت‌پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در تمام مراحل باید رعایت شود.

## استاندارد عملکرد :

خواندن نقشه مدارهای ساده الکترونیکی و تعیین ارتباط اجزاء و نمادها از روی نقشه استاندارد

کردن لامپ و کلید زنگ در منزل وجود دارد؟ کلیدی که توسط آن می‌توان دو مجموعه لامپ در یک لوستر را روشن و خاموش کرد، به نظر شما چه نوع کلیدی است؟ کلیدی که در بعضی وسایل ترکیبی مانند رادیو و پخش صوت، برای انتخاب یکی از این دو حالت (رادیو یا پخش) به کار می‌رود، چه نوع کلیدی است؟



با توجه به کلیدهایی که می‌شناسید، راجع به تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها بحث کنید و نتیجه را در کلاس درس جمع‌بندی نمایید.

هر کلید یا سوئیچ حداقل از دو اتصال (کنتاکت) تشکیل شده است. که با توجه به شرایط انتخاب، کنتاکت‌ها می‌توانند به هم متصل یا از هم قطع شوند. هر کلید ساده دارای دو پایه است که می‌تواند به صورت همیشه باز (NO – Normally Open) همیشه بسته (NC – Normally Closed) یا حالت قطع و وصل انتخابی باشند. کلیدهای NC و NO معمولاً از نوع فشاری (Push Bottom) است. همچنین کلید می‌تواند دارای سه پایه باشد که یکی از آنها به صورت مشترک در نظر گرفته می‌شود. برخی از انواع کلیدها در جدول ۱-۶ آمده است. منظور از پل (pole) تعداد قطب‌ها یا شستی کلید و ترو (through) تعداد راه‌های عبوری برای کنترل مدار است.

جدول ۱-۶- مشخصات برخی از انواع کلید

نام فارسی	تعداد پایه	نام انگلیسی	علامت اختصاری
کلید یک پل، یک راهه	۲	Single Pole Single Through	SPST
کلید یک پل، دو راهه	۳	Single Pole Double Through	SPDT
کلید دو پل، دو راهه	۶	Double Pole Double Through	DPDT
کلید سه پل، دو راهه	۹	Tripple Pole Double Through	3PDT
کلید دو پل، یک راهه	۴	Double Pole Single Through	DPST
کلید چهار پل، دو راهه	۱۲	Four Pole Double Through	4PDT

۱-۶- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز و احداث‌گیری :  
 قطعات مجزا شامل کریستال، رله‌ها، کابل‌ها، بلندگو، باز (بی‌زر)، میکروفون، کانکتور، فیوز، لامپ سیگنال، موتور، انواع سوئیچ، آی‌سی‌های رگولاتور، آی‌سی تایمر، آی‌سی عملیاتی، اپتو کوپلر، سون‌سگمنت (هفت قطعه‌ای – ۷.seg)، رایانه، نرم‌افزارهای خاص، لوازم التحریر، ابزار و تجهیزات تخصصی و آی‌سی گیت‌های منطقی.

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

## ۲-۶- کلید (سوئیچ Switch)

فیلم مربوط به کلیدها را مشاهده کنید و به محتوای آن توجه نمایید. این فیلم به درک بهتر مفاهیم مربوط به کلیدها کمک می‌کند.

فیلم ۱



به وسایل الکترونیکی در منزل یا در کلاس و آزمایشگاه توجه کنید، آیا نوع کلید به کار رفته در وسایل و تجهیزات یکسان است؟ چه تفاوتی بین کلیدهای خاموش و روشن



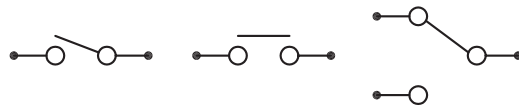


همان‌طور که مشاهده می‌کنید، با توجه به نوع کلید تعداد پایه‌ها متفاوت است. به عنوان مثال کلید یک پل یک راهه (SPST)، یک کلید یک قطبی است که یک کنتاکت و دو پایه دارد. کلید چراغ مطالعه‌ای که در منازل از آن استفاده می‌کنید معمولاً کلید یک پل یک راهه است. این کلید دارای یک کنتاکت و یک پل و یک مسیر است که با تغییر مکان پل کلید مسیر مدار بسته و باز و لامپ روشن یا خاموش می‌شود. کلید SPDT، کلید یک قطبی با دو مسیر است. به وسیله این کلید می‌توان دو لامپ (در مدار) را به نوبت

خاموش و روشن کرد. در یک حالت، لامپ اول را روشن و در حالت دوم لامپ اول خاموش و لامپ دوم روشن می‌شود. به این نوع کلیدها کلید تبدیل هم می‌گویند. شکل الف ۶-۲ چگونگی ارتباط داخلی کلید تک پل یک راهه (SPST)، کلید تک پل دو راهه (SPDT) و کلید فشاری همیشه باز (NO-Push Bottom) را نشان می‌دهد و شکل ب ۶-۲ تصویر ظاهری یک نوع کلید (سوئیچ Switch) را نشان می‌دهد.



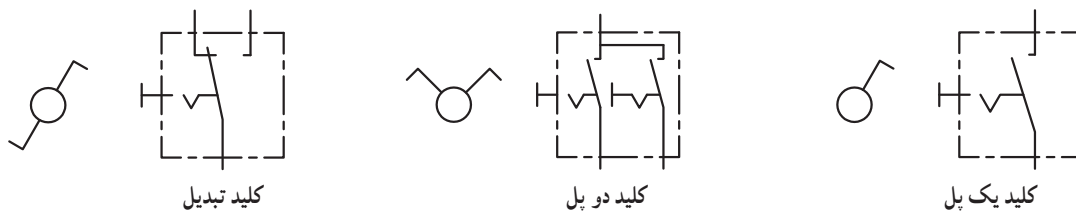
شکل ب ۶-۲ - شکل ظاهری یک نوع کلید



شکل الف ۶-۲ - اتصال کنتاکت‌های داخلی کلیدهای یک پل یک راهه، فشاری و یک پل دو راهه

درباره حالت‌های مختلف کنتاکت‌های کلیدهایی که در بالا به آن اشاره شده است، تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس درس ارائه نمایید. همچنین برگه اطلاعات (Data Sheet) یک نمونه کلید را استخراج و بررسی کنید، روی کلیدها چه مشخصاتی نوشته می‌شود؟ چند نمونه را بررسی و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

در شکل ۶-۳ نماد فنی و نماد حقیقی کلیدهای تبدیل، یک پل و دو پل که در نقشه‌کشی به کار می‌رود را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶-۳ - نماد فنی و نماد حقیقی انواع کلید

با این تفاوت که در هر کلید چند ردیفه، دو یا بیش از دو کلید در یک محفظه قرار دارد. ابعاد و بسته‌بندی این نوع کلیدها مشابه بسته‌بندی ICها است. به ازاء هر کنتاکت کلید دو پایه وجود دارد. شکل ۴-۶ کلید دو ردیفه را نشان می‌دهد. برای دریافت اطلاعات مربوط به کلیدهای

### کلیدهای دو ردیفه (Dip Switch)

کلیدهای دو ردیفه یا (Dual in line Package) یک گروه از سوئیچ‌های مینیاتوری هستند، که در مدارهای الکترونیکی و بردهای رایانه‌ای کاربرد دارند. عملکرد این نوع از کلیدها مشابه کلیدهای یک پل یک راهه است،

دو ردیفه (DIP Switch) به نمونه‌ای از آن که در کتاب همراه هنرآموز آمده است، مراجعه کنید.



شکل ۴-۶ کلیدهای چند ردیفه

### الگوی پرسش

با توجه به برگه مشخصات (Data Sheet) مربوط به کلیدهای دو ردیفه در شکل ۵-۶ به سؤالات پاسخ دهید.

Electrical and Mechanical Specifications		
<b>Switch Function</b>		
Series 206 and 208 single pole single throw		
Series 206 - single pole double throw		
- double pole single throw		
- double pole double throw		
- 3 pole single throw		
- 4 pole single throw		
<b>Switch Contact Resistance</b>		
Switch Series	Initial max.	End of life, max.
206	50 milliohms	100 milliohms
208	100 milliohms	500 milliohms
<b>Insulation Resistance</b>		
1,000 megohms minimum across open switch		
1,000 megohms minimum between adjacent closed switches		
<b>Dielectric Strength</b>		
500 VAC minimum for 1 minute between adjacent switches		
<b>Nonswitching Rating</b>		
100 mA or 50 VDC		
<b>Switch Capacitance</b>		
5.0 pF maximum between adjacent switches		
<b>Operating Temperature</b>		
-55°C to +85°C		
<b>Actuation Life</b>		
Series 206: 10,000 cycles switching		
50 mA @ 24 VDC		
Series 208: 2,000 cycles switching		
50 mA @ 15 VDC		
<b>Allowable Solder Time</b>		
Up to 4 seconds with 260°C solder		
<b>Vibration</b>		
Per MIL-STD-202F, method 204D, condition B		
with no contact inconsistencies greater than 1 microsecond		
<b>Shock</b>		
Per MIL-STD-202F, method 213B, condition A		
with no contact inconsistencies greater than 1 microsecond		
<b>Sealing</b>		
Bottom epoxy seal optional		
Top tape seal optional		
<b>Marking</b>		
Special side or top marking available-consult CTS		

شکل ۵-۶ برگه مشخصات کلید دو ردیفه

- ۱ معنی فارسی لغات : specification , Marking, Solder, Rating را بنویسید.
- ۲ مقاومت بین کنتاکت‌های کلید هنگامی که اتصال ندارند، چند مگا اهم است؟
- ۳ پایه‌های مجاور هم در این کلید چند ولت را برای چند دقیقه تحمل می‌کنند؟
- ۴ ظرفیت خازنی بین دو پایه مجاور کلید چند پیکو فاراد است؟
- ۵ محدوده دمای کار کلید از ..... درجه سانتی‌گراد تا ..... درجه سانتی‌گراد است.
- ۶ عمل لحیم‌کاری پایه‌ها باید حداکثر به مدت ۴ ثانیه در دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام گیرد.

نادرست ☐

درست ☐

### ۳-۶- کار عملی ۱: کار با نمونه‌هایی از کلیدهای

موجود در نرم افزار

هدف: اتصال یک نمونه کلید در نرم افزار

مواد، ابزار و تجهیزات:

۱- رایانه

۲- نرم افزار مولتی سیم یا هر نرم افزار دیگر

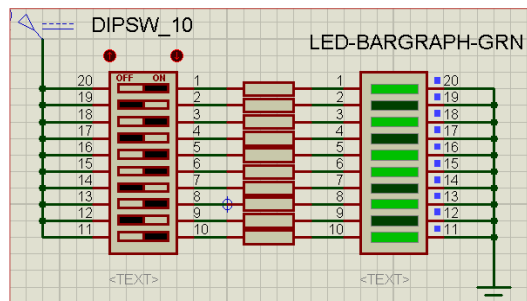
مراحل اجرای کار:

۱ با استفاده از نرم افزار مولتی سیم یا هر نرم افزار دیگری که

در اختیار دارید، مدار شکل ۶-۶ را روی میز آزمایشگاهی

نرم افزار ببندید.

۲ محل کلیدها و بارگراف را شناسایی کنید.



شکل ۶-۶- مدار بارگراف و کلید دوردیفه

۳ در این مدار از یک کلید دوردیفه و یک نمایشگر میله‌ای

(بارگراف Bargraph) استفاده شده است. نمودار میله‌ای

معمولاً شامل ده عدد LED است که در کنار هم چیده

شده‌اند. در این مدار مانند سایر مدارها، از مقاومت برای

محافظت LED استفاده شده است. مقدار مقاومت‌ها با

توجه به ولتاژ و جریان LED محاسبه می‌شود. این مقاومت

برای LEDهای معمولی بین ۱۵۰ تا ۲۲۰ اهم است.

۴ چگونگی کار با کلیدها را بررسی کنید و بیاموزید.

۵ با قطع و وصل هر یک از کلیدها، وضعیت LED

متصل شده به کلیدها را بررسی کنید و درباره عملکرد آنها

توضیح دهید.

### ۴-۶- کار عملی ۲: آزمایش کلید با استفاده از اهم متر

هدف: بررسی چگونگی عملکرد یک نمونه کلید چند حالتی

مواد، ابزار و تجهیزات:

۱- کلید چند حالتی واقعی ۲- برگه اطلاعات

۳- اهم متر ۴- لوازم التحریر و خط کش

مراحل اجرای کار:

۱ یک نمونه کلید واقعی را در دست بگیرید، آیا اطلاعاتی

بر روی آن نوشته شده است؟ اطلاعات را یادداشت کنید.

۲ تعداد پایه‌های این کلید و نحوه قرار گرفتن آنها را بررسی

کنید و شکل مقطع کلید را رسم نمایید.

۳ در شکل رسم شده پایه‌ها را شماره گذاری کنید.

۴ با استفاده از اهم متر، بررسی کنید کدام یک از پایه‌ها با

یکدیگر اتصال برقرار می‌کنند؟ (در این مرحله کلید سلکتور

اهم متر را برای آزمایش اتصال کوتاه (Buzzer) تنظیم کنید.)

در مورد نتیجه کار توضیح دهید.

۵ نقشه فنی کلید را ترسیم کنید.

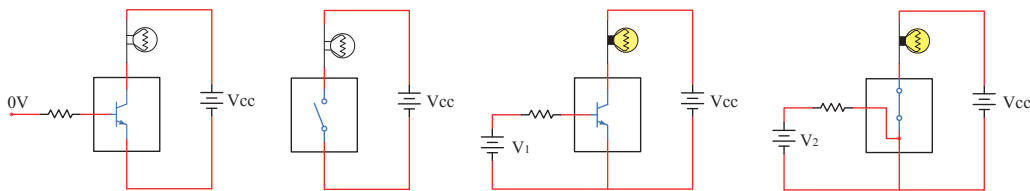
شکل مقطع کلید

نقشه کلید

نوع کلید با توجه به جدول ۱-۶  
..... P..... T

## کلید الکترونیکی

طور کامل آشنا خواهید شد. شکل ۷-۶ مدار ساده یک ترانزیستور را به عنوان کلید نشان می‌دهد. اگر به ورودی ترانزیستور ولتاژی اعمال نشود ترانزیستور در حالت قطع است در نتیجه لامپی که در خروجی آن قرار دارد، در حالت خاموش باقی می‌ماند. با اعمال ولتاژ مورد نیاز به ورودی ترانزیستور کلید وصل و لامپ روشن می‌شود. اساس عملکرد ترانزیستور به این صورت است که با اعمال جریان بسیار کمی به ورودی آن، جریان بسیار بالایی در خروجی آن کنترل می‌شود. به این ترتیب ترانزیستور به عنوان یک کلید الکترونیکی عمل کرده و لامپ را روشن می‌کند.



ترانزیستور به عنوان یک کلید باز

ترانزیستور به عنوان یک کلید بسته

شکل ۷-۶ ترانزیستور به عنوان کلید

۲ انواع دیگر کلیدهایی را که می‌شناسید، نام ببرید.  
۳ با مراجعه به منابع مختلف از جمله اینترنت نماد فنی هر یک از کلیدهای نشان داده شده در شکل ب ۲-۶ را رسم کنید.



فیلم ۲

فیلم فیوز و حفاظت و ایمنی را ببینید.

۵-۶ فیوز (fuse)



بحث گروهی

آیا می‌دانید فیوز به چه دلیل در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود؟

چه وسایلی را می‌شناسید که در آنها از کلید الکترونیکی استفاده شده است؟ جست و جو کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

راجع به انواع کلید الکترونیکی تحقیق کنید و نتیجه تحقیقات خود را به کلاس ارائه نمایید.

با جست و جو در اینترنت، درباره انواع سوئیچ‌های الکترونیکی تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.

## الگوی پرسش

۱ زنگ ورودی منزل چه نوع کلیدی است؟ آیا با یکی از کلیدهای آموزش داده شده در این قسمت مشابهت دارد؟ توضیح دهید.

بحث کنید



پژوهش



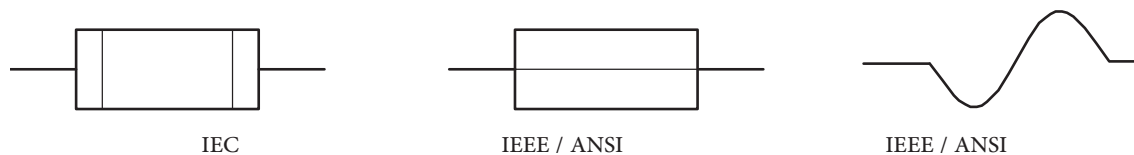
پژوهش



با همکاری دوستان خود درباره کاربرد فیوز در کلاس درس بحث کنید و نتایج را بررسی نمایید.

برای محافظت مدارهای برقی و الکترونیکی در مقابل اتصال کوتاه یا اضافه جریان از فیوز استفاده می کنند. بنابراین با عبور جریان بیش از حد مجاز در مدار، فیوز عمل کرده و جریان مدار را قطع می کند. فیوزها از نظر رفتار و عملکرد در دو مدل برگشت پذیر و یکبار مصرف ساخته می شوند. با عبور جریان اضافی در فیوزهای برگشت پذیر، کنتاکت های داخلی آن از هم باز می شود و با برگشتن مدار به حالت عادی، کنتاکت های فیوز به صورت خودکار یا با تحریک عامل

خارجی به حالت قبلی باز می گردد. هر دو نوع فیوز ذکر شده در دو نوع تندکار (قطع سریع – Fast blow Fuse) و کندکار (قطع با تأخیر – Slow blow Fuse) ساخته می شوند. در فیوز تندکار هنگامی که جریان مدار به جریان نامی فیوز می رسد، فیوز جریان مدار را قطع می کند. در فیوز کندکار، جریان مدار با تأخیر قطع می شود. یعنی اگر جریان فیوز برای مدت چند میلی ثانیه چند برابر (مثلاً ۳۰ تا ۵۰ برابر) مقدار جریان نامی فیوز شود، فیوز قطع نخواهد کرد. در شکل ۸-۶ نماد فنی فیوز را در استانداردهای مختلف مشاهده می کنید.

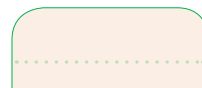
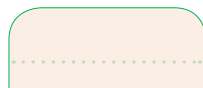
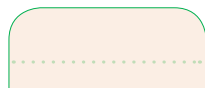


شکل ۸-۶ – نماد فنی فیوز

فیوزهای یکبار مصرف یا معمولی، بیشترین مصرف و کاربرد را دارند و ارزان قیمت هستند. در شکل ۹-۶ چند نمونه فیوز را مشاهده می کنید.

درباره ساختمان و کاربرد فیوزهای تندکار و کندکار تحقیق کنید و نتایج را به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



شکل ۹-۶ – انواع فیوز

کدام یک از فیوزهای نشان داده شده در شکل ۹-۶ یک بار مصرف و کدام یک برگشت پذیر است. پاسخها را در زیر شکل بنویسید.

بررسی کنید



فیوزهای فشنگی، مینیاتوری و خودرویی از معروفترین انواع فیوزها هستند. فیوزهای مینیاتوری و فشنگی بیشتر در سیم‌کشی ساختمان، دستگاه‌های الکتریکی برقی و کارگاه‌های صنعتی کاربرد دارند و بقیه مدل‌ها در مدارهای الکترونیکی استفاده می‌شوند. مانند سایر قطعات برای فیوزها نیز برگه اطلاعات (Data Sheet) وجود دارد. نمونه‌ای از این برگه اطلاعات را در کتاب همراه هنرجو ملاحظه می‌کنید.

### الگوی پرسش

- ۱ از انواع فیوزهای معرفی شده و کاربرد آنها گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.
- ۲ آیا می‌دانید کدام یک از انواع فیوزها در ساختمان‌ها و مراکز تجاری استفاده می‌شوند؟
- ۳ تحقیق کنید در وسایل و تجهیزات آزمایشگاه الکترونیک چه نوع فیوزی استفاده می‌شود؟
- ۴ بررسی کنید، فیوز دستگاه مولتی‌متر مورد استفاده شما چند آمپر است؟
- ۵ اگر فیوزی که جریان مجاز بیشتری در مقایسه با فیوز دستگاه مولتی‌متر شما دارد را به جای فیوز قبلی در مولتی‌متر قرار دهید، ممکن است چه اشکالی به وجود آید؟ توضیح دهید.

- ۶ فیوزهایی که در ساختمان‌های مسکونی شما به کار رفته‌اند، از چه نوعی هستند و چه ویژگی خاصی دارند؟ توضیح دهید.
- ۷ یک نمونه برگه اطلاعات فیوز تندکار یا کندکار را ترجمه کنید و اطلاعات آن را استخراج نمایید.

### ۶-۶ کار عملی شماره ۳: کار با انواع فیوز

هدف: آزمایش چند نمونه فیوز

مواد، ابزار و تجهیزات:

- ۱- فیوز از انواع مختلف ۴ نمونه ۲- اهم‌متر

### مراحل اجرای کار:

- ۱ چند نمونه فیوز را در اختیار بگیرید. مشخصات فنی آنها را استخراج کنید و آنها را با اهم‌متر آزمایش کنید.

- ۲ کلید سلکتور اهم‌متر را برای تست اتصال کوتاه (Buzzer) تنظیم کنید.

- ۳ با آزمایش فیوز سالم و فیوز سوخته تفاوت مقدار اهم آنها را یادداشت کنید و درباره آن توضیح دهید.

مقاومت فیوز سوخته = ..... اهم

مقاومت فیوز سالم = ..... اهم

- ۴ مشخصات روی فیوز معمولی را بخوانید و یادداشت کنید و در مورد آن توضیح دهید.

- ۵ مشخصات روی فیوز مینیاتوری را بخوانید و یادداشت کنید و در مورد آن توضیح دهید.

- ۶ اگر هنگام تعویض فیوز سوخته، از فیوز مشابه استفاده نکنیم، یا سیمی را به جای فیوز قرار دهیم، چه خطراتی ایجاد می‌کند؟ شرح دهید.

### ۷-۶ سیم‌ها و کابل‌ها

#### فعالیت عملی

در منزل، محل کار یا سایر محل‌هایی که به آن دسترسی دارید، جست و جو کنید و مشخصات انواع کابل‌هایی که مورد استفاده قرار گرفته است را به کلاس درس ارائه نمایید.

در فصل‌های قبل با مشخصات سیم‌ها آشنا شدید. در این فصل با انواع کابل‌های مورد استفاده در صنعت الکترونیک آشنا خواهید شد.



فیلم مربوط به انواع کابل و سیم‌ها را در خارج از ساعات درسی مشاهده کنید.

به دو شاخه یک دستگاه برقی معمولی مانند تلویزیون و یک دستگاه گرمازا مانند اتوی برقی توجه کنید، چه نوع سیمی به آن اتصال دارد؟ این سیم چه ویژگی‌هایی دارد؟ درباره آن بحث کنید.

ت) پوشش خارجی کابل که عایق است و از نظر مکانیکی کابل را حفاظت می‌کند. یکی از مشخصات مهم کابل، امپدانس آن است. امپدانس عبارت از مقدار مقاومتی است که کابل در فرکانس کار ظاهر می‌کند. مثلاً امپدانس کابل آنتن تلویزیون که از نوع کابل کوکسیال است، حدوداً برابر با ۷۵ اهم می‌باشد. در شکل ۱-۶ ساختمان کابل کوکسیال و چند نمونه آن را مشاهده می‌کنید. مشخصات و اطلاعات فنی این کابل‌ها در برگه اطلاعات داده می‌شود.

برای اتصال کابل‌ها به سوکت، از ابزار خاص استفاده می‌کنند.



شکل ۱-۶ — ساختمان چند نمونه کابل کوکسیال و اتصال آن به سوکت



پژوهش

با جست‌وجو در اینترنت کاربرد انواع کابل کوکسیال را بیابید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

در دستگاه‌های قابل حمل که به طور مکرر باید به پریز وصل شوند، یا سیم‌های آنها در شرایط خاصی قرار می‌گیرند، نمی‌توانیم از سیم‌های معمولی استفاده کنیم. در این شرایط لازم است از کابل استفاده کنیم. سیم اتصال داده شده به دو شاخه تلویزیون یک نوع کابل است. پرکاربردترین کابل‌ها در صنعت الکترونیک، کابل‌های کوکسیال، مخابراتی، زوج سیم، نواری و تسمه‌ای (ریبونی) هستند.

### کابل کوکسیال (coaxial)

کابل کوکسیال یا هم‌محور جهت انتقال اطلاعات با فرکانس بالا استفاده می‌شود. این نوع کابل به عنوان سیم آنتن، در تلویزیون‌های سیاه و سفید و رنگی به کار می‌رود. اجزای تشکیل‌دهنده کابل‌های هم‌محور به شرح زیر است :

الف) هادی داخلی که در مرکز کابل قرار دارد و محور کابل را تشکیل می‌دهد. این هادی را مغزی کابل می‌نامند.

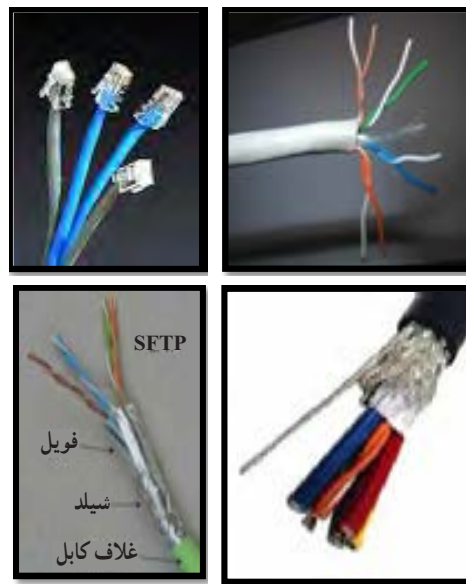
ب) هادی خارجی که معمولاً به صورت سیم بافته شده در سرتاسر کابل کشیده می‌شود. از این سیم، به عنوان حفاظ الکتریکی یا شیلد (shield) استفاده می‌شود. این حفاظ، مانع تأثیر میدان‌های خارجی مانند نویز روی هادی داخلی کابل می‌شود و روی عملکرد کابل اثر دارد.

پ) عایق بین دو هادی داخلی و خارجی که ضریب دی‌الکتریک آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.



## کابل شبکه (Data)

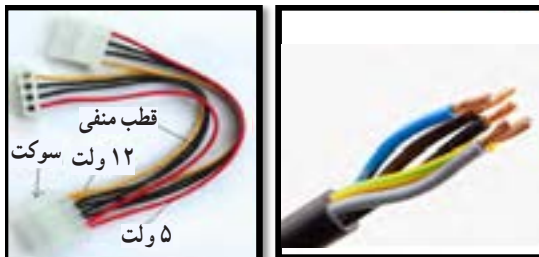
کابل‌هایی هستند که به پایه‌های (ترمینال) کانکتورهای خاص استاندارد مانند ۶۸-FCC قابل اتصال هستند. کانکتورها یا اتصال‌دهنده‌ها، قطعاتی هستند که دو سیم یا کابل به آن اتصال داده می‌شود. این اتصال‌دهنده‌ها، معمولاً برای اتصال به شبکه‌های اینترنت، اینترنت یا تلفن کاربرد دارند و مجموعه آن‌ها را کابل شبکه می‌نامند. این کابل‌ها به صورت ۴، ۶ و ۸ رشته‌ای تولید می‌شوند. شکل ۱۱-۶ چند نمونه از این نوع کابل‌ها را که به سوکت شبکه نیز اتصال دارند نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۶- ساختمان و چند نمونه کابل شبکه و اتصال آن به سوکت

## کابل معمولی (Normal)

این کابل‌ها در مواردی مانند مخابرات و شبکه کاربرد دارند. در ساختمان آن‌ها از یک یا چند رشته سیم با عایق معمولی یا نسوز و در رنگ‌های گوناگون استفاده می‌شود. در شکل ۱۲-۶ چند نمونه از این نوع کابل را مشاهده می‌کنید.



کابل‌های چند رشته‌ای برای اتصال به سوکت



شکل ۱۲-۶- چند نمونه کابل معمولی

## کابل‌های نواری ریبون (Ribbon)

کابل‌های نواری را کابل‌های ریبونی، تسمه‌ای و تخت نیز می‌نامند. این کابل‌ها غالباً از ۴ رشته تا ۶۴ رشته به صورت به هم چسبیده و تخت تولید می‌شوند و در دو مدل اصلی تک رنگ (معمولاً خاکستری) و رنگی (رنگین کمانی) با چند رنگ (حداکثر با ۱۰ رنگ) وجود دارند. در صورت افزایش تعداد رشته‌ها به بیش از ۱۰ رشته، رنگ‌ها تکرار می‌شوند. این کابل‌ها به صورت شیلدار نیز ساخته شده‌اند، که معمولاً جنس شیلد آن‌ها از لایه آلومینیوم است. در این حالت روی کابل و شیلد آن یک غلاف پلاستیکی کشیده می‌شود. شکل ۱۳-۶ سه نوع کابل نواری را نشان می‌دهد.

## الگوی پرسش

- ۱ با مراجعه به برگه اطلاعات انواع کابل‌های کواکسیال تفاوت آن‌ها را بیابید و در کلاس توضیح دهید.
- ۲ از چه نوع کابل‌هایی در شبکه رایانه‌ای استفاده می‌شود؟ تفاوت آن‌ها با کابل تلفن را شرح دهید.

### کابل فتری (Coiled)

کابل‌های فتری در انواع بدون شیلد و شیلددار تولید می‌شوند. شیلد کابل فتری به صورت نوار آلومینیومی یا بافته شده (Braid) است. از این نوع کابل‌ها برای انتقال اطلاعات از دستگاه تلفن به گوشی یا رابط شارژ دستگاه استفاده می‌کنند. سیم‌های داخل کابل قابل انعطاف بوده و پوشش سیم‌های داخلی و پوشش خارجی از جنس پی‌وی‌سی معمولی یا نسوز است. شکل ۱۴-۶ یک نمونه کابل فتری و برخی از موارد کاربرد آن را نشان می‌دهد.



کابل نواری چند رنگ



کابل نواری شیلددار با غلاف پلاستیکی



کابل نواری تک رنگ با سوکت

شکل ۱۳-۶ چند نمونه کابل نواری

با جست‌وجو در اینترنت، انواع وسایل الکترونیکی را که از کابل‌های نواری استفاده می‌کنند، شناسایی کنید و نتایج تحقیقات را به کلاس درس ارائه نمایید.

پژوهش



رابط شارژ جک گوشی



رابط شارژ فندک خودرو



کابل فتری

شکل ۱۴-۶ کابل فتری و موارد کاربرد آن



رابط انتقال اطلاعات

### کابل اتصال به برق شهر (Power or Main)

این کابل‌ها شامل دو یا سه رشته سیم و بدون شیلد است. دو رشته از سیم‌ها برای اتصال به فاز و نول و رشته سوم برای سیم حفاظتی و اتصال زمین استفاده می‌شود. معمولاً یک سر این نوع کابل را به دو شاخه برای اتصال به پریز برق و سر دیگر آن را با سوکت مخصوص یا از طریق لحیم کاری به وسایل و تجهیزات برقی وصل می‌کنند. جریان‌های قابل تحمل این نوع کابل‌های رابط را عموماً روی آن می‌نویسند.

به چه دلیل در گوشی تلفن از کابل فتری استفاده می‌کنند؟ درباره آن بحث کنید و نتایج را در کلاس درس بررسی نمایید.

بحث گروهی



در مورد استاندارد رنگ در کابل‌های تلفن پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس درس به بحث بگذارید.

پژوهش



اینگونه کابل‌ها تحمل جریان دستگاه بین ۲ تا ۱۶ آمپر را دارند. در شکل ۱۵-۶ کابل اتصال به برق شهر و اتصال‌های آن را مشاهده می‌کنید.



کابل کامل بدون سوکت



دو نوع سوکت نری و مادگی استاندارد IEC

سرسیم‌های کابل

شکل ۱۵-۶ انواع کابل و سیم برای اتصال به برق شهر

درباره استاندارد IEC برای انواع کابل و انواع اتصال زمین پریزها و دوشاخه، تحقیق کنید، آیا برای کابل‌های رابط برق و اتصالات آن برگه اطلاعات نیز وجود دارد؟ نتیجه را به کلاس درس ارائه کنید.

پژوهش



فیلم روکش‌برداری کابل را ببینید.

فیلم ۴



۸-۶ کار عملی ۴: روکش‌برداری کابل‌های با جریان کم  
هدف: برداشتن روکش کابل به صورت استاندارد مواد، ابزار و تجهیزات:

۱- سیم‌چین یا سیم‌لخت‌کن ۲- چاقوی روکش‌برداری کابل  
مراحل اجرای کار:  
۱ ابزار مناسب و استاندارد روکش‌برداری کابل‌های موجود در آزمایشگاه را انتخاب کنید.

۲ روکش چند نمونه کابل را بردارید.

۳ گزارشی درباره این که برای هر نوع کابل از چه ابزاری باید استفاده کرد؟ تهیه کنید.

### الگوی پرسش

۱ با تحقیق و جست‌وجو در اینترنت انواع کابل یا سیم‌های مورد استفاده در وسایل الکتریکی و الکترونیکی را شناسایی کنید. کاربرد و ویژگی‌های آنها را توضیح دهید.

۲ برای برداشتن عایق روی سیم از چه ابزاری استفاده می‌شود؟ نام ببرید.

۳ چنانچه جریان عبوری از سیم بیش از مقدار استاندارد سیم باشد، کدام یک از اجزاء کابل را باید تغییر داد؟

۴ کابل نواری در کدامیک از وسایل زیر کاربرد دارد؟

(۱) تلفن (۲) چاپگر (۳) ماشین حساب (۴) رادیو

۵ از کابل شبکه می‌توان برای آنتن تلویزیون هم استفاده کرد. درست □ نادرست □

۶ به نظر شما کدام یک از ابزارهای شکل ۱۶-۶ ابزاری استاندارد برای برداشتن عایق کابل است؟ چرا؟



شکل ۱۶-۶



فیلم ۵

فیلم انواع کانکتور را در خارج از ساعات درسی مشاهده کنید و نتیجه را به کلاس درس ارائه نمایید.

## ۹-۶- کانکتورها (connectors)

کانکتورها یا اتصال دهنده‌ها به دلیل کاربرد گسترده یکی از بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین گروه قطعات در صنعت الکترونیک هستند. کانکتورها یا اتصال دهنده‌ها بر اساس استانداردهای متداول تعریف و تولید می‌شوند. برخی از کانکتورها از استاندارد خاصی پیروی نمی‌کنند و بنا به سفارش مشتری ساخته می‌شوند.

**کانکتورهای صوتی و تصویری:** این نوع کانکتورها به صورت پایه (جک jack) یا حفره (سوکت socket) ساخته می‌شوند. به عبارت دیگر به صورت نر و ماده هستند. جک گوشی از نوع نری و محل اتصال جک گوشی به دستگاه از نوع مادگی یا سوکت است که برای برقراری ارتباط صوتی و تصویری در دستگاه‌های مختلف به کار می‌رود. بدنه این کانکتورها در دو مدل فلزی و پلاستیکی ساخته می‌شوند. نوع بدنه، تعداد اتصال رنگ، جنس بدنه، قطر jack، روش نصب و طول از مشخصه‌های مهم کانکتورها است که در برگه اطلاعات Data Sheet داده می‌شود.

شکل ۱۷-۶ تعدادی از کانکتورهای صوتی و تصویری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۶ انواع کانکتور وسایل صوتی و تصویری

### پژوهش

با مراجعه به اینترنت علائم اختصاری کانکتورها را پیدا کنید و در کلاس درس ارائه نمایید.  
مانند: AV=Audio Video صوتی و تصویری

### پژوهش

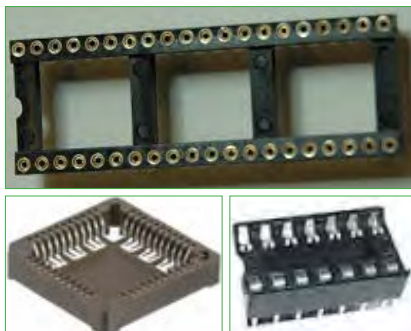
در مورد انواع کانکتورهای وسایل الکتریکی و الکترونیکی تحقیق کنید و نتیجه یافته‌های خود را به کلاس درس ارائه نمایید.

## سوکت قطعات (Component Socket)

بدنه سوکت قطعات از جنس پلاستیک و اتصال‌ها و پایه‌های آن فلزی است. سوکت روی برد دستگاه نصب و لحیم می‌شود، سپس قطعه روی آن جای می‌گیرد. سوکت جهت نصب راحت و محکم نگه داشتن قطعات به کار می‌رود و قابلیت جازدن و بیرون آوردن قطعات را نیز دارد. تعداد پایه‌های (پین‌های) سوکت بسیار متنوع بوده و با توجه به نوع قطعه در مدل‌های مختلف وجود دارند. شکل ۱۸-۶ سه نمونه سوکت را نشان می‌دهد.

### پژوهش

مزا و معایب استفاده از سوکت آی سی را بررسی و به کلاس ارائه کنید.

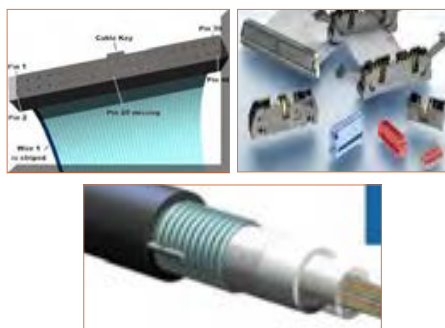


شکل ۱۸-۶ سوکت برخی قطعات الکترونیکی



## کانکتور کابل ریبونی

کانکتورهایی هستند که کابل‌های ریبونی (نواری Ribbon) را می‌توان به راحتی بر روی آنها نصب کرد. این کانکتورها برای انتقال اطلاعات به کار می‌رود و در دو مدل قفل‌شونده و بدون قفل وجود دارد. در شکل ۱۹-۶ چند نمونه کانکتور ریبونی و سوکت‌های آنها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹-۶ کانکتور کابل‌های ریبونی (نواری)

## کانکتورهای تغذیه DC و شارژرها (آداپتور Adaptor)

کانکتورهای تغذیه DC در دستگاه‌های الکترونیکی کوچک و شارژرها به کار می‌روند و استاندارد هستند. معمولاً تیغه یا میله (plug) و سوکت آنها با قطر و جنس مناسب برای تغذیه ساخته می‌شوند. در شکل ۲۰-۶ چند نمونه کانکتور تغذیه DC را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰-۶ کانکتور تغذیه DC

★ با مراجعه به رسانه‌های مختلف در مورد جریان مجاز کانکتورهای تغذیه DC و شارژرها پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

★ در مورد انواع کانکتورهای وسایل الکتریکی و الکترونیکی تحقیق کنید و نتیجه یافته‌های خود را به کلاس ارائه نمایید.

## دو شاخه

این نوع کانکتورها به دو شاخه معروف هستند، ولی معمولاً سه پایه (پین) دارند. پایه اتصال سوم به عنوان اتصال زمین به کار می‌رود. از مشخصه‌های مهم دو شاخه‌ها میزان جریان مجاز قابل تحمل آن است. شکل ۲۱-۶ چند نمونه دو شاخه را نشان می‌دهد. در برخی از دو شاخه‌ها اتصال زمین به صورت یک تیغه فلزی است.



شکل ۲۱-۶ دو شاخه

## کانکتور تلفن و شبکه (۶۸ - FCC)

کانکتور ۶۸ - FCC کانکتور مخصوص اتصال به تلفن یا کابل شبکه است. که در دو نوع نری و مادگی وجود دارد. در برخی مدل‌ها نوع مادگی به صورت دوتایی یا دوبل (Double) ساخته می‌شود. شکل ۲۲-۶ این نوع کانکتورها را نشان می‌دهد.



### کانکتور فرکانس بالا

از این کانکتورها در سیستم‌های فرکانس بالا استفاده می‌شود. اتصال این نوع کانکتور به صورت پیچی بوده و قابل اتصال به صورت مستقیم است. اتصال پیچی معمولاً با نیم‌دور چرخش برقرار می‌شود. در دستگاه‌های آزمایشگاهی الکترونیکی از کانکتور BNC که نوعی اتصال دهنده فرکانس بالاست، استفاده می‌کنند. شکل ۶-۲۴ چند نمونه کانکتور فرکانس بالا را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۴ کانکتور فرکانس بالا (BNC)

### کانکتورهای فیبر نوری

کانکتورهای فیبر نوری جهت اتصال فیبر یا کابل فیبر نوری به مدارها استفاده می‌شود. این نوع کانکتورها در انواع گوناگون ساخته شده است. شکل ۶-۲۵ چند نمونه کانکتور فیبر نوری را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۵ کانکتور فیبر نوری



شکل ۶-۲۲ کانکتور FCC — ۶۸

### کانکتور USB

کانکتور USB برای ارسال و دریافت اطلاعات، با سریع‌ترین زمان، کاربرد دارد و به صورت نری و مادگی تولید می‌شود. در واقع می‌توان گفت که این کانکتور از دسته کانکتورهای اتصال سریع است و برای USBها (مانند USB۲، USB۳) ساخته می‌شوند. شکل ۶-۲۳ کانکتورهای USB را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۳ کانکتور USB

تفاوت انواع کانکتورهای USB۲، USB۳ و اتصالات آنها را بیابید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش





آیا کانکتورها نیز مانند سایر قطعات دارای برگه اطلاعات (Data Sheet) است؟ با مراجعه به اینترنت پاسخ مناسب را به دست آورید و به کلاس درس ارائه دهید.

### کانکتورهای پرسی

کاربرد کانکتورهای پرسی گسترده بوده و در صنایعی مانند مخابرات، خودرو و پست‌های برق مورد استفاده قرار می‌گیرد و از نظر شکل ظاهری بسیار متنوع است. این کانکتورها قابل اتصال به انتهای سیم هستند، از این رو آنان را سرسیم یا کفشک کابل (Cable Shoe) نیز می‌نامند.



شکل ۲۶-۶ کانکتورهای پرسی

### الگوی پرسش

۱ به نظر شما در قسمت انتقال قدرت تابلوهای برق صنعتی از کدام یک از سوکت‌های زیر استفاده می‌شود؟

- ۱) کانکتورهای پرسی ☐ ۲) کانکتورهای USB ☐  
۳) کانکتورهای FCC-۶۸ ☐ ۴) کانکتور ریبونی ☐

۲ ساختمان داخلی کانکتور ریبونی و شبکه را با هم مقایسه کنید.

۳ از نظرایمنی چه لزومی دارد از دوشاخه مجهز به زبانه یا زایده اضافی استفاده شود؟

۴ آیا استفاده از دوشاخه مجهز به زبانه زمین به پریزی که فاقد سیم ارت است، تأثیری درایمنی و جلوگیری از خطر برق گرفتگی دارد؟ چرا؟

با استفاده از نرم افزارهای اندرویدی مانند electrodriond، اتصال‌های انواع کانکتورها و چگونگی اتصال آنها را ببینید و به کلاس ارائه دهید.

★ درباره انواع کانکتورهای جدید جست‌وجو کنید و موارد کاربرد آن را به کلاس ارائه دهید.

★ درباره ویژگی کانکتورهای رایانه تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه کنید.





## ۱۰-۶- کار عملی ۵: شناسایی کانکتورها

هدف: بررسی اتصال‌ها، پایه‌ها و نقشه‌های کانکتورها

مواد، ابزار و تجهیزات: ۱- تعدادی کانکتور در انواع مختلف ۲- اهم‌تر ۳- لوازم التحریر و خط‌کش  
مراحل اجرای کار:

۱- تعدادی کانکتور را در اختیار بگیرید، اتصال‌های آنها را به صورت چشمی بررسی کنید.

۲- با استفاده از اهم‌تر اتصال پایه‌ها را بیابید.

۳- با توجه به اتصال پایه‌های آنها، نقشه اتصال آنها را رسم کنید.

۴- با استفاده از نرم‌افزار، نقشه کشیده شده را با نقشه اصلی (موجود در برگه اطلاعات) تطبیق دهید.

## ۱۱-۶- بلندگو

بلندگو وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی صوت را به ارتعاشات مکانیکی قابل شنیدن تبدیل می‌کند. بلندگوها با توجه به کاربرد در انواع مختلف ساخته می‌شوند. هر بلندگو دارای مشخصه‌های فنی مانند محدوده فرکانس کار، قدرت و امپدانس (مقاومت) است. در شکل ۲۷-۶ تعدادی بلندگو نماد فنی و ساختمان داخلی آن را مشاهده می‌کنید. معمولاً پشت بلندگو مقدار توان و امپدانس چاپ می‌شود و گاهی نیز نام سازنده و کد شرکت سازنده نوشته می‌شود.



شکل ۲۷-۶- بلندگو، ساختمان و نماد فنی آن

## بی‌زر (بازر Buzzer)

بی‌زر با دریافت ولتاژ DC، فرکانس ثابت صوتی قابل شنیدن را تولید می‌کند. بی‌زر (بازر) می‌تواند با ولتاژ مستقیم و متناوب کار کند. سازنده‌ها عموماً فرکانس‌های صوتی KHZ

در مورد انواع بلندگو، از نظر فرکانس و شکل ظاهری بلندگو، پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

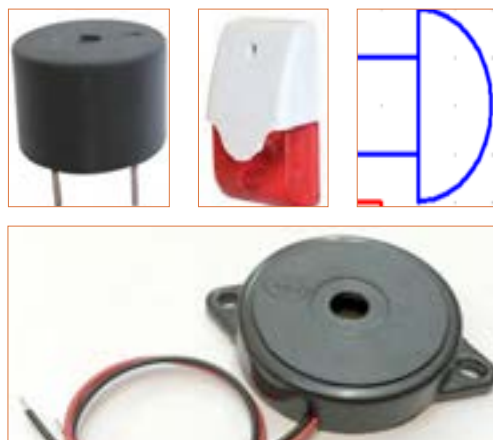
پژوهش



## ۱۲-۶- میکروفون

به نظر شما کدام یک از وسایل الکتریکی که در خانه یا هنرستان می‌شناسید، میکروفون دارند؟ آیا میکروفون استفاده شده در دستگاه‌های مختلف از یک نوع است؟ وسیله‌ای که برای تبدیل صوت به جریان الکتریکی به کار می‌رود، میکروفون نام دارد. میکروفون انواع مختلف دارد. ساختار میکروفون معمولاً خازنی، کریستالی، زغالی و دینامیکی است. مدل خازنی دارای دو صفحه است (مانند خازن)، یکی از صفحات ثابت و صفحه دیگر متحرک است که با اعمال صوت و حرکت صفحه متحرک فاصله بین دو صفحه تغییر کرده و در نتیجه ظرفیت خازنی تغییر می‌کند. در مدل دینامیکی، ایجاد ولتاژ خروجی بر اساس تغییر مکان سیم‌پیچ در میدان مغناطیسی صورت می‌گیرد. میکروفون در سیستم‌هایی مانند تلفن و آمپلی‌فایر که باید صوت را به طور مستقیم دریافت و به ولتاژ تبدیل کند، به کار می‌رود. در شکل ۲۹-۶ تعدادی میکروفون، ساختمان داخلی و نماد فنی آن را مشاهده می‌کنید.

۴-۲ را ترجیح می‌دهند. از بی‌زر جهت هشدار دادن در سیستم‌های مختلف مانند رایانه، هشداردهنده‌های باز بودن درب، زنگ ساعت، هشداردهنده‌های گاز و دود استفاده می‌شود. شکل ۲۸-۶ چند نمونه بی‌زر و نماد فنی آن را نشان می‌دهد.



شکل ۲۸-۶ انواع بی‌زر و نماد فنی آن

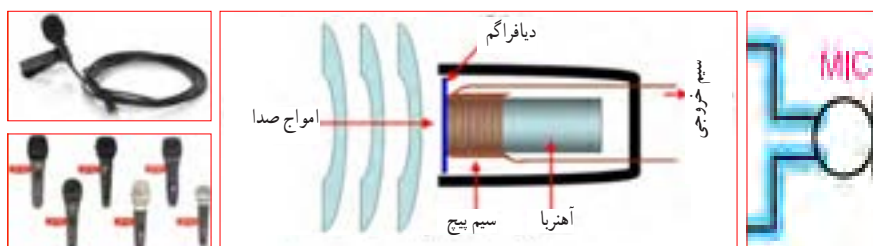
فیلم کاربرد انواع بی‌زر و بلندگو را ببینید و در مورد آن بحث کنید.

فیلم ۶



کلمه Buzzer به صورت بازار تلفظ می‌شود ولی در اصطلاح بازاری آن را بی‌زر می‌گویند.

نکته



شکل ۲۹-۶ انواع میکروفون، نماد فنی آن، نحوه انتقال صوت و ساختمان داخلی

می‌توان فشار یا قدرت صدا، ولتاژ ورودی مجاز، ظرفیت خازنی و ابعاد را نام برد. با توجه به وسایل موجود در خانه که بی‌زر دارند، مشخصات آنها را یادداشت کرده و گزارش خود را ارائه کنید.

♦ درباره میکروفون بی‌سیم، کاربرد و قابلیت‌های آن تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.

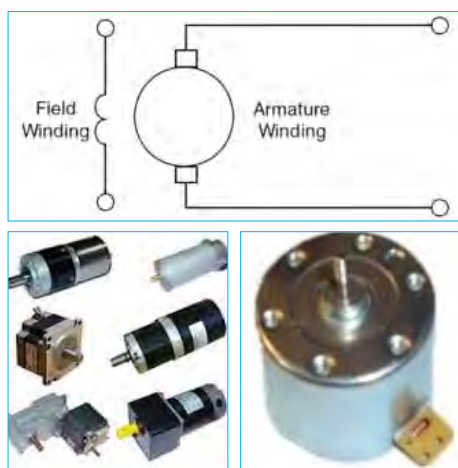
♦ از بی‌زر در اسباب‌بازی‌ها و وسایل خانگی استفاده می‌شود. از پارامترهای مهم جهت انتخاب صحیح آن

پژوهش



**سؤال:** چه وسیله‌ای می‌تواند حرکت مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند؟ نام ببرید. تشابه و تمایز آن را با موتور بنویسید.

اکثر موتورهای الکتریکی با توان‌های مختلف از حدود چند میلی‌وات تا چند صد کیلووات ساخته می‌شوند. شکل ۳-۶ تعدادی موتور وسایل الکترونیکی و نماد فنی آن را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶ انواع موتور الکتریکی و نماد فنی موتور

فیلم ۷

فیلم کاربرد انواع موتور و طرز کار آن را مشاهده کنید و در مورد آن بحث نمایید.

در مدارهای الکترونیکی از موتورهای پله‌ای DC الکترونیکی (Stepper Motors) و سروو موتور (Servo Motor) استفاده می‌شود. در استپ موتورها، موتور با هر ضربه ناشی از ولتاژ الکتریکی به اندازه زاویه تعریف شده، می‌چرخد. با تغییر جهت ولتاژ ورودی اعمال شده، جهت چرخش استپ موتور معکوس می‌شود. در سروو موتورها با دادن ولتاژ ثابت DC معین، موتور با دور ثابتی می‌چرخد، و با کم شدن ولتاژ سرعت کم می‌شود. همچنین با معکوس شدن قطب‌های ولتاژ ورودی، سروو موتور برعکس می‌چرخد. در شکل ۳۱-۶ چند نمونه از این نوع موتورها را ملاحظه می‌کنید.

۱۳-۶- کار عملی ۶: آزمایش بلندگو و بی‌زر  
هدف: بررسی عملی چگونگی عملکرد بلندگو و بی‌زر مواد، ابزار و تجهیزات:

۱- پیل (باتری) ۱/۵ ولتی یک عدد، ۲- تعدادی سیم رابط، ۳- اهم‌متر، ۴- بلندگو، ۵- میکروفون دینامیکی، ۶- بی‌زر  
مراحل اجرای کار:

۱ مقدار مقاومت بلندگو را با اهم‌متر اندازه بگیرید و مقدار اندازه‌گیری شده را، با مقدار نوشته شده روی بلندگو مقایسه کنید.

۲ اهم‌متر را روی حالت پیوستگی (continuity) بگذارید و آن را به دو سر میکروفون دینامیکی وصل کنید. آیا در لحظه اتصال صدای تق شنیده می‌شود؟

۳ پیل ۱/۵ ولتی را به بی‌زر متصل کنید. باید بی‌زر صدا کند.

۴ پیل ۱/۵ ولتی را برای یک لحظه به بلندگو متصل کنید. باید صدای تق شنیده شود.

### الگوی پرسش

۱ کدام یک از قطعاتی که تاکنون با آنها آشنا شدید در وسایل و لوازم الکترونیکی خانگی کاربرد دارند؟ آیا قطعه شناسایی شده مشابه قطعاتی است که تاکنون به شما معرفی کرده‌اند؟

۲ چند وسیله نام ببرید که در آن از بی‌زر استفاده شده است. ۳ آیا می‌دانید بلندگوی تلفن همراه چند اهم است؟ تحقیق کنید و پاسخ صحیح را بنویسید.

۴ چه وسایل الکترونیکی را می‌شناسید که در آنها میکروفون و بلندگو در یک جا و کنار هم قرار دارند؟ نام ببرید.

### ۱۴-۶- موتور الکتریکی

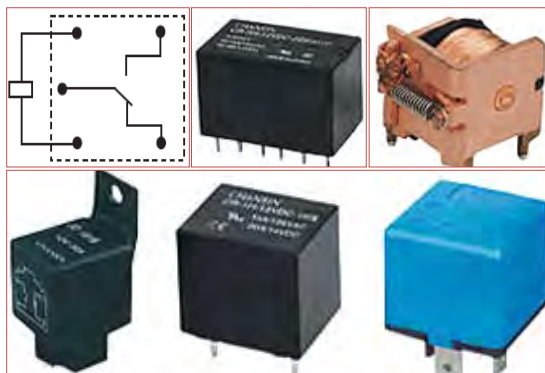
در وسایل الکتریکی و الکترونیکی خانگی مانند: یخچال، فریزر، جارو برقی، رایانه و ضبط و پخش صوت از موتور الکتریکی استفاده می‌شود. یک موتور الکتریکی، انرژی الکتریکی را به حرکت مکانیکی تبدیل می‌کند.



شکل ۳۱-۶ استپ موتور و سرو موتور

## ۱۵-۶ رله

رله وسیله یا قطعه‌ای است که با استفاده از آن می‌توان با ولتاژ و جریان کم، به مدارهای مختلف فرمان داد کنتاکت‌های متصل به ولتاژ و جریان زیاد را قطع و وصل نمود. به طور مثال با ولتاژ تحریک ۵ V DC و ۱۰۰ mA، می‌توانیم جریان ۱۰ آمپر با ولتاژ ۲۲۰ ولت را کنترل کنیم و موتوری را راه‌اندازی نماییم. در شکل ۳۳-۶ تصویر و نقشه فنی چند نمونه رله را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۳-۶ نقشه فنی رله و چند نوع رله

**فعالیت عملی:** چند نمونه رله را در اختیار بگیرید و اطلاعات نوشته شده بر روی آنها را بخوانید، یادداشت کنید و درباره آن توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

---

---

## الگوی پرسش

۱ موارد کاربرد موتورهای پله‌ای و سرو موتورها را نام ببرید.

درباره انواع وسایل الکتریکی و الکترونیکی که در خانه یا آزمایشگاه دارای موتور الکتریکی هستند، تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید. چه تفاوتی بین موتور الکتریکی آنها وجود دارد؟ توضیح دهید.

پژوهش



## دمنده‌ها (Fan)

خنک‌کننده سیستم‌ها، تهویه برای CPU رایانه و خنک‌کننده داخل Case رایانه (رایانه)، فن‌ها هستند. خنک‌کننده‌ها توسط موتور الکتریکی که به آنها متصل است، به چرخش در می‌آیند و باعث خنک شدن محفظه داخل رایانه می‌شوند و از آسیب رسیدن به مدارهای داخلی جلوگیری می‌کنند. شکل ۳۲-۶ دو نوع فن را نشان می‌دهد.

چند نمونه دمنده را می‌شناسید؟ جست‌وجو کنید، آنها را دسته‌بندی نمایید و در یک گزارش کوتاه به کلاس ارائه دهید.

بررسی کنید



شکل ۳۲-۶ دمنده (فن)

قطع و وصل کلید زیاد است، کاربرد دارد. از ویژگی‌های رله‌های حالت جامد می‌توان به ابعاد کوچک‌تر آن در مقایسه با رله‌های مکانیکی اشاره کرد. شکل ۳۵-۶ یک نوع رله حالت جامد را نشان می‌دهد.



شکل ۳۵-۶ یک نوع رله حالت جامد



فیلم ۸

فیلم کاربرد و عملکرد رله را در خارج از ساعات درسی ببینید.

مشخصات فنی رله را می‌توان از روی برگه اطلاعات (DataSheet)، برچسب یا پلاک رله به دست آورد. با استفاده از اطلاعات برچسب رله در شکل ۳۵-۶ مشخصات و قابلیت‌های آن را به دست آورید. نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.

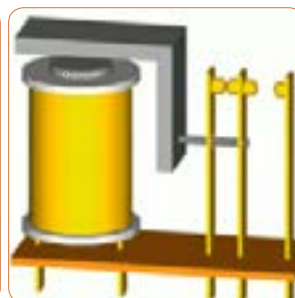


پژوهش

با استفاده از برگه اطلاعات مربوط به رله، مشخصات و قابلیت آن را به دست آورید. نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید. در شکل ۳۶-۶ نمونه‌ای از برگه اطلاعات رله را مشاهده می‌کنید.

رله نوعی کلید الکتریکی سریع یا بی‌درنگ است که با تحریک توسط یک مدار الکتریکی، کنتاکت‌های آن باز و بسته می‌شود. روش کنترل باز و بسته شدن کنتاکت‌های این کلید الکتریکی می‌تواند به صورت‌های مختلف مکانیکی، حرارتی، مغناطیسی و الکترواستاتیک باشد.

هنگامی که جریان نسبتاً ضعیفی وارد سیم‌پیچ می‌شود، هسته آهنی خاصیت آهنربایی پیدا می‌کند و صفحه متصل به کنتاکت‌ها (پلاتین) را به سمت خود می‌کشد و سبب برقراری اتصال بین کنتاکت‌های مربوط به جریان اصلی می‌شود. شکل ۳۴-۶ ساختمان داخلی دو نوع رله را نشان می‌دهد.



شکل ۳۴-۶ ساختمان داخلی دو نوع رله

عملکرد رله نشان داده شده در شکل ۳۴-۶ را بررسی کنید و گزارشی از آن تهیه و به کلاس ارائه نمایید.

بررسی کنید



### رله نیمه‌هادی (حالت جامد)

در گذشته معمولاً رله‌ها با سیم‌پیچ ساخته می‌شدند و از جریان برق برای تولید میدان مغناطیسی و باز و بسته کردن کنتاکت‌های آن استفاده می‌کردند. امروزه بسیاری از رله‌ها به صورت نیمه‌هادی (حالت جامد) ساخته می‌شوند. رله حالت جامد (Solid State Relay) یک قطعه الکترونیکی است که مانند رله‌های مکانیکی عمل می‌کند ولی هیچ قطعه متحرکی ندارد. نبودن قطعه متحرک سبب افزایش طول عمر این نوع رله می‌شود. رله‌های نیمه‌هادی در مدارهایی که تعداد دفعات



**RELAY & SWITCH**  
A Division of Circuit Information Technology Inc.  
Distributor: Electro-Stock www.electrostock.com Tel: 610-622-1543 Fax: 610-622-1562

**FEATURES:**

- Switching capacity up to 20A
- Small size and light weight
- Low coil power consumption
- High contact load
- Strong resistance to shock and vibration



L x 27.6 x 26.0 mm

---

**CONTACT DATA**

Contact Arrangement	1A, 1B, 1C = SPST N.O., SPST N.C., SPDT 2A, 2B, 2C = DPST N.O., DPST N.C., DPDT 3A, 3B, 3C = 3PST N.O., 3PST N.C., 3PDT 4A, 4B, 4C = 4PST N.O., 4PST N.C., 4PDT
Contact Rating	1 Pole: 20A @ 277VAC & 28VDC 2 Pole: 12A @ 250VAC & 28VDC, 10A @ 277VAC, 1/4 hp @ 125VAC 3 Pole: 12A @ 250VAC & 28VDC, 10A @ 277VAC, 1/4 hp @ 125VAC 4 Pole: 12A @ 250VAC & 28VDC, 10A @ 277VAC, 1/4 hp @ 125VAC
Contact Resistance	< 50 milliohms initial
Contact Material	AgCdO
Maximum Switching Power	5540VA, 360W
Maximum Switching Voltage	300VAC
Maximum Switching Current	20A

شکل ۳۶- نمونه‌ای از برکه اطلاعات رله

فیلم ۹



فیلم مشخصات کریستال، سنسور و لامپ سیگنال را در خارج از ساعات درسی ببینید.

## ۱۶- ۶- کریستال

کریستال قطعه‌ای است که به وسیله آن می‌توانیم یک فرکانس ثابت تولید کنیم. کریستال‌ها از نوع کوارتز هستند. موارد استفاده کریستال کوارتز شفاف، نامحدود است. از کریستال کوارتز در زمینه‌های درمانی، علمی و صنعتی استفاده

می‌شود. شکل ۳۷- ۶ بلور کریستال خام را نشان می‌دهد. در صورتی که کریستال کوارتز از زاویه خاصی برش زده شود، کریستال حاصل به دلیل محدوده وسیع فرکانس کار می‌تواند در مدارهایی مانند: ساعت، تلفن، کنترل‌کننده‌ها، مدارهای مخابراتی و دستگاه‌هایی که نیاز به یک فرکانس مرجع دارند به کار رود. برای کنترل فرکانس در مدارهای مخابراتی از کریستال کوارتز استفاده می‌کنند. کوارتز، یک ماده با اثر پیزو الکتریک (تولید الکتریسیته در اثر فشار) است، که هرگاه انرژی الکتریکی دریافت کند آن را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و بالعکس انرژی مکانیکی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌نماید. به اثر ناشی از فشار برای تولید بارهای الکتریکی، اثر پیزو الکتریک می‌گویند. در شکل ۳۸- ۶ ساختمان داخلی و نماد فنی کریستال کوارتز نشان داده شده است.



شکل ۳۷- ۶- بلور کریستال



ج) نماد فنی



ب) ساختمان داخلی و نماد فنی کریستال



الف) شکل ظاهری دو نمونه کریستال

شکل ۳۸-۶- شکل ظاهری و نماد فنی کریستال

با استفاده از برچسب یا برگه اطلاعات (Data Sheet) کریستال می‌توانید مشخصات فنی کریستال را به دست آورید. برای دستیابی به این اطلاعات لازم است به سایت‌های اینترنتی تخصصی الکترونیک مراجعه کنید. برچسب کریستال داده شده در شکل ۳۹-۶ را بررسی و اطلاعات کریستال را استخراج و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



## SMD

### S Features

- It is a 4.5mm high, compact, crystal unit for surface mounting.
- It is able to cope by means of a metal case and completely sealed high resolution characteristics.
- Copes with high density mounting and is optimum for mass production models.



شکل ۳۹-۶- برگه اطلاعات یک نمونه کریستال

## ۱۷-۶- سنسور (حسگر)

وسیله الکتریکی است که تغییرات فیزیکی یا شیمیایی را اندازه‌گیری می‌کند و آن را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌نماید. سنسورها در انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری، سیستم‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاه‌های مختلف باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک و رباتیک باشد.

در برخی از مراکز مانند بانک‌ها، فرودگاه، فروشگاه‌ها و مراکز اداری وقتی به جلوی در می‌رسید در به صورت خودکار باز می‌شود، یا هنگامی که به راهروی بعضی ساختمان‌ها وارد می‌شوید چراغ روشنایی به صورت خودکار روشن می‌شود، آیا می‌دانید چه قطعه الکترونیکی فرمان باز شدن در یا روشن شدن چراغ را می‌دهد؟ حسگر یا سنسور قطعه‌ای الکترونیکی است که کمیت‌های فیزیکی مانند نور، فشار، حرارت، رطوبت و دما را به کمیت‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. در واقع سنسور یک



تحقیق کنید چند نوع سنسور وجود دارد و در چه مواردی کاربرد دارند؟ نتایج تحقیق خود را به کلاس ارائه نمایید.

## ۱۸-۶- لامپ سیگنال

کدامپیک از وسایل الکترونیکی یا الکتریکی را که روشن می‌کنید لامپی نیز روشن می‌شود؟ به شکل ۶-۴۲ نگاه کنید چند نمونه لامپ سیگنال می‌بینید؟ این لامپ‌ها در چه نوع دستگاه‌هایی به کار می‌رود؟

امروزه از لامپ‌های LED (ال ای دی) کم مصرف به عنوان لامپ سیگنال هم استفاده می‌شود و کاربرد گسترده‌ای دارد. شکل ۶-۴۳ چند نمونه کاربرد لامپ ال ای دی را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۲ چند نمونه لامپ سیگنال

قطعاتی را که تاکنون آموزش دیده‌اید، در اختیار بگیرید و با استفاده از برگه اطلاعات و مولتی متر، مشخصات فنی و عملکرد آنها را مورد بررسی قرار دهید.

سنسورها اطلاعات مختلف از وضعیت اجزای متحرک سیستم را به واحد کنترل ارسال نموده و باعث تغییر وضعیت عملکرد دستگاه‌ها می‌شوند. در شکل ۶-۴۰ تصویر چند نمونه سنسور را مشاهده می‌کنید.



زوج حسگر اولتراسونیک (ما فوق صوت) حسگر حرکت

شکل ۶-۴۰ شکل ظاهری چند نمونه سنسور

به اطراف خود نگاه کنید و در یک بحث گروهی، کاربرد سنسورها را در محیط زندگی خود بیابید و به کلاس ارائه کنید.

بحث کنید



## سنسورهای بدون تماس

سنسورهای بدون تماس سنسورهای هستند که با نزدیک شدن یک قطعه وجود آن را حس کرده و فعال می‌شوند. این عمل به نحوی است که می‌تواند باعث جذب کنتاکت رله، یا ارسال سیگنال الکتریکی به طبقه ورودی یک سیستم شود. برخی کاربردهای سنسور در شمارش، کنترل حرکت، کنترل سطح مخازن، تشخیص پارگی ورق، کنترل تردد، اندازه‌گیری سرعت و اندازه‌گیری فاصله قطعه است. شکل ۶-۴۱ یک نمونه سنسور بدون تماس را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۱ یک نمونه سنسور بدون تماس



شکل ۴۳- تعدادی لامپ LED

لوازم و وسایلی که دارای لامپ سیگنال هستند را شناسایی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.  
تفاوت موجود در لامپ‌های سیگنال دستگاه‌های الکترونیکی شناسایی شده را بررسی کنید.

پژوهش



## الگوی پرسش

### چهار گزینه‌ای

۴ بی‌زر با دریافت ولتاژ کار AC فرکانس ثابتی را تولید می‌کند. درست ☐ نادرست ☐

۵ کدام نوع از فیوزهای تندکار یا کندکار برای مصارف خانگی استفاده می‌شوند؟ نام ببرید. چرا؟

۶ یک موتور الکتریکی، انرژی الکتریکی را به انرژی ..... تبدیل می‌کند.

۷ با توجه به برچسب رله در شکل ۴۵- ۶ عوامل مهم در انتخاب رله را مشخص کنید.

۱ کدام یک از کابل‌های زیر جهت انتقال اطلاعات با

فرکانس بالا استفاده می‌شود؟

(۱) ریونی (۲) تسمه‌ای

(۳) کوکسیال (۴) کابل برق شهر

۲ با توجه به برگه اطلاعات شکل ۴۴- ۶ کانکتورهای سر آداپتور چند آمپر جریان را می‌توانند تحمل کنند؟



شکل ۴۵- برچسب رله



شکل ۴۴- برچسب اطلاعات آداپتور

۸ سه نمونه از وسایل الکترونیکی را نام ببرید که نیاز به دمنده دارند. چرا؟

۹ کاربرد کریستال کوآرتز را بنویسید.

۳ ولتاژ ورودی و خروجی برچسب اطلاعات آداپتور در

شکل ۴۴- ۶ چند ولت است؟

۱۵ با توجه به برگه اطلاعات شکل ۳۹ - ۶ مشخصات کوارتز را بنویسید.

۱۱ مزیت استفاده از کریستال کوارتز را توضیح دهید.

۱۲ مزایای دستگاه‌هایی که لامپ سیگنال دارند را نام ببرید.  
آی‌سی، رگولاتور، تایمر، اپتوکوپلر و گیت‌های منطقی هدف این مرحله کار، شرح عملکرد آی‌سی‌ها، رگولاتورها، تایمر، اپتوکوپلر و گیت‌های منطقی است.

آی‌سی‌ها را با شماره مشخص می‌کنند. با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و درج شماره آی‌سی می‌توانید مشخصات آی‌سی را بیابید.



یک فیلم کوتاه از مدارهای مجتمع و کاربرد آن شامل آی‌سی‌های آنالوگ و دیجیتال و آی‌سی رگولاتور را مشاهده کنید.

## ۱۹ - ۶ - مدار مجتمع یا آی‌سی‌ها

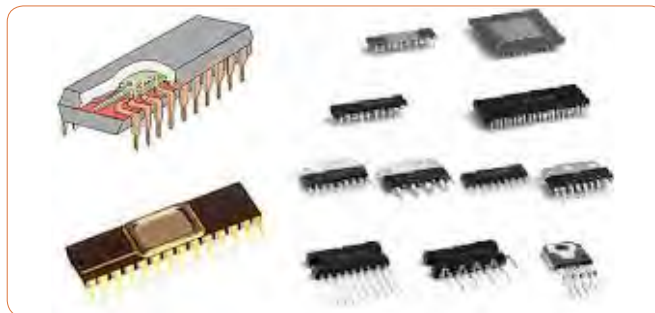
(Integrated Circuit = IC)

امروزه تقریباً در تمام مدارهایی که نیاز به یک پارچه‌سازی، کوچک‌سازی یا هوشمندسازی دارند، از IC استفاده می‌شود. ساختار داخلی مدارهای مجتمع عموماً تراشه‌های سیلیکونی است. با استفاده از این قطعات می‌توانیم انواع مدارهای قابل برنامه‌ریزی را به وجود آوریم. آی‌سی‌ها می‌توانند کاربردهای متفاوتی مانند: تقویت‌کننده، شمارنده، تضعیف‌کننده، تایمر و راه‌انداز داشته باشند. آی‌سی‌ها در دو دسته آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند.

در برگه اطلاعات، مشخصات آی‌سی‌ها، نوع و تعداد ترانزیستور، ولتاژ کار، تعداد پایه و مدار داخلی داده می‌شود. بدنه آی‌سی‌ها معمولاً به صورت پلاستیک، سرامیک و فلزی ساخته می‌شوند. در شکل ۴۶-۶ چند نمونه آی‌سی را مشاهده می‌کنید.

## ۲۰ - ۶ - رگولاتورها (تثبیت‌کننده‌ها)

در اکثر مدارها و دستگاه‌های الکترونیکی، برای تأمین انرژی و توان مصرفی سیستم، نیاز به منابع تغذیه داریم. منابع تغذیه، ولتاژ DC مورد نیاز خود را از طریق برق شهر تهیه می‌کنند. حال اگر به هر دلیلی جریان بار یا ولتاژ برق شهر تغییر کنند، آیا ولتاژ خروجی منبع تغذیه ثابت می‌ماند؟ جواب منفی است. این تغییر ولتاژ روی دستگاه‌های مرتبط با آن، مانند وسایل آزمایشگاهی، مدارهای رایانه و سیستم‌های صنعتی اثر می‌گذارد و سبب خطا در عملکرد آن می‌شود. برای جلوگیری از اینگونه خطاها باید ولتاژ خروجی منابع تغذیه را ثابت نگه داریم. برای تثبیت ولتاژ خروجی از آی‌سی‌های رگولاتور ولتاژ استفاده می‌کنیم. رگولاتورهای سه پایه با ولتاژ خروجی مثبت، منفی، ثابت و متغیر از مناسب‌ترین قطعات برای این منظور هستند. شکل ۴۷-۶ چند نمونه آی‌سی رگولاتور را نشان می‌دهد.



شکل ۴۶-۶ - شکل ظاهری چند نمونه آی‌سی



شکل ۴۷-۶- چند نمونه آی سی رگولاتور

۲۱-۶- تایمر (نگهدارنده زمان - زمان گیر)  
تایمر شامل مدار مجموعه کلیدی تیغه‌های باز و بسته است که با اتصال انرژی الکتریکی به آن، بعد از مدت زمان معین که ما برای آن تعریف می‌کنیم عمل می‌کند، پس از تحریک، تیغه‌های باز، بسته و تیغه‌های بسته، باز می‌شود. بدیهی است با قطع تغذیه، تیغه‌ها به حالت اولیه خود باز می‌گردند. شکل ۴۹-۶ دو نمونه تایمر را نشان می‌دهد. تایمرها در دو نوع الکترومکانیکی و الکترونیکی ساخته می‌شوند. اطلاعات مربوط به مشخصات تایمرها در برگه اطلاعات و برجسب روی آن داده می‌شود. نمونه‌ای از برگه اطلاعات و برجسب این تایمرها در کتاب همراه هنرجو آمده است.



شکل ۴۹-۶- تایمر

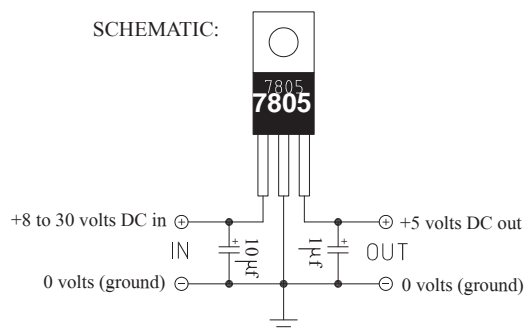
هر آی سی را با یک شماره خاص مشخص می‌کنند. مشخصات آی سی رگولاتور را در برگه اطلاعات می‌آورند. در کتاب همراه هنرجو یک نمونه برگه اطلاعات مربوط به آی سی رگولاتور ۷۸۰۵ را مشاهده می‌کنید.

### فعالیت عملی :

چند نمونه آی سی رگولاتور را در اختیار بگیرید و با استفاده از شماره آن و مراجعه به سایت‌های مختلف، برگه اطلاعات را به دست آورید. سپس مشخصات آن را استخراج کنید. نتیجه را به صورت یک گزارش کوتاه در کلاس ارائه دهید.

با توجه به برگه اطلاعات، مشخصات آی سی را توضیح دهید و در کلاس ارائه کنید. در شکل ۴۸-۶ یک نمونه از برگه اطلاعات آی سی رگولاتور را مشاهده می‌کنید.

SCHEMATIC:



شکل ۴۸-۶- یک نمونه از برگه اطلاعات آی سی رگولاتور

پژوهش





#### پژوهش

با جستجو در اینترنت، انواع وسایل الکترونیکی را که از رگولاتور، تایمر و اپتوکوپلر استفاده می‌کنند، شناسایی کنید.



#### فیلم ۱۱

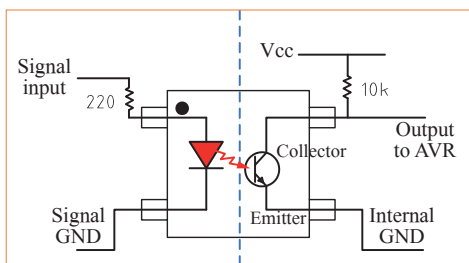
فیلم کاربرد انواع تایمر و اپتوکوپلر را ببینید.

در شکل ۶-۵ مدار و شکل اپتوکوپلر را مشاهده می‌کنید.

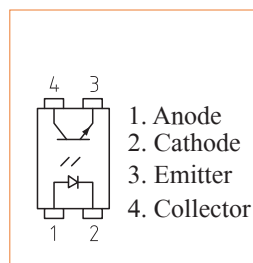
۶-۲۲ اپتوکوپلر (opto coupler — تزویج‌کننده نوری) به شکل ۶-۵ نگاه کنید. همان‌طور که از شکل این قطعه برمی‌آید، این قطعه بر اساس نور منتشر شده از یک دیود LED و یک دریافت‌کننده نور کار می‌کند. به عبارت دیگر می‌توان گفت اساس کار این المان بر پایه نور است. مجموعه اپتوکوپلر معمولاً یک IC کوچک که شامل دو بخش است. بخش فرستنده نوری که معمولاً یک دیود ال‌ای‌دی است و بخش گیرنده نوری که می‌تواند یک ترانزیستور حساس به نور (فتو ترانزیستور) باشد. این دو بخش کاملاً مجزا هستند و رابط بین آنها تنها نور است. مشخصات فنی اپتوکوپلرها را در برگه اطلاعات می‌آورند.



شکل ظاهری اپتوکوپلر



مدار داخلی اپتوکوپلر



پایه‌های اپتوکوپلر

شکل ۶-۵ — پایه‌ها، مدار و شکل ظاهری اپتوکوپلر

نمونه‌هایی از مدار مجتمع، رگولاتور، تایمر و اپتوکوپلر را در اختیار بگیرید و با استفاده از برگه اطلاعات، مشخصات و کاربرد آنها را استخراج کنید.

#### تمرین عملی



الکترونیکی استفاده می‌شود؟

#### الگوی پرسش

۴ آیا می‌دانید شکل ۶-۵ چه وسیله‌ای را نشان می‌دهد؟  
آن را نام ببرید، به چه دلیل از آن استفاده می‌شود؟  
یک نمونه از این وسیله را که در منزل یا کارگاه استفاده می‌کنید در اختیار بگیرید و مشخصات فنی آن را یادداشت کنید.

۱ مزایای استفاده از آی‌سی‌ها را نام ببرید.

۲ با مراجعه به کتاب همراه هنرجو آی‌سی‌های رگولاتور پرمصرف در مدارهای تغذیه را نام ببرید.

۳ امروزه از چه وسیله‌ای برای کنترل نوسانات برق شهر، به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به وسایل الکتریکی و



شکل ۶-۵۱ — مربوط به سؤال ۴ الگوی پرسش

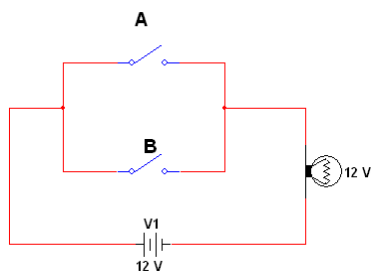


## گیت منطقی OR

برای هر گیت منطقی می‌توان جدول درستی یا صحت تعریف کرد و مقادیر ورودی و خروجی را بر اساس صفر و یک منطقی در آن نشان داد. در گیت منطقی OR به معنای «یا» فقط کافی است یکی از ورودی‌های آن در وضعیت یک منطقی باشد تا خروجی یک شود، یا لامپ در خروجی روشن گردد. اگر هر دو ورودی نیز یک باشند باز هم خروجی یک خواهد شد. جدول ۶-۲، درستی گیت OR با دو ورودی جدول است. اصطلاحاً می‌گویند، در این گیت هرگاه یکی از ورودی‌ها یا هر دو ورودی یک باشند، خروجی یک خواهد شد. اصطلاح یک منطقی به معنای روشن بودن و صفر منطقی خاموش بودن را در خروجی گیت نشان می‌دهد. رابطه گیت منطقی OR به صورت  $F = A + B$  نوشته می‌شود، که می‌خوانیم تابع F برابر با A یا B است. شکل ۶-۵۲ مدار کلیدی گیت OR را نشان می‌دهد.

جدول ۶-۲ - جدول درستی گیت OR

ورودی		خروجی
A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۱



شکل ۶-۵۲ - مدار کلیدی گیت OR



بررسی کنید

در شکل ۶-۵۲ در کدام حالت لامپ روشن است؟ چرا؟

۵ تایمر چه کاربردی دارد؟ نام ببرید.

۶ مزایای استفاده از تایمر را نام ببرید.

۷ آیا وسیله‌ای الکترونیکی می‌شناسید که از اپتوکوپلر در آن استفاده شده باشد؟ توضیح دهید.

## ۲۳-۶ - گیت‌های منطقی (دروازه‌های منطقی)

دروازه‌های منطقی (گیت) «پایه» و «ترکیبی» به صورت مدارهای الکترونیکی یک پارچه یا با استفاده از قطعاتی مانند رله‌ها، کلیدها ساخته می‌شوند. دروازه‌های منطقی، اساس کار ماشین‌های حساب، رایانه‌ها و مدارهای کنترل هستند. به عبارت دیگر، یک رایانه یا ماشین حساب از تعدادی دروازه منطقی تشکیل شده است. یک دروازه منطقی در حقیقت یک مدار الکترونیکی است که یک یا چند ورودی و فقط یک خروجی دارد. همه دروازه‌های منطقی که در ماشین‌حساب‌ها و دستگاه‌های مشابه آن به کار می‌روند، الکترونیکی هستند و از سرعت قطع و وصل بسیار بالایی برخوردارند. در صنعت گاهی به دروازه‌های منطقی نیاز داریم که بتوانند ولتاژهای بالا (مثلاً ۲۲۰ ولت برق شهر) را در خروجی خود با سرعت بسیار بالا قطع و وصل کنند. در اینگونه موارد، دروازه‌های منطقی که با استفاده از رله‌های الکترومغناطیسی یا قطعات الکترونیک صنعتی ساخته می‌شوند را به کار می‌برند. من چراغی را روشن می‌کنم، می‌خواهم به رایانه بگویم چراغ خاموش یا روشن است، چگونه می‌توانم این مفهوم را به رایانه منتقل کنم؟ رایانه مفهوم روشن را نمی‌داند. برای فهماندن به رایانه مفهوم صفر و یک را تعریف می‌کنم. می‌گویم اگر ولتاژ به حد معینی رسید یعنی یک است و به معنی روشن بودن لامپ است و اگر ولتاژ از حد معینی پایین آمد و نزدیک به صفر شد مفهوم آن صفر است یعنی لامپ خاموش است. به عبارت دیگر روشن به معنی یک و خاموش به معنی صفر است. در مدارهای الکترونیکی صفر منطقی معادل ولتاژی در حدود صفر تا ۰/۸ ولت و یک منطقی معادل ولتاژی در محدوده ۲ تا ۵ ولت است.

در شکل ۵۳-۶ شکل ظاهری و مدار داخلی و نماد گیت منطقی OR را برای آی سی ۷۴۳۲- مشاهده می کنید.

در آی سی ۷۴۳۲، چهار گیت منطقی OR قرار دارد. این آی سی دارای ۱۴ پایه است که پایه ۷ به زمین اتصال دارد و به پایه ۱۴ آن تغذیه ۵ ولتی را وصل می کنند.

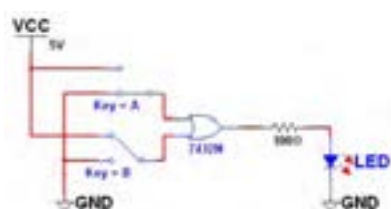


شکل ۵۳-۶- نمای ظاهری و اتصال پایه ای آی سی ۷۴۳۲

۲ با قطع و وصل کلیدهای مدار درستی جدول صحت این گیت را بررسی کنید. در زمان آزمایش اگر کلید SPDT را در آزمایشگاه در اختیار ندارید، می توانید از سیم های استاندارد پربرد استفاده کنید.

۳ سیم های پربرد را به پایه های ورودی گیت های منطقی داخل آی سی اتصال دهید (پایه های ۱ و ۲ پایه ورودی و پایه ۳ خروجی یکی از گیت های آی سی است).

۴ برای یک منطقی سیم متصل به پایه آی سی را به تغذیه ۵ ولت و برای صفر منطقی از زمین مدار استفاده کنید.



شکل ۵۴-۶- مدار گیت منطقی OR



پژوهش

با استفاده از کلید و لامپ مداری طراحی کنید که عملکرد آن معادل گیت منطقی OR باشد.

برگه اطلاعات مربوط به آی سی ۷۴۳۲ را ترجمه کنید و نتیجه را در کلاس بررسی نمایید.

فیلم عملکرد و کاربرد گیت منطقی OR را مشاهده کنید.

## ۲۴-۶- کار عملی ۷: آزمایش گیت منطقی OR

هدف: بررسی چگونگی عملکرد گیت منطقی OR  
مواد، ابزار و تجهیزات: ۱- منبع تغذیه DC یک دستگاه،  
۲- مولتی متر یک دستگاه، ۳- آی سی ۷۴۳۲ یک عدد،  
۴- کلید SPDT یک عدد، ۵- دیود LED یک عدد،  
۶- مقاومت  $100\Omega$  یک عدد

مراحل اجرای کار:

در زمان اجرای کار عملی و استفاده از آی سی ها، به شماره پایه های تغذیه و زمین دقت کنید. حتماً برای تغذیه آی سی های گیت های منطقی پایه از ۵ ولت DC استفاده نمایید.

۱ مدار گیت منطقی OR را مطابق شکل ۵۴-۶ با استفاده از آی سی ۷۴۳۲ ببندید. توصیه می شود از سوکت آی سی استفاده کنید.

پژوهش



فیلم ۱۲



نکته ایمنی







فیلم نمایش عملکرد گیت منطقی OR در نرم افزار را مشاهده کنید.

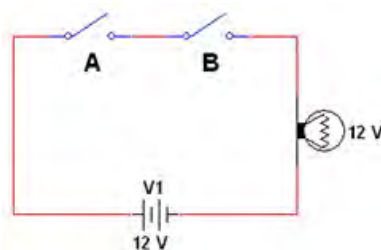
### گیت منطقی AND

در گیت منطقی AND به معنای «و» باید هر دو ورودی آن در وضعیت یک منطقی باشند تا خروجی یک شود. جدول درستی گیت AND با دو ورودی به صورت جدول ۶-۳ می باشد. اصطلاحاً می گویند: در این گیت هرگاه ورودی A «و» ورودی B یک باشند، خروجی یک خواهد شد. مدار کلیدی گیت منطقی AND را در شکل ۶-۵۵ مشاهده می کنید.

رابطه خروجی گیت منطقی AND به صورت  $F=A.B$  (می خوانیم تابع F برابر A و B است).

جدول ۶-۳ - جدول درستی گیت AND

ورودی		خروجی
A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۱

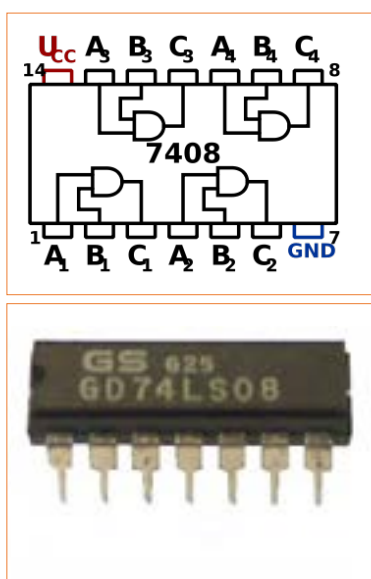


شکل ۶-۵۵ - مدار کلیدی گیت منطقی AND

در شکل ۶-۵۵ در کدام حالت لامپ روشن می شود؟ چرا؟



در آی سی ۷۴۰۸، چهار گیت منطقی AND قرار دارد. این آی سی دارای ۱۴ پایه است که پایه ۷ به زمین اتصال دارد و به پایه ۱۴ تغذیه ۵ ولتی را وصل می کنند. در شکل ۶-۵۶ شکل ظاهری و اتصال پایه ها در داخل آی سی ۷۴۰۸ را مشاهده می کنید.



شکل ۶-۵۶ - شکل ظاهری و اتصال داخلی پایه های آی سی ۷۴۰۸

### ۶-۲۵ - کار عملی ۸: آزمایش گیت منطقی AND

هدف: بررسی چگونگی عملکرد گیت منطقی AND

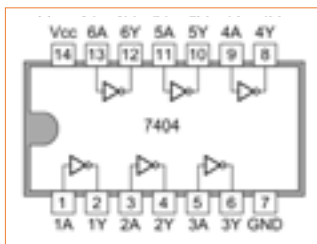
- مواد، ابزار و تجهیزات: ۱- منبع تغذیه DC یک دستگاه،
- ۲- مولتی متر یک دستگاه، ۳- آی سی ۷۴۰۸ یک عدد،
- ۴- کلید SPDT یک عدد، ۵- دیود LED یک عدد،
- ۶- مقاومت  $100\Omega$  یک عدد

#### مراحل اجرای کار:

۱- مدار گیت منطقی AND را مطابق شکل ۵۷ - ۶ با استفاده از آی سی ۷۴۰۸ ببندید. توصیه می شود از سوکت آی سی استفاده کنید.

۲- با قطع و وصل کلیدهای مدار، درستی جدول صحت این گیت را بررسی کنید و نتیجه را توضیح دهید.

در آی سی ۷۴۰۴، شش گیت منطقی NOT قرار دارد. این آی سی دارای ۱۴ پایه است که پایه ۷ به زمین اتصال دارد به پایه ۱۴ آن تغذیه ۵ ولتی را وصل می کنند. در شکل ۵۸-۶ نمای ظاهری و مدار داخلی آی سی ۷۴۰۴ را مشاهده می کنید.



شکل ۵۸-۶ نمای ظاهری و مدار داخلی آی سی ۷۴۰۴

## ۲۶-۶ کار عملی ۹: آزمایش گیت منطقی NOT

**هدف:** بررسی چگونگی عملکرد گیت منطقی NOT

**مواد، ابزار و تجهیزات:** ۱- منبع تغذیه DC یک دستگاه،  
۲- مولتی متر یک دستگاه، ۳- آی سی ۷۴۰۴ یک عدد،  
۴- کلید SPDT یک عدد، ۵- دیود LED یک عدد،  
۶- مقاومت  $100\Omega$  یک عدد

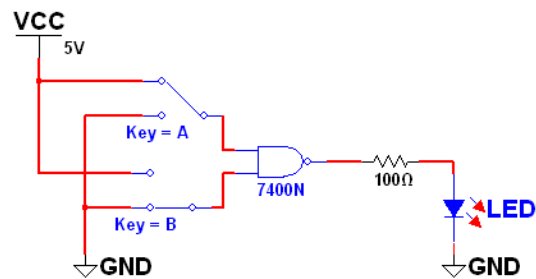
**مراحل اجرای کار:**

۱ مدار گیت منطقی NOT را مطابق شکل ۵۹-۶ با استفاده از آی سی ۷۴۰۴ ببندید.

۲ با قطع و وصل کلید مدار، درستی جدول صحت این گیت را بررسی کنید و نتیجه را توضیح دهید.



شکل ۵۹-۶ مدار گیت منطقی NOT



شکل ۵۷-۶ مدار گیت منطقی AND

برگه اطلاعات مربوط به آی سی ۷۴۰۸ را ترجمه کنید و نتیجه را در کلاس بررسی نمایید.

فیلم نمایش عملکرد گیت منطقی AND در نرم افزار را مشاهده کنید.

فیلم ۱۴



## گیت منطقی NOT

در گیت منطقی NOT به معنای «نفی» اگر ورودی آن در وضعیت یک منطقی باشد، خروجی صفر می شود. جدول درستی گیت NOT به صورت جدول ۴-۶ است. در این گیت هرگاه ورودی A یک باشد، خروجی صفر خواهد شد و چنانچه ورودی صفر باشد، خروجی یک خواهد شد. اصطلاحاً می گویند: خروجی معکوس ورودی است. رابطه خروجی گیت منطقی به صورت:  $F = \bar{A}$  (می خوانیم تابع F برابر با نفی A است).

جدول ۴-۶ جدول درستی گیت NOT

ورودی	خروجی
A	F
۰	۱
۱	۰



فیلم نمایش عملکرد گیت منطقی NOT در نرم افزار را مشاهده کنید.

مداری با استفاده از کلید و لامپ معادل عملکرد گیت منطقی NOT را طراحی کنید.

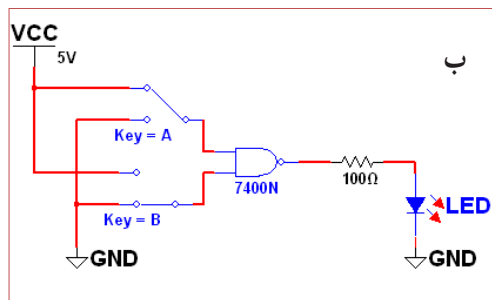
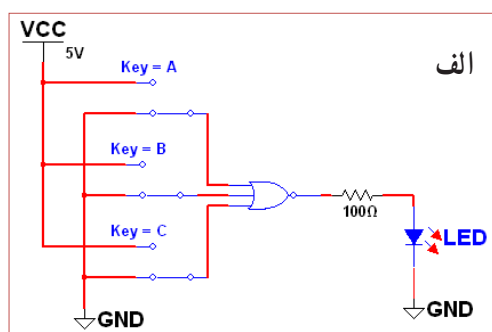
۳ با توجه به فعالیت عملی برای بقیه گیت‌های منطقی پایه، مدار عملی مشابه ای، با استفاده از نرم افزار ادیسون طراحی کنید و نتیجه را توضیح دهید.

۴ در شکل ۶۱-۶ دایره در انتهای گیت، معرف چه عمل منطقی است؟ در این شکل چه نوع گیت‌های منطقی با هم ترکیب شده‌اند. توضیح دهید و جدول صحت هر یک را رسم کنید.

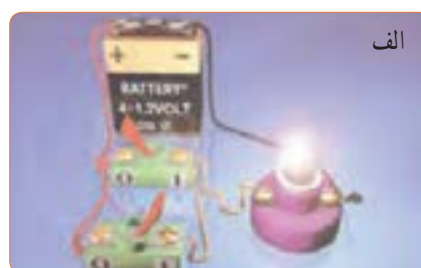
### فعالیت عملی:

۱ با استفاده از مطالبی که در مورد گیت‌های منطقی پایه آموختید، با ترکیب چند گیت منطقی NOT، مدارهایی طراحی کنید و نتیجه کار را به کلاس ارائه نمایید.

۲ در شکل‌های ۶۰-۶ الف و ب مدارهایی را مشاهده می‌کنید که عملکردی معادل گیت‌های منطقی پایه دارند. بررسی کنید که هر یک مربوط به چه گیتی است؟ جدول درستی مربوط به آن را رسم نمایید.



شکل ۶۱-۶ مدار پرسش ۴



شکل ۶۰-۶ مدار واقعی فعالیت عملی

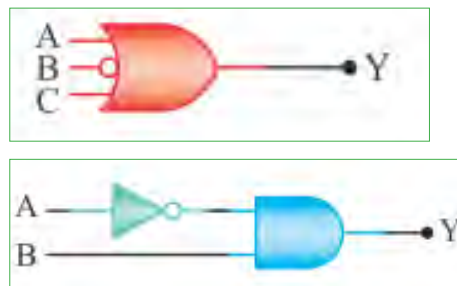
### الگوی پرسش

۱ مدار کلیدی گیت AND با چهار ورودی را رسم کنید و جدول صحت آن را بنویسید.

۲ یک گیت NOT را در مسیر یکی از ورودی‌های گیت OR قرار می‌دهیم. عملکرد خروجی را با تغییر ورودی‌ها توضیح دهید.

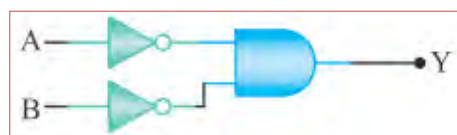
۳ جدول صحت دروازه گیت منطقی OR را با سه ورودی بنویسید.

۴ جدول صحت هریک از شکل‌های ۶-۶۲ را بنویسید.



شکل ۶-۶۲ مربوط به سؤال ۴ الگوی پرسش

۵ با استفاده از جدول صحت، خروجی مدار شکل ۶-۶۳ را به دست آورید و درباره آن توضیح دهید.



شکل ۶-۶۳ - مربوط به سؤال ۵ الگوی پرسش

۶ شرایط ثبت نام در آموزشگاهی داشتن دیپلم و داشتن گواهی نامه مهارت در تعمیر بردهای الکترونیکی است. چهار نفر برای ثبت نام مراجعه کرده‌اند. فقط یکی از این چهار نفر، دیپلم و گواهی نامه مهارت در تعمیر بردهای الکترونیکی را دارد و وضعیت سه نفر دیگر مشابه با بقیه نیست. جدولی بر اساس صفر و یک منطقی بنویسید و وضعیت هریک از مراجعه‌کنندگان را در آن مشخص کنید. چند نفر طبق جدول امکان ثبت نام در آموزشگاه را دارند؟ توضیح دهید.

## ۶-۲۷ استاندارد

شاید بارها شنیده‌اید که این وسیله استاندارد و دیگری استاندارد نیست و به دلیل استاندارد نبودن وسیله اتفاق ناگواری هنگام کاربرد آن رخ داده است. هیچ وقت فکر کرده‌اید که استاندارد یعنی چه؟ امروزه در دنیا وقتی کالایی یا خدماتی عرضه می‌شود، مردم به غیر از آرم تبلیغاتی (برند - Brand) آن به تاریخ تولید، انقضا، خدمات پس از فروش،

نشان یا نشان‌های استاندارد آن توجه می‌کنند. شاید نتوان تعریف خیلی دقیق و صحیحی از استاندارد ارائه کرد، ولی به طور کلی می‌توان این گونه عنوان کرد که استاندارد، آزمایش‌ها و مطالعات گذشته برای نتیجه‌گیری و استفاده در آینده است. استاندارد باعث می‌شود که ما با خیال راحت، کالا و خدمات مورد نیاز خود را انتخاب کنیم و بدانیم که انتخاب ما مشکلی برای ما ایجاد نمی‌کند. اگر استاندارد نباشد، زندگی بسیار پر خطر و حادثه‌آفرین خواهد شد.

علامت استاندارد نشان مرغوبیت کالا است و اجناس و خدماتی که هیچ نشان استاندارد ندارند، برای استفاده مناسب نیستند. استاندارد (Standard) در لغت به معنی نظم، قاعده و قانون است. به عبارت دیگر تعیین و تدوین ویژگی‌های لازم در تولید یک فرآورده (محصول) یا انجام یک خدمت مطلوب و قابل قبول را استاندارد می‌گویند.

باید به این نکته توجه داشت که در طول تاریخ با پیشرفت روزافزون جوامع، معیارهای استاندارد تغییر می‌کند و هیچ‌گاه ثابت و یکسان نیست و با توجه به مسائل اقتصادی، صنعتی، شرایط اقلیمی و فرهنگ و رسوم ملت‌ها در دنیا تغییر می‌کند. به همین منظور استانداردها در انواع زیر دسته‌بندی می‌شوند.

## انواع استانداردها

الف) بین‌المللی International

ب) ملی National

پ) منطقه‌ای Regional

ت) محلی Local

## استانداردهای برق و الکترونیک

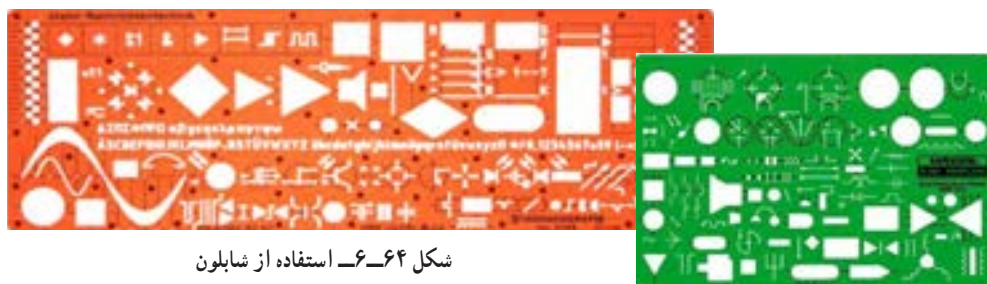
در صنعت برق و الکترونیک برای نظارت و کنترل کیفی محصولات و خدمات مهندسی، استانداردهایی بر حسب نوع فرآورده تعریف شده است. جداول این استانداردها در کتاب راهنمای هنرآموز و کتاب همراه هنرجو قرار داده شده است.

با جستجو در اینترنت، استانداردهای رایج در ایران را شناسایی کنید.



## انواع شابلون‌های الکترونیکی

در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی باید نماد فنی عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. در گذشته برای سرعت بخشیدن در کار نقشه‌کشی و رعایت اندازه قطعات در تمام نقشه‌ها، از ابزارهایی مانند شابلون استفاده می‌شد،

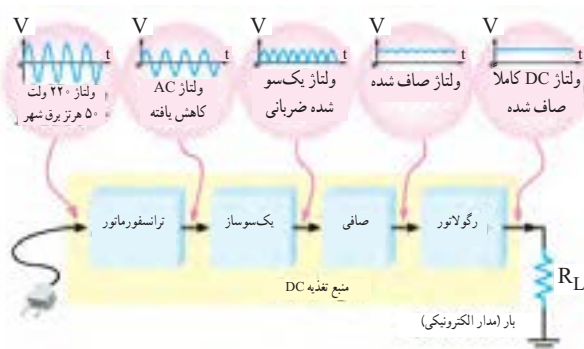


شکل ۶۴-۶ استفاده از شابلون

## ۲۸- ۶- نقشه الکترونیکی

با استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای رایانه‌ای بدون استفاده از شابلون به آسانی می‌توانید نقشه‌های مدارهای الکترونیکی را به صورت استاندارد ترسیم کنید.

برای آنکه کار هر مجموعه از مدارهای الکترونیکی را به طور جداگانه نشان دهیم، لازم است از بلوک دیاگرام استفاده کنیم. برای این منظور معمولاً مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل یا بلوک مخصوص می‌نویسیم و ورودی‌ها و خروجی‌های هر بلوک را مشخص می‌کنیم. در شکل ۶۵-۶ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه و مدار واقعی آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۵-۶ بلوک دیاگرام منبع تغذیه و مدار واقعی آن







## علائم اختصاری مورد استفاده در نقشه‌های الکترونیکی

نقشه الکترونیکی عبارت است از مجموعه علائم گوناگون که ارتباط عناصر مختلف موجود در یک مدار را با یکدیگر مشخص می‌کند. در یک مدار الکترونیکی معمولاً قطعات و المان‌های متفاوتی به کار می‌رود. برای هر المان الکترونیکی یک علامت فنی (نماد فنی) در نظر گرفته می‌شود. شمای فنی هر المان باید طوری انتخاب شود که گویای کار و مشخصات همان المان باشد.

از این رو معمولاً از یک جدول مرجع استاندارد استفاده می‌شود. در جدول ۵-۶ نماد فنی همراه با حرف یا حروف اختصاری و اصطلاح انگلیسی بعضی از قطعات الکترونیک آورده شده است. جدول کامل‌تری از قطعات و علائم الکترونیکی در کتاب همراه هنرجو آورده شده است. این جدول با استفاده از استاندارد IEC تهیه شده است.

### نکات مهم در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی

جدول ۵-۶ علائم اختصاری و نماد فنی قطعات الکترونیکی

شرح	نماد فنی	علامت اختصاری	انگلیسی
اتصال زمین		E	Earth ground
اتصال شاسی - اتصال بدنه		-	Chassis of frame connection
اتصال مشترک		TB	Common connected
نقطه اتصال		-	Junction of connected
مقاومت اهمی		R	Earth ground
مقاومت متغیر		-	Variable Resistor

در اکثر مدارها و دستگاه‌های الکترونیکی، برای تأمین انرژی و توان مصرفی سیستم، نیاز به منابع تغذیه داریم. در بلوک دیگرام شکل ۶۵-۶ وظیفه هر بلوک به شرح زیر است.

**(الف) ترانسفورماتور:** ترانسفورماتور در ورودی مدار قرار می‌گیرد و برای کاهش یا افزایش ولتاژ برق شهر (۲۲۰ ولت و ۵۰ هرتز) به اندازه مورد نیاز به کار می‌رود. معمولاً در دستگاه‌های الکترونیکی که امروزه کاربرد بسیاری دارند، از ترانسفورماتور کاهنده استفاده می‌کنند.

**(ب) یک‌سوساز:** عمل یک‌طرفه کردن جریان متناوب ثانویه ترانسفورماتور را انجام می‌دهد. این عمل بر عهده دیود یا دیودهای یک‌سوساز است. تعداد این دیودها متناسب با نوع مدار بین یک تا چهار عدد است. معمولاً یک‌سوسازها به سه صورت نیم‌موج، تمام‌موج یا پل بسته می‌شوند.

**(پ) صافی:** صافی عمل صاف کردن و یک‌نواخت کردن ولتاژ یک‌سو شده را به عهده دارد. ساده‌ترین صافی شامل یک خازن الکترولیت با ظرفیت نسبتاً زیاد است.

**(ت) رگولاتور ولتاژ:** رگولاتور ولتاژ از تغییرات ولتاژ دوسر بار جلوگیری می‌کند و آن را ثابت نگه می‌دارد.

**(ث) بار:** هر نوع مصرف‌کننده‌ای که به خروجی رگولاتور متصل می‌شود، بار نام دارد. بار ممکن است یک رایانه، قسمتی از مدار یک تلویزیون یا یک دستگاه الکترونیکی باشد. ولتاژ صاف شده و تثبیت شده خروجی رگولاتور به بار داده می‌شود تا آن را فعال کند. در عمل، همه طراحی‌های منبع تغذیه براساس مشخصات بار انجام می‌گیرد.

**نکته:** در آینده، پس از فراگرفتن مطالب مربوط به دیود، ترازبستور و رگولاتورها، در صورت نیاز می‌توانید نقشه یک منبع تغذیه را ببینید و آزمایش کنید.

با جست‌وجو در اینترنت بلوک دیگرام مدارهای الکترونیکی را یافته و درباره نحوه عملکرد آن بحث نمایید.

پژوهش





۱- ورودی‌ها در طرف چپ و خروجی‌ها در طرف راست صفحه قرار می‌گیرند.

۲- مقادیر ولتاژ تغذیه در بالای صفحه و اتصال زمین در پایین صفحه قرار می‌گیرند.

۳- محل عبور خطوط از روی یکدیگر با نقطه توپر مشخص می‌شوند.

۴- در حد امکان خطوط به صورت قائم (با زاویه ۹۰ درجه) یکدیگر را قطع می‌کنند.

۲) معنی لغات انگلیسی را بنویسید.

Standard (۱) Brand (۲)

Local (۳) International (۴)

۲) نماد فنی نقطه اتصال، فیوز، بوبین با هسته فریت و تقویت‌کننده را رسم کنید.

۵) چه مدارهایی را می‌شناسید که در آنها از رگولاتور استفاده شده است؟ نام ببرید.

۶) تایمر چه وسیله‌ای است؟ انواع آن را بنویسید.

۷) اساس کار اپتوکوپلر بر پایه نور است.

درست □ نادرست □

۸) کاربرد اپتوکوپلرها در چه مدارهایی است؟ نام ببرید.

۹) سنسورهای الکترونیکی چه عملکردی دارند؟ چند نوع را که می‌شناسید نام ببرید و توضیح کوتاهی درباره آنها بنویسید.

۱۰) با توجه به بلوک دیاگرام شکل ۶-۶ و وظیفه هر یک از بلوک‌ها را بنویسید.

۱۱) نوع سیگنال ورودی و خروجی‌های هریک از قسمت‌های

در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی باید قواعد و قراردادهایی را رعایت کرد. بعضی از مهم‌ترین قراردادها به شرح زیر است:

۱) نحوه کلی ترسیم مدارها باید از سمت چپ به سمت راست باشد.

۲) ورودی‌ها در طرف چپ صفحه و خروجی‌ها در طرف راست صفحه قرار گیرد.

۳) متناسب با مراحل کار، مدار به ترتیب و در دنبال هم رسم شود.

۴) ولتاژهای تغذیه در بالای صفحه و ولتاژهای منفی (زمین) در پایین صفحه قرار گیرند. مثلاً مقادیر ولتاژ یک مدار ترانزیستوری به صورت  $V_{12} +$  در بالای صفحه و علامت زمین به صورت  $\perp$  در پایین صفحه مشخص می‌شود.

۵) مدارهای معینی که در نقشه وجود دارند ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهند (مانند منبع تغذیه) باید در نیمه پایینی صفحه کشیده شوند.

۶) خطوط اتصال بین اجزای مدار باید به طور دقیق رسم شوند.


۷) تا آنجایی که مقدور است خطوط به صورت قائم (۹۰ درجه) یکدیگر را قطع کنند.

۸) وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و در نقطه برخورد به یکدیگر وصل می‌شوند، باید محل اتصال با یک نقطه توپر مشخص شود.

## ۲۹-۶- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری

۱) نماد اتصال زمین (اتصال بدنه یا شاسی) کدام گزینه است؟

۲) در ترسیم نقشه الکترونیکی کدام گزینه صحیح نیست؟

۱)  (۲)  (۳)  (۴) 



شکل ۶-۶- بلوک دیاگرام مربوط به سوال ۱۰

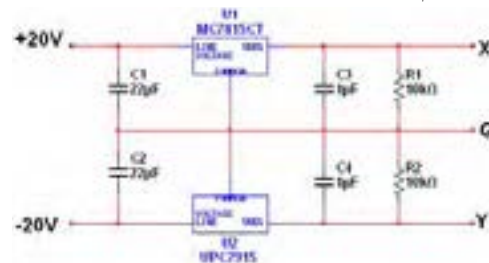
بلوک دیاگرام را مشخص نمایید.

۱۲ مدار بلوک دیاگرام سؤال ۱۰ در چه دستگاه‌هایی کاربرد دارد؟

۳۰-۶ الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری

۱ با استفاده از نقشه شکل ۶۷-۶ مدار منبع تغذیه متقارن را ببینید. اکثر تثبیت‌کننده‌های ولتاژ سه پایه را مشابه شکل ۶۷-۶ به مدار اتصال می‌دهند. در این مدار ولتاژ رگوله نشده به پایه ورودی رگولاتور (تثبیت‌کننده) متصل می‌شود و از پایه خروجی ولتاژ رگوله شده، دریافت می‌شود. سیم مشترک معمولاً به بدنه متصل می‌شود و سیم زمین را تشکیل می‌دهند.

۲ کلید نرم‌افزار را وصل کنید.



شکل ۶۷-۶ مدار منبع تغذیه متقارن

۲ ولتاژ نقطه X نسبت به نقطه G (زمین) را با ولت‌متر موجود در نرم‌افزار اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

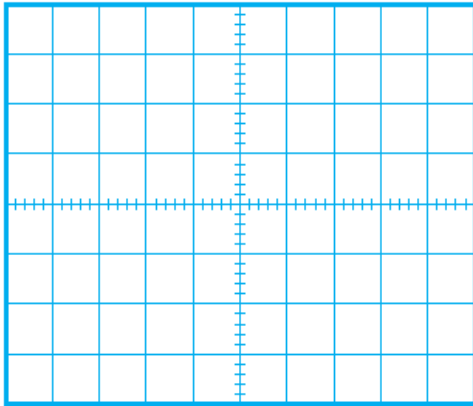
ولت  $V_{XG} =$  \_\_\_\_\_

۴ ولتاژ نقطه Y نسبت به نقطه G (زمین) را با ولت‌متر موجود در نرم‌افزار اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V_{YG} =$  \_\_\_\_\_

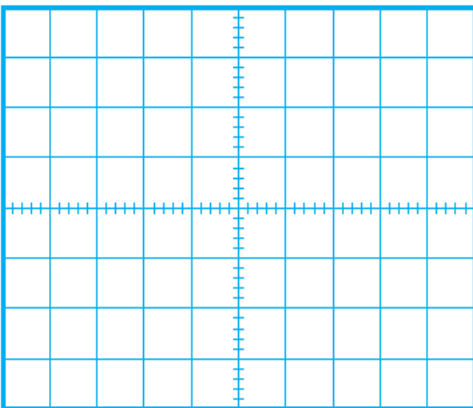
۵ ولتاژ XY را به وسیله ولت‌متر موجود در نرم‌افزار اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V_{XY} =$  \_\_\_\_\_



شکل ۶۸-۶ محل رسم شکل موج سؤال ۶

۶ شکل ولتاژ XG را توسط دستگاه اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار مشاهده و آن را در نمودار شکل ۶۸-۶ رسم کنید.



شکل ۶۹-۶ محل رسم شکل موج سؤال ۷

۷ شکل ولتاژ YG را توسط دستگاه اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار مشاهده و آن را در نمودار شکل ۶۹-۶ رسم کنید.

۸ اگر ولتاژ ورودی را تغییر دهیم، کم یا زیاد کنیم چه تأثیری بر روی ولتاژ خروجی دارد؟ شرح دهید.

---

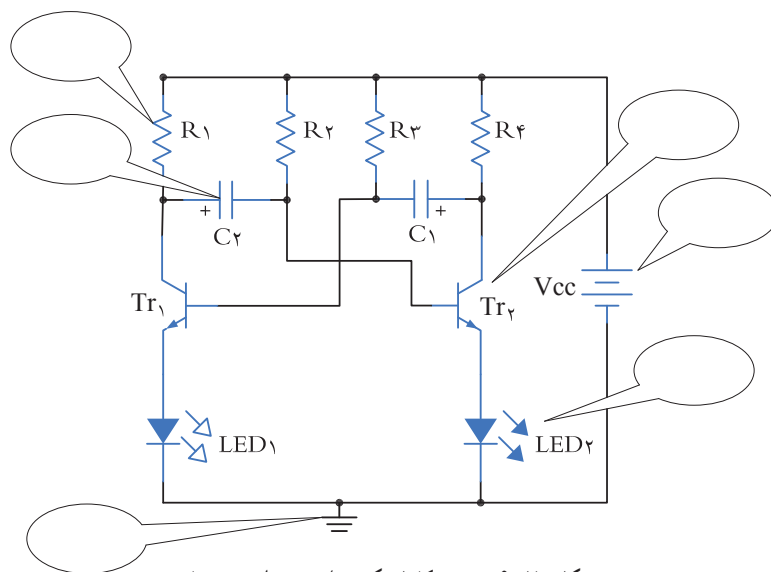


---



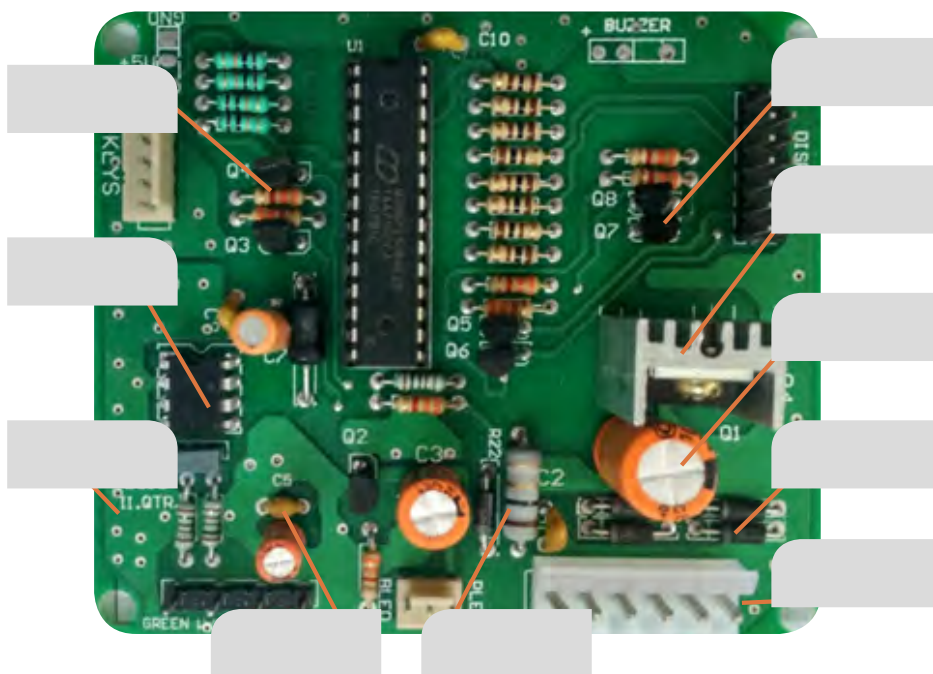
---

۹ در شکل ۶-۷ نقشه کامل یک مدار چشمک زن (مولتی ویراتور بی ثبات - Astable Multivibrator) را مشاهده می کنید. با توجه به علائم الکترونیکی نام هر قطعه را بنویسید.



شکل ۶-۷ - نقشه کامل یک مولتی ویراتور بی ثبات

۱۰ در بُرد الکترونیکی شکل ۶-۷۱ نام هر یک از قطعات را در جای خود بنویسید.



شکل ۶-۷۱ - بُرد واقعی یک مدار الکترونیکی

## ارزشیابی شایستگی خواندن نقشه های الکترونیکی ساده

### شرح کار:

۱. انتخاب نقشه
۲. انتخاب قطعات discrete مانند ترانزیستور - کابل - میکروفن و ...
۳. انتخاب قطعات مجتمع ساده نظیر تایمر ۵۵۵ - مقایسه گر ۷۴۱ و ...
۴. انتخاب برگه های اطلاعاتی مربوط به نقشه
۵. بررسی ساختمان و عملکرد قطعات
۶. تقسیم بندی نقشه به بلوک های مختلف
۷. تشریح عملکرد کلی هر بلوک
۸. ارتباط بلوک ها با هم
۹. بررسی علائم خاص روی نقشه

### استاندارد عملکرد:

خواندن نقشه مدارهای ساده الکترونیکی و تعیین ارتباط اجزا و نمادها از روی نقشه استاندارد

### شاخص ها:

۱. انتخاب یک نقشه الکترونیکی (۵ دقیقه)
۲. نقشه خوانی با استفاده از کتاب اطلاعات و تعیین ارتباط بین اجزا (۲۵ دقیقه)
۳. بررسی ساختمان و عملکرد قطعات موجود در نقشه با استفاده از برگه اطلاعات قطعات (datasheet) (۲۵ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار: نور مناسب برای کارهای ظریف - اتاقی به ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دمای طبیعی ( $27^{\circ}\text{C}$  -  $18^{\circ}\text{C}$ ) - میز کار استاندارد با ابعاد  $W180 \times D80 \times H80 \text{ cm}$  مجهز به فیوز حفاظت جان - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - نرم افزار خاص - ذره بین

**ابزار و تجهیزات:** قطعات مجزای کریستال - رله - کابل - بلندگو - بی زر - فیوز - لامپ سیگنال - میکروفن - کانکتور - موتور - سوئیچ - آی سی تایمر - آی سی عملیاتی - اپتوکوپلر - LCD - Vseg - رایانه - ابزار تجهیزات تخصصی - آی سی های گیت دیجیتالی - آی سی رگولاتور

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	قطعات مجزا (discrete)	۱	
۲	قطعات مجتمع ساده	۲	
۳	تشریح بخش های مختلف نقشه (به صورت بلوک دیاگرام)	۲	
۴	خواندن علائم اختصاصی نقشه	۱	
<b>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- رعایت بهداشت فردی (شستن دست پس از استفاده از نقشه)</li> <li>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار</li> <li>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر و کسب اطلاعات</li> <li>۴- کاربرد فناوری</li> </ol>			
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

رشته : الکترونیک

درس : عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی

واحد یادگیری ۶

## واحد یادگیری ۷

### شایستگی نصب نرم افزارهای الکترونیکی

آیا تا به حال فکر کرده اید :

- در تلفن همراه خود نرم افزار الکترونیکی نصب کنید، که بتواند محاسبات را انجام دهد و مقادیر کمیت ها را در مدار اندازه گیری کند.
- در تلفن همراه خود نرم افزار الکترونیکی نصب کنید، که بتواند شکل موج قسمت های مختلف یک مدار الکترونیکی را نمایش دهد.
- یک نرم افزار شبیه ساز چه کمکی به پیاده سازی سخت افزار یک مدار می کند؟
- اگر علاقه مند به خلبانی یک هواپیما باشید آیا بلافاصله بعد از آموزش تئوری، توانایی هدایت هواپیما را خواهید داشت؟
- برای اجرای یک مدار پیچیده و گران قیمت، قبل از اجرای نرم افزاری باید اقدام به پیاده سازی سخت افزار نمود.
- حمل و نقل صدها صفحه از برگه اطلاعات مربوط به قطعات الکترونیکی ساده تر است یا در اختیار داشتن یک نرم افزار به روز و جامع مرتبط با قطعات الکترونیکی؟
- کدام ساده تر است؟ حمل ده ها جلد کتاب درباره مدارهای الکترونیکی یا یک لوح فشرده؟

پیشرفت سریع و روزافزون الکترونیک در زمینه های مختلف بر همگان روشن بوده و در واقع مصون ماندن از رشد انفجاری دنیای الکترونیک غیرممکن است. رایانه ها نه تنها در اغلب خانه ها جای پای خود را باز کرده اند، بلکه تعداد زیادی از آنها در سراسر دنیا برای تبادل اطلاعات به صورت شبکه به هم متصل اند. در رشته الکترونیک، وجود شبیه سازهای رایانه ای، برای طراحی و تحلیل مدارهای الکترونیکی، اولاً نیاز به عملیات و محاسبات دستی را برطرف می کند، ثانیاً یادگیری اصول الکترونیک را ساده تر می سازد. در این فرایند، فراگیر در مدت زمان کمتری به مهارت کافی دسترسی پیدا می کند.

در این واحد یادگیری، ابتدا به تشریح توانایی ها، مقایسه و طبقه بندی حداقل چهار نمونه از نرم افزارهای الکترونیکی می پردازیم. سپس مزایا، معایب و قابلیت های هر نرم افزار را بررسی می کنیم. روش ها و فرایندهای نصب، راه اندازی و به کارگیری نرم افزارهای الکترونیکی با استفاده از راهنمای ارائه شده توسط تولیدکننده را توضیح می دهیم و در پایان به آموزش چگونگی ترسیم نقشه های ساده الکتریکی و الکترونیکی می پردازیم.

استاندارد عملکرد :

اجرای مراحل دقیق نصب و نصب کامل نرم افزار  
۱-۷- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری :  
نرم افزارهای الکترونیکی مولتی سیم، ادیسون، پروتئوس،  
فت (Phet) و هر نرم افزار الکترونیکی مرتبط.

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه  
درسی آمده است

## ۲-۷- نرم افزار الکترونیکی

نرم افزارهای متنوعی مانند نرم افزار فت (Phet)، ادیسون (Edison)، الکترونیک یار (Electronic Assistant)، محاسبه گر مقاومت ها (Color Code)، مولتی سیم (Multisim)، پروتل (Protel)، بی سی بی ویزارد (PCB Wizard)، لیبو (LabView)، پروتئوس (Proteus)، پی اسپیس (Pspice)، اچ اسپیس (Hspice)، اورکاد (orcad) و متلب (matlab) برای رشته الکترونیک در بازار صنعت وجود دارد.

همچنین نرم افزارهایی به صورت نمایشی تبلیغاتی (Demo) یا به صورت وابسته (آموزشی-آزمایشی Trial) عرضه می شود که می تواند به صورت زمان محدود یا زمان نامحدود ارائه شود. نرم افزارهای نمایشی و وابسته به آسانی قابل بارگیری (دانلود Download) از طریق اینترنت هستند. به طور کلی نرم افزارهای شبیه ساز در رشته الکترونیک این توانایی را دارند که می توانند مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را کاملاً مشابه یک مدار واقعی شبیه سازی کنند. در این حالت کاربر قادر است عملکرد مدار را دقیقاً مشابه یک مدار عملی مشاهده و نتایج آن را دریافت نماید. در نرم افزارهای صنعتی مانند نرم افزارهای تولید مدار چاپی، کاربر می تواند خروجی به دست آمده را به عنوان یک خروجی صنعتی قابل قبول، مورد استفاده قرار دهد و توسط آن یک مدار چاپی واقعی را تولید کند. در واحد کارهای قبل از نرم افزارهای ادیسون، مولتی سیم، الکترونیک یار و محاسبه گر مقاومت ها استفاده

کرده اید. در این واحد یادگیری، به بررسی تعداد دیگری از نرم افزارها خواهیم پرداخت.

## نرم افزار Lab View

نرم افزار لیبو (Lab View)

Laboratory Virtual Instrument Engineering  
Workbench

یک نرم افزار شبیه سازی و گرافیکی است که به صورت گسترده ای برای کاربردهای مختلف در صنایع، آموزش و تحقیقات آزمایشگاهی به عنوان یک مدل استاندارد برای جمع آوری و پردازش داده ها و شبیه سازی مدارها درآمده است. این برنامه یک نرم افزار قدرتمند و قابل انعطاف جهت تجزیه و تحلیل سیستم های اندازه گیری است. نرم افزار LabView مانند نرم افزار ادیسون و مولتی سیم یک محیط گرافیکی مناسب را برای کاربر فراهم می سازد. در این نرم افزار تمامی ابزارهای لازم جهت جمع آوری، پردازش و تحلیل داده ها و نمایش نتایج استفاده می شود. این نرم افزار برای موارد بی شماری از کاربردهای علمی و مهندسی به ویژه در زمینه کنترل، ایده آل و عملی است و به شما کمک می کند تا بتوانید نیازهای آزمایشگاهی خود را برآورده سازید. شکل ۱-۷ محیط این نرم افزار را نشان می دهد.



فیلم ۱

فیلم کار با نرم افزار Lab View را ببینید.





شکل ۷-۱- محیط این نرم افزار Lab View

پژوهش



با جست و جو در اینترنت درباره نرم افزار Lab View تحقیق کنید و نتایج پژوهش را به کلاس ارائه دهید.

### چه کسانی از نرم افزار Proteus استفاده می کنند؟

نرم افزار پروتئوس برای موارد و افراد زیر کاربرد دارد :

۱ طراحی مدار کنترل

۲ هنرآموزان الکترونیک برای آموزش به هنرجویان

۳ مهندسان و تکنسین های الکترونیک برای آزمایش های

مدار و کنترل

۴ شبیه سازی مدارهایی که آی سی های قابل برنامه ریزی در آنها وجود دارد.

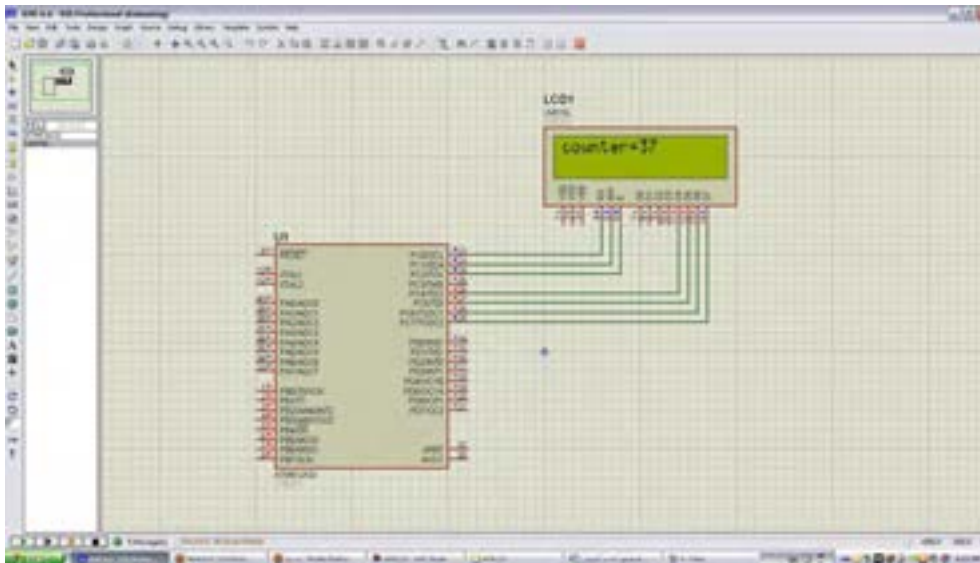
۵ طراحی رو و پشت فیبر مدار چاپی

۶ طراحی مدار چاپی چند لایه

با استفاده از نرم افزار پروتئوس کاربر بدون نیاز به سخت افزار، می تواند برنامه مورد نظر خود را بنویسد و مدار را با تمام جزئیات و به صورت کامل شبیه سازی نماید. همچنین عیب یابی مدار به صورت نرم افزاری و بدون اتلاف وقت و دغدغه های مرتبط با اتصالات سخت افزاری، امکان پذیر است. پس از اطمینان از صحت عملکرد مدار، کاربر می تواند PCB (نقشه مدار چاپی) مدار را رسم کند و بر اساس آن دستگاه را بسازد و به کار ببرد. شکل ۷-۲ محیط نرم افزار پروتئوس را نشان می دهد.

### نرم افزار پروتئوس (Proteus)

نرم افزار پروتئوس (Proteus full version) قوی ترین نرم افزار شبیه سازی الکترونیک است که ۹۰٪ کارایی آن در شبیه سازی IC های قابل برنامه نویسی میکروکنترلرها (ریزپردازنده ها) مانند میکروکنترلرهای AVR، FPGA، PIC و است. نرم افزار پروتئوس دارای ۲ بخش طراحی مدارها و شبیه سازی و طراحی مدار چاپی (PCB) است. در نسخه جدید قطعات زیادی اضافه شده و سرعت اجرای برنامه ها نیز افزایش پیدا کرده است. این برنامه به دلیل شبیه سازی فوق العاده قوی و دارا بودن تعداد زیادی از IC های قابل برنامه ریزی، شهرت و کاربرد زیادی پیدا کرده است.



شکل ۲-۷. محیط نرم افزار پروتئوس

## نرم افزار PSpice

۱ آنالیزهای پیشرفته (Advanced Analysis)

۲ بهینه سازی خودکار مدار

(automatic optimization of a circuit)

۳ قابلیت تغییر در مدل المان‌ها (Model Editor)

۴ پارامتری کردن مدل المان‌ها (parametrized models)

۵ اضافه شدن هزاران المان جدید

۶ توانایی نصب المان‌های جدید از طریق جستجو در شبکه

اینترنت

### چرا ما به نرم افزار شبیه سازی مدار نیاز داریم؟

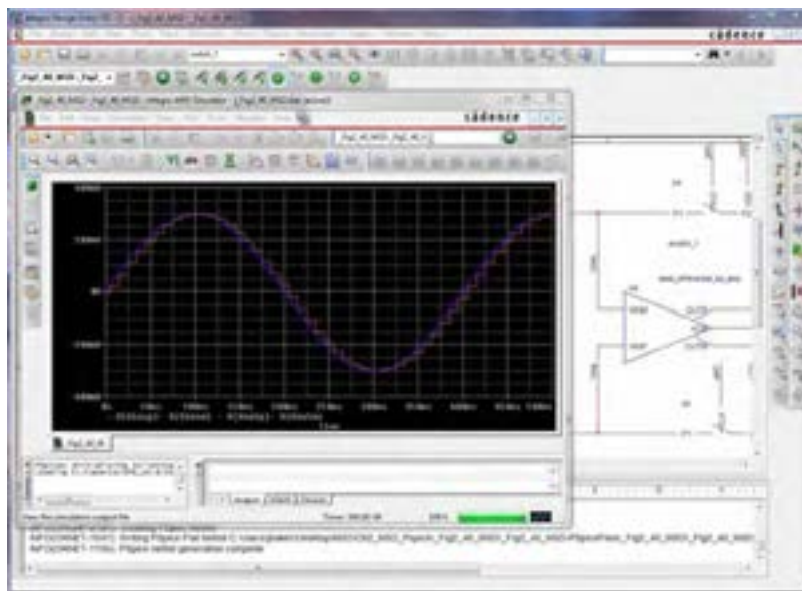
پاسخ درست به این سؤال اهمیت زیادی دارد و برای افرادی که می‌خواهند کار با این نرم افزار را شروع کنند، انگیزه زیادی ایجاد می‌کند، لذا لازم است به موارد مطرح شده دقت کنید: شبیه سازی یک مدار به طراح اجازه می‌دهد که بدون نیاز به ساخت مدار، امکان ارزیابی مدار طراحی شده را فراهم سازد. این امکان باعث صرفه جویی بسیار زیادی در هزینه‌ها و زمان اجرایی طرح می‌شود. با انجام شبیه سازی

PSpice = Personal computer Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

یک نرم افزار شبیه سازی برای مدارهای آنالوگ یا دیجیتال و ترکیب آنها با قابلیت اجرا بر روی رایانه‌های شخصی است. با کمک PSpice ما می‌توانیم رفتار مدارهایی مانند تقویت کننده‌های صوتی و ماوراء صوت، منابع تغذیه خطی و سوئیچینگ، مدارهای مخابراتی (اسیلاتورها، میکسرها، مدولاتورها)، خطوط انتقال قدرت، مدارهای ابزار دقیق (مبدل‌های جریان به ولتاژ، ولتاژ به جریان، ولتاژ به فرکانس، پل‌های اندازه گیری) مدارهای کنترل (دما، فشار، سرعت، مکان) را مدل سازی کنیم و سپس با شبیه سازی مدار، پاسخ آنها را در شرایط خواسته شده مورد ارزیابی قرار دهیم. نسخه‌های جدید PSpice دارای توانایی‌های بسیار زیادی نسبت به نسخه اولیه آن می‌باشند، که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

شود و اطلاعاتی که با آزمایش بر روی سخت افزار برد نمونه ساخته شده، به دست می آید را نمی توان به طور کامل از طریق شبیه سازی به دست آورد. شکل ۳-۷ محیط کار نرم افزار PSpice را نشان می دهد.

طراح می تواند پاسخ رفتار مدار عملی را قبل از ساخته شدن آن تحلیل کند. امکان تغییر بر روی قطعات مدارهای با توان و ولتاژ بالا در محیط شبیه سازی، بدون ایجاد خطر برای مدار و طراح آن وجود دارد. شبیه سازی مدار در شرایط مختلف کاری و محیطی نیز امکان پذیر است، توجه کنید که شبیه سازی مدار نمی تواند جایگزین ساخت برد مدار واقعی



شکل ۳-۷ محیط نرم افزار Pspice

### نرم افزار Altium Designer یا Protel DXP

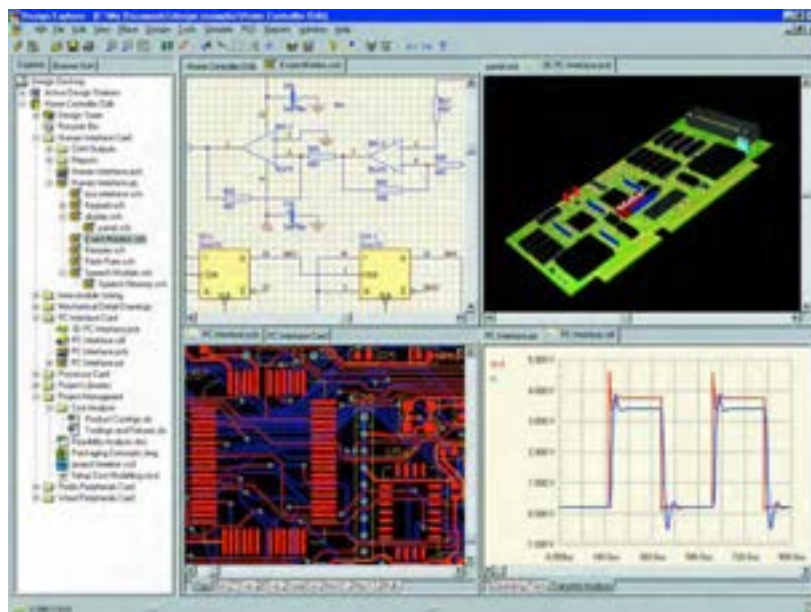
نرم افزارهای مدار چاپی نیز از نرم افزارهایی است که در طول آموزش به دانش و مهارت آنها نیاز داریم. از جمله این نرم افزارها می توان به نرم افزار پروتل (Protel) اشاره کرد.

نرم افزار Altium Designer یا Protel DXP نوع ارتقا یافته نرم افزار پروتل است. این نرم افزار برای پیاده سازی نقشه فنی (شماتیک)، طراحی مدار چاپی (PCB) و آنالیز مدارهای آنالوگ و برخی مدارهای دیجیتال طراحی شده است. یکی از مزایای این نرم افزار دسته بندی مناسب کتابخانه ها است که با صرف زمان کوتاهی می توان قطعه مورد نظر را پیدا کرد.

آنالیز مدارهای آنالوگ در پروتل، توسط تحلیل گری اسپایس (Pspice) انجام می شود. در محیط طراحی PCB در پروتل، کتابخانه های کامل و بدون نقص وجود دارد. این امر سبب رفاه بیشتر کاربر در طراحی انواع PCB با این نرم افزار می شود. نرم افزار Altium Designer می تواند طراحی شما را از لحاظ نرم افزاری و سخت افزاری به صورت یک پارچه در آورد. شما می توانید مراحل طراحی خود را به سادگی انجام دهید. امکانات ویژه ای مانند افزایش لایه های مکانیکی و هوش مصنوعی به نسخه جدید این نرم افزار افزوده شده است. با استفاده از این نسخه می توان طرح های خود را به استانداردهای جهانی نزدیک

خواهید بود برای مدارهای طراحی شده فیبر مدار چایی آماده کنید و از آنها برای ساخت مدارها استفاده نمایید. در این نسخه امکان شبیه‌سازی و کدنویسی برخی از FPGAها نیز فراهم شده است که زمان طراحی و پیاده‌سازی را به حداقل می‌رساند. نسخه جدید این نرم‌افزار حرفه‌ای دارای تحولات و پیشرفت‌های زیادی بوده که کار شما را برای طراحی نسل‌های بعدی مدارهای الکترونیک بسیار ساده کرده است. شکل ۴-۷ محیط کار نرم‌افزار پروتل را نشان می‌دهد. درباره نرم‌افزار پروتل و قابلیت‌های آن تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس درس ارائه نمایید.

کرد. این نرم‌افزار بی‌شک یکی از بهترین برنامه‌ها در زمینه طراحی و شبیه‌سازی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی است، که به دلیل حجم بالایی که دارد تعداد بسیار زیادی از قطعات با مدل‌ها و نمادهای مختلف را شامل می‌شود. شما با این نرم‌افزار می‌توانید انواع مدارهای مختلف حتی مدارهایی که دارای قطعاتی مانند FPGA و CPLD است را طراحی و شبیه‌سازی کنید و برای آنها در محیط نرم‌افزار و با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی مختلف برنامه بنویسید و آنها را برای نرم‌افزار برنامه‌ریزی نمایید. کار کردن با این نرم‌افزار به دلیل پیچیدگی که دارد برای هنرجویان تا حدودی مشکل است. همچنین با استفاده از این نرم‌افزار قادر



شکل ۴-۷ — محیط کار نرم‌افزار پروتل

فیلم آموزشی نرم‌افزار پروتل را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۲



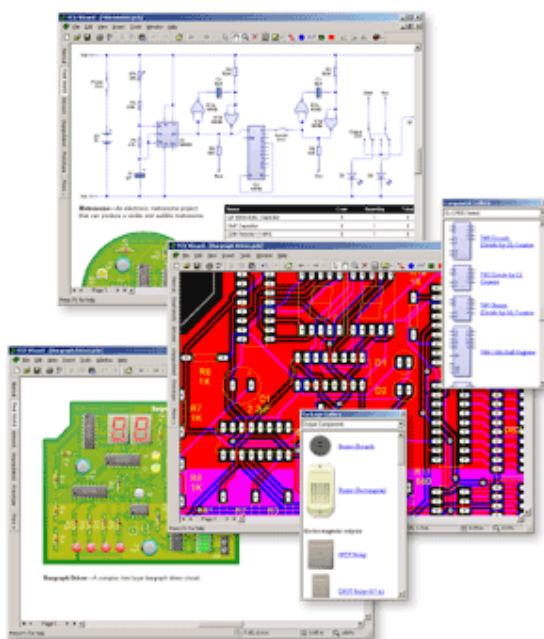
## نرم افزار PCB Wizard

تجاری تولید مدار چاپی را پوشش می‌دهد. این مراحل شامل ترسیم شماتیک، دریافت شماتیک، نقشه جانمایی قطعات، تنظیمات و چیدمان جدول لیست قطعات و تولید فایل برای ساخت مدار چاپی است. شکل ۵-۷ صفحات مختلف نرم افزار PCB Wizard را نشان می‌دهد.

نرم افزار دیگری که در مدارهای چاپی استفاده می‌شود PCB Wizard است. PCB Wizard یک نرم افزار ساده برای طراحی برد مدار چاپی یک لایه و دو لایه است. این نرم افزار در برگیرنده محدوده وسیعی از ابزارها است که همه مراحل

با جست‌وجو در اینترنت، نرم افزارهای دیگری که در ساخت مدار چاپی کاربرد دارد را بیابید و نتیجه پژوهش خود را به کلاس ارائه کنید.

پژوهش



شکل ۵-۷ - صفحات مختلف نرم افزار PCB Wizard

فیلم نحوه کار انواع نرم افزار الکترونیکی در ساخت مدار چاپی را مشاهده کنید و در مورد آن بحث کنید.

فیلم ۳



## الگوی پرسش

۱ استفاده از نرم افزار Phet قابل اجراست را توضیح دهید.  
۵ با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم می‌توانیم مدارهای ..... و ..... با استفاده از نرم افزار پروتئوس می‌توانیم مدارهای ..... را شبیه‌سازی کنیم.

- ۱ نرم افزار ادیسون چه ویژگی‌هایی دارد؟ توضیح دهید.
- ۲ تفاوت نسخه‌های Demo و Tutorial را در دو سطر شرح دهید.
- ۳ نرم افزار Phet در کدام زمینه‌های آموزشی کاربرد دارد؟ سه مورد نام ببرید.
- ۴ سه مورد از آزمایش‌های الکتریکی و الکترونیکی که با

۶- مشابهت‌های نرم‌افزارهای پروتئوس و لیب‌ویو را توضیح دهید.

۷- برای استفاده از آی‌سی‌های قابل برنامه‌ریزی در نرم‌افزار پروتئوس از کدام زبان‌های برنامه‌نویسی می‌توان استفاده کرد؟  
۸- کدام نرم‌افزار معرفی شده، قابلیت نمایش سه بعدی قطعات را دارد؟

۹- قابلیت‌های نسخه‌های جدید نرم‌افزار Pspice را بنویسید.  
۱۰- نرم‌افزار پروتل چه ویژگی‌هایی دارد؟ توضیح دهید.

### ۳-۷- طبقه‌بندی نرم‌افزارها

با توجه به نرم‌افزارهای معرفی شده، هر کدام برای هدف ویژه‌ای استفاده می‌شوند. برای شبیه‌سازی و آزمایش مدارهای ساده از نرم‌افزار ادیسون می‌توان استفاده کرد. نرم‌افزار Phet مدارها و آزمایش‌های از پیش تعیین شده را دارد، که با اجرای هر یک و تعاملی که این نرم‌افزار فراهم نموده است، می‌توان تغییرات و نتایج را مورد بررسی قرار داد. نرم‌افزار مولتی‌سیم، شبیه‌سازی است که بیشترین کاربرد را در این مقطع برای هنرجویان فراهم می‌کند. محیط این نرم‌افزار مشابه با فضای آزمایشگاه واقعی است، لذا در تفهیم مطالب درسی کارایی بالایی را برای هنرجویان به وجود می‌آورد. نرم‌افزارهای لیب‌ویو، پی‌اسپیس و پروتئوس در برنامه‌ریزی آی‌سی‌های میکروکنترلر کاربرد دارد و برای اجرای پروژه‌های عملی و کاربردی، قابل استفاده است. هنگام استفاده از این نرم‌افزارها لازم است کاربر با برنامه‌نویسی، یا استفاده از برنامه آماده نیز، آشنایی داشته باشد.

نرم‌افزارهای تخصصی دیگری متناسب با سطح هنرجویان نیز در رشته الکترونیک وجود دارد که با توجه به نظر هنرآموزان و پروژه تعریف شده، قابل استفاده است.

### مقایسه نرم‌افزارها از نظر قابلیت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری

نرم‌افزار Demo و Trial ادیسون، رایگان بوده و تقریباً فضای کمی از حافظه رایانه (در حدود ۳۵ تا ۴۰ مگابایت) را اشغال می‌کند. به دلیل داشتن ویژگی‌های زیر بسیار جذاب است:

۱- شبیه‌سازی آزمایشگاه ۳ بعدی الکترونیک

۲- طراحی مدارهای کاربردی

۳- آزمایش و راه‌اندازی مدارهای الکترونیکی

۴- داشتن محیطی ساده و جذاب

۵- داشتن افکت‌های صوتی جالب

۶- داشتن دستگاه‌های اندازه‌گیری و تولیدکننده سیگنال

نرم‌افزار Phet به هنرجویان کمک می‌کند تا بتوانند پدیده‌های علمی که نمی‌توانند ببینند را در محیطی بویا و جذاب و با استفاده از کنترل‌های فیزیکی، مستقیماً مشاهده کنند. نرم‌افزار تعاملی Phet با ارائه بیش از ۱۲۰ شبیه‌سازی، تدریس و یادگیری دروسی نظیر فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و ریاضی را بهبود می‌بخشد. این نرم‌افزار محصول دانشگاه کلورادو است و بخش فارسی نیز دارد. برای استفاده از این نرم‌افزار، رایانه شما نیاز به قابلیت‌های ویژه‌ای ندارد. نرم‌افزار رایگان Phet آزمایش‌های علوم پایه را به نحوی جالب و بر مبنای آخرین دستاوردهای محققان طراحی و شبیه‌سازی کرده است و بر پایه نرم‌افزارهای فلش و جاوا برنامه‌نویسی و اجرا می‌شود. برای مشاهده آزمایش‌های این نرم‌افزار باید برنامه‌های فلش و جاوا نیز در سیستم رایانه نصب شوند. حجم اجرایی این نرم‌افزار ۵۲۳ مگابایت است.

در نسخه‌های جدید و پیشرفته نرم‌افزار مولتی‌سیم، علاوه بر قابلیت رسم شماتیک و تحلیل مدارهای الکترونیکی، تهیه نقشه مدار چاپی نیز وجود دارد. برای راه‌اندازی نرم‌افزار مولتی‌سیم، سیستمی با حداقل مشخصات زیر مورد نیاز است که معمولاً در منوی اولیه نرم‌افزار ارائه می‌شود:



جدول ۷-۱ جدول مقایسه نرم افزارها را نشان می دهد. محتوای جدول برای آگاهی از قابلیت های سیستم برای نصب نرم افزارها است و نیازی به حفظ کردن نیست.

مخاطب		قیمت		قابلیت دسترسی			توانایی								کاربری		نوع نرم افزار			حجم	نرم افزار
							تولید مدار چاپی	تحلیل	طراحی	شبیه سازی											
		ارزان	گران	سخت	آسان	موجود در ایران	زیاد	کم	زیاد	کم	زیاد	کم	زیاد	کم	آسان	پیچیده	اصلی	Trial	Demo		
✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓		
-	✓	✓	-	-	-	✓	نسخه ۱۴ به بعد	-	ندارد	-	قطعات کامل است	-	کامل	-	آسان	-	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		
✓	✓	-	-	-	-	✓	-	خیر	کامل	-	قطعات کامل نیست	-	کامل	-	-	کمی	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		
-	✓	✓	-	-	-	✓	تمام نسخه ها	-	ندارد	-	قطعات کامل است	-	کامل	-	نه چندان ساده	-	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		
✓	✓	-	-	-	-	✓	-	خیر	کامل	-	قطعات کامل است	-	کامل	-	-	کمی	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		
✓	✓	✓	-	-	-	✓	تمام نسخه ها	-	ضعیف	-	قطعات کامل است	-	کامل	-	نه چندان ساده	-	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		
✓	✓	✓	-	-	-	✓	تمام نسخه ها	-	ضعیف	-	قطعات کامل است	-	کامل	-	نه چندان ساده	-	قابل دریافت در سایت های فارسی	Original	-		

جدول ۷-۱ جدول مقایسه نرم افزارها

#### ۷-۴- نصب نرم افزارهای الکترونیکی

در فصل های قبل با نصب نرم افزارهای ادیسون و مولتی سیم آشنا شدید. معمولاً نصب هر نرم افزاری مسیری شبیه نرم افزارهای مشابه را دارد. با استفاده از جست و جو در اینترنت، جزوات و مطالب مربوط به نصب نرم افزارها که از سوی برخی سایت ها و گروه های تخصصی در اینترنت قرار داده شده است، می توان نصب نرم افزار را بدون اشکال انجام داد. یادآور می شود که اگر حجم نرم افزار زیاد باشد

لازم است از لوح فشرده (CD) اصلی نرم افزار که از بازار تهیه کرده اید، استفاده کنید. نرم افزار پروتئوس برای تحلیل مدارهای آنالوگ و دیجیتال کاربرد دارد. البته قابل ذکر است که در زمینه تحلیل مدارهای الکترونیکی نرم افزارهای قوی دیگری مانند Orcad وجود دارد، اما یکی از مزیت های پروتئوس نسبت به Orcad امکان تحلیل و شبیه سازی میکروکنترلرها، انواع موتورها و انواع نمایشگرها می باشد.

پژوهش



نسخه های مختلف نرم افزار پروتئوس را شناسایی کنید و توانایی آن را فهرست کرده و به کلاس درس ارائه دهید.

#### ۷-۵- نرم افزارهای قابل استفاده توسط تلفن های همراه

نرم افزارهایی که بر روی گوشی های هوشمند قابل نصب و اجرا هستند، نرم افزارهای تحت اندروید (Android) نامیده می شوند و فایل های آن پسوند APK دارند.

##### نرم افزار Electric Toolkit

نرم افزار Electric Toolkit برای تلفن های همراه اندرویدی ساخته شده است، مراحل مختلف سیم کشی و کارهای برقی خانگی را به شما یاد می دهد. کارهایی مانند نصب کلیدهای برق، انتخاب سیم مناسب برای هر وسیله، کلیدهای برق چندگانه (مانند کلید لوسترها) از مواردی است که در این برنامه کوچک و کاربردی به شما آموزش داده می شود. شکل ۷-۶ صفحه کار نرم افزار را نشان می دهد.

حجم این نرم افزار ۳/۷ مگابایت است و برای گوشی های اندروید با فرمت ۲/۱ یا بالاتر قابل استفاده است.

##### نرم افزار ElectroDroid

نرم افزار ElectroDroid برنامه اندروید ساده و قدرتمند در زمینه اطلاعات و قطعات الکترونیک می باشد که بر روی تبلت و گوشی های تلفن همراه هوشمند با سیستم عامل اندروید قابل اجرا است. از ویژگی های این برنامه وجود کتابخانه هایی مانند مشخصات میکروکنترلر AVR و PIC و جستجوی قطعات می باشد.



شکل ۷-۶ صفحه کار نرم افزار Electric Toolkit



پژوهش

ویژگی ها و بخش های مختلف برنامه اندروید ElectroDroid را استخراج و فهرست کنید.

شکل ۷-۷ صفحه اصلی نرم افزار ElectroDroid را نشان می دهد.



شکل ۷-۷ صفحه اصلی نرم افزار ElectroDroid

در شکل ۸-۷ تعدادی از محیط کار در قسمت‌های مختلف این نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۷- محیط کار نرم‌افزار Electro Droid

### نرم‌افزار EveryCircuit

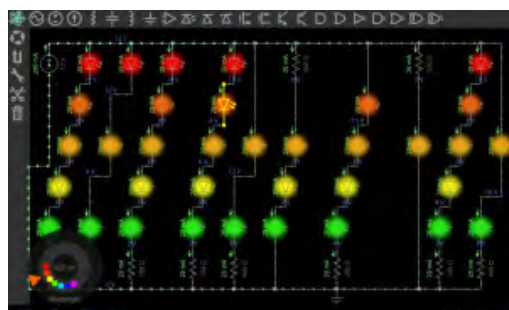
انتخاب کرده و در مدار خود استفاده کنید. از ویژگی بارز این نرم‌افزار وجود اسیلوسکوپ جهت نمایش شکل موج قسمت‌های مختلف مدار در هنگام شبیه‌سازی simulation می‌باشد، به طوری که این امکان نیز فراهم هست تا بر روی مسیر دلخواه کلیک کرده و شکل موج کامل آن را بر روی اسیلوسکوپ مشاهده و آن را ذخیره کنید.

از دیگر محاسن اسیلوسکوپ در این نرم‌افزار، نمایش ۴ شکل موج قسمت‌های مختلف مدار در هنگام شبیه‌سازی به صورت هم‌زمان است. شکل ۹-۷ صفحه اصلی این نرم‌افزار و نمایش شکل موج و مدار با استفاده از LED را در نرم‌افزار نشان می‌دهد.

از سری نرم‌افزارهای شبیه‌سازی الکترونیک برای سیستم عامل اندروید، نرم‌افزار Every Circuit است. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توانید در تبلت‌ها و گوشی‌های تلفن همراه با سیستم عامل اندروید به راحتی مدارهای مورد نظر خود را طراحی و شبیه‌سازی کنید. با توجه به محبوبیت سیستم عامل اندروید در بین کاربران ایرانی، و قدرت بالا و امکانات جالب این نرم‌افزار، شما می‌توانید به سادگی تمام قطعات مورد نیاز خود را از جمله گیت‌های منطقی، ترانزیستور، ترانزیستور فت (FET)، انواع دیود، تقویت‌کننده عملیاتی (amp omp)، سلف، خازن، مقاومت، منابع جریان و ولتاژ و منبع متناوب را



صفحه اصلی نرم افزار



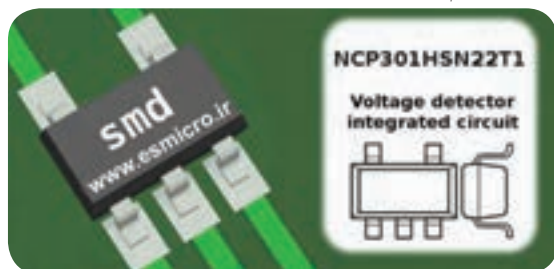
مدار با استفاده از LEDها در رنگ‌های مختلف



نمایش شکل موج در نرم افزار

شکل ۹-۷ - نمایش موج و صفحه اصلی نرم افزار Every Circuit

الکترونیکی، استفاده از قطعات SMD یا همان نصب سطحی است. در قطعات SMD کدهایی را بر روی قطعات می‌نویسند. برای اینکه بدانیم هر قطعه‌ای چه وظیفه‌ای را بر عهده دارد یا پایه‌های آن به چه صورت است باید از کد قطعه استفاده کنیم. با استفاده از نرم افزار SMD Decypher به راحتی می‌توانید با وارد کردن کد SMD یا شماره قطعه، مشخصات قطعه مورد نظر مانند، نوع قطعه، کارخانه سازنده و پایه‌های خروجی آن را مشاهده کنید. شکل ۱۰-۷ صفحه اصلی این نرم افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۷ - صفحه اصلی نرم افزار SMD Decypher

برای شروع کار با نرم افزار کافی است قطعه مورد نظر را انتخاب و در صفحه میز کار خود ظاهر کنید. با انتخاب پایه هر قطعه می‌توانید آنها را به یکدیگر وصل نمایید. همچنین مانند سایر نرم افزارها مقادیر قطعه مورد نظر قابل تغییر است. در مجموع این نرم افزار رابط کاربرپسند و ساده‌ای دارد و به راحتی می‌توانید از آن استفاده کنید. بدیهی است، هرچه اندازه نمایشگر دستگاه شما بزرگ‌تر باشد کار کردن با آن نیز آسان‌تر خواهد بود. در پایان کار می‌توانید مدار خود را ذخیره کنید.

### نرم افزار SMD Decypher

نرم افزار SMD Decypher یکی از برنامه‌های اندروید در زمینه الکترونیک برای شناسایی قطعات SMD بر اساس کدهای آن، با قابلیت نمایش پایه‌ها، نوع بسته‌بندی، کارخانه سازنده و جستجوی برگه اطلاعات (Data Sheet) است. همان‌طور که می‌دانید برای کوچک‌تر شدن حجم‌های

ویژگی‌ها و بخش‌های مختلف برنامه اندروید ElectroDroid را استخراج و فهرست کنید.



در شکل ۷-۱۱ محیط کار نرم‌افزار SMD Decypher را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷-۱۱- محیط کار نرم‌افزار SMD Decypher

### الگوی پرسش

۷-۶- اصطلاحات و علائم در نرم‌افزار مولتی‌سیم در فصل‌های قبل با نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم آشنا شدید و بستن مدارهایی را تجربه کرده‌اید. در این فصل نرم‌افزار مولتی‌سیم و بستن مدار در این نرم‌افزار و اصطلاحات و علائم موجود در آن آموزش داده می‌شود. در هر نرم‌افزاری ابتدا لازم است نوارهای اصلی آن را بشناسید.

#### نوار منو (Menu Bar)

مانند همه نرم‌افزارها در نرم‌افزار مولتی‌سیم، نوار منو در قسمت بالای پنجره محیط کار قرار دارد. این نوار امکان تغییر رفتار و شکل برنامه را به کاربر می‌دهد. تمام فرمان‌های اجرایی، توسط کلیدهای میانبر و آیکون‌های نوار ابزارها، در این منو گنجانده شده است.

- ۱- برای نصب یک نرم‌افزار چه نکات مهمی را باید در نظر گرفت؟
- ۲- کدام درایو رایانه جهت محل ذخیره نرم‌افزار مناسب‌تر است؟
- ۳- چه نرم‌افزارهایی به نرم‌افزارهای تحت اندروید معروفند؟ چهار مورد را نام ببرید.
- ۴- ویژگی‌های نرم‌افزار ElectroDroid را نام ببرید.
- ۵- مزیت نرم‌افزار Every Circuit را بنویسید.

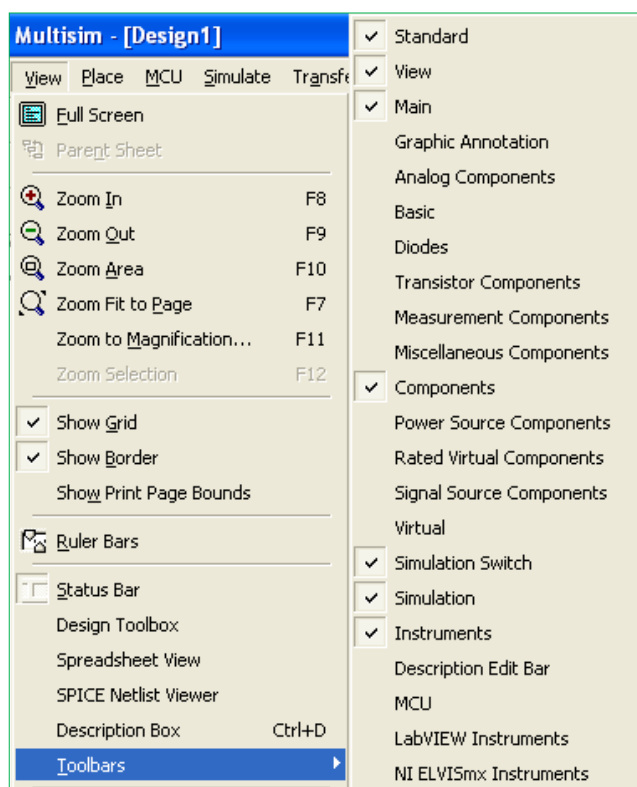


## نوار ابزارها (Tool Bars)

- ◆ نوار ابزار استاندارد Standard Toolbar
  - ◆ نوار ابزار قطعات Component Toolbar
  - ◆ نوار ابزار قطعات مجازی Virtual Toolbar
  - ◆ نوار ابزار امکانات گرافیکی Graphic Anotation Toolbar
  - ◆ نوار ابزار دستگاه‌های اندازه‌گیری Instrument Toolbar
- در شکل ۷-۱۲ نوارهای ابزار نرم‌افزار مولتی‌سیم را مشاهده می‌کنید.
- نوار ابزار در اکثر پنجره‌های ویندوز قابل دسترسی می‌باشد و دکمه‌های قرار گرفته بر روی آن امکان دستیابی به عملیات متداول و سریع را فراهم می‌کند. این نوار ابزارها می‌توانند به روش کشیدن و رها کردن (Drag and Drop) به چهار گوشه پنجره نرم‌افزار جابجا شوند. نرم‌افزار مولتی‌سیم دارای پنج نوار ابزار در محیط اصلی برای ترسیم نقشه فنی مدار است. نوارهای ابزار در نرم‌افزار مولتی‌سیم به ترتیب زیر هستند.



شکل ۷-۱۲- نوارهای ابزار نرم‌افزار مولتی‌سیم



شکل ۷-۱۳- قرار دادن نوار ابزارهای نرم‌افزار در محیط کار

در این نرم‌افزار نوارهای دیگری نیز وجود دارد که بنا بر ضرورت کار و استفاده می‌توانید آنها را فعال نمایید. در صورتی که هر یک از نوار ابزارهای مولتی‌سیم در محیط کار وجود نداشته باشد، مطابق شکل ۷-۱۳ با استفاده از منوی View می‌توانید نوار ابزار مورد نظر را انتخاب نموده و آن را فعال کنید و با ظاهر شدن هر نوار در صفحه به وسیله ماوس آن را به محل دلخواه منتقل نمایید.

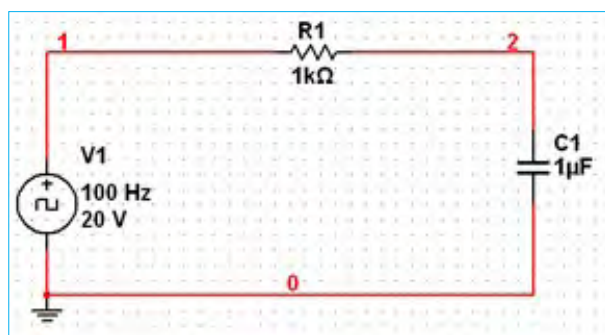
در فصل‌های قبل با استفاده از این نرم‌افزار مدارهای متعددی را مورد آزمایش قرار داده‌اید. در این فصل با استفاده از ابزارهای جدید ضمن معرفی ابزارها، چند مدار متنوع و متفاوت را ترسیم و شبیه‌سازی خواهیم کرد.



## ۷-۷- یک نمونه مدار در نرم افزار مولتی سیم

### مدار شارژ و دشارژ خازن

برای تحلیل یک نمونه مدار شارژ و دشارژ خازن و بررسی منحنی‌های آن از مدار شکل ۷-۱۴ استفاده می‌کنیم. در این مدار یک موج مربعی اعمال می‌کنیم و با استفاده از آنالیز حالت گذرا (Transient) منحنی شارژ و دشارژ خازن را به دست می‌آوریم.



شکل ۷-۱۴- مدار شارژ و دشارژ خازن

Analysis Parameters مقادیر پارامترهای زمان شروع و پایان تحلیل را در کادرهای TSTART و TSTOP به ترتیب برابر صفر و ۱٪ ثانیه وارد کنید.

در ادامه روی زبانه OutPut Variables کلیک کنید و در صفحه مربوطه می‌بایست از قسمت :

Variables in Circuit شماره گرهی از مدار را که می‌خواهید شکل موج آن رسم شود، را انتخاب نمایید. با توجه به شماره گره‌های مدار، گره شماره ۲ را انتخاب نموده و گزینه Add را کلیک کنید، تا به قسمت مقابل یعنی :

Selected Variables For Analysis اضافه شود.

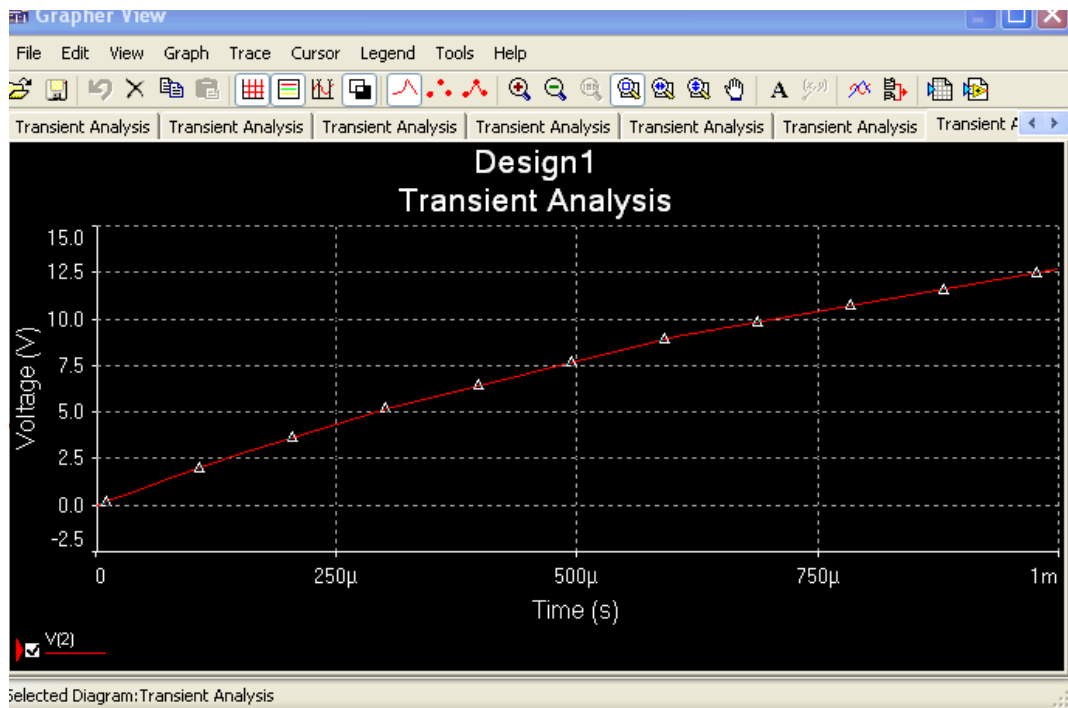
با انجام تنظیمات فوق در پایین پنجره Transient Analysis گزینه Simulate را کلیک کنید تا مدار آنالیز شده و پنجره Analysis Graphs ظاهر شود. شکل ۷-۱۵ نمایش منحنی شارژ خازن را نشان می‌دهد.

برای ترسیم مدار منبع پالس مربعی را مطابق شکل ۷-۱۴ از نوار ابزار Signal Source Component مربوط به نوار قطعات مجازی و با انتخاب گزینه :

Place Clock Voltage Source به محیط کار منتقل نمایید. خازن و مقاومت را نیز از نوار Basic Component بردارید.

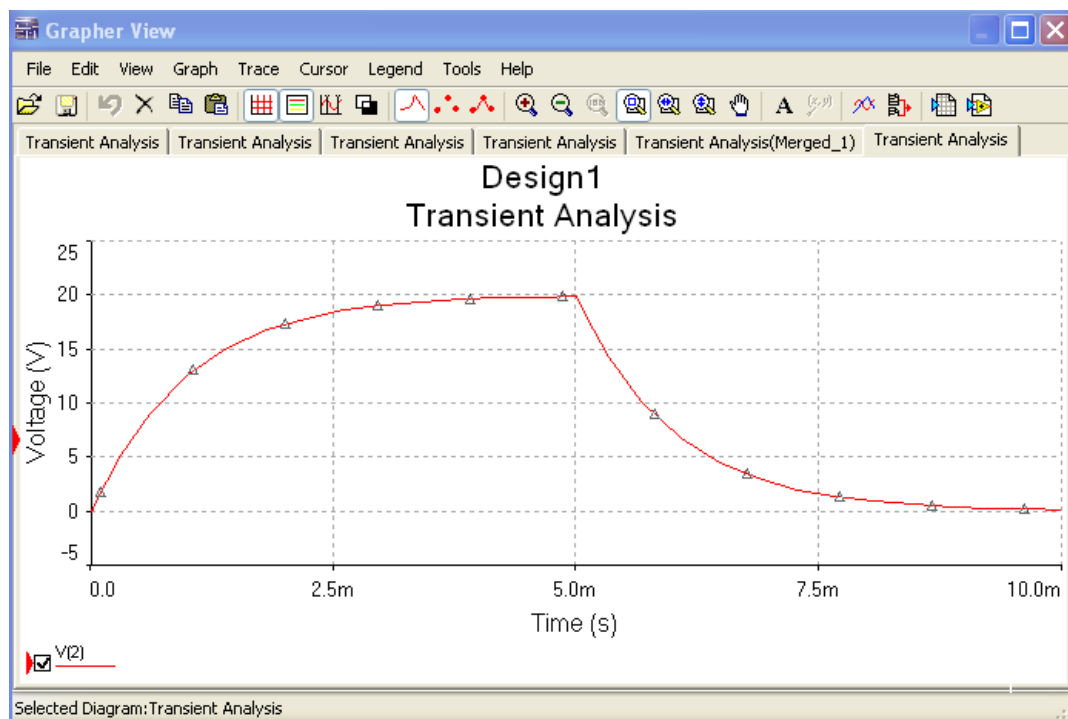
در این مدار چون نیاز به مشاهده و استفاده از شماره گره‌های مدار می‌باشد، بنابراین گزینه تنظیمات (Preferences) را از منوی Option انتخاب کنید تا پنجره آن ظاهر شود. در این پنجره با انتخاب سربرگ Circuit وارد صفحه آن شده و گزینه Show Node Name را تیک بزنید تا با کلیک روی OK شماره گره‌های مدار نمایش داده شود. در مرحله بعد برای تنظیم گزینه‌های آنالیز Transient در منوی :

Simulate Analysis گزینه Transient Analysis را انتخاب کنید تا پنجره تنظیمات آن ظاهر شود. برای تنظیم پارامترهای مدار شارژ و دشارژ خازن، ابتدا با انتخاب زبانه



شکل ۷-۱۵- منحنی شارژ خازن

در شکل ۷-۱۶ هم زمان منحنی شارژ و دشارژ خازن را در دستگاه Transient Analysis مشاهده می کنید.



شکل ۷-۱۶- منحنی شارژ و دشارژ خازن

## ۸-۷-آزمون نظری پایانی واحد یادگیری

۱ نرم افزارهای Demo نرم افزارهایی به صورت ..... و Tutorial نرم افزارهایی به صورت ..... عرضه می شوند.

۲ کدام نرم افزار برای شبیه سازی ICهای قابل برنامه نویسی کاربرد بیشتری دارند؟

الف) Lab View      ب) Proteus      ج) Pspice      د) Protel DXP

۳ شبیه سازی مدارهای الکتریکی توسط نرم افزار چه مزایایی دارد؟ شرح دهید.

۴ نرم افزار Protel DXP قدرتمند برای طراحی مدار چاپی (PCB) یک لایه و دو لایه است.

درست ☐      نادرست ☐

۵ فایل های نرم افزارهای تحت اندروید با پسوند ..... شناخته می شوند و ..... و ..... دو نمونه از این نوع نرم افزار هستند.

۶ معنی فارسی هر یک از لغات زیر را بنویسید.

الف) Menu Bar : .....      ب) Tool Bar : .....

پ) Virtual : .....      ت) Instrument : .....

ث) Component : .....      ج) Analysis : .....

ج) Gate Logic : .....      ح) Simulate : .....

۷ فرایند نصب یک نرم افزار باید به ترتیب اجرا شود. در زیر چند نمونه از فرایند آمده است. ترتیب صحیح موارد را به هم با خط رنگی متصل کنید.

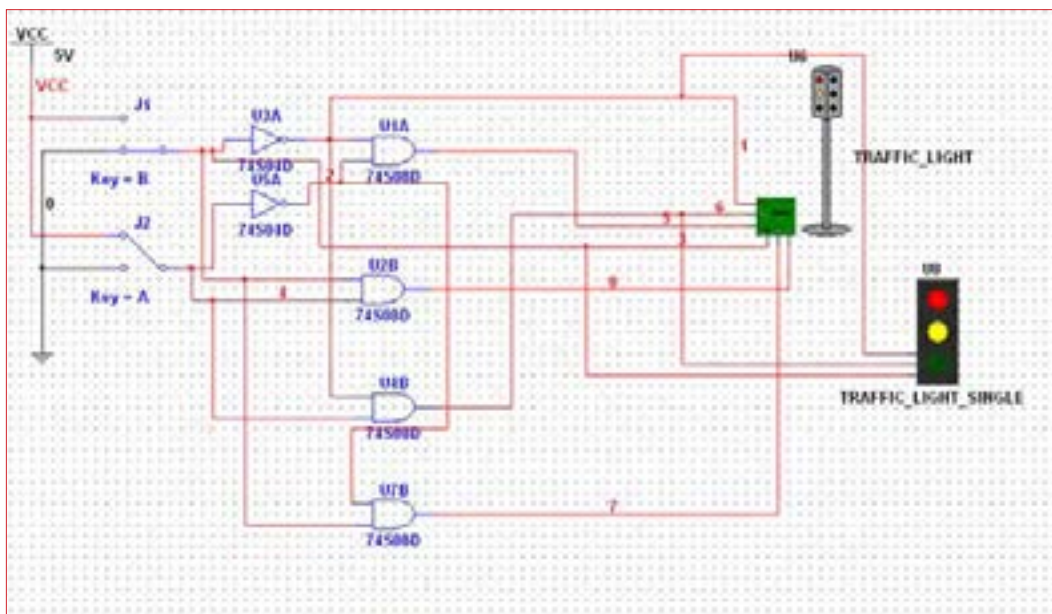
ترتیب اجرا
۱
۲
۳
۴

Save
Run
Down Load
Extract Here

## ۹-۷- آزمون عملی پایانی واحد یادگیری

مدار عملی شکل ۷-۱۷ را با استفاده از نرم افزار مولتی سیم بیندید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱ مدار شکل ۷-۱۷ چه کاربردی را نشان می دهد؟
- ۲ در این مدار از چه گیت های منطقی استفاده شده است؟
- ۳ مدار را راه اندازی کنید و از صحت کار آن مطمئن شوید.
- ۴ با تغییر کلیدهای A و B وضعیت روشن و خاموش شدن هر یک از چراغ ها را بنویسید.
- ۵ جدولی برای تغییر کلیدها و وضعیت چراغ ها ترسیم کنید که همه حالات ممکن را دربرداشته باشد.



شکل ۷-۱۷- مدار آزمون عملی

- ۶ یک مدار کاربردی دیگر انتخاب کنید و آن را با نرم افزار مولتی سیم یا هر نرم افزار توصیه شده دیگر ترسیم کنید.

## ارزشیابی شایستگی نصب نرم افزار الکترونیکی

### شرح کار:

- ۱- جست و جو در اینترنت یا سایر منابع برای دریافت نرم افزار مناسب نوع کار
- ۲- تشخیص قابلیت ها و عملکرد هر نرم افزار
- ۳- مقایسه نرم افزارهای مشابه از نظر قابلیت ها، مزایا، معایب، قیمت و سخت افزار مورد نیاز
- ۴- انتخاب نرم افزار مناسب
- ۵- نصب نرم افزار
- ۶- راه اندازی نرم افزار

### استاندارد عملکرد:

اجرای مراحل دقیق نصب کامل نرم افزار

### شاخص ها:

- ۱- انتخاب نرم افزار مناسب از بین نرم افزارهای موجود (۳۰ دقیقه)
- ۲- نصب صحیح نرم افزار انتخاب شده (۱۵ دقیقه)
- ۳- راه اندازی کامل نرم افزار (۱۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار: نور کافی جهت کارهای ظریف - اتاقی به ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دمای طبیعی ( $27^{\circ}\text{C}$  -  $18^{\circ}\text{C}$ ) و میز کار استاندارد با ابعاد  $180\text{cm} \times 80\text{cm} \times 180\text{cm}$  - فرد یا لباس کار - ذره بین - رایانه متصل به شبکه اینترنت - انواع نرم افزارهای خاص

**ابزار و تجهیزات:** رایانه - انواع نرم افزارهای مناسب - لوازم التحریر

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	معرفی نرم افزارهای مرتبط	۱	
۲	انتخاب نرم افزار مناسب	۲	
۳	نصب و راه اندازی نرم افزار	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت ارگونومی (نشستن صحیح پشت رایانه) ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی های تفکر و یادگیری مادام العمر و کسب اطلاعات ۴- اخلاق حرفه ای	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

رشته : الکترونیک      درس : عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی      واحد یادگیری : ۷

اسامی افرادی که در اعتبارسنجی کتاب «عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی» به طور فعال شرکت داشته اند :

محمود اسدالهی - غلامرضا لطفی - حمید یوسف زاده - رحیم اسعدی - مریم موسوی - سید محمد کاظم نجفی - سید مسلم کشفی - حمید نصیری اصل - مجتبی دوست فاطمه - سید اکبر زهرایی - رضا وحیدی - بهزاد سید معلمی - رسول سیف نژاد - یاسر بازوکی - ستار دریکوند - مهرداد امین - کریم هداوند - سیاوش امان الهی - سعید هادی - مهشید سالک - پروانه میرزایی - عباس بیابانگرد - کاظم جامعی - فیض الله خرم روز - رسول یوسفی - محمدرضا جامعی - مسعود فلاح

## منابع و مأخذ

- ۱- برنامه درسی رشته الکترونیک - دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش، ۱۳۹۳.
- ۲- اصول الکترونیک، گروپ، ترجمه احمد ریاضی، سید محمود صموتی، محمود همتایی، دانشکده شهید شمس پور.
- ۳- فلوید توماس، اصول و مبانی مدارهای الکتریکی، مترجم مهرداد عابدی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه امیرکبیر.
- ۴- اندرسن چارلز، دوره جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی فر، انتشارات سپهر.
- ۵- اصول مقدماتی الکتریسیته، مؤلف مهندس غلامعلی سرابی.
- ۶- Electronic devices and circuit theory by Robert Boylestad Louis Nashilsky.
- ۷- Transistor Fundamentals by Robert J Brite.
- ۸- Transistor Circuit action by Henry C. Vealch.
- ۹- Electronic Devices Electron flow version Floyd.
- ۱۰- مبانی برق، کد ۳۵۸/۱۸، مؤلفان: فریدون قیطرانی، عین اله احمدی، حسین مظفری، محمود همتایی، مسعود تجلی پور، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۴.
- ۱۱- مبانی الکتریسیته، کد ۶۰۴/۷، مؤلف شهرام خدادادی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۴.
- ۱۲- الکترونیک عمومی ۱، مؤلفان: ابوالقاسم جاریانی، فتح اله نظریان، محمود همتایی، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۱۳- الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷، مؤلفان: فتح اله نظریان - سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی - فرشته داودی لعل آبادی، سهیلا ذوالفقاری، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۱۴- الکترونیک عمومی ۲، کد ۴۹۰/۵، مؤلفان: سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، یداله رضازاده، غلامحسین نصیری، فتح اله نظریان، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۱۵- سایت های اینترنتی - برگه های اطلاعات Data sheet، کتاب اطلاعات Data book و دستینه Hand book.



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره‌ی مطالب این کتاب از طریق نامه  
به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش