

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# کتاب همراه هنرجو

رشته الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه





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

امام خمینی (قَدَّسَ سِرَّهُ الشَّرِیف)

## بخش اول: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی

۱۱	فصل ۱: قطعه‌شناسی
۱۲	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۱: آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی
۳۵	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۲: پیچیدن یک بوبین ساده در حد $\mu\text{H}$ و $\text{mH}$
۴۷	فصل ۲: کمیت‌های پایه الکتریکی
۴۸	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۳: اندازه‌گیری ولتاژ و جریان AC و DC
۵۳	فصل ۳: موج و کمیت‌های آن
۵۴	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۴: کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های موج
۷۵	فصل ۴: توان الکتریکی
۷۶	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۵: کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان
۸۵	فصل ۵: نقشه‌خوانی با نرم افزار
۸۶	نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۶: خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده
۹۷	واژه‌نامه اصطلاحات فنی بخش اول

## بخش دوم: طراحی و ساخت مدار چاپی

فصل ۱: لحیم کاری قطعات گسسته ..... ۱۰۷

نکات مربوط به واحد یادگیری ۱: شایستگی مونتاژ و دمونتاژ قطعات مجزا ..... ۱۰۸

فصل ۲: مدارهای الکتریکی و الکترونیکی ..... ۱۱۷

نکات مربوط به واحد یادگیری ۲: شایستگی دریل کاری و سیم کشی ..... ۱۱۸

فصل ۳: مدارهای الکترونیکی ساده ..... ۱۳۱

نکات مربوط به واحد یادگیری ۳: شایستگی آزمایش قطعات نیمه هادی ..... ۱۳۲

نکات مربوط به واحد یادگیری ۴: شایستگی آزمایش ترانزیستور و کاربرد عملی آن ..... ۱۴۳

فصل ۴: طراحی مدار چاپی و شبیه سازی ..... ۱۴۷

نکات مربوط به واحد یادگیری ۵: شایستگی ترسیم نقشه مدار چاپی با دست (مدارهای الکترونیکی ساده) ..... ۱۴۸

نکات مربوط به واحد یادگیری ۶: شایستگی شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار ..... ۱۴۸

فصل ۵: ساخت پروژه ساده ..... ۱۴۹

نکات مربوط به واحد یادگیری ۷: شایستگی مونتاژ یک نمونه برد ساده کاربردی الکترونیکی ..... ۱۵۰

واژه نامه کتاب درس طراحی و ساخت مدار چاپی ..... ۱۵۷

## بخش سوم: سایر منابع مورد نیاز

فصل ۱: علوم پایه ..... ۱۶۷

فصل ۲: ایمنی، بهداشت و ارگونومی ..... ۱۷۹

فصل ۳: شایستگی های غیر فنی و توسعه حرفه ای ..... ۱۹۱

منابع ..... ۱۹۴

هنرجوی گرامی کتاب همراه هنرجو از جمله اجزای بسته آموزشی است که در نظام جدید آموزشی برای شما طراحی و تألیف و در جهت تقویت اعتماد به نفس و ایجاد انگیزه در نظر گرفته شده است. این کتاب شامل محتواهای مرتبط و استخراج شده از دروس دیگر رشته تحصیلی شما می باشد تا به جای حفظ کردن آنها، با مراجعه به این کتاب از آن مطالب برای انجام فعالیت های کارگاهی و حل مسائل استفاده نمایید. در این صورت دیگر نیازی به مراجعه به کتاب های درسی متعدد حین انجام کار نیست و وابستگی شما به کتاب درسی کم می شود.

با توجه به اینکه کتاب همراه هنرجو برای کل رشته تدوین می شود، موجب پیوند خوردن دروس و مطالب در ذهن شما در پایه های مختلف تحصیلی می گردد. کتاب همراه هنرجو دارای کاربرد واقعی در دنیای کار است و بر اساس نیازهای بازار کار (فعلی و آتی) و ارتقاء توان کارآفرینی در آموزش فنی و حرفه ای تألیف شده است. بهبود زمان یاددهی-یادگیری، ایجاد فرصت برای پیوند نظر و عمل، کاهش حجم کتاب های درسی، کاهش اضطراب در ارزشیابی، استانداردسازی و ایجاد زبان مشترک و کمک به تحقق شایستگی های مادام العمر فنی و حرفه ای از ویژگی های دیگر کتاب همراه هنرجو است.

قطع کتاب به گونه ای در نظر گرفته شده است تا امکان جابه جایی آسان برای شما فراهم باشد و بتوانی در محیط های مختلف آموزشی و حتی محیط کار از آن استفاده نمایید.

از محتوای این کتاب ارزشیابی صورت نمی گیرد، بلکه می توانید از اطلاعات مندرج در کتاب برای حل مسائل و انجام فعالیت های تعیین شده استفاده نمایید.

**دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش**

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 پی‌آمدها و خروجی‌های حاصل از آموزش هنرجویان در رشته الکترونیک در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۱ هجری خورشیدی، و تدوین سند مبنایی 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 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 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 محتواهای تدوین شده را با محتوای مورد نیاز با دنیای کار براساس استاندارد عملکرد و استاندارد ارزشیابی مورد پایش قرار می‌دادند.

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 مربوط به گروه در پایه دهم به صورت نظری، نرم‌افزاری و عملی دو روز در هفته جمعاً (۱۶ ساعت) و در پایه یازدهم و دوازدهم دروس تخصصی رشته به ۲ روز (۱۶ ساعت) به صورت نظری، نرم‌افزاری و عملی اجرا می‌شود. همچنین در پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم علاوه بر دروس تخصصی رشته، دروس کارگاه، نوآوری و خلاقیت، فناوری و تولید، اخلاق حرفه‌ای و الزامات محیط کار و دانش فنی 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 ۱-۶ 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 راهنمای معلم را به گونه‌ای تدوین کنیم که هر معلم تازه‌کار و جوانی بتواند از عهده تدریس محتوا برآید.

از آنجا که، ارتقاء 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 هنرجویان نیز زمینه‌های پویایی، 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 تالیف رشته الکترونیک و مؤلفین کتاب سعی کرده‌اند تا حد امکان محتوای مورد نیاز را در کتاب همراه هنرجو در اختیار هنرجویان قرار دهند. از این رو توصیه می‌کنیم موارد زیر را به دقت مطالعه کرده و در فرایند آموزش به اجرا در آورند.

۱- تمام فیلم‌ها را مشاهده کنید و در ارتباط با نکات مهم آن یادداشت‌برداری نمایید.  
۲- کار با نرم‌افزارها را تمرین کنید. توجه داشته باشید که ضرورتی ندارد که شما نرم‌افزار توصیه شده را به اجرا در آورید، بلکه می‌توانید از سایر نرم‌افزارهای موجود در بازار یا نرم‌افزارهایی که در اختیار دارید استفاده کنید و آن را جایگزین نرم‌افزار توصیه شده نمایید.

۳- توجه داشته باشید که مواردی مانند فکر کنید، بحث کنید، کار گروهی، بارش فکری، خلاقیت، ایمنی، پژوهش و فعالیت‌های خارج از هنرستان، موارد حاشیه‌ای نیستند. بلکه در بسیاری از موارد اهمیت آن اگر بیشتر از مباحث فنی نباشد، در همان سطح قرار دارد.

۴- الگوهای پرسش را به صورت فعالیت خارج از کلاس به اجرا در آورید.

۵- در مباحث پژوهشی و موارد مشابه لازم است شما از منابع فعلی موجود (کتاب‌های درسی موجود در سایت [chap.sch.ir](http://chap.sch.ir)) استفاده کنید.

۶- باید همواره توجه داشته باشید که کتاب همراه هنرجو صرفاً یک منبع مرجع (یا دستینه Hand Book) مانند کتاب وسترمان برای برق است. محتوای این کتاب به هیچ وجه مورد ارزشیابی قرار نمی‌گیرد ولی هنرجویان باید مهارت‌های لازم برای چگونگی استفاده از آن کتاب را کسب کنند. برای مثال، استخراج شماره سیم از جداول، یا توجه به ترجمه راهنمای کاربرد دستگاه‌ها و موارد مشابه آن ضرورت دارد.  
۷- استفاده از سایر منابع که در اختیار دارید در راستای آموزش کتاب بلا مانع بوده، حتی می‌توانید در صورت دسترسی به منابع مناسب‌تر آن را از طریق رسانه‌های مختلف از جمله سایت دفتر تالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش به آدرس [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) به اشتراک بگذارید.

در پایان یادآور می‌شود که آموزش کتاب‌ها در محیط کارگاهی صورت می‌گیرد، به عبارت دیگر لازم است در فضای کارگاهی یک کلاس درس نیز وجود داشته باشد. کارگاه باید مجهز به شبکه رایانه و اینترنت باشد. یعنی پس از آموزش هر مفهوم عملی، باید بلافاصله مفهوم نظری آن نیز آموزش داده شود.



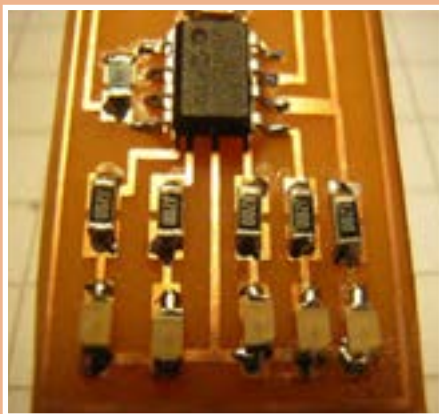
## بخش اول

عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی



# فصل ۱

## قطعه شناسی



## نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۱

### آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی

#### ماهیت الکتریسته

الکتریسته پدیده‌ای است که دیده نمی‌شود. ولی قادر است پدیده‌های فیزیکی بسیاری مانند حرارت، روشنایی، حرکت، مغناطیس را به وجود آورد. الکتریسته دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها پس از پیدا شدن کهربا که ماده‌ای زرد مایل به قهوه‌ای و به صورت تکه‌های سخت مانند سنگ است کشف شد. آنها در آن زمان پی بردند وقتی یک قطعه کهربا، به جسم دیگری مالش داده می‌شود، نیروی مرموز و خاصی در آن به وجود می‌آید که قادر است اجسامی مانند تکه‌های کوچک کاغذ، برگ خشک یا براده‌های چوب را جذب کند. در ابتدا تمام اجسامی که مانند کهربا عمل می‌کردند «دی الکتریک» نام گرفتند. بعدها دریافتند که تعدادی از اجسام پس از مالش، یکدیگر را جذب و برخی دیگر یکدیگر را دفع می‌کنند. در اواسط سال‌های ۱۷۰۰ میلادی فرانکلین این دو نوع الکتریسته را که در دو جسم با جنس مختلف به وجود می‌آید الکتریسته «مثبت» و «منفی» نامگذاری کرد.

مدل اتمی عناصر مانند منظومه بسیار کوچک خورشیدی است که هسته اتم مانند خورشید و الکترون‌ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می‌چرخند. مدار خارجی هر اتم را اصطلاح «لایه والانس» و الکترون‌های روی این مدار را «الکترون‌های والانس» یا الکترون‌های ظرفیت می‌نامند. تعداد الکترون‌های مدار والانس هر اتمی همیشه بین ۱ تا ۸ الکترون است. تعداد این الکترون‌ها نشان دهنده ظرفیت آن اتم است. مدارهای الکترونی اتم‌ها را به ترتیب با حروف اختصاری O, N, M, L, K مشخص می‌کنند.



#### زندگی دانشمندان

بنیامین فرانکلین (benjamin franklin) مخترع برق گیر  
و عینک دو کانونی، متولد ۱۷۰۶ م

## نرم افزار Phet

نرم افزار رایگان Phet نرم افزاری است که در آن آزمایش‌های علوم پایه از جمله مبانی برق به نحوی جالب و بر مبنای آخرین دستاوردهای محققان طراحی و شبیه‌سازی شده است و بر پایه نرم افزارهای فلش و جاوا برنامه‌نویسی و اجرا می‌شود. این نرم افزار به هنرجویان کمک می‌کند تا بتوانند مسائل علمی غیر قابل لمس را در محیطی پویا و با استفاده از گرافیک و کنترل‌های حسی با فشردن دکمه‌های نرم افزاری مشاهده نمایند. در این نرم افزار با تغییر مشخصه‌ها در آزمایش‌های مختلف می‌توان نتایج را از دیدگاه پژوهشی مستقیماً مطالعه کرد. هنرجویان با استفاده از این نرم افزار درک درست و تصویر ذهنی ماندگارتری از موضوع آموزشی مورد نظر را پیدا می‌کنند. نرم افزار Phet تعاملی است و با ارائه بیش از ۱۲۰ شبیه‌سازی، در زمینه‌های مختلف به درک علمی مفاهیم کمک می‌کند. این نرم افزار بخش فارسی نیز دارد. شکل ۱ نماد دسترسی به سایت نرم افزار Phet و تصویر شبیه‌سازی شده مولد را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نرم افزار phet

## ایمنی

گام اول برای اجرای هر کاری رعایت و اجرای نکات ایمنی است. (شکل ۲)



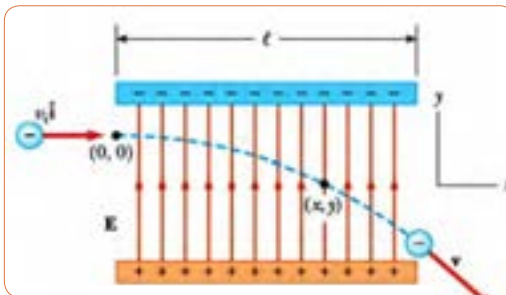
شکل ۲

## ویژگی‌های اتم و ذرات آن

- ✓ جرم پروتون  $1840$  مرتبه بیشتر از جرم الکترون است.
- ✓ قطر پروتون یک سوم قطر الکترون است.
- ✓ پروتون دارای بار مثبت و در هسته اتم قرار دارد.
- ✓ نوترون بدون بار بوده و در هسته اتم قرار دارد.
- ✓ الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته می‌چرخد.
- ✓ مدارهای الکترونی اطراف هسته، بیضی شکل هستند.
- ✓ در شرایط عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم با هم برابرند.
- ✓ در طبیعت همه نیروهای مخالف مثبت و منفی موجود در اتم یکدیگر را خنثی می‌کنند و هیچ تأثیری روی هم ندارند.

**یون‌های مثبت و منفی:** اگر در اتمی تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها کمتر باشد، اتم بار مثبت دارد و چنانچه تعداد الکترون‌های اتمی از پروتون‌های آن بیشتر باشد، اتم بار منفی دارد. به عبارت دیگر اگر اتم‌های یک جسم، الکترون‌های خود را از دست بدهند یا الکترون اضافی بگیرند، آن جسم باردار خواهد شد. اصطلاحاً به عنصری که الکترون‌هایی از دست داده «یون مثبت» و به عنصری که الکترون‌هایی به دست آورد «یون منفی» می‌گویند.

**حرکت الکترون در میدان الکتریکی:** اگر الکترونی در میدان الکتریکی قرار گیرد، با توجه به جهت میدان و جهت حرکت،



شکل ۳ - انحراف بار الکتریکی در میدان الکتریکی

منحرف می‌شود، شکل ۳.

**تولید الکتریسیته ساکن:**

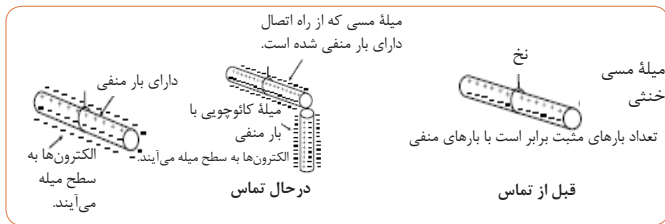
**الف - اصطکاک (مالش):** اگر یک میله شیشه‌ای را به یک تکه ابریشم مالش دهیم، میله شیشه‌ای به ابریشم الکترون خواهد داد. در این



شکل ۴- پس از مالش دادن یک میله شیشه‌ای به پارچه ابریشمی، آنها دارای بار الکتریکی می‌شوند.

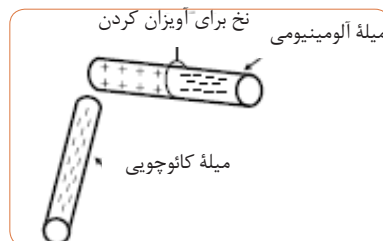
حالت میله به علت کمبود الکترون دارای بار مثبت و ابریشم به علت افزایش الکترون دارای بار منفی می‌شود، شکل ۴.

ب- باردار کردن از طریق تماس: با استفاده از یک میله کائوچویی باردار، می‌توان جسم دیگری مانند مس را فقط با تماس دادن این دو جسم با یکدیگر باردار کرد. در این حالت الکترون‌های روی سطح کائوچو وارد مس می‌شود و مس را دارای بار منفی می‌کند، شکل ۵.



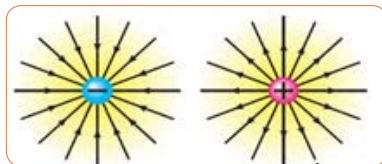
شکل ۵

ج- باردار کردن اجسام از طریق القاء: چون الکترون‌ها و پروتون‌ها نیروی جاذبه و دافعه دارند، اگر یک میله کائوچویی باردار منفی را به یک میله آلومینیومی، خیلی نزدیک کنیم ولی به آن نچسبانیم، نیروی بارهای منفی کائوچو، الکترون‌های میله آلومینیوم را دفع می‌کند و به سر دیگر میله می‌راند. در نتیجه یک سر میله آلومینیومی مثبت و سر دیگر آن منفی می‌شود. حال اگر میله کائوچویی را کنار بگذاریم، الکترون‌های میله آلومینیومی دوباره تغییر آرایش می‌دهند و میله را به حالت خنثی درمی‌آورند، شکل ۶.



شکل ۶

• طبق قرارداد در ذرات باردار (اتم) جهت خطوط نیروی بارهای منفی به سمت داخل و در بارهای مثبت به سمت خارج است، شکل ۷.



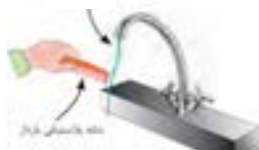
شکل ۷ - جهت خطوط نیرو

د- مثال عملی از باردار شدن اجسام: یک میله (شانه) پلاستیکی را طبق شکل ۸ با پارچه پشمی یا موهای سرخودمالش دهید. سپس طبق شکل ۹ موارد زیر را اجرا کنید:



شکل ۸

آب جاری



شکل ۹

- ◆ شئیء پلاستیکی را به ذرات نمک نزدیک کنید.
- ◆ شئیء پلاستیکی را به توپ پینگ پنگ نزدیک کنید.
- ◆ شئیء پلاستیکی را به یک رشته نخ نایلونی نزدیک کنید.
- ◆ شئیء پلاستیکی را به آب جاری که با فشار کم از شیر آب خارج می شود نزدیک کنید.
- ◆ یک کولن بار الکتریکی موجود در یک جسم برابر با:  $1.6 \times 10^{-19}$  الکترون است.
- ◆ با توجه به شکل ۱۰، اختلاف پتانسیل با اختلاف دما و اختلاف سطح آب قابل مقایسه است.





شکل ۱۰

## زندگی دانشمندان



چارل آگوستن دو کوئن

(به فرانسوی Charles-Augustin de Coulomb)

تولد ۱۴ ژوئن ۱۷۳۶ در آنگولم فرانسه - درگذشت

۲۳ اوت ۱۸۰۶ در پاریس - فیزیکدان

## دستگاه‌هایی که بر اساس الکتریسیته ساکن کار می‌کنند

دستگاه رنگ پاش و غبار گیر الکتر و استاتیکی دستگاه‌هایی هستند که بر اساس الکتریسیته ساکن کار می‌کنند. برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع مرتبط مراجعه کنید. (شکل ۱۱) چه دستگاه‌های دیگر خانگی می‌شناسید که از الکتریسیته ساکن استفاده می‌کنند. با جست‌وجوی کلمه «electrostatic equipments» در اینترنت می‌توانید موارد بیشتری را بیابید.



ب- دستگاه غبار گیر الکتر و استاتیکی



الف- دستگاه رنگ پاش الکتر و استاتیکی

شکل ۱۱



Andre Marie Amper (1775-1836)

آندره ماری آمپر، اولین کسی بود که دستگاه اندازه‌گیری جریان الکتریکی را ساخت. واحد جریان الکتریکی به احترام او به نام «آمپر» و نماد (A) نامیده شده است.

**مثال:** چه مدت طول می‌کشد تا شش کولن بار جریانی برابر با ۴ آمپر را در سیمی جاری کند؟

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow t = \frac{q}{I} = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ s (ثانیه)}$$

## چگونگی حرکت الکترون‌های آزاد و سرعت آن برای برقراری جریان الکتریکی

حرکت الکترون‌های آزاد در درون سیم به صورت ضربه‌ای «Impulse» صورت می‌گیرد. یعنی در مدارهای والانس، الکترون‌ها با یک دیگر برخورد می‌کنند و از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. سرعت انتقال این ضربه‌ها در حدود سرعت سیر نور ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه است.

چون اتم‌ها خیلی به هم نزدیک هستند به محض وارد شدن الکترون آزاد جدید آن الکترون انرژی خود را به الکترون دیگر می‌دهد و آن را دفع می‌کند و به سمت دیگر می‌راند. ضربه‌های انرژی از یک الکترون به الکترون دیگر برخورد می‌کند و باعث جابه‌جایی آن می‌شود که در اصطلاح الکتریکی آن را جریان الکتریکی می‌نامند.

**مقاومت و هدایت مخصوص سیم:** مقاومت و هدایت مخصوص سیم‌ها از طریق اندازه‌گیری به دست می‌آید و برای سیم‌های مسی و آلومینیومی که در صنعت برق کاربرد دارند برابر است با:

$$K_{Cu} = 56 \text{ (هدایت مخصوص مس)}$$

$$\rho_{Cu} = \frac{1}{K} = \frac{1}{56} = 0.01785 \text{ (مقاومت مخصوص مس)}$$

$$K_{Al} = 37 \text{ (هدایت مخصوص آلومینیوم)}$$

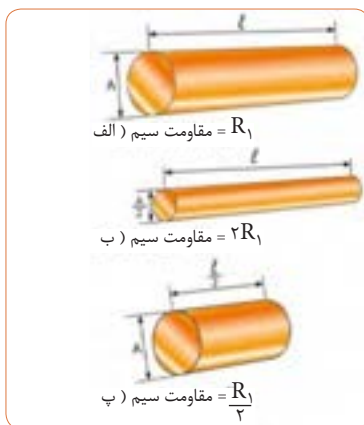
$$\rho_{Al} = \frac{1}{K} = \frac{1}{37} = 0.027 \text{ (مقاومت مخصوص آلومینیوم)}$$

واحد دو ضریب  $\rho$  (رو) و  $K$  (کاپا) بر حسب عوامل مرتبط با مقاومت الکتریکی تعیین می‌شود:

$$K = \frac{m}{\Omega mm^2} \Rightarrow K = \frac{\text{متر}}{\text{اوم میلی‌متر مربع}} \rightarrow \frac{1}{\Omega cm}$$

$$\rho = \frac{\Omega mm^2}{m} \Rightarrow \rho = \frac{\text{اوم میلی‌متر مربع}}{\text{متر}} \rightarrow \Omega cm$$

**عوامل فیزیکی مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی:** هرگاه سه قطعه سیم با مشخصات داده شده در شکل ۱۲ را در اختیار داشته باشیم و به طور جداگانه مقدار مقاومت‌های هریک از آنها را اندازه بگیریم به نتایجی می‌رسیم که نشانگر ارتباط بین عوامل مؤثر در مقاومت الکتریکی یک هادی است. برای پیدا کردن عوامل مؤثر، موارد زیر را مورد بررسی قرار می‌دهیم:



شکل ۱۲- مقاومت چند قطعه سیم با ابعاد مختلف

- مقاومت سیم (الف) را اندازه می‌گیریم و به عنوان مقاومت مبنا یادداشت می‌کنیم.
- سپس مقاومت سیم (ب) را اندازه می‌گیریم. در این حالت باوجودی که سطح مقطع سیم نصف شده است مقدار مقاومت آن به دو برابر افزایش می‌یابد.
- با اندازه‌گیری مقاومت سیم در مرحله (پ) مشاهده می‌کنیم با توجه به این که طول سیم در حالت (پ) نسبت به حالت (الف) نصف شده، مقدار مقاومت آن نیز به نصف مقدار مقاومت در حالت (الف) کاهش یافته است. با مقایسه مراحل الف، ب و ج در می‌یابیم که مقاومت سیم با طول آن رابطه مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت معکوس دارد. مقدار مقاومت سیم را می‌توان از روابط رو به‌رو به دست آورد.

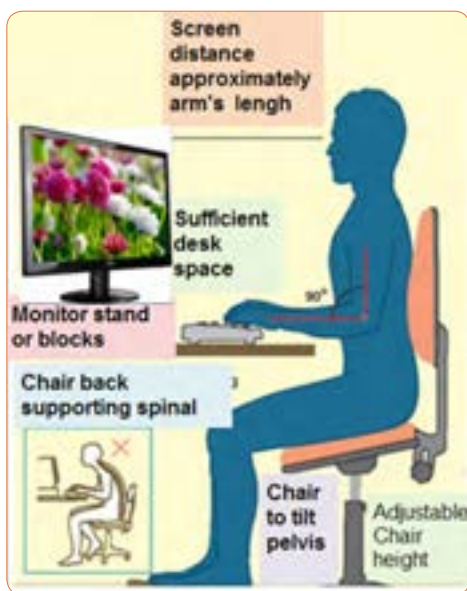
$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \text{یا} \quad R = \frac{l}{\kappa A}$$

## رعایت نظم و مقررات

- پوشیدن لباس کار، حس تملک و علاقه را نسبت به محیط در فرد ایجاد می‌کند و هنگام کار مانع از کثیف شدن لباس‌های شمامی شود.

- تشکیل گروه‌های کاری باعث ایجاد مهارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با دیگران می‌شود.
- ارشد کارگاه در هر هفته تغییر می‌کند، با این هدف، حس مسئولیت‌پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می‌شود.
- توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه‌ها، بررسی دقیق میزهای کار، تعیین وسایل معیوب و گزارش آن به مربیان، از وظایف مهمی است که به ارشد دوره‌ای کارگاه واگذار می‌شود.
- یک شهروند مسئول در همه‌جا به نکات ایمنی توجه می‌کند و آنها را اجرا می‌نماید.
- یکی از نکات ایمنی که باعث حفاظت جان اعضای خانواده می‌شود، نصب فیوزهای FI و FU است. آیا شما در این ارتباط یک شهروند مسئول هستید؟

**تمرین ترجمه:** اطلاعاتی که به انگلیسی نوشته شده است را به فارسی ترجمه کنید و به هنگام کار با رایانه آن را به کار ببرید، شکل ۱۳.



شکل ۱۳

جداول (۱) و (۲) مقاومت مخصوص و هدایت مخصوص: جداول (۱) و (۲) دو نمونه از جداول مقدار مقاومت و هدایت مخصوص تعدادی از رساناهای مهم را نشان می‌دهد.

## جدول ۱ - مقاومت ویژه

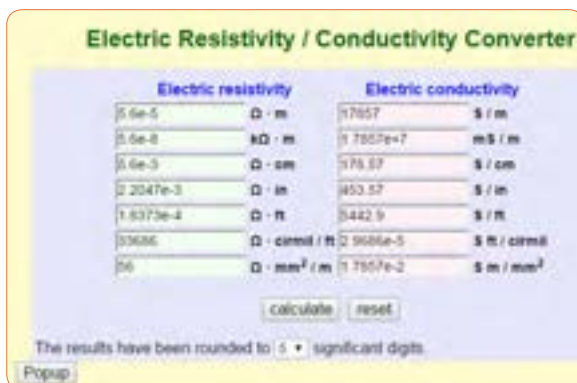
ضریب دمایی مقاومت ویژه $\alpha (K^{-1})$	مقاومت ویژه $\rho (\Omega.m)$	ماده
$4.1 \times 10^{-3}$	$1.62 \times 10^{-8}$	نقره
$4.3 \times 10^{-3}$	$1.69 \times 10^{-8}$	مس
$4.4 \times 10^{-3}$	$2.75 \times 10^{-8}$	آلومینیوم
$4.5 \times 10^{-3}$	$5.25 \times 10^{-8}$	تنگستن
$6.5 \times 10^{-3}$	$9.68 \times 10^{-8}$	آهن
$3.9 \times 10^{-3}$	$10.6 \times 10^{-8}$	پلاتین
$2 \times 10^{-6}$	$48.2 \times 10^{-8}$	منگانیس <sup>۱</sup>
$-70 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	سیلیسیوم خالص
	$8.7 \times 10^{-4}$	سیلیسیوم نوع n <sup>۲</sup>
	$2.8 \times 10^{-3}$	سیلیسیوم نوع p <sup>۲</sup>
	$10^{10} - 10^{14}$	شیشه
	$\sim 10^{16}$	کوارتز مذاب

- ۱- آلیاژی است که به طور خاص به منظور داشتن  $\alpha$  ی کوچک ساخته شده است.
- ۲- این نوع نیمه رسانا از سیلیسیوم با ناخالصی فسفر ساخته شده و دارای چگالی حامل‌های بار  $10^{23} \text{ cm}^{-3}$  می‌باشد.
- ۳- این نیز سیلیسیوم با ناخالصی آلومینیوم تهیه شده و دارای چگالی حامل‌های بار  $10^{23} \text{ cm}^{-3}$  است.

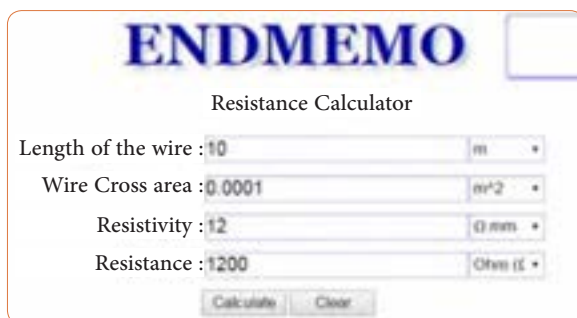
## جدول ۲ - مقاومت و هدایت مخصوص

Material	Resistivity $\rho$ (ohm m)	Temperature coefficient $\alpha$ per degree C	Conductivity $\sigma$ $\times 10^{-7} \text{ Ohm}$	Ref
Silver	1.59 $\times 10^{-8}$	.0038	6.29	1
Copper	1.68 $\times 10^{-8}$	.00386	5.95	1
Copper, annealed	1.72 $\times 10^{-8}$	.00393	5.81	2
Aluminum	2.65 $\times 10^{-8}$	.00429	3.77	1
Tungsten	5.6 $\times 10^{-8}$	.0045	1.79	1
Iron	9.71 $\times 10^{-8}$	.00651	1.03	1
Platinum	10.6 $\times 10^{-8}$	.003927	0.943	1
Magnesium	48.2 $\times 10^{-8}$	.000002	0.207	1
Lead	22 $\times 10^{-8}$	—	0.45	1
Mercury	98 $\times 10^{-8}$	.0009	0.10	1
Nichrome (Ni-Fe-Cr alloy)	100 $\times 10^{-8}$	.0004	0.10	1
Constantan	49 $\times 10^{-8}$	—	0.20	1
Carbon* (graphite)	3-60 $\times 10^{-5}$	-.0005	—	1
Germanium*	1-500 $\times 10^{-3}$	-.05	—	1
Silicon*	0.1-60	-.07	—	1
Glass	1-10000 $\times 10^9$	—	—	1
Quartz (fused)	7.5 $\times 10^{17}$	—	—	1
Hard rubber	1-100 $\times 10^{13}$	—	—	1

موتورهای محاسبه‌گر: در شبکه‌های مجازی، محاسبه‌گرهای مجازی مختلفی برای محاسبه مقاومت و هدایت مخصوص رساناهای مهم وجود دارد شکل‌های (۱۴)، (۱۵) و (۱۶) سه نمونه محاسبه‌گر را نشان می‌دهد. این محاسبه‌گرها قابل بارگیری از اینترنت است.



شکل ۱۴



شکل ۱۵

Resistance formula is:

$$R = \rho L / A$$

Where :

$\rho$  : Resistivity constant of the material, in  $\Omega \cdot m$

L : Length of the wire, in meter

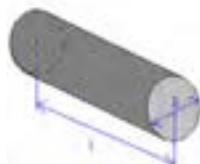
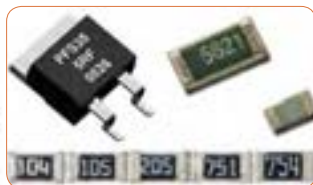
A : Cross sectional area of the wire, in  $m^2$

R : Resistance, in ohms ( $\Omega$ )

شکل ۱۶

**قطعات SMD:** قطعات SMD پایه‌دار به گونه ای ساخته شده‌اند که نیاز به عبور از حفره ندارند و مستقیماً روی بُرد مدار چاپی نصب می‌شوند. همچنین این مقاومت‌ها را به صورت چندتایی در یک بسته قرار می‌دهند که آن را «آرایه چندتایی» (array) می‌نامند. برخی از مقاومت‌های SMD را به صورت بدون استفاده از لحیم‌کاری مستقیم (solderless) می‌سازند. نصب این مقاومت‌ها نیاز به دستگاه‌های مخصوص و کوره حرارتی دارد، (شکل (۱۷)).

Parameters	Input
Frequency	1000 Hertz
Length	0.5 km
Diameter	0.025231325435 cm
OR Area	0.05 sq mm
Material	Copper
DC Resistance	344 $\Omega$ per km
DC Resistance	172 $\Omega$
AC Resistance	344 $\Omega$ per km
AC Resistance	172 $\Omega$
<input type="button" value="Calculate R"/> <input type="button" value="Clear Input"/>	



شکل ۱۷- مشخصات چند نمونه مقاومت SMD

## قانون اهم

### زندگی دانشمندان

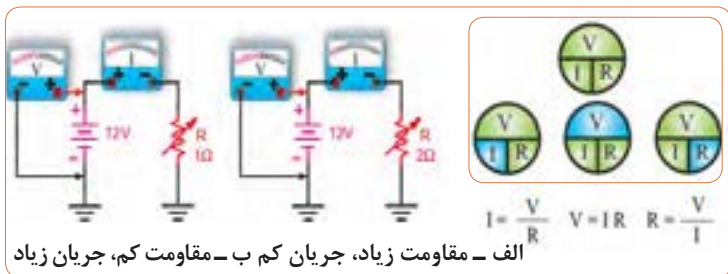


George Simon Ohm (1787-1854)

جرج سیمون اهم، در ۱۸ سالگی معلم ریاضی شد و پس از گرفتن دکترای ریاضی، استاد دانشگاه شهر کلن شد و به تدریس پرداخت.

✓ اهم با استفاده از تشابهی که میان گرما و الکتریسیته کشف کرد به اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی پرداخت و قانونی را ارائه داد که امروزه به نام قانون «اهم» معروف است. انجمن سلطنتی انگلستان بزرگ‌ترین نشان علمی خود را به پاس کشف این قانون به او اهدا کرد. واحد مقاومت الکتریکی نیز به احترام او اهم (ohm) نامیده می‌شود. اهم چنین دریافت که اگر ولتاژ منبع تغذیه را ثابت نگه داریم و مقدار مقاومت مدار را افزایش دهیم جریان مدار کاهش می‌یابد.

✓ با استفاده از روابط مندرج شکل ۱۸ که همان قانون اهم است می‌توانید مقادیر جریان، ولتاژ یا مقاومت را محاسبه کنید.



شکل ۱۸ - قانون اهم

## تبدیل واحدها

در جدول ۳، تبدیل واحدها از واحد بزرگ به کوچک و بالعکس آمده است.

جدول ۳-تبدیل واحدها

چگونگی تبدیل واحدها	حرف اختصاری	نام واحد	شکل نمایی واحد	نماد واحد
از واحدهای بزرگتر به واحدهای کوچکتر در ضرب داریم توان مثبت ضرب یا برضرب داریم توان منفی تقسیم می کنیم	T	ترا	$10^{12}$	Ter
	G	گیگا	$10^9$	Giga
	M	مگا	$10^6$	Mega
	K	کیلو	$10^3$	Kilo
	H	هکتو	$10^2$	Hecto
	da	دکا	$10^1$	Deca
		واحد اصلی	$10^0$	
	d	دسی	$10^{-1}$	Deci
	c	سنسی	$10^{-2}$	Centi
	m	میلی	$10^{-3}$	Milli
	μ	میکرو	$10^{-6}$	Micro
	n	نانو	$10^{-9}$	Nano
	p	پیکو	$10^{-12}$	Pico
از واحدهای کوچکتر به واحدهای بزرگتر در ضرب داریم توان منفی ضرب یا برضرب داریم توان مثبت تقسیم می کنیم				

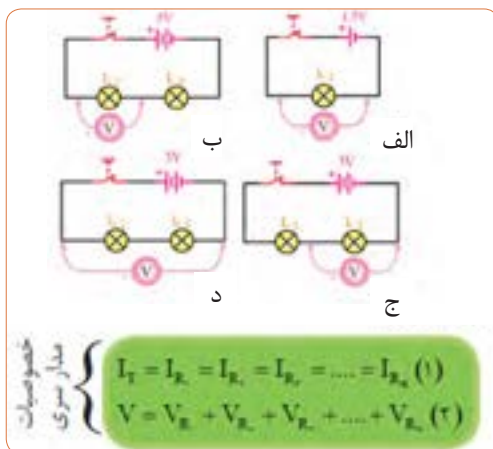
## مدارهای سری مقاومتها

✓ در مدار سری، همواره جریان عبوری از مدار در کلیه نقاط مدار یکسان است.

✓ در مدار سری، همواره مقدار مقاومت معادل بیشتر از بیشترین مقاومت موجود در مدار است.

✓ برای اندازه گیری ولتاژ در مدار، ولت متر به صورت موازی بسته می شود، شکل ۱۹.

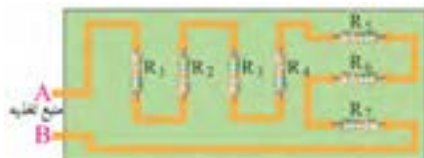




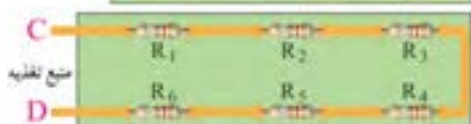
شکل ۱۹ - اتصال ولت متر به مدار سری

- ✓ در مدار سری، ولتاژ تغذیه متناسب با مقدار مقاومت‌های مدار بین آنها تقسیم می‌شود.
- ✓ نمونه‌های عملی مدارهای سری، شکل ۲۰.

الف - بین نقاط A و B  
مقاومت‌های  $R_1$  تا  $R_7$  سری  
شده‌اند.



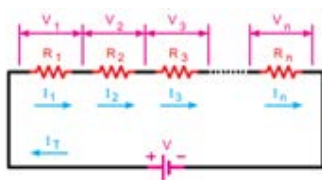
ب - بین نقاط C و D  
مقاومت‌های  $R_1$  تا  $R_6$  سری  
شده‌اند.



شکل ۲۰ - اتصال ولت متر به مدار سری

## مقادیر ولتاژ در مدار سری

$V_1 = R_1 I$	ولتاژ دو سر مقاومت $R_1$
$V_2 = R_2 I$	ولتاژ دو سر مقاومت $R_2$
$V_3 = R_3 I$	ولتاژ دو سر مقاومت $R_3$
$V_4 = R_4 I$	ولتاژ دو سر مقاومت $R_4$
$V_7 = R_7 I$	ولتاژ کل مدار



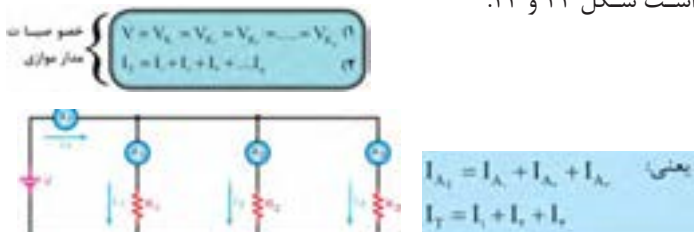
شکل ۲۱ - مقادیر ولتاژ در مدار سری

## مدارهای موازی مقاومت‌ها

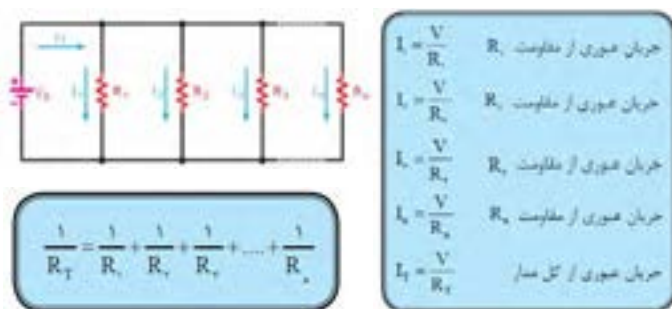
- ✓ در مدار موازی، همواره مقدار مقاومت معادل کمتر از کمترین مقاومت موجود در مدار است.

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

✓ در مدار موازی، ولتاژ تغذیه ارتباطی با مقدار مقاومت‌های مدار ندارد. ولتاژ دو سر مقاومت‌ها همواره برابر با ولتاژ تغذیه است.  
 ✓ در مدار موازی جریان کل برابر با مجموع جریان‌های هر شاخه است شکل ۲۲ و ۲۳.



شکل ۲۲- مقادیر جریان‌ها در مدار موازی



شکل ۲۳- مقادیر جریان‌ها در مدار موازی

## اتصال سری پیل‌ها

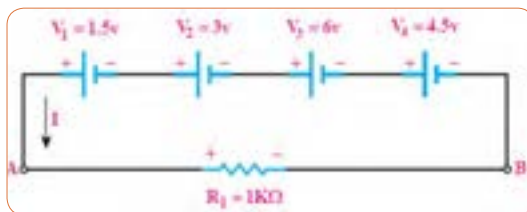
✓ اگر پیل‌ها را طوری به هم وصل کنیم که قطب منفی هریک به قطب مثبت دیگری اتصال داشته باشد و این روش **اتصال «تأ»** آخرین پیل ادامه یابد، این نوع اتصال را «اتصال سری» یا موافق پیل‌ها می‌نامند، شکل (۲۴).  
 ✓ جریان عبوری از مدار چند پیل که با هم سری شده‌اند، برای همه پیل‌ها مساوی است.  
 ✓ ولتاژ کل پیل‌های سری شکل (۲۴) از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$



شکل ۲۴- اتصال سری پیل‌ها

**مثال:** هرگاه چهار باتری مانند شکل (۲۵) به صورت سری موافق به هم وصل شوند، ولتاژ کل مدار چه مقدار و جریان مدار چند آمپر است؟



شکل ۲۵- اتصال سری پیل‌ها

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

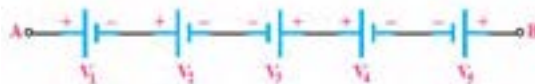
$$V_{AB} = 1.5 + 3 + 6 + 4.5 = 15$$

$$\rightarrow V_{AB} = V_T = 15 \text{ V}$$

$$I = \frac{V_T}{R_1} = \frac{15 \text{ V}}{1 \text{ K}\Omega} = 15 \text{ mA} \rightarrow I = 0.015 \text{ A}$$

## اتصال متقابل (سری مخالف) پیل‌ها:

✓ یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان پیل‌ها را به صورت سری به هم اتصال داد، حالت اتصال سری مخالف است. در این روش نحوه اتصال قطب‌های مثبت و منفی پیل‌ها، ترتیب خاصی ندارد و ممکن است قطب‌های هم نام به هم وصل شوند یا قطب‌های غیر هم نام به یکدیگر اتصال داده شوند. به عبارت دیگر در این نوع اتصال، تعدادی از پیل‌ها به صورت سری مخالف (منفی به منفی و مثبت به مثبت) بسته می‌شوند، شکل (۲۶).



شکل ۲۶- اتصال سری مخالف پیل‌ها

✓ چنانچه بخواهیم برای افزایش ولتاژ یا افزایش جریان چند پیل را به صورت سری یا موازی ببندیم، باید مشخصات پیل‌ها، کاملاً با هم مشابه باشد. در شکل (۲۶) پیل‌های  $V_1$ ،  $V_2$ ،  $V_3$ ،  $V_4$  در یک جهت و پیل‌های  $V_3$ ،  $V_4$  در جهت مخالف بسته شده‌اند. در صورتی که ولتاژ هر پیل  $1/5$  ولت باشد ولتاژ معادل  $V_{AB} = 1/5$  ولت و نقطه A نسبت به B مثبت است.

## نرم افزار مولتی سیم

برنامه مولتی سیم در حقیقت یک آزمایشگاه مجهز الکترونیک را به صورت مجازی و گرافیکی روی صفحه مانیتور کامپیوتر در اختیار کاربر قرار می‌دهد. در محیط این نرم‌افزار تمام قطعات اصلی الکترونیک در نوار ابزارهای مختلف تعریف شده است. برای ترسیم

نقشه فنی (شماتیک - Schematic) مدار ابتدا قطعات لازم را به ترتیب انتخاب می‌کنید و آنها را به میز کار مجازی (Workbench) انتقال می‌دهید، سپس با تنظیم مشخصه‌های هر یک از قطعات و برقراری اتصال بین آنها با استفاده از موس، رسم مدار به صورت شماتیک کامل می‌شود. در مرحله بعد دستگاه‌های اندازه‌گیری مناسب را انتخاب و آنها را به نقاط لازم متصل می‌کنید. در مرحله آخر مدار راه‌اندازی شده و به تجزیه و تحلیل مدار می‌پردازید. دستگاه‌های اندازه‌گیری به صورت گرافیکی و شبیه‌سازی برخی از قطعات به صورت سه‌بعدی (3D) و دستگاه‌های پیشرفته واقعی مانند مولتی‌متر دیجیتال، فانکشن ژنراتور و اسیلوسکوپ نیز در این نرم افزار وجود دارد که سبب جذاب‌تر شدن آن می‌شود. در شکل (۲۷) محیط این نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید. نرم‌افزار مولتی‌سیم تا حدودی توانایی تحلیل فیزیکی و ریاضی مدارهای الکترونیک و ترسیم مدارهای چاپی را نیز دارد.

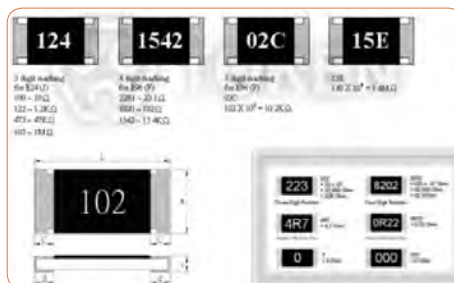


شکل ۲۷- نرم افزار مولتی سیم

## رمز «عدد-حرف»

نمونه‌های دیگری از رمز «عدد-حرف» و ابعاد در مقاومت‌های SMD، شکل (۲۸).

Metric code	Imperial code
0402	01005
0603	0201
1005	0402
1608	0603
2012	0805
2520	1008
3216	1206
3225	1210
4516	1806
4532	1812
5025	2010
6332	2512
Actual size	



شکل ۲۸- نمونه دیگری از رمز «عدد-حرف»

## محاسبه گر مدار

نمونه‌ی دیگری از محاسبه گر مقاومت‌های SMD را در شکل ۲۹ مشاهده می‌کنید.

برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب‌هاب آزمایشگاه اندازه‌گیری کد ۳۵۹/۹۴ و مبانی الکتریسته کد ۶۰۴/۷ و الکترونیک پایه کد ۶۰۹/۱۷ چاپ سال ۱۳۹۴ مراجعه کنید.

این کتاب‌ها از سایت <http://chap.sch.ir/> قابل بارگیری است.

### SMD resistor code calculator

marking on the SMD resistor : **103** calculator

calculated resistance value: **10K $\Omega$**

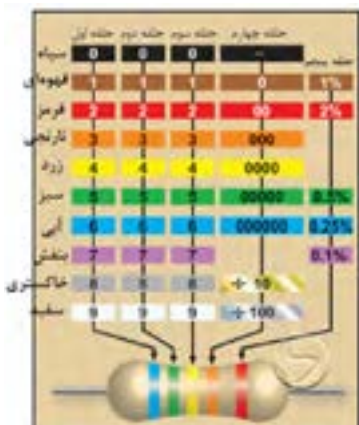
this simple calculator will help you determine the value of any SMD resistor. To get started, input the 3 or 4 digit code and hit the calculate button or Enter.

Note: The program was tested rigorously, but it still may have a few bugs. so, when in doubt (and when its possible) don't hesitate to use a multimeter to double-check the critical components.

شکل ۲۹- نمونه دیگری از محاسبه گر مدار

## کد رنگی مقاومت‌ها

کد رنگی مقاومت ۵ نواره،  
شکل (۳۰).



جدول ۴- درصد خطا

سری استاندارد	درصد خطا
E۶	±۰.۵%
E۱۲	±۰.۱%
E۲۴	±۰.۰۵%

جدول درصد خطا برای سری

استاندارد مقاومت‌ها

شکل ۳۰- جدول کد رنگی

مقاومت ۵ نواره

## نرم افزار اندرویدی الکترونیک

نمونه‌ای از صفحه نرم‌افزار الکترودریود ElectroDroid، شکل (۳۱)



شکل ۳۱- نرم افزار اندرویدی الکترونیک

## کار با مولتی متر

### حوزه کار ولتاژ DC و AC

DC VOLTAGE : ---- Auto ranging

Range	Resolution	Accuracy
4V	1mV	$\pm(8.0\%rdg+1digits)$
40V	10mV	
400V	100mV	
600V	1V	

ولتاژ DC	حوزه کار خودکار
حوزه کار	دقت
4mV	$\pm(0.5\% \text{ درصد مقدار خوانده شده به علاوه یک رقم})$
4V	$\pm(0.8\% \text{ درصد مقدار خوانده شده به علاوه یک رقم})$
4V	
6V	

- حداکثر مقدار اندازه گیری 6V  
- مقاومت دستگاه 1 مگا اهم  
- حفاظت در حوزه کار 4 میلی ولت، 22 ولت AC و DC و در سایر حوزه های DC و AC و 6 ولت  
- ولتاژ قابل اندازه گیری تا 6 ولت

### حوزه کار ولتاژ AC

AC VOLTAGE : ---- Auto ranging

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

ولتاژ AC	حوزه کار خودکار
حوزه کار	دقت
4V	$\pm(1.0\% \text{ درصد مقدار خوانده شده + 2 رقم})$
4V	
4V	
6V	

امپدانس ورودی : عبارت از اثر گذاری دستگاه روی مدار است.  
محدوده کار

Measurement up to 600 v

Input impedance: 10M ohm

Protection: 400mV range---- 220Vac/dc, others---600Vac/dc.

Frequency range: 40~500Hz

Response: average calibrated in rms of sin wave



## شکل ظاهری دستگاه

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی می‌توانید نمونه‌هایی از دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی با تعداد ارقام ۵ یا ۶ رقم را بیابید. این مولتی‌مترها کاربردهای متنوعی دارند. شکل (۲۳)

شکل ۲۲- شکل ظاهری دستگاه

مشخصات صفحه (پنل) دستگاه

### PANEL DESCRIPTION

- 1 LCD display window
- 2 Function key
- 3 Function rotary switch
- 4 10A terminal
- 5 mA terminal
- 6 Transistor test
- 7 V/Ω terminal
- 8 COM terminal



دگمه‌های فشاری دستگاه:

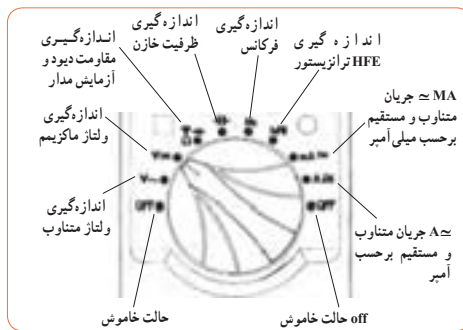
شکل (۳۳)



شکل ۲۳- دگمه‌های فشاری دستگاه

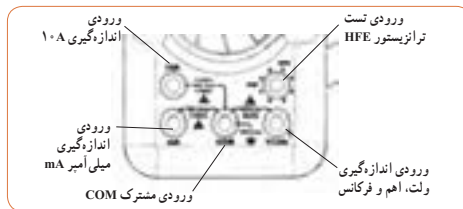
## حالت‌های مختلف سلکتور دستگاه مولتی متر دیجیتالی

نکته مهم: تعداد دگمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدوده کار انواع مولتی‌مترها با یک دیگر متفاوت است. بنابراین برای آشنایی با عملکرد دستگاه لازم است دستور کار یا راهنمای کار دستگاه را به‌طور دقیق مطالعه نمایید، شکل (۳۴).



شکل ۳۴- سلکتور مولتی متر دیجیتالی

ورودی های مولتی متر دیجیتالی: شکل (۳۴)



شکل ۳۵- ورودی های مولتی متر دیجیتالی

## اندازه گیری مقاومت اهمی بایک نمونه مولتی متر عقربه ای

چون درجه بندی صفحه مدرج برای اندازه گیری مقاومت اهمی خطی نیست، بنابراین، نحوه خواندن مقدار مقاومت اهمی با آنچه که در مورد نحوه خواندن ولتاژ و جریان گفته شد تفاوت دارد. برای اندازه گیری مقاومت باید مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

➤ یک حوزه کار (Range) را به دلخواه توسط کلید سلکتور انتخاب کنید.

➤ دو سیم رابط دو سیم رابط (پروب Probe) اهم متر را به هم وصل کنید در این حالت باید مولتی متر صفر را نشان دهد.

➤ در صورتی که مولتی متر صفر را نشان ندهد، توسط دکمه تنظیم صفر (Zero Adjust) را فشار دهید تا مولتی متر صفر را نشان دهد. دستگاه آماده اندازه گیری است.



## ابعاد و تعداد سوراخ‌های بُرد بُرد

ابعاد بُرد بُرد را با توجه به تعداد سوراخ‌های طولی و عرضی مشخص می‌کنند. برای مثال یک بُرد  $۶۵ \times ۱۴$  دارای ۶۵ سوراخ در طول و ۱۴ سوراخ در عرض است. این بُرد جمعاً ۹۱۰ سوراخ دارد. در شکل (۳۶) یک قطعه بُرد بُرد را ملاحظه می‌کنید. این بُرد بُرد جمعاً ۴۲۰ سوراخ دارد.



شکل ۳۶- بُرد بُرد و سوراخ‌های آن

معمولاً سوراخ‌های طولی بُرد بُرد را با شماره و سوراخ‌های عرضی آن را با حروف B، C، D، E، F، G، H، I و J مشخص می‌کنند. هم‌چنین در هر یک از قسمت‌های بالا و پایین و در طول بُرد دو ردیف سوراخ وجود دارد که با علامت مثبت و منفی مشخص شده است. در شکل (۳۷) ابعاد واقعی یک بُرد بُرد که در دست گرفته شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۷- اندازه واقعی بُرد بُرد

## مقاومت‌های تابع عوامل فیزیکی

✓ مقاومت حرارتی NTC ترمیستورهای هستند که در اثر افزایش دما مقدار مقاومت آنها کاهش می‌یابد.

NTC مخفف حروف: NTC-negative Temperature Coefficient است.

✓ مقاومت حرارتی PTC ترمیستورهای هستند که در اثر افزایش دما مقدار مقاومت آنها افزایش می‌یابد.

PTC مخفف حروف: PTC-Positive Temperature Coefficient است.

✓ مقاومت تابع نور LDR مخفف کلمات:

LDR- Light Dependent Resistor است.



Michael Faraday (1791-1867)

میشل فارادی (۱۷۹۱-۱۸۶۷) شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی که ظرفیت خازن به نام او ثبت شده است.

● مشخصات دیگر خازن مانند ضریب حرارتی، ماکزیمم فرکانس کار، ضریب تلفات خازن و ماکزیمم درجه حرارت مجاز نیز مطرح هستند که برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به منابع ذکر شده مراجعه کنید.

## نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۲

### پیچیدن یک بوبین ساده در حد $\mu\text{H}$ و $\text{mH}$

**طراحی سؤال:** با توجه به الگوی پرسش مربوط به رابطه ضریب خودالقایی سیم‌پیچ بوبین، سؤالات دیگری را طراحی و به کمک هم‌کلاسی‌های خود حل کنید.

ایمنی



نکات ایمنی عمومی را هنگام کار با ابزار رعایت کنید.

زیست محیطی



به مواد زائد و دور ریز توجه کنید. برخی از مواد مانند پلاستیک، فلز و کاغذ قابل بازیافت هستند. چه موادی را می‌توان بدون تغییر، چند یا چندین بار استفاده کرد.

سیم‌های مورد استفاده در بوبین‌پیچی، ترانس پیچی و موتورپیچی به سیم لاکی معروف‌اند، این سیم بر اساس قطر و بر حسب میلی‌متر استاندارد می‌شوند. مثلاً منظور از سیم  $0.60$  یعنی سیمی که قطر آن  $0.60 \text{ mm}$  است. این عدد، قطر سیم بدون لاک است. بر روی سیم‌های لاکی، لایه نازکی از لاک مخصوص به عنوان عایق قرار دارد. بنابراین برای اندازه‌گیری قطر سیم لاکی باید این لایه لاک از روی سیم برداشته شود. رابطه بین قطر و سطح مقطع سیم‌ها با مقطع گرد به صورت زیر و از رابطه مساحت دایره محاسبه می‌شود.

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad \checkmark \text{ در این رابطه } d \text{ قطر سیم و } A \text{ سطح مقطع سیم است.}$$

بنابراین با داشتن قطر سیم می‌توان سطح مقطع سیم را بدست آورد.

**مثال:** اگر سیمی دارای قطر  $1/382$  میلی‌متر باشد سطح مقطع آن چند  $\text{mm}^2$  است؟

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 1/382^2}{4} = 1/5 \text{ mm}^2$$

## علامت مربوط به انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان (داخل لوله)

M: سیم مقاوم در برابر رطوبت (سیم کولر آبی)،  
 T: سیم کواکسیال یا سیم آنتن و سیم رابط دستگاه‌های تصویری،  
 Y: سیم مدارات خبری (به تنهایی بیان می‌شود).  
 O: فاقد سیم محافظ یا سیم ارت،  
 J: دارای سیم محافظ به رنگ سبز و زرد،  
 MH: کابل چند رشته‌ای باهادی افشان (قابل انعطاف).  
 سیم T: یک کابل دو سیمه که از یک رشته سیم داخلی یا مرکزی با عایق PVC و یک سیم مسی که بر روی عایق سیم مرکزی بافته شده است.

نکته



علائم ذکر شده در بالا را به خاطر نسپارید (حفظ نکنید). در صورت نیاز باید بتوانید با مراجعه به منابع مختلف آنها را شناسایی کنید و مورد استفاده قرار دهید.

## روابط مربوط به محاسبه قطر سیم

✓ با توجه به جدول ۵ متناسب با توان مورد نظر چگالی جریان انتخاب می‌شود.

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \frac{1}{\sqrt{12}} \sqrt{\frac{I}{J}} \quad A = \frac{I}{J}$$

✓ A: سطح مقطع سیم بر حسب میلی‌متر مربع

✓ I: جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر

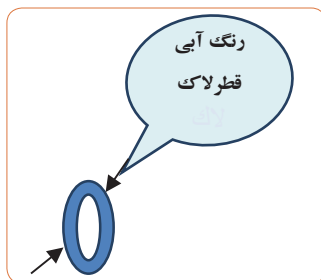
✓ J: چگالی جریان بر حسب  $\frac{\text{آمپر}}{\text{میلی متر مربع}}$

## جدول کامل مشخصات سیم‌های لاک

جدول ۵- مشخصات توان و چگالی جریان

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

✓ در جدول ۶ تعداد شش ستون وجود دارد که ستون اول از سمت چپ قطر سیم بدون لاک و در ستون دوم از سمت چپ قطر سیم با لاک داده شده است. معمولاً در ظاهر به نظر می‌رسد که سیم لاک‌ی بدون روکش است، ولی یک لایه بسیار نازک آزماده‌ای بنام شارلاک روی آن پوشیده شده است، شکل ( ۳۸ ).



شکل ۳۸

✓ در ستون سوم از سمت چپ سطح مقطع سیم بدون روپوش (لاک) آمده است، ستون چهارم از سمت چپ وزن سیم بر حسب گرم به ازاء هر متر و ستون پنجم از سمت چپ مقاومت سیم بر حسب اهم برای یک متر داده شده است. آخرین ستون تعداد دور یعنی تعداد مقطع سیمی که در یک سانتی متر مربع جای می گیرد را به ما می دهد.

جدول ۶- مشخصات سیم های لاک

تعداد دور در هر سانتی متر	مقاومت در یک متر (اهم)	وزن در یک متر (گرم)	قطر مقطع سیم (میلیمتر)	قطر سیم با لاک (میلیمتر)	قطر سیم (میلیمتر)
۱۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۳	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۴	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۵	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۸	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۱۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۳	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۴	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۵	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۸	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۲۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۳	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۴	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۵	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۸	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۳۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۳	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۴	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۵	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۸	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۴۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۵۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰

جدول ۷- مشخصات سیم‌های لاک‌ی

قطر سیم mm	قطر سیم با لاک mm	مساحت مقطع سیم mm <sup>2</sup>	وزن سیم kg/100m	مقاومت سیم Ω/km	تعداد دور در هر cm <sup>2</sup>
0.25	0.28	0.005	0.009	1.45	70000
0.32	0.36	0.008	0.014	0.92	55000
0.40	0.45	0.013	0.023	0.58	45000
0.50	0.56	0.020	0.036	0.37	35000
0.63	0.70	0.032	0.057	0.23	28000
0.80	0.90	0.050	0.087	0.15	22000
1.00	1.12	0.079	0.139	0.09	18000
1.25	1.40	0.123	0.215	0.06	14000
1.60	1.80	0.201	0.358	0.04	11000
2.00	2.25	0.314	0.568	0.025	9000
2.50	2.80	0.471	0.837	0.016	7500
3.15	3.55	0.774	1.37	0.01	6000
4.00	4.50	1.257	2.23	0.006	5000
5.00	5.60	2.01	3.58	0.004	4000
6.30	7.00	3.14	5.68	0.0025	3500
8.00	9.00	5.01	8.37	0.0016	3000
10.00	11.25	7.9	13.9	0.001	2500
12.50	14.00	12.3	21.5	0.0006	2000
16.00	18.00	20.1	35.8	0.0004	1500
20.00	22.50	31.4	56.8	0.00025	1200
25.00	28.00	47.1	83.7	0.00016	1000
31.50	35.50	77.4	137	0.0001	800
40.00	45.00	125.7	223	6e-05	600
50.00	56.00	201	358	4e-05	500
63.00	70.00	314	568	2.5e-05	400
80.00	90.00	501	837	1.6e-05	300
100.00	112.50	790	1390	1e-05	250
125.00	140.00	1230	2150	6e-06	200
160.00	180.00	2010	3580	4e-06	150
200.00	225.00	3140	5680	2.5e-06	120
250.00	280.00	4710	8370	1.6e-06	100
315.00	355.00	7740	13700	1e-06	80
400.00	450.00	12570	22300	6e-07	60
500.00	560.00	20100	35800	4e-07	50
630.00	700.00	31400	56800	2.5e-07	40
800.00	900.00	50100	83700	1.6e-07	30
1000.00	1125.00	79000	139000	1e-07	25
1250.00	1400.00	123000	215000	6e-08	20
1600.00	1800.00	201000	358000	4e-08	15
2000.00	2250.00	314000	568000	2.5e-08	12
2500.00	2800.00	471000	837000	1.6e-08	10
3150.00	3550.00	774000	1370000	1e-08	8
4000.00	4500.00	1257000	2230000	6e-09	6
5000.00	5600.00	2010000	3580000	4e-09	5
6300.00	7000.00	3140000	5680000	2.5e-09	4
8000.00	9000.00	5010000	8370000	1.6e-09	3
10000.00	11250.00	7900000	13900000	1e-09	2
12500.00	14000.00	12300000	21500000	6e-10	2
16000.00	18000.00	20100000	35800000	4e-10	1
20000.00	22500.00	31400000	56800000	2.5e-10	1
25000.00	28000.00	47100000	83700000	1.6e-10	1
31500.00	35500.00	77400000	137000000	1e-10	1
40000.00	45000.00	125700000	223000000	6e-11	1
50000.00	56000.00	201000000	358000000	4e-11	1
63000.00	70000.00	314000000	568000000	2.5e-11	1
80000.00	90000.00	501000000	837000000	1.6e-11	1
100000.00	112500.00	790000000	1390000000	1e-11	1
125000.00	140000.00	1230000000	2150000000	6e-12	1
160000.00	180000.00	2010000000	3580000000	4e-12	1
200000.00	225000.00	3140000000	5680000000	2.5e-12	1
250000.00	280000.00	4710000000	8370000000	1.6e-12	1
315000.00	355000.00	7740000000	13700000000	1e-12	1
400000.00	450000.00	12570000000	22300000000	6e-13	1
500000.00	560000.00	20100000000	35800000000	4e-13	1
630000.00	700000.00	31400000000	56800000000	2.5e-13	1
800000.00	900000.00	50100000000	83700000000	1.6e-13	1
1000000.00	1125000.00	79000000000	139000000000	1e-13	1
1250000.00	1400000.00	123000000000	215000000000	6e-14	1
1600000.00	1800000.00	201000000000	358000000000	4e-14	1
2000000.00	2250000.00	314000000000	568000000000	2.5e-14	1
2500000.00	2800000.00	471000000000	837000000000	1.6e-14	1
3150000.00	3550000.00	774000000000	1370000000000	1e-14	1
4000000.00	4500000.00	1257000000000	2230000000000	6e-15	1
5000000.00	5600000.00	2010000000000	3580000000000	4e-15	1
6300000.00	7000000.00	3140000000000	5680000000000	2.5e-15	1
8000000.00	9000000.00	5010000000000	8370000000000	1.6e-15	1
10000000.00	11250000.00	7900000000000	13900000000000	1e-15	1
12500000.00	14000000.00	12300000000000	21500000000000	6e-16	1
16000000.00	18000000.00	20100000000000	35800000000000	4e-16	1
20000000.00	22500000.00	31400000000000	56800000000000	2.5e-16	1
25000000.00	28000000.00	47100000000000	83700000000000	1.6e-16	1
31500000.00	35500000.00	77400000000000	137000000000000	1e-16	1
40000000.00	45000000.00	125700000000000	223000000000000	6e-17	1
50000000.00	56000000.00	201000000000000	358000000000000	4e-17	1
63000000.00	70000000.00	314000000000000	568000000000000	2.5e-17	1
80000000.00	90000000.00	501000000000000	837000000000000	1.6e-17	1
100000000.00	112500000.00	790000000000000	1390000000000000	1e-17	1
125000000.00	140000000.00	1230000000000000	2150000000000000	6e-18	1
160000000.00	180000000.00	2010000000000000	3580000000000000	4e-18	1
200000000.00	225000000.00	3140000000000000	5680000000000000	2.5e-18	1
250000000.00	280000000.00	4710000000000000	8370000000000000	1.6e-18	1
315000000.00	355000000.00	7740000000000000	13700000000000000	1e-18	1
400000000.00	450000000.00	12570000000000000	22300000000000000	6e-19	1
500000000.00	560000000.00	20100000000000000	35800000000000000	4e-19	1
630000000.00	700000000.00	31400000000000000	56800000000000000	2.5e-19	1
800000000.00	900000000.00	50100000000000000	83700000000000000	1.6e-19	1
1000000000.00	1125000000.00	79000000000000000	139000000000000000	1e-19	1
1250000000.00	1400000000.00	123000000000000000	215000000000000000	6e-20	1
1600000000.00	1800000000.00	201000000000000000	358000000000000000	4e-20	1
2000000000.00	2250000000.00	314000000000000000	568000000000000000	2.5e-20	1
2500000000.00	2800000000.00	471000000000000000	837000000000000000	1.6e-20	1
3150000000.00	3550000000.00	774000000000000000	1370000000000000000	1e-20	1
4000000000.00	4500000000.00	1257000000000000000	2230000000000000000	6e-21	1
5000000000.00	5600000000.00	2010000000000000000	3580000000000000000	4e-21	1
6300000000.00	7000000000.00	3140000000000000000	5680000000000000000	2.5e-21	1
8000000000.00	9000000000.00	5010000000000000000	8370000000000000000	1.6e-21	1
10000000000.00	11250000000.00	7900000000000000000	13900000000000000000	1e-21	1
12500000000.00	14000000000.00	12300000000000000000	21500000000000000000	6e-22	1
16000000000.00	18000000000.00	20100000000000000000	35800000000000000000	4e-22	1
20000000000.00	22500000000.00	31400000000000000000	56800000000000000000	2.5e-22	1
25000000000.00	28000000000.00	47100000000000000000	83700000000000000000	1.6e-22	1
31500000000.00	35500000000.00	77400000000000000000	137000000000000000000	1e-22	1
40000000000.00	45000000000.00	125700000000000000000	223000000000000000000	6e-23	1
50000000000.00	56000000000.00	201000000000000000000	358000000000000000000	4e-23	1
63000000000.00	70000000000.00	314000000000000000000	568000000000000000000	2.5e-23	1
80000000000.00	90000000000.00	501000000000000000000	837000000000000000000	1.6e-23	1
100000000000.00	112500000000.00	790000000000000000000	1390000000000000000000	1e-23	1
125000000000.00	140000000000.00	1230000000000000000000	2150000000000000000000	6e-24	1
160000000000.00	180000000000.00	2010000000000000000000	3580000000000000000000	4e-24	1
200000000000.00	225000000000.00	3140000000000000000000	5680000000000000000000	2.5e-24	1
250000000000.00	280000000000.00	4710000000000000000000	8370000000000000000000	1.6e-24	1
315000000000.00	355000000000.00	7740000000000000000000	13700000000000000000000	1e-24	1
400000000000.00	450000000000.00	12570000000000000000000	22300000000000000000000	6e-25	1
500000000000.00	560000000000.00	20100000000000000000000	35800000000000000000000	4e-25	1
630000000000.00	700000000000.00	31400000000000000000000	56800000000000000000000	2.5e-25	1
800000000000.00	900000000000.00	50100000000000000000000	83700000000000000000000	1.6e-25	1
1000000000000.00	1125000000000.00	79000000000000000000000	139000000000000000000000	1e-25	1
1250000000000.00	1400000000000.00	123000000000000000000000	215000000000000000000000	6e-26	1
1600000000000.00	1800000000000.00	201000000000000000000000	358000000000000000000000	4e-26	1
2000000000000.00	2250000000000.00	314000000000000000000000	568000000000000000000000	2.5e-26	1
2500000000000.00	2800000000000.00	471000000000000000000000	837000000000000000000000	1.6e-26	1
3150000000000.00	3550000000000.00	774000000000000000000000	1370000000000000000000000	1e-26	1
4000000000000.00	4500000000000.00	1257000000000000000000000	2230000000000000000000000	6e-27	1
5000000000000.00	5600000000000.00	2010000000000000000000000	3580000000000000000000000	4e-27	1
6300000000000.00	7000000000000.00	3140000000000000000000000	5680000000000000000000000	2.5e-27	1
8000000000000.00	9000000000000.00	5010000000000000000000000	8370000000000000000000000	1.6e-27	1
10000000000000.00	11250000000000.00	7900000000000000000000000	13900000000000000000000000	1e-27	1
12500000000000.00	14000000000000.00	12300000000000000000000000	21500000000000000000000000	6e-28	1
16000000000000.00	18000000000000.00	20100000000000000000000000	35800000000000000000000000	4e-28	1
20000000					

## جدول ۸- شاخص‌های امتیازدهی ایمنی، بهداشت و شایستگی‌های غیر فنی (NT)

ردیف	معیارهای ارزشیابی	امتیاز	امتیاز کسب شده
۱	بهداشت فردی شامل لباس کار تمیز و داشتن اتیکت نام	۲۰	
۲	مراقبت انگشتان دست هنگام روکش‌برداری (استفاده از دستکش)	۲۰	
۳	مسئولیت‌پذیری در حفظ و مراقبت از میکرومتر و سایر لوازم	۱۵	
۴	کار ایمن با میکرومتر با توجه به راهنمای کاربرد	۱۵	
۵	مشارکت فعال در گروه جهت اجرای مراحل اندازه‌گیری	۱۵	
۶	توجه به بازیافت مواد دور ریز مانند سیم مسی	۱۵	

## جدول ۹- نمونه برگ ارزشیابی شایستگی‌های فنی

ردیف	شاخص‌های امتیازدهی	امتیاز پیشنهادی	امتیاز کسب شده
۱	استفاده از دفترچه راهنمای دستگاه میکرومتر	۱۰	
۲	تشریح عملکرد میکرومتر	۱۰	
۳	اجرای صحیح فرایند کار (مشاهده)	۱۵	
۴	روکش‌برداری صحیح (مشاهده)	۱۵	
۵	اندازه‌گیری صحیح قطر سیم‌ها (مشاهده)	۲۰	
۶	مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با جدول	۱۵	
۷	تنظیم گزارش کار (مشاهده)	۱۵	
۸	جمع امتیازها	۱۰۰	
۹	ایمنی و بهداشتی و NT	۱۰۰	

### ● به سؤالات الگوی پرسش پاسخ دهید.

- با کمک سایر هنرجویان سؤالات جدیدی را طراحی کنید و برای آن پاسخ‌نامه بنویسید.
- با همکاری دوستان خود اقدام به طراحی و حل چند نمونه تمرین در ارتباط با طراحی بوبین یک لایه کنید و نتایج را به کلاس گزارش دهید. در این فعالیت سعی کنید بیشترین خلاقیت را در طراحی و حل تمرین‌ها داشته باشید. در این مرحله از کار پس از ساخت فرقره، ارزشیابی صورت می‌گیرد که محتوای ارزشیابی مطابق جداول ۱۰ است.

## جدول ۱۰- نمون برگ ارزشیابی شایستگی های فنی

ردیف	جدول ۱۰ - شاخصها	امتیاز پیشنهادی	امتیاز کسب شده
۱	داشتن نقشه کار	۲۰	
۲	اجرای صحیح فرایند کار (مشاهده)	۲۰	
۳	ابعاد صحیح (مشاهده محصول)	۲۰	
۴	تمیزی کار (مشاهده محصول)	۱۵	
۵	استحکام (مشاهده محصول)	۲۵	
۶	جمع امتیازها	۱۰۰	
۷	ایمنی و بهداشت و NT	۱۰۰	

## نمونه دیگری از دستگاه بوبین پیچ خودکار صنعتی



متن انگلیسی مربوط به دستگاه بوبین پیچ شکل ۳۹، ۴۰ و ۴۱ را به فارسی ترجمه کنید.

شکل ۳۹- نمونه ای از دستگاه بوبین پیچ

### Machine Specification

Wire diameter	0.01 - 12 mm
Pitch	0.01 - 20 mm
Coil diameter	500 mm
Winding Length	850 mm
Distance between centre	900 mm

Motor Option	2.2 Kw (1phase 220V AC) up to 3000 rpm	3.0 Kw (3phase 380V AC) up to 3000 rpm
Speed	max 186 Nm	max 250 Nm
Torque		



## Machine Construction

The machine is supplied with the following components fitted as standard;

- 1 -Winding spindle and faceplate
- 1 -Traversing wire guide system
- 1 -HD Wire guide arm and 2x standard pulleys
- 1 -Tailstock support
- 1 -Guard with safety interlock
- 1 -Foot pedal with speed control & brake release button
- 1 -PC CONTROL or PLC CONTROLLER as described below

Color of the machine following specification of the customer in option  
Pc control

The PC controller is a powerful system and can be used for most coil winding applications, the various manual overrides allows full control over the winding operation.

Main features

- Quick and easy programming
- Programmed pitch can be adjusted during winding
- Jog facility (moving the traverse guide arm when the machine is in stopped)
- Winding limits (Left and Right) but can be adjusted during winding
- Flash ROM Memory (no battery backup required)

The PLC control system has been developed to provide a simple and easy operating system. The system has a good visual display used for entering data during programming and for a “Turns” display during running. The programmed data is entered via a keypad on the front of the controller.

Applications

The PLC controller is very simple to use and provides a system which can be quickly and easily adjusted during winding. The system is ideal for applications where the operator requires control during winding.

PLC Programmable settings



شکل ۴۰- نمونه‌ای از صفحه کنترل دستگاه بوبین پیچ

A program is made up of a number of steps and for each step it is possible to enter the following data. A program can be built up by linking steps together

- Traverse position - left limit
- Width (winding width)
- Pitch
- Speed 0% – 100%
- Accel 0% – 100%
- Decel 0% – 100 %
- Number of Turns – here it is possible to enter a number of different stops (up to 30 stops)
- required)

The PLC control system has been developed to provide a simple and easy operating system. The system has a good visual display used for entering data during programming and for a “Turns” display during running. The programmed data is entered via a keypad on the front of the controller.

#### Applications

The PLC controller is very simple to use and provides a system which can be quickly and easily adjusted during winding. The system is ideal for applications where the operator requires control during winding.

#### PLC Programmable settings

A program is made up of a number of steps and for each step it is possible to enter the following data. A program can be built up by linking steps together

- Traverse position - left limit
- Width (winding width)
- Pitch
- Speed 0% – 100%
- Accel 0% – 100%
- Decel 0% – 100 %



شکل ۴۱- نمونه‌ی دیگری از دستگاه بوبین پیچ

- Number of Turns – here it is possible to enter a number of different stops (up to 30 stops)
- Start position of traverse. This relates to the start position for each of the stops that you program.
  - Left limit
  - Last position stopped
  - Right limit

Our PC control system is one of the most user-friendly systems on the market today. The system uses a 15" colour touch screen display, programs are compiled on easy to understand screens, turns counts, controls and critical information are displayed clearly during winding.

It is a fully programmable system with many manual override options which makes the system a very powerful and flexible winding control.

- screen
- Easily linked to a PC network for remote programming or data backup
- Assistance is available direct from WT via a preinstalled modem connection

#### Applications

The PC controller is a powerful system and can be used for most coil winding applications, the various manual overrides allows full control over the winding operation.

#### PC Programmable settings      Manual controls & overrides

- Start position      · Unwind (reverses the motor and traverse direction)
- Pitch (max 99.99mm)      · Pitch adjustment + / -
- Number of turns (20 stops)      · Traverse - change direction switch
- Ramp up / down speed      · Foot pedal speed control
- Winding direction CW / CCW      · Traverse - Jog facility
- Traverse limits      · Traverse – limit adjustment



شکل ۴۲- نمونه‌ای از منوی دستگاه بوبین پیچ

We can offer a data logging system with the PCWM control system. The system can be set up to log critical details of the winding process.

Operator details (Name, time logged on / off )

- Component serial number. Entered manually or by using a bar code reader.

- Time taken to wind a coil.

- Tension logging every 1 second during winding. Note: requires an output from your existing tensioner. Additional hardware is also required to take a 0 - 10v signal from the tension unit and convert it onto the PC

- Coil dimensions: length, width and axial. Entered manually.

Each log file will be approx 200Kb in size (0.5 MB if tension logging is provided). The file format is CSV, this can be easily exported to another program such as Microsoft XL.

Optional Trapezoidal winding software

We can offer an optional software add on for the programming of trapezoidal windings.

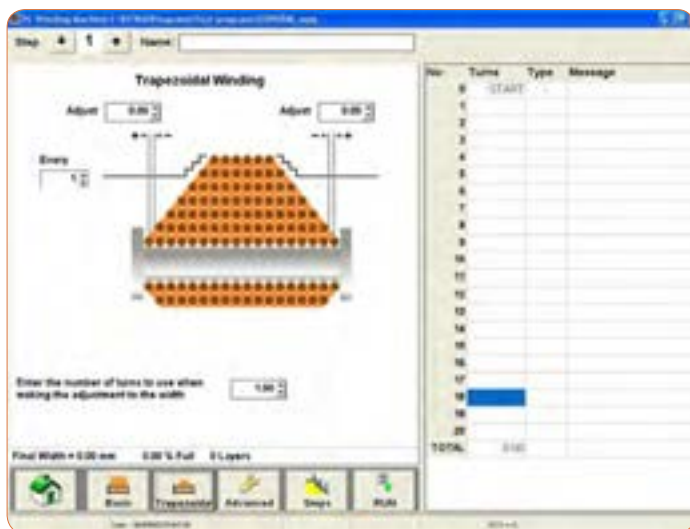
The width of the coil can be programmed to increase or decrease at after “x” number of layers. This will allow you to program the following

- A standard pyramid shape

- An inverted pyramid shape

An angular shape. One side of the coil

- remains straight while the other side reduces or increases in width



شکل ۴۳- نمونه دیگری از منوی دستگاه بوبین پیچ

کاتالوگ دستگاه LCR متر را ترجمه کنید و اصول کار دستگاه را تشریح نمایید. راهنما و نمای ظاهری دستگاه را در شکل ۴۴ مشاهده می کنید.



شکل ۴۴ - دستگاه LCR متر

LCR meters mod. 100 and 101 are the instruments capable of measuring the primary parameters of inductance (L), capacitance (C), Resistance (R), and the secondary parameters of dissipation factor (D) and quality factor (Q). The 101 has built in normal value setup function ( $\Delta\%$ ), and is designed with maximum flexibility as well as operation convenience in mind. The simple front panel of model 100/101 LCR Meter requires less effort to operate. Its digital display and user friendly control allow test parameters and limits to be set easily.

The 100/101 LCR Meter is an economical, user friendly, general-purpose meter for production test of inductors, capacitors and other LCR components. The 100/101 performs the primary measurements of L, C, and R and the secondary measurements of D and Q. L, C, and R, which are done at the frequency of 120Hz or 1kHz with a basic accuracy of  $\pm 0.2\%$ .

#### KEY FEATURES

- Basic Measurement Accuracy 0.2%
- Bias Voltage can be applied from 0V to 35VDC on the rear panel
- Large LED Display
- Easy to operate
- Guarded Four-Terminal Kelvin Connections to maintain Measurement Integrity
- Cost effective solution for LCR Testing
- Normal value setting for % display (101 only)
- Measurement auto-ranging or hold-range
- Series/Parallel circuit mode selectable

The accuracy of the secondary parameters for D or Q  $< 1$  is  $\pm 0.001$  for Q (with R),  $\pm 0.01$  for Q (with L), and  $\pm 0.0005$  for D (with C). Refer to the specifications for the accuracy of D and Q when D or Q is  $> 1$ . Bias Voltage can be applied to capacitors by connecting an external voltage source on the rear panel. Bias levels from 0V to 35VDC are attainable. Two testing signal levels (0.25V/1V), two testing frequencies (120Hz/1kHz), selectable series/parallel circuit modes and three measurement speeds enable you to create your own test conditions.

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.

SPECIFICATIONS		
Model	100	101
Measurement Parameter		
Primary Display	L,C,R	L,C,R, Δ%
Secondary Display	Q, D	
Test Signal Information		
Test Level	0.25V	0.25V / 1.0V
Test Frequency	120Hz, 1kHz, (100Hz optional)	
Frequency Accuracy	0.25%	
Output Impedance	Varies as range from 10Ω,1kΩ,100kΩ	Varies as range from 10Ω,1kΩ,100kΩ for 0.25V test level 10Ω,100Ω,1kΩ,10kΩ,100kΩ for 1.0V test level
Display Range		
Primary Parameters	R : 0.0001Ω~99.999MΩ L : 0.1μH ~9999.9H C : 0.1pF ~9999F	
Secondary Parameters	Q : 0.0001 ~ 999.9 D : 0.0001 ~ 9.999	
Basic Accuracy	0.2%	
Measurement Speed (at 1 kHz)	3 Measurements/Second	
Display		
L, C, R	5 digits	
Q, D	Q, D 4 digits	
Equivalent Circuit	Series/Parallel	
External DC Bias Voltage	DC: 0 ~ 35V, Applied Current <200mA, Ripple <1mV peak to peak	
Correction Function	Zero	
General		
Operation Environment	Operating : 0°C ~ 50°C Storage : -45°C ~ 75°C Humidity : <85%RH Warm-Up Time : 15 minutes	
Power Consumption	45VA maximum	
Power Requirements	90Vac~125Vac or 180Vac~250Vac, 48Hz~62Hz	
Weight	Approx. 3.5 kg	
Dimension (W X H X D)	270 x 105 x 350 mm	
All specifications are subject to change without notice.		

## فصل ۲

### کمیت‌های پایه الکتریکی



## واحدهای بزرگ‌تر هرتز

واحد فرکانس سیکل بر ثانیه یا هرتز (Hz) است. واحدهای بزرگ‌تر فرکانس عبارتند از:

$$1 \text{ KHz} = 1000 \text{ Hz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 1,000,000 \text{ Hz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 1,000,000,000 \text{ Hz} = 10^9 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ THz} = 1,000,000,000,000 \text{ Hz} = 10^{12} \text{ Hz}$$

## منابع تولید الکتریسیته:

**اندازه باتری‌ها:** باتری‌ها در اندازه‌های (size) مختلف ساخته می‌شوند در جدول ۱۰ اندازه و ابعاد باتری‌ها و علامت اختصاری مربوط به چند نوع باتری را ملاحظه می‌کنید. شکل ۴۵ اندازه انواع باتری‌های قلمی و کتابی را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱- مشخصات چند نمونه باتری‌ها

علامت اختصاری	طول	عمق	عرض
AAA	۴۴/۵	۱۰/۵	-
AA	۵۰/۵	۱۴/۵	-
C	۵۰	۲۶/۲	-
D	۶۱/۵	۳۴/۲	-
PP۳	۴۸/۵	۱۷/۵	۲۶/۵



شکل ۴۵ - اندازه انواع باتری‌ها



## ولتاژ استاندارد پیل ها و باتری ها

پیل ها در ولتاژ استاندارد  $1.2\text{ V}$ ،  $1.5\text{ V}$  و باتری ها در ولتاژ استاندارد  $2.4\text{ V}$ ،  $3\text{ V}$ ،  $3.6\text{ V}$ ،  $3.7\text{ V}$ ،  $4.5\text{ V}$ ،  $6\text{ V}$ ،  $9\text{ V}$  و  $24\text{ V}$  ساخته می شوند.

**مواد به کار رفته در ساختمان باتری ها:** در تکنولوژی ساخت باتری ها از مواد مختلفی استفاده می کنند، مثلاً باتری های لیتیومی (lithium) در انواع مختلف ساخته می شوند. بعضی از انواع آن عبارتند از:  $\text{LI-Ion}$ ،  $\text{LI-FeS}_2$ ،  $\text{LI-MnO}_2$ ،  $\text{LI-SoCl}_2$ . این باتری ها طول عمر زیاد و تنوع ساخت دارند.

باتری های اکسید نقره (silver-oxide) دارای ابعاد کوچک هستند و در ماشین حساب ها و ساعت های مچی مورد استفاده قرار می گیرند. باتری های نیکل کادمیوم (NI-CD) و نیکل متال هیدرید (NI-MH) از انواع دیگر باتری هستند که شارژ پذیرند.

باتری های معمولی اتومبیل باتری اسید سرب و باتری (Seal Lead Acid) هستند که باتری هایی شارژ پذیرند.

باتری های خورشیدی (solar Cell) باتری هایی دارای ساختار غیر شیمیایی هستند و از ترکیبات سیلیکن (سیلیسیم SI) ساخته می شوند که به نور حساس هستند و ایجاد ولتاژ می کنند.

## فعالیت ترجمه

✓ مشخصات فنی باتری شکل ۴۶ را به زبان فارسی ترجمه کنید.

Model	Voltage (v)	Capacity(ah) 10hr	Dimension(mm)			Approx. Weight(kgs)
			L	W	H	
12N7-BS	12v	7Ah	137	76	124	2.60

MOQ: 300 pcs gel battery  
Warranty: 12 months  
Usage: wuyang125/street bike/motorcycle



شکل ۴۶- برگه مشخصات یک نمونه باتری

Specifications	
Classification:	"Lithium Coin"
Chemical System:	Lithium / Manganese Dioxide (Li/MnO <sub>2</sub> )
Designation:	ANSI / NEDA-3004LC, IEC-CR2032
Nominal Voltage:	3.0 Volts
Typical Capacity:	240 mAh (at 2.0 volts) (Rated at 15R ohms at 21°C)
Typical Weight:	3.0 grams (0.10 oz.)
Typical Volume:	1.0 cubic centimeters (0.06 cubic inch)
Typical IR:	10,000 - 40,000 mΩ
Max Rev Charge:	1 microampere
Energy Density:	198 milliwatt hr/g, 653 milliwatt hr/cc
Typical Li Content:	0.109 grams (0.0038 oz.)
UL Recognized:	94V0/950
Operating Temp:	-30C to 60C
Self Discharge:	~1% / year

ENERGIZER CR2032



شکل ۴۷ - برگه مشخصات باتری ساعت

## مخزن انرژی (Power Bank)

پاوربانک که برای شارژ تلفن همراه در مواقعی که به برق دسترسی ندارید، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۴۸ یک نمونه پاوربانک و قسمتی از برگه اطلاعات آن به زبان اصلی آورده شده است. اطلاعات را به زبان فارسی ترجمه کنید.



شکل ۴۸- برگه مشخصات یک نمونه پاوربانک

## ترانسفورماتور

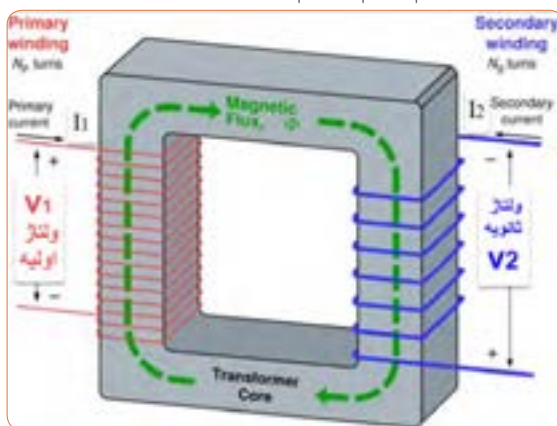
✓ روابط مورد استفاده در ترانسفورماتور ایده‌آل: اگر تعداد دور اولیه سیم‌پیچ ترانسفورماتور را  $N_1$  و ولتاژ آن را  $V_1$  و جریان آن را  $I_1$  در نظر بگیریم،  $P_1 = V_1 \times I_1$  توان اولیه

ولتاژ ثانویه  $V_p$  و جریان آن  $I_p$  و تعداد دور سیم پیچ ثانویه  $N_p$  نام دارد. کمیت‌های اولیه را با اندیس P اول کلمه primary و کمیت‌های ثانویه را با اندیس S اول کلمه Secondary نیز نشان می‌دهند. مثلاً  $P_s$  یعنی توان ثانویه و  $P_p$  یعنی توان اولیه، توانی که به بار می‌رسد یعنی توان ثانویه  $P_p = V_p \times I_p$  است. در یک ترانسفورماتور ایده‌آل (یعنی ترانسفورماتوری که از تلفات آن صرف‌نظر کرده‌ایم).

$$P_p = P_s \rightarrow V_p I_p = V_s I_s$$

روابط بین ولتاژ و جریان و دور در این ترانسفورماتور به این صورت

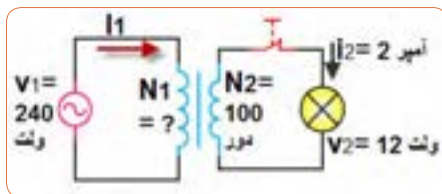
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_p}{I_s} \quad \text{شکل ۴۹.}$$



شکل ۴۹- رفتار ترانسفورماتور

**مثال:** در شکل ۵۰ برای روشن کردن یک لامپ ۱۲ ولتی توسط برق شهر با ولتاژ ۲۴۰ ولت از یک ترانسفورماتور کاهنده (۲۴۰ به ۱۲ ولت) استفاده می‌کنیم. اگر تعداد دور ثانویه ( $N_p$ ) برابر ۱۰۰ دور باشد تعداد دور اولیه و جریان اولیه را حساب کنید از ثانویه ۲ آمپر جریان عبور می‌کند.

حل:



شکل ۵۰

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \rightarrow \frac{240}{12} = \frac{N_p}{100} \rightarrow 20 = \frac{N_p}{100} \rightarrow N_p = 2000 \quad \text{دور}$$

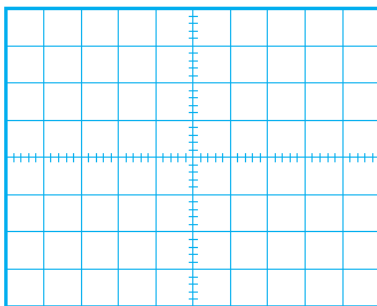
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \rightarrow \frac{240}{12} = \frac{2}{I_p} \rightarrow 20 I_p = 2 \Rightarrow I_p = \frac{2}{20} = 0.1 \quad \text{آمپر}$$

راهنمایی برای ترسیم موج سینوسی: برای ترسیم موج باید محور عمودی برحسب ولتاژ و محور افقی برحسب زمان باشد. ابتدا زمان تناوب موج را بدست می‌آوریم.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000} = 1 \text{ msec}$$

مقیاس مناسبی برای محور افقی انتخاب می‌کنیم. مثلاً هر خانه افقی را معادل ۰/۲ میلی ثانیه در نظر می‌گیریم، لذا تعداد خانه‌های

افقی ۵ =  $\frac{1}{0.2}$  می‌شود، پس یک سیکل را در ۵ خانه افقی رسم می‌کنیم. برای دامنه باید مقیاس طوری انتخاب شود که قله تا قله موج در تعداد خانه‌های عمودی به درستی ترسیم شود. مثلاً هر خانه عمودی را معادل ۲ ولت در نظر می‌گیریم.



شکل ۵۱

تعداد خانه‌های عمودی برای رسم قله تا قله موج ۴ خانه  $\frac{A}{2} = 4$  می‌شود، لذا قله تا قله موج را در ۴ خانه عمودی رسم می‌کنیم، شکل ۵۱.

## فصل ۳

### موج و کمیت‌های آن



#### تقویت کننده

✓ چون برای تغییر شکل موج و تبدیل آن به موج مربعی می توان از تقویت کننده با ضریب تقویت زیاد استفاده نمود، برای آشنایی با ضریب تقویت به شرح مختصر آن می پردازیم. مدارهای تقویت کننده و مطالب مربوط به آن در سال های بعد به تفصیل شرح داده خواهد شد. ✓ هرگاه سیگنالی مثلاً سینوسی را به مداری بدهیم که دامنه ولتاژ و یا جریان را افزایش دهد به این مدار تقویت کننده گویند. مدار تقویت کننده شامل قطعات مختلف مانند مقاومت، سیم پیچ، دیود، ترانزیستور و سایر قطعات الکترونیکی و منبع تغذیه است. قطعات در مدار تقویت کننده ممکن است به صورت مجزا یا به صورت مجتمع (آی سی) باشد. در شکل ۵۲ تقویت کننده را به صورت بلوک دیاگرام و شکل موج ورودی و خروجی آن را مشاهده می کنید.

✓ هرگاه دامنه ولتاژ خروجی را به دامنه ولتاژ ورودی تقسیم کنیم، میزان بهره ولتاژ (ضریب تقویت) به دست می آید.  $A_V$  اول کلمات Amplification Of Voltage به معنی تقویت ولتاژ است.



ضریب تقویت ولتاژ =

$\frac{\text{دامنه ولتاژ خروجی}}{\text{دامنه ولتاژ ورودی}}$

$$A_V = \frac{V_{OPP}}{V_{IPP}} = \frac{V_{OPK}}{V_{IPK}} = \frac{V_{Oe}}{V_{Ie}}$$

شکل ۵۲

#### عملکرد دگمه ها و سلکتور های یک نمونه سیگنال ژنراتور

هدف از بیان شرح دگمه ها و سلکتورها صرفاً آشنا نمودن هنرجویان با مشخصات یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور است. ضرورت

دارد هنرجویان همواره با استفاده از راهنمای کاربرد دستگاه موجود در آزمایشگاه، چگونگی کاربرد آن را بیاموزند.

دگمه‌ها، کلیدها و سلکتورهای یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور مانند شکل ۵۳ شماره‌گذاری و عملکرد آنها شرح داده شده است. دگمه‌ها، کلیدها و سلکتورهای سایر دستگاه‌ها نیز شبیه همین دستگاه است. مطالب را به دقت مطالعه کنید تا بتوانید به راحتی با دستگاه کار کنید. **کلید خاموش - روشن OFF/ ON**: توسط این کلید دستگاه را خاموش یا روشن می‌کنید.



شکل ۵۳

## شکل موج Waveform

توسط این کلید می‌توانید شکل موج مربعی یا سینوسی را انتخاب کنید.

✓ قسمتی از راهنمای کاربرد یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF را به زبان اصلی ملاحظه می‌کنید (شکل ۵۴). با مراجعه به فضای مجازی و درج نام، مدل و شماره مشخصات دستگاه موجود در آزمایشگاه یا دستگاه دیگر، فایل PDF آن را بارگیری کنید و سپس اقدام به ترجمه آن نمایید.



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

شکل ۵۴

**دامنه Amplitude:** این ولوم دامنه سیگنال خروجی را بین حداقل و حداکثر تنظیم می‌کند و با سلکتور دوار شماره ۴ در ارتباط است. **کاهش دهنده یا Attenuator:** در شکل ۵۵ این کلید را مشاهده می‌کنید. این سلکتور دارای درجه‌بندی برحسب دسی‌بل (db) است. چنانچه کلید شماره ۴ روی صفر دسی‌بل (۰ db) باشد هیچ تضعیفی در دامنه تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صورت نمی‌گیرد و سیگنال عیناً در خروجی ظاهر می‌شود. در صورتی که این سلکتور روی عدد ۱۰- قرار گیرد دامنه خروجی  $\frac{1}{3}$  و اگر روی عدد ۲۰- قرار گیرد دامنه خروجی به اندازه  $\frac{1}{10}$  ضعیف می‌شود. سایر حالات به شرح زیر است:

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{3} \sim -30 \text{ db}$

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{10} \sim -40 \text{ db}$

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{30} \sim -50 \text{ db}$

علامت منفی نشان می‌دهد که سیگنال خروجی کاهش می‌یابد.



شکل ۵۵

**صفحه مدرج انتخاب فرکانس:** این دگمه به صورت ولوم کار می‌کند و روی آن یک صفحه مدرج قرار دارد. توسط این صفحه مدرج مقدار فرکانس بین ۱ تا ۱۰ انتخاب می‌شود. در شکل ۵۶ این صفحه مدرج را مشاهده می‌کنید.

✓ فانکشن ژنراتور موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم کار کنید و در صورت امکان این فعالیت را با هم‌گروهی یا یکی دیگر از هنجویان اجرا کنید و در مورد کار هریک از کلیدها باهم گفتگو کنید.



شکل ۵۶- صفحه مدرج انتخاب فرکانس

شکل ۵۷- کلیدهای حوزه کار یا رنج فرکانس

**کلیدهای انتخاب ضریب فرکانس (RANGE):** مجموعه کلیدهای شماره ۶، ضریب فرکانس اعداد صفحه مدرج شماره ۵ را تعیین می‌کنند. این کلیدها را در شکل ۵۷ مشاهده می‌کنید. با ضرب عدد انتخاب‌شده توسط کلید شماره ۵ در عدد ضریب انتخاب شده روی کلید شماره ۶، مقدار فرکانس موج انتخابی به‌دست می‌آید. به

این ضرایب برای دستگاه‌های مختلف متفاوت است ولی اغلب تضعیف  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{1}{10}$  متداول است و مورد استفاده قرار می‌گیرد.



عنوان مثال اگر کلید حوزه کار روی  $1000 \times$  و عدد صفحه مدرج ۳ انتخاب شده باشد، فرکانس خروجی دستگاه برابر:  
 $3000 \text{ Hz} = 1000 \times 3$  یعنی ۳ KHz خواهد بود.

#### تمرین

اگر عدد روی صفحه مدرج ۶۵ انتخاب شود و کلید انتخاب ضریب فرکانس روی  $1 \text{ K} \times$  باشد، فرکانس موج دستگاه روی چه عددی تنظیم شده است؟

کلید حوزه کار (رنج) نمونه دیگر سیگنال ژنراتور را در شکل ۵۸ مشاهده می‌کنید. این ضرایب برای هر دستگاه متفاوت است.



شکل ۵۸- کلیدهای حوزه کار یا رنج فرکانس

**ترمینال خروجی (OUT PUT):** از این پایانه می‌توان سیگنال خروجی را دریافت کرد. برای این مدل دستگاه حداکثر ولتاژ خروجی در حالتی که بار به آن اتصال ندارد حدود ۲۴ ولت پیک و مقاومت داخلی (امپدانس) آن ۶۰۰ اهم است. این مشخصات در راهنمای کاربرد دستگاه قید می‌شود.

**اتصال BNC:** برای اتصال دستگاه‌ها به یکدیگر نیاز به انواع سیم‌ها و اتصالات BNC دارید. در شکل ۵۹ دو نوع اتصال BNC را ملاحظه می‌کنید. غالباً قسمت مادگی BNC روی دستگاه نصب می‌شود و قسمت نری آن به سیم رابط اتصال دارد.



شکل ۵۹

در کنار بدنه فیش BNC یک شیار کوچک وجود دارد که هنگام اتصال نری به مادگی باید این شیار در داخل زائده موجود در مادگی قرار گیرد. شکل ۶۰ شیار و زائده را در BNC نشان می‌دهد.



شکل ۶۰

## آشنایی با یک نمونه سیگنال ژنراتور با شمارنده دیجیتالی

در شکل ۶۱ و ۶۲ صفحه جلو و پشت (PANEL) یک نمونه سیگنال ژنراتور با شمارنده دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۱



شکل ۶۲

جدول ۱۲ را که مربوط به عملکرد بخش‌های مختلف یک دستگاه سیگنال ژنراتور با فرکانس‌متر دیجیتالی و به زبان اصلی است را به فارسی ترجمه کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

ترجمه کنید



جدول ۱۲

Explanation	Grade	Explanation	Grade
CH Output Interface	7	LCD	1
DC 5V Power Input	8	Status Indicator	2
USB Communication	9	Operation Buttons	3
TTL- Input/Output	10	Knob	4
Power Switch	11	Ex-In Input Interface	5
		CH1 Output Interface	6

در شکل ۶۳ و ۶۴ قاب (پانل) جلو و پشت نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور دیجیتالی را مشاهده می‌کنید. اطلاعات مربوط به عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌ها به زبان اصلی آورده شده است. برای کسب اطلاعات بیش‌تر آن را در ساعات غیر درسی به زبان فارسی ترجمه کنید و به کلاس ارائه دهید.



شکل ۶۴

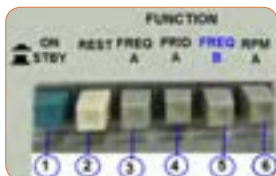


شکل ۶۳ - پانل پشت دستگاه

- 1) **POWER SWITCH**  
Turns power on and off.
- 2) **ATTENUATE KEY**  
Attenuates the output signal by 20 dB.
- 3) **FREQUENCY RANGE SELECTION BUTTON**  
Selects output frequency range {Hz, KHz, or MHz}.
- 4) **DUTY CYCLE KEY**  
Used to specify duty cycle of a square waveform.
- 5) **FUNCTION SELECTOR BUTTON**  
Selects sine, square, or triangle waveform.
- 6) **ENTER KEY**  
Used to confirm frequency or duty cycle entry.
- 7) **SYNC OUTPUT**  
TTL level square signal output synchronous with frequency of MAIN OUTPUT. This output is independent of output level and DC offset controls.
- 8) **MAIN OUTPUT**  
Waveform selected by FUNCTION SELECTOR BUTTONS at a specified frequency; as well as the superimposed DC OFFSET voltage is available at this output.
- 9) **AMPLITUDE KNOB**  
Controls the amplitude of the signal at the MAIN OUTPUT. Pull knob to attenuate the signal by 20 dB. This can be combined with ATTENUATE KEY for total of 40 dB attenuation.
- 10) **DC OFFSET**  
Applies a DC offset to the main signal. Pull knob to turn on. Clockwise rotation from center changes the DC offset in a positive direction, while counterclockwise rotation from center changes the DC offset in a negative direction.
- 11) **NUMBER PAD**  
Use these keys to set the frequency value or duty cycle %.
- 12) **LED DISPLAY**  
Displays the set frequency.
- 13) **DC FAN**  
40 mm fan for cooling purposes.
- 14) **KENSINGTON SECURITY SLOT**  
For use with Kensington locks to secure your product and prevent theft.
- 15) **INPUT AC POWER SELECTOR AND FUSE**  
Power input socket and fuse compartment. Refer to arrow mark on fuse plug and mark on panel for selected input line voltage.

## شرح عملکرد کلیدها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی:

برای کار کردن با فرکانس متر دیجیتالی باید راهنمای کاربرد آن را مورد مطالعه قرار دهید. کار تعدادی از دگمه‌های یک نمونه از فرکانس متر که از زبان اصلی به فارسی برگردانده شده است به شرح زیر است (شکل ۶۵).



شکل ۶۵ - برخی دگمه‌های فرکانس متر دیجیتالی

- ۱ دگمه روشن - خاموش (ON - OFF)
- ۲ Reset : با فشار دادن این دگمه، دستگاه به حالت پیش تنظیم اولیه برمی گردد.
- ۳ با فشار دادن این دگمه، فرکانس موج داده شده به ورودی A اندازه گیری می شود.
- ۴ با فشار دادن این دگمه، زمان تناوب موج داده شده به ورودی A اندازه گیری می شود.
- ۵ با فشار این دگمه، فرکانس موج داده شده به ورودی B اندازه گیری می شود.
- ۶ با فشار این دگمه، دستگاه به عنوان شمارنده عمل می کند.
- ۷ فیلتر پایین گذر (LPF): برای اندازه گیری فرکانس های کمتر از ۱۰۰ کیلوهرتز این دگمه فشرده می شود.
- ۸ کار دگمه تضعیف (ATT): در صورتی که این کلید آزاد باشد، ولتاژ ورودی عیناً وارد دستگاه می شود. چنانچه کلید را فشار دهیم، سیگنال ورودی با ضریب  $\frac{1}{10}$  تضعیف شده و وارد دستگاه می شود.
- ۹ کار دگمه COUP-DC-AC : اگر سیگنال مورد اندازه گیری دارای جزء DC باشد، باید این کلید را فشار دهیم تا در داخل قرار گیرد. اگر سیگنال مورد اندازه گیری فقط دارای جزء AC باشد، کلید در حالت بیرون قرار می گیرد. شکل ۶۶ این کلیدها را نشان می دهد.

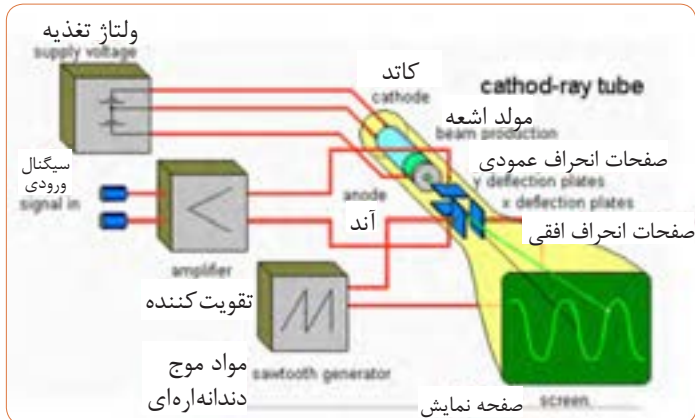


شکل ۶۶

فیلم فرکانس متر موجود در نرم افزار مولتی سیم را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و با کار دگمه های آن بیش تر آشنا شوید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید. سعی کنید به صورت خودجوش با فرکانس متر موجود در نرم افزار مولتی سیم کار کنید.

### لامپ اشعه کاتدیک:

لامپ اشعه کاتدیک از سه قسمت اصلی، تفنگ الکترونی، حباب لامپ و صفحه حساس تشکیل شده است. کار تفنگ الکترونی، تولید اشعه الکترونی است. اشعه الکترونی تولید شده، توسط قسمت های شتاب دهنده و متمرکز کننده به صورت باریک های از الکترون درآمده و با سرعت به سمت صفحه نمایش حرکت می کند. الکترون ها توسط ولتاژ زیاد (High Voltage) شتاب می گیرند و به مواد فسفر سانس روی صفحه حساس برخورد می کنند. برخورد الکترون به صفحه حساس نقطه ای نورانی در وسط صفحه ایجاد می کند. برای رسم موج روی صفحه لازم است شعاع الکترونی توسط صفحات انحراف افقی و عمودی، منحرف شود. این عمل با اعمال ولتاژ به این صفحات انجام می گیرد. شکل ۶۷ بخش های مختلف لامپ اشعه کاتدیک و سایر بخش های اسیلوسکوپ را به صورت نمایشی بلوکی نشان می دهد.



شکل ۶۷ - نمایشی از قسمت های اسیلوسکوپ

### پروب اسیلوسکوپ (probe):

برای اتصال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از پروب های مخصوص اسیلوسکوپ استفاده می کنند. در شکل ۶۸ یک نمونه از این پروب را ملاحظه می کنید.



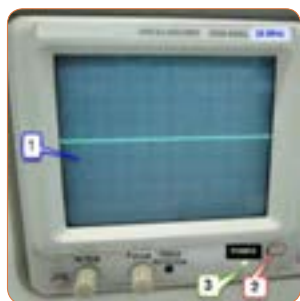
شکل ۶۸

سیم رابط پروب از کابل کواکسیال (هم‌محور) است. لذا تأثیر پارازیت و نویز را روی پروب کاهش می‌دهد. نوک پروب مانند شکل ۶۹ به صورت گیره‌ای فنری است، به‌طوری‌که می‌توانید آن را به هر نقطه از مدار که زائده دارد متصل کنید. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم نوک سوزنی آن ظاهر می‌شود. طرف دیگر پروب به BNC اتصال دارد. مشخصات فنی پروب در برگه اطلاعات آن داده می‌شود.



شکل ۶۹

**شرح عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورهای یک نمونه اسیلوسکوپ:** برای کار با اسیلوسکوپ و ظاهر نمودن موج پایدار روی صفحه نمایش آن، باید بتوانید به راحتی با دگمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه کار کنید. لذا توصیه می‌شود مطالب مطرح شده را به دقت مطالعه کنید و در خلال کار با اسیلوسکوپ آنها را به کار بگیرید. دگمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورها یک نمونه اسیلوسکوپ مانند شکل ۷۰ شماره گذاری شده‌اند. صرفاً به منظور آشنایی هنرجویان به شرح عملکرد هر مورد می‌پردازیم. برای کار با اسیلوسکوپ لازم است حتماً از راهنمای کاربرد آن استفاده کنید.



شکل ۷۰

#### ۱ صفحه نمایش (Display): صفحه

نمایش محل ترسیم شکل موج‌ها است.

#### ۲ کلید روشن - خاموش (Power ON-OFF):

با فشردن این کلید ولتاژ به دستگاه می‌رسد و LED (شماره ۳) را روشن می‌کند به این ترتیب از برقراری جریان الکتریکی در دستگاه اطمینان حاصل می‌کنیم.

۳ ترمینال ورودی کانال یک (CH-1): این ترمینال به صورت BNC مادگی برای اتصال سیگنال ورودی است. شکل ۷۱ ورودی کانال ۱ را نشان می‌دهد.



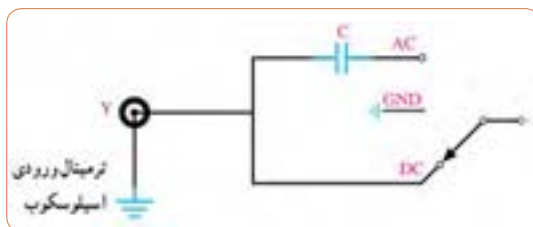
شکل ۷۱ - ورودی کانال ۱

فیلم



فیلم اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و با کار دگمه‌های آن بیشتر آشنا شوید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید. سعی کنید به صورت خودجوش با اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم کار کنید و در صورت امکان این فعالیت را با هم‌گروهی یا یکی دیگر از هنرجویان اجرا کنید و در مورد کار هریک از کلیدها باهم گفت‌وگو کنید.

۴ کلید AC-DC-GND: این کلید مسیر سیگنال ورودی را به مدارهای اسیلوسکوپ تعیین می‌کند. اگر کلید در حالت DC قرار داده شود، سیگنال ورودی به‌طور مستقیم وارد اسیلوسکوپ می‌شود. به عبارت دیگر اگر سیگنال ورودی DC باشد یا جزء DC داشته باشد، مستقیماً وارد اسیلوسکوپ شده و روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. شکل ۷۲ مدار این‌بخش را نشان می‌دهد.



شکل ۷۲

اگر کلید AC-DC-GND در وضعیت AC قرار گیرد، در مسیر ورودی مدار اسیلوسکوپ یک خازن قرار می‌گیرد. این خازن مانع عبور جریان DC به ورودی اسیلوسکوپ می‌شود. در این حالت فقط سیگنال AC وارد مدار شده و روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. چنانچه کلید در وضعیت مشترک با زمین (GND) قرار گیرد، ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی اسیلوسکوپ قطع می‌شود و سیگنال ورودی نمی‌تواند وارد مدار داخلی اسیلوسکوپ شود.

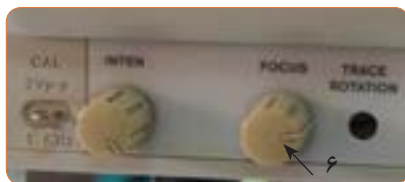
**۵ ولتاژ مربعی کالیبره:** از طریق این پین فلزی می‌توان ولتاژ مربعی کالیبره‌شده با دامنه  $2V_{pp}$  و فرکانس ۱ KHz را دریافت کرد. از این سیگنال می‌توان برای تست صحت عملکرد دستگاه و تنظیم آن استفاده کرد. شکل ۷۰ مکان پین فلزی را روی اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.



شکل ۷۰- مکان پین فلزی

**۶ ولوم روشنایی (INTEN):** به کمک این ولوم می‌توان نور اشعه را روی صفحه‌نمایش تنظیم کرد.

**۷ ولوم کانونی (FOCUS):** به کمک این ولوم می‌توان اشعه را تا حد ممکن کانونی کرد. اشعه باید فوق‌العاده باریک (SHARP) باشد. شکل ۷۴ این ولوم‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۷۴- ولوم کانونی

**۸ پتانسیومتر تنظیم خط روشن (Trace Rotation):** با این پتانسیومتر می‌توان خط روشن را دقیقاً به موازات خط افقی مدرج روی صفحه حساس تنظیم کرد. چنانچه مانند شکل الف - ۷۵ این خط تنظیم نباشد می‌توان به کمک یک پیچ‌گوشتی ظریف و کوچک تنظیم را انجام داد (شکل ب - ۷۵).





ب

الف

شکل ۷۵

**۹ ولوم موقعیت عمودی (Position):** با این ولوم محل اشعه در جهت عمودی تنظیم می شود.



شکل ۷۶

شکل ۷۷

**۱۰ کلید سلکتور:** این سلکتور مربوط به تقسیم بندی ولتاژ در جهت قائم است. هنگامی که این سلکتور روی یکی از تقسیمات مثلاً ۵۰ MV/DIV قرار می گیرد، هریک از خانه های تقسیم بندی عمودی روی صفحه نمایش به منزله ی ۵۰ میلی ولت است.

**۱۱ ولوم تغییرات برای کالیبره کردن (VAR=VARIABLE):** این ولوم برای کالیبره کردن دستگاه (CAL) به کار می رود یعنی اگر آن را در خلاف حرکت عقربه های ساعت بچرخانیم، درجه بندی از تنظیم خارج می شود. اندازه گیری صحیح زمانی صورت می گیرد که این ولوم تا به انتها در جهت عقربه های ساعت گردانده شود. شکل ۷۳ موقعیت این ولوم را روی صفحه اسیلوسکوپ نشان می دهد.

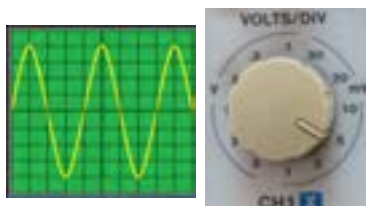
فیلم



فیلم عملکرد دگمه ها و ولوم های اسیلوسکوپ واقعی را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و با کار دگمه های آن بیشتر آشنا شوید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید تا بتوانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش آن ظاهر کنید و کمیت های آن را اندازه بگیرید.



با توجه به کلید Volt/DIV و موج ظاهر شده روی صفحه نمایش شکل ۷۴ دامنه قله تا قله (Peak To Peak) موج را محاسبه کنید. ولت‌متر AC چند ولت را نشان می‌دهد؟



شکل ۷۸- کلید Volt/DIV و موج روی صفحه نمایش

$$V_{pp} = (\text{تعداد خانه‌های عمودی قله تا قله}) \times (\text{عدد کلیدسلکتور})$$

$$V_{pp} = 8 \times 5 = 40 \text{ m Volt} \quad V_{eff} = \frac{V_{pp}}{\sqrt{2}} = \frac{40}{\sqrt{2}} = 28.28 \text{ m Volt}$$

**کلید MODE:** روی صفحه جلویی (پانل) اسیلوسکوپ‌های دو کاناله کلیدی (مانند شکل ۷۹) برای نمایش سیگنال یک کانال یا سیگنال هردو کانال به‌طور هم‌زمان وجود دارد که به شرح عملکرد وضعیت‌های این کلیدها می‌پردازیم.



شکل ۷۹

**CH1:** اگر کلید در این حالت قرار گیرد، فقط سیگنال اعمال شده به کانال ۱ (X) روی صفحه ظاهر می‌شود و کانال ۲ قطع است.

**CH2:** در صورت قرار گرفتن کلید در این حالت، فقط سیگنال اعمال شده به کانال ۲ (Y) روی صفحه حساس ظاهر می‌شود و کانال ۱ قطع است.

**DUAL:** با قرار گرفتن کلید در این حالت، هر دو سیگنال اعمال شده به کانال ۱ و ۲ به‌طور هم‌زمان نشان داده می‌شوند. شکل ۸۰ دو موج سینوسی و مربعی را روی صفحه نمایش نشان می‌دهد.



شکل ۸۰- موج سینوسی و مربعی روی صفحه نمایش

**ADD:** در این حالت، دو سیگنال کانال ۱ و ۲ که روی صفحه حساس ظاهر شده‌اند با یکدیگر جمع لحظه‌ای می‌شوند.  
 شکل ۸۱ جمع لحظه‌ای دو سیگنال مربعی و سینوسی را پس از فشردن کلید ADD نشان می‌دهد.



شکل ۸۱- جمع لحظه‌ای دو موج

فیلم



فیلم اندازه‌گیری ولتاژ DC را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید تا بتوانید موج DC را روی صفحه‌نمایش ظاهر کنید و کمیت آن را اندازه بگیرید.

**CHOP :** اگر کلید در حالت CHOP باشد، سیگنال کانال ۱ و سیگنال کانال ۲ به طور همزمان به صورت شکل موج‌های قطعه‌قطعه شده (Chopping) روی صفحه حساس ظاهر می‌شوند.  
**CH<sup>2</sup> Inv :** با فشردن این کلید سیگنال مربوط به کانال ۲ که روی صفحه حساس ظاهر شده است ۱۸۰ درجه اختلاف فاز می‌یابد و معکوس می‌شود. شکل ۸۲ این کلیدها را نشان می‌دهد.



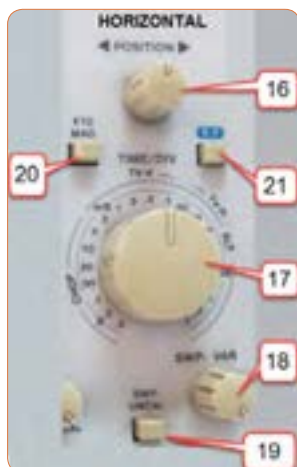
شکل ۸۲- کلید معکوس کننده فاز کانال ۲

فیلم



فیلم ظاهر نمودن موج سینوسی و اندازه‌گیری کمیت‌های آن را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید تا بتوانید موج را روی صفحه‌نمایش ظاهر کنید و کمیت‌های آن را به درستی اندازه بگیرید.

بخش افقی: در شکل ۸۳ ولوم‌ها و کلیدهای کنترل قسمت افقی اسیلوسکوپ (Horizontal) را مشاهده می‌کنید. عملکرد هر کلید و ولوم به این شرح است.



شکل ۸۳ - کلیدها و ولوم‌های بخش افقی

**ولوم موقعیت افقی** (Position): با این ولوم محل اشعه در جهت افقی تنظیم می‌شود.

**کلید زمان‌بر قسمت (Time / DIV):** این کلید مربوط به تقسیم‌بندی زمان در جهت افقی است. هنگامی که سلکتور *Time / DIV* روی یکی از تقسیمات، مثلاً ۵/۰ میلی‌ثانیه قرار می‌گیرد، هر یک از تقسیمات صفحه نمایش در جهت افقی معادل ۵/۰ میلی‌ثانیه است. یعنی اگر یک سیگنال موج در جهت افقی به اندازه ۴ خانه منحرف شود، زمان تناوب  $T = 4 \times 0.5 = 2 \text{ ms}$  است.

**ولوم تغییرات زمان برای کالیبره کردن (SWP. VAR):** این ولوم برای کالیبره کردن زمان به کار می‌رود و باید تا به انتها در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده شود تا اندازه‌گیری زمان به‌طور صحیح صورت گیرد.

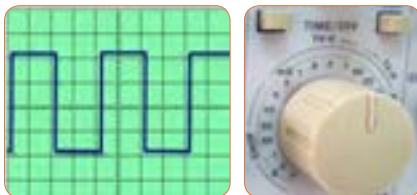
فیلم مربوط به ظاهر نمودن دو موج سینوسی را به‌طور هم‌زمان روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ چندین بار ببینید و دقت کنید چه کلیدها و دگمه‌های جدیدی در این مرحله مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

فیلم





با توجه به کلید  $Time / DIV$  و موج مربعی شکل ۸۴، زمان تناوب و فرکانس موج را محاسبه کنید.



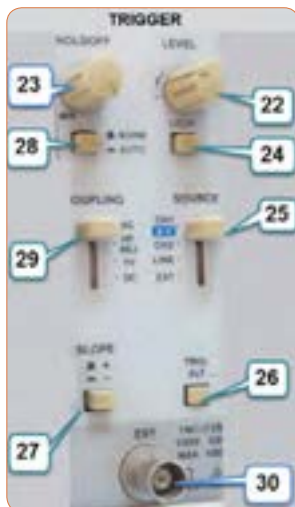
شکل ۸۴

(عدد کلیدسلکتور  $(TIME / DIV) \times (\text{تعداد خانه‌های افقی یک سیکل}) = T$

$$T = 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ msec} \quad F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.8 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{0.8} = 1250 \text{ Hz}$$

**کلید SWP.UNCAL:** وقتی این کلید فشرده شود، زمان جاروب افقی کم‌تر از مقدار واقعی نشان داده می‌شود. زمان جاروب افقی وقتی صحیح است که این کلید فشرده نشود.  
**MAGx:** وقتی این کلید فشرده شود، زمان تناوب موج ۱۰ برابر بزرگ‌تر می‌شود.

**کلیدهای منابع تریگر (Trigger):** تریگر در لغت آتش کردن یا تحریک کردن معنی شده است. زمانی سیگنال روی صفحه اسیلوسکوپ به صورت ثابت ظاهر می‌شود که موج قسمت عمودی (موج ورودی کانال ۱ یا کانال ۲) با موجی که در داخل اسیلوسکوپ به صفحات انحراف افقی اعمال می‌شود (موج دندان‌اره‌ای یا RAMP) همزمان باشد. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که کلیدها و ولوم‌های مدار هم‌زمانی یا تریگر به درستی تنظیم شده باشند. در شکل ۸۵ کلیدها و ولوم‌های این بخش را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸۵

**LEVEL:** از این ولوم برای ایجاد موجی هماهنگ و پایدار روی صفحه نمایش استفاده می‌شود. اگر موج روی صفحه نمایش در جهت افقی حرکت دارد و ثابت نیست، به کمک این ولوم می‌توان موج را ثابت نگه داشت.

در ضمن شروع حرکت موج با شیب مثبت (به سمت بالا) و یا با شیب منفی (به سمت پایین) توسط این ولوم تنظیم می‌شود. شکل ۸۶ ولوم **LEVEL** و شکل ۸۷ شروع موج با سطح مثبت را نشان می‌دهد.



شکل ۸۷



شکل ۸۶

**HOLD OFF:** وقتی شکل موج سیگنال جمع شده و ولوم **LEVEL** به تنهایی نمی‌تواند موج را روی صفحه پایدار کند، از این ولوم استفاده می‌شود.

**LOCK:** با فشردن این کلید، ولوم **LEVEL** قفل می‌شود و عمل نمی‌کند لذا تنظیم دستی سطح تریگر انجام نمی‌گیرد و سطح تریگر به‌طور خودکار در مقدار مطلوب نگه داشته می‌شود.

**SOURCE:** برای هماهنگی بین موج صفحات انحراف افقی (موج دندان‌اره‌ای یا **RAMP**) با موجی که می‌خواهیم روی صفحه نمایش به صورت پایدار ظاهر شود، باید فرمان هماهنگی با انتخاب وضعیت‌های صحیح کلید **SOURCE** صورت گیرد. با انتخاب صحیح سطح تریگر به‌طور خودکار در مقدار مطلوب نگه داشته می‌شود. شکل ۸۸ وضعیت‌های کلید **SOURCE** را نشان می‌دهد.



شکل ۸۸- وضعیت‌های کلید Source

CH<sub>1</sub>: با استفاده از این حالت، همزمانی با سیگنال کانال ۱ انجام می‌گیرد.

CH<sub>2</sub>: با استفاده از این حالت، همزمانی با سیگنال کانال ۲ انجام می‌گیرد.

LINE: اگر بخواهیم سیگنال مدارهایی را که با برق شهر کار می‌کنند، روی صفحه نمایش پایدار کنیم، بهتر است کلید Source Trigger را در حالت LINE قرار دهیم. در این حالت از ترانسفورماتور تغذیه اصلی اسیلوسکوپ ولتاژی به قسمت مدار تریگر اعمال می‌شود.

EXT: وقتی کلید منبع تریگر در حالت EXT (خارجی = EXTERNAL) قرار می‌گیرد، منبع تریگر داخلی (موج دندان‌اره‌ای صفحات انحراف افقی) قطع می‌شود و باید از طریق ترمینال نشان داده شده در شکل شماره ۸۹ سیگنال تریگر را به اسیلوسکوپ اعمال کنیم.



شکل ۸۹

**TRIG ALT**: وقتی کلید MODE روی DUAL یا ADD قرار دارد و کلید SOURCE روی CH-۱ یا CH-۲ قرار داده می‌شود، باید دگمه TRIG ALT را بفشاریم. در این حالت عمل هماهنگی به تناوب با کانال ۱ و کانال ۲ انجام می‌گیرد و موج‌ها به صورت پایدار روی صفحه نمایش ظاهر می‌شوند. شکل ۹۰ موقعیت کلید TRIG ALT را روی اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.



شکل ۹۰

**SLOPE** +/-: این دگمه شیب سیگنال تریگر را در عمل هماهنگی انتخاب می‌کند. (+): زمانی که سیگنال تریگر شیب مثبت را طی می‌کند، عمل هماهنگی اتفاق می‌افتد. (-): زمانی که سیگنال تریگر شیب منفی را طی می‌کند، عمل هماهنگی اتفاق می‌افتد. لذا انتخاب +، سیگنال روی صفحه حساس را مانند شکل ۹۱ با شیب مثبت و انتخاب -، سیگنال روی صفحه حساس را مانند شکل ۹۲ با شیب منفی ظاهر می‌کند.



شکل ۹۲



شکل ۹۱

**NORM-AUTO**: در مدارهای الکترونیکی اسیلوسکوپ، قسمتی وجود دارد که می‌تواند وجود یا عدم وجود سیگنال ورودی را تشخیص دهد. اگر این کلید در حالت AUTO باشد، همواره سیگنال روی صفحه حساس وجود دارد. حتی اگر سیگنال به ورودی ۱-CH یا ۲-CH وصل نباشد، جاروب افقی به صورت متناوب انجام می‌گیرد و یک خط افقی روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. اگر کلید روی حالت NORM قرار گیرد، زمانی سیگنال روی صفحه حساس نقش می‌بندد که اولاً سیگنال ورودی وجود داشته باشد، ثانیاً موج تریگر (موج دندانه‌اره‌ای صفحات انحراف افقی) هماهنگ باشد. در غیر این صورت هیچ موجی روی صفحه نمایش ظاهر نمی‌شود.

**COUPLING**: این کلید شیوه اتصال (کوپلینگ) بین منبع سیگنال تریگر و مدار تریگر را انتخاب می‌کند. شکل ۹۳ وضعیت‌های کلید COUPLING را نشان می‌دهد.

AC : کوپلاژ

DC : کوپلاژ



شکل ۹۳- وضعیت‌های کلید کوپلینگ



HF-REJ: در این حالت مؤلفه فرکانس بالای مزاحم در موج ورودی که روی موج اصلی سوارند و مانع عمل تریگر می‌شوند، حذف‌شده و سپس عمل تریگر انجام می‌گیرد.

TV: در این حالت عمل تریگر توسط سیگنال‌هایی از بخش‌های افقی و عمودی تلویزیون صورت می‌گیرد.

**کلید در وضعیت  $Y-X$ :** یکی دیگر از کلیدهای نسبتاً پُرکاربرد در اسیلوسکوپ، وضعیت  $Y-X$  است (شکل ۹۴). در صورتی که کلید در این وضعیت قرار گیرد، ارتباط موج دندان‌اره‌ای با صفحات انحراف افقی قطع می‌شود و محور زمان در اسیلوسکوپ تشکیل نمی‌شود. در این حالت سیگنال‌های اعمال‌شده به کانال ۱ ( $X$ ) و کانال ۲ ( $Y$ ) به‌طور مستقیم به صفحات انحراف افقی و قائم متصل می‌شوند. از حالت  $Y-X$  می‌توان برای نمایش منحنی مشخصه ولت آمپر عناصر نیمه‌هادی مانند دیود و ترانزیستور تعیین اختلاف‌فاز بین دو موج و برخی موارد دیگر استفاده کرد.



شکل ۹۴- موقعیت کلید  $Y-X$



## فصل ۴

### توان الکتریکی



## نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۵

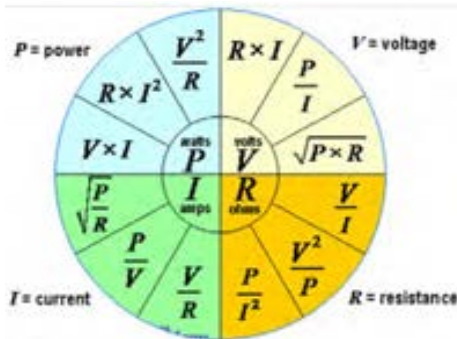
کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

### انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت

نرم‌افزار ادیسون را دوباره روی رایانه خود نصب کنید و اصول کار با آن را به‌طور دقیق فراگیرید. در صورت امکان نرم‌افزارهای دیگر را شناسایی کنید.

### رابطه‌های مورد استفاده برای محاسبه مقاومت، جریان، ولتاژ و توان

رابطه‌های مورد استفاده برای محاسبه مقاومت، جریان، ولتاژ و توان در شکل ۹۵ ارائه شده است. در هر ربع مختصات، رابطه‌های مربوط به محاسبه یکی از کمیت‌های ولتاژ، جریان، مقاومت و توان آورده شده است. در صورت نیازی توانید در حل مسائل از آن‌ها استفاده کنید و آن‌ها را بخاطر بسپارید.



شکل ۹۵

### مدارهای جریان متناوب

خود القایی از نقطه نظر انرژی: مدارهای جریان متناوب شامل عناصری مانند مقاومت، سلف و خازن یا ترکیبی از این عناصر است، گروهی از عناصر مانند مقاومت، توان را بصورت حرارت تلف می‌کنند. گروه دیگر مانند سلف (سیم پیچ) و خازن توان الکتریکی را بصورت انرژی ذخیره می‌کنند. در سلف وقتی جریان مدار زیاد می‌شود انرژی گرفته شده از منبع در سلف به‌صورت میدان مغناطیسی در اطراف آن ذخیره می‌شود (شکل ۹۶). وقتی که افزایش جریان متوقف می‌شود میدان مغناطیسی ثابت باقی می‌ماند و مبادله

انرژی از مدار به سلف قطع می‌شود. تا هنگامی که جریان شروع به کم شدن نکرده است انرژی ذخیره شده در سلف به مولد باز نمی‌گردد. انرژی ذخیره‌شده در سلف توان غیرفعال یا توان راکتیو (Reactive) نام دارد.



شکل ۹۶ - ذخیره انرژی در سیم‌پیچ

هنگامی که جریان شروع به کم شدن می‌کند، میدان مغناطیسی نیز شروع به کم شدن می‌کند و انرژی ذخیره شده در خود را به مدار باز می‌گرداند. شکل ۹۷ بازگشت انرژی را به مدار نشان می‌دهد.



شکل ۹۷ - بازگشت انرژی به مدار

## خازن از نقطه نظر مصرف انرژی

اگر خازن به جریان متناوب متصل شود، چون جهت ولتاژ دو سر خازن در جریان متناوب تغییر می‌کند، خازن نیز مشابه سلف به‌طور دائم در حال تبادل انرژی خواهد بود. انرژی ذخیره شده در یک خازن به صورت ذخیره بارهای الکترواستاتیکی در سطح صفحات آن صورت می‌گیرد (شکل ۹۸). خازن در لحظاتی که ولتاژ دو سر آن در حال افزایش است یعنی، در شرایط دریافت و ذخیره سازی انرژی قرار دارد.



شکل ۹۸ - ذخیره انرژی در خازن

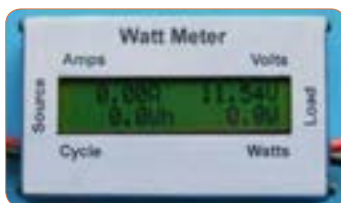
هنگامی که ولتاژ خازن شروع به کاهش کند بارهای الکترو استاتیکی شروع به کم شدن کرده و انرژی ذخیره شده مطابق شکل ۹۹ به مدار می گردد.



شکل ۹۹ - بازگشت انرژی به مدار

## دستگاه‌های اندازه‌گیری توان و ضریب توان

**وات متر:** وات متر دستگاهی است که توان را اندازه می‌گیرد. در شکل ۱۰۰ دو نوع وات متر آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می‌کنید.



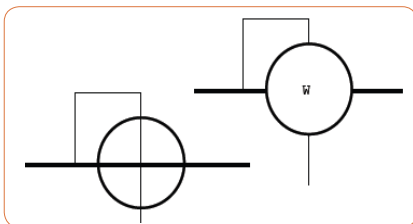
ب - عقربه‌ای

الف - دیجیتالی

شکل ۱۰۰ - دو نوع وات‌متر

علامت‌های فنی وات‌متر در مدارها به صورت شکل ۱۰۱ است. روی وات متر چهار ترمینال وجود دارد که دو ترمینال آن با نام (I) است

که به صورت سری با جریان مصرف کننده قرار می گیرد و جریان مدار را اندازه می گیرد. دو ترمینال دیگر به نام  $U$  یا  $V$  است به صورت موازی با دو سر مصرف کننده قرار می گیرد و ولتاژ دوسر آن را اندازه گیری می کند. وات متریهای دیجیتالی علاوه بر توان مورد اندازه گیری، جریان و ولتاژ مصرف کننده را نیز نشان می دهند.



شکل ۱۰۱- علامت های فنی وات متر

شکل ۱۰۲ چگونگی اتصال وات متر به شبکه برق شهر و مصرف کننده را نشان می دهد.



شکل ۱۰۲- نحوه اتصال وات متر به شبکه برق شهر و مصرف کننده

### کسینوس فی متر ( $\cos \phi$ متر)

کسینوس فی یا ضریب قدرت توسط دستگاه کسینوس فی متر اندازه گیری می شود. در شکل ۹۹ دو نمونه کسینوس فی متر را مشاهده می کنید.



شکل ۱۰۳- دو نوع کسینوس فی متر

کسینوس فی متر در مدارهای تک فاز و سه فاز به کار می‌رود. کسینوس فی مترهای معمولی که برای نصب روی تابلو استفاده می‌شوند، معمولاً برای ولتاژهای ۱۱۰، ۲۲۰، ۳۸۰، ۵۰۰ ولت و جریان ۵ و ۱ آمپر ساخته می‌شوند. در صورتی که بار فقط سلفی یا خازنی باشد از کسینوس فی متر با صفحه مدرج یک طرفه و در صورتی که بار به هر دو صورت سلفی و خازنی باشد از صفحه مدرج دو طرفه یا دوار استفاده می‌شود. شکل ۱۰۰ کسینوس فی متر دو طرفه را نشان می‌دهد.

علامت سلفی (اندوکتیو IND) و علامت خازنی (کپاسیتیو CAP) روی صفحه مدرج درج شده است. عقربه اگر به طرف IND حرکت کند، مصرف کننده سلفی است و در صورتی که عقربه به طرف CAP حرکت کند مصرف کننده خازنی است. کسینوس فی متر مانند وات متر به مدار وصل می‌شود.



شکل ۱۰۴ - کسینوس فی متر دو طرفه

**وارمتر (VAR متر):** ورمتر دستگاهی است که توان راکتیو (غیر مفید) را اندازه می‌گیرد. ترمینال‌های وارمتر مانند پایانه‌های وات متر است. در شکل ۱۰۵ سه نوع ورمتر را مشاهده می‌کنید. نوع انبری (کلمپی) نشان داده شده در شکل ۱۰۵ توانایی اندازه‌گیری توان تا حدود ۲ کیلو وات و جریان صفر تا ۶۰۰/۲۰۰ آمپر و ولتاژ DC ۲۰۰ ولت و ولتاژ AC ۶۰۰ ولت را دارد.

ب - انبری



پ - دیجیتالی



الف - عقربه‌ای

شکل ۱۰۵ - سه نوع ورمتر



## مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی

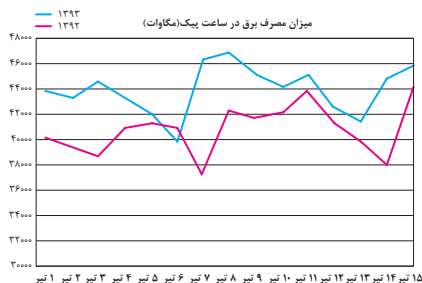
مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی در انتهای مسیر تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی قرار دارند. مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی عبارت اند از :

- بخش مصارف خانگی
  - بخش مصارف صنعتی و تجاری
  - بخش مصارف کشاورزی
  - بخش مصارف عمومی شامل مراکز فرهنگی هنری، تفریحی
- انرژی الکتریکی در این بخش‌ها در تجهیزات زیر مصرف می‌شود:
- موتورهای الکتریکی مثل یخچال‌ها، کولرها، پمپ‌های صنعتی و آب
  - روشنایی مثل لامپ LED، لامپ CFL و فلورسنت
  - گرمازا مثل سماور برقی، پلوپز برقی و المنت‌ها و نظایر آن

### زمان اوج مصرف انرژی الکتریکی



به ساعاتی که مصرف انرژی الکتریکی در کل کشور زیاد باشد، ساعت اوج<sup>۱</sup> مصرف انرژی الکتریکی گفته می‌شود. اوج مصرف روزانه شبکه سراسری انرژی الکتریکی به زمان غروب آفتاب، تاریک شدن هوا و وسایل مصرف کننده‌های روشنایی بستگی دارد. در این زمان در بخش تجاری و خانگی مصرف کننده دیگری نظیر یخچال و فریزر و تلویزیون هم‌زمان با مصرف کننده‌های روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساعات اوج مصرف روزانه انرژی الکتریکی در کشور ما در تابستان بین ساعات ۱۹ تا ۲۳ و در زمستان بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ است. همچنین در بعضی از فصل‌های سال (تابستان) مصرف انرژی الکتریکی نسبت به سایر فصول سال به دلیل اضافه شدن وسایل سرمایشی نظیر کولر بیشتر است که به آن اوج مصرف فصلی می‌گویند. در شکل ۱۰۶ پیک مصرف برق کشور (برحسب مگاوات) در تیر ماه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ نشان داده شده است.

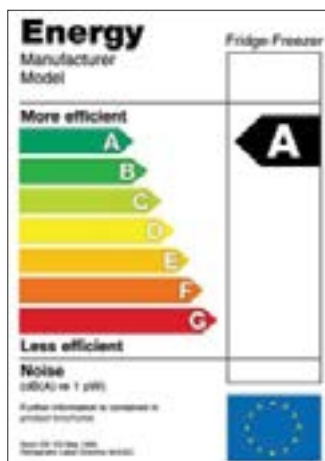


شکل ۱۰۶- اوج مصرف برق در تیرماه

## آشنایی با برچسب انرژی



همه مردم به دنبال تهیه بهترین وسیله برقی جهت استفاده در زندگی روزمره هستند. در عصر تکنولوژی تنوع بسیاری در نوع و کیفیت محصولات برقی در بازار وجود دارد. این تنوع در تعداد قابل ملاحظه‌ای روبه افزایش است. بنابراین انتخاب و خرید وسایل برقی، اطمینان از بازدهی و میزان مصرف انرژی دستگاه‌های مورد نظر برای مصرف‌کنندگان دارای اهمیت و ضرورت بسیاری است. ایجاد اطمینان از کیفیت محصول از طریق آزمایش لوازم برقی و تعیین رتبه کارایی آنها در آزمایشگاه ملی صرفه جویی انرژی انجام شده و در آنجا نیز نصب برچسب انرژی انجام می‌شود.



شکل ۱۰۷- برچسب انرژی بازده

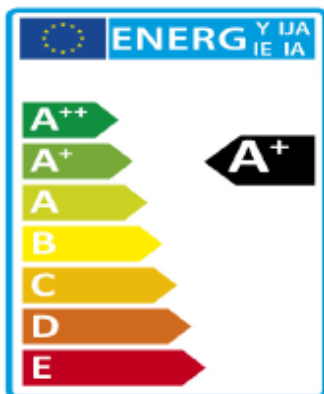
انرژی A

برچسب انرژی امروزه در اغلب کشورهای جهان وجود دارد و مصرف‌کنندگان را با میزان مصرف انرژی هریک از وسایل خانگی انرژی‌بر، آشنا می‌کند. همچنین اطلاعات مشترک در همه وسایل اطلاعات اختصاصی مرتبط به هر وسیله انرژی بر را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. مصرف‌کننده می‌تواند با توجه به این اطلاعات در هنگام خرید، دستگاهی را انتخاب کند که در مقایسه با سایر مدل‌های مشابه دارای مصرف انرژی کمتر و بازدهی بیشتری باشد. برچسب انرژی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که هر قسمت نمایانگر اطلاعاتی است (شکل ۱۰۷).

### - بخش‌های مختلف برچسب انرژی

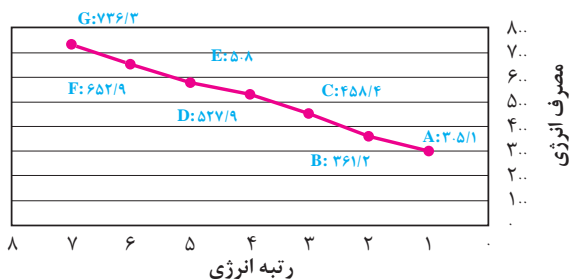
سه بخش اولیه برچسب که در تمامی وسایل انرژی بر خانگی مشترک است به ترتیب نمایانگر علامت تجاری، نام کارخانه سازنده و مدل دستگاه می‌باشد. بخش چهارم برچسب انرژی به وسیله هفت حرف لاتین از A تا G در هفت طیف رنگی درجه‌بندی شده است که هریک از حروف و یا رنگ‌ها معرف درجه‌ای از مصرف انرژی و کارایی دستگاه است. حرف A نشانگر کمترین مصرف انرژی و بیشترین بازدهی دستگاه و حرف G نشانگر بیشترین مصرف انرژی و کمترین بازدهی دستگاه است. بنابراین هرچه رتبه برچسب دستگاه بیشتر باشد کارایی آن نسبت به میزان انرژی که مصرف می‌کند بیشتر است. بخش پنجم، نمایانگر مصرف انرژی دستگاه و سایر بخش‌ها بیانگر اطلاعات اختصاصی در مورد هریک از وسایل است. به طور مثال این بخش

در ماشین لباسشویی نشانگر میزان قدرت پاک‌کنندگی، قدرت خشک‌کن، ظرفیت و میزان مصرف آب و در یخچال نیز نشانگر حجم قسمت یخچال و فریزر دستگاه می‌باشد و آخرین بخش برچسب انرژی در تمامی وسایل علامت مؤسسه استاندارد را نشان می‌دهد. استفاده از برچسب انرژی مزایای گوناگونی برای مصرف‌کنندگان این گونه وسایل دارد.

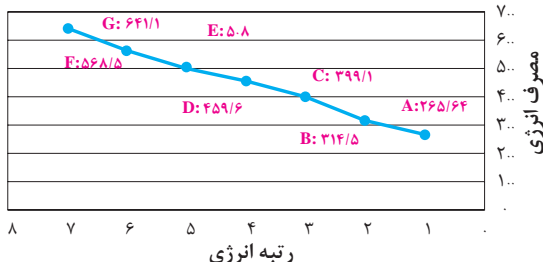


- ۱- انتخاب درست و آگاهانه مردم در هنگام خرید وسایل برقی خانگی
  - ۲- آشنا ساختن مصرف‌کنندگان یا میزان کارایی و بازدهی وسایل برقی خانگی
  - ۳- بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی
  - ۴- کاهش هزینه انرژی مصرفی در خانواده‌ها
  - ۵- کاهش آلودگی محیط زیست
  - ۶- ارائه اطلاعات اختصاصی ویژه هر وسیله برقی
- با توجه به اهمیت و ارزش انرژی از سال ۲۰۱۰ میلادی درجه‌بندی برچسب انرژی از A به A+++ ارتقاء داده شده است (۱۰۸).

مصرف انرژی یخچال فریزر با ظرفیت یکسان و رتبه‌های متفاوت


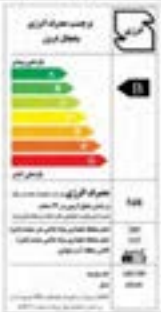

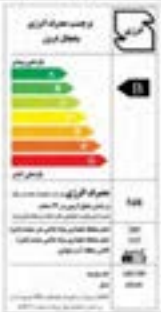

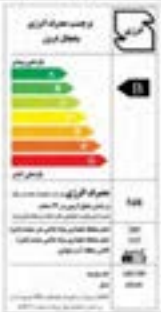


مصرف انرژی فریزر با ظرفیت یکسان و رتبه‌های متفاوت



شکل ۱۰۸- مقایسه برچسب انرژی

در شکل ۱۰۹ مقایسه دو نوع برچسب را مشاهده می کنید.

متغیرها	برچسب انرژی قدیمی اروپا و استاندارد ملی	برچسب انرژی جدید بر اساس دستورالعمل اروپا و استاندارد ملی																																
شاخص بازده	$EEI = \frac{AEc}{SAEc} \times 100$ <p>AEc مصرف انرژی سالیانه وسیله برودتی SAEc مصرف انرژی سالیانه استاندارد وسیله برودتی</p>	<p>مصرف سالانه دستگاه = شاخص بازده انرژی (درصد) مصرف انرژی استاندارد سالانه</p>																																
بازه‌های رتبه مصرف انرژی	<table><tr><td>A+++</td><td><math>EEI &lt; 22</math></td><td>A</td><td><math>1 &lt; EEI \leq 55</math></td></tr><tr><td>A++</td><td><math>22 &lt; EEI \leq 33</math></td><td>B</td><td><math>55 &lt; EEI \leq 75</math></td></tr><tr><td>A+</td><td><math>33 &lt; EEI \leq 44</math></td><td>C</td><td><math>75 &lt; EEI \leq 90</math></td></tr><tr><td>A</td><td><math>44 &lt; EEI \leq 55</math></td><td>D</td><td><math>90 &lt; EEI \leq 100</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>55 &lt; EEI \leq 75</math></td><td>E</td><td><math>100 &lt; EEI \leq 110</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>75 &lt; EEI \leq 90</math></td><td>F</td><td><math>110 &lt; EEI \leq 125</math></td></tr><tr><td>D</td><td><math>90 &lt; EEI \leq 100</math></td><td>G</td><td><math>125 &lt; EEI \leq 140</math></td></tr></table>	A+++	$EEI < 22$	A	$1 < EEI \leq 55$	A++	$22 < EEI \leq 33$	B	$55 < EEI \leq 75$	A+	$33 < EEI \leq 44$	C	$75 < EEI \leq 90$	A	$44 < EEI \leq 55$	D	$90 < EEI \leq 100$	B	$55 < EEI \leq 75$	E	$100 < EEI \leq 110$	C	$75 < EEI \leq 90$	F	$110 < EEI \leq 125$	D	$90 < EEI \leq 100$	G	$125 < EEI \leq 140$	<table><tr><td colspan="2">برچسب مصرف انرژی</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	برچسب مصرف انرژی			
A+++	$EEI < 22$	A	$1 < EEI \leq 55$																															
A++	$22 < EEI \leq 33$	B	$55 < EEI \leq 75$																															
A+	$33 < EEI \leq 44$	C	$75 < EEI \leq 90$																															
A	$44 < EEI \leq 55$	D	$90 < EEI \leq 100$																															
B	$55 < EEI \leq 75$	E	$100 < EEI \leq 110$																															
C	$75 < EEI \leq 90$	F	$110 < EEI \leq 125$																															
D	$90 < EEI \leq 100$	G	$125 < EEI \leq 140$																															
برچسب مصرف انرژی																																		
																																		

شکل ۱۰۹

### معرفی پایگاه اینترنتی:

در پایگاه اینترنتی سازمان بهره‌وری انرژی ایران «سابا»

<http://www.saba.org.ir> می‌توانید مطالعات بیشتری درمورد

مصرف‌کننده‌های الکتریکی و لوازم خانگی برقی و برچسب انرژی داشته

باشید. (شکل ۱۱۰)

تحقیق کنید



شکل ۱۱۰- پایگاه اینترنتی سابا

## فصل ۵

### نقشه خوانی با نرم افزار

## فیوز مینیاتوری

فیوز مینیاتوری یا کلید مینیاتوری Miniature Circuit Breaker که اختصاراً MCB نام‌گذاری شده است تجهیزات الکتریکی خانگی و صنعتی را در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار (عبور جریان غیر مجاز) محافظت می‌کند. مشخصات یک نوع فیوز مینیاتوری را در شکل ۱۱۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱۱- مشخصات یک نوع فیوز مینیاتوری

به عبارت ساده می‌توان گفت فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تجهیزات و مدارات الکتریکی به کار برده می‌شود تا در مواقعی که جریانی بیشتر از حد انتظار از وسیله عبور می‌کند مدار قطع شود تا سایر تجهیزات آسیبی نبینند.

فیوز مینیاتوری از دو مکانیزم برای عملکرد خود استفاده می‌کند:

- ۱ عملکرد بی‌متالی برای حفاظت اضافه بار
- ۲ عملکرد مغناطیسی جهت حفاظت از اتصال کوتاه.

به عبارت دیگر، تشخیص جریان اضافه به عهده یک فلز (بی‌متال) می‌باشد که به وسیله عبور جریان مدت‌دار بیش از جریان نامی گرم شده و بر اثر خم شدن باعث عمل کنتاکت فیوز مینیاتوری شده و مدار را قطع می‌کند.

نتایج تحقیق درباره فیوزهای تندکار و کندکار را به کلاس درس ارائه کنید.

### IEEE= Institute of Electrical and Electronics Engineers

انجمن مهندسان برق و الکترونیک که به IEEE معروف است، یک سازمان بین‌المللی حرفه‌ای است. هدف این انجمن کمک به پیش‌برد تکنولوژی به طور گسترده در حوزه‌های وابسته به مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین زمینه‌های وابسته به طور خاص است. این سازمان با بیش از ۴۰۰ هزار عضو در بیش از ۱۶۰ کشور جهان، دارای بیشترین شمار اعضا از هر سازمان حرفه‌ای دیگری است که از این میان بیش از ۶۸ هزار عضو آن دانشجو هستند. انجمن کارشناسی برق و الکترونیک با انتشار حدود ۱۳۰ مجله کارشناسی و ۴۰۰ مجموعه نوشتار کنفرانس در سال، منتشرکننده یک سوم نوشته‌های کارشناسی چاپ‌شده در زمینه مهندسی برق، الکترونیک و دانش کامپیوتر است.

## کانکتور

کابل‌ها و سوکت‌ها یا اتصال‌دهنده‌ها (کانکتور) را با شماره‌ها و کدهای خاص مشخص می‌کنند، که غالباً هر کد مفهوم ویژه‌ای دارد. مثلاً کمیته FCC سوکتی را با کد FCC-۶۸ نمایش می‌دهد که در آن FCC به مفهوم کمیته ایالتی ارتباطات: (Federal Communication Commission) است و عدد ۶۸ نوع کانکتور را تعیین می‌کند. کد FCC در محلی قابل دید روی قطعه چاپ می‌شود. با استفاده از این کد می‌توانید اطلاعات زیادی در مورد قطعه مورد نظر خود را به‌دست آورید. دقت کنید که ممکن است بعضی از قطعات دارای ۲ کد FCC باشد که یکی را FCC ID و دیگری را FCC REG می‌گویند. و برای جستجوی اطلاعات در مورد قطعه مورد نظر باید کد مربوطه مورد توجه قرار گیرد. برای اطلاعات بیشتر به سایت‌های زیر مراجعه کنید.

[www.inec.ir](http://www.inec.ir)

Iranian national electrotechnical committee

کمیته ملی برق و الکترونیک ایران

[www.nonlinear.ir.iec](http://www.nonlinear.ir.iec)

[www.iec.h](http://www.iec.h)

[elec.show.ir](http://elec.show.ir) : نمایشگاه بین‌المللی الکترونیک ایران

**کابل انتقال متعادل:** نوعی کابل است که اتصال آن به مدار به هر شکلی امکان دارد. یعنی جابه‌جایی سیم در آن مانعی ندارد.

**کابل انتقال نامتعادل:** این کابل به صورت استوانه‌ای و هم‌محور ساخته می‌شود لذا نمی‌توان سیم‌ها را در مدار جابه‌جا کرد. مثلاً کابل مورد استفاده در تلویزیون نوعی کابل کوکسیال (هم‌محور) است. در این کابل‌ها باید مغزی کابل حتماً به محل اصلی و سیم بافته‌شده (شیلد) به سیم مشترک (زمین) وصل شود. از این رو این کابل‌ها را نامتعادل می‌نامند.

**کابل نواری:** در کابل‌های نواری، رنگ روکش محافظ معمولاً سفید یا خاکستری است. کابل‌های نواری در رایانه در حد بسیار گسترده استفاده می‌شوند.

نرم‌افزار electrodioid یا مشابه آن را روی گوشی تلفن همراه یا کامپیوتر نصب کنید و مشخصات کابل‌های صوتی و تصویری را بیابید.

فعالیت



**پلی وینیل کلراید (Polyvinyl chloride):** پی‌وی‌سی (PVC) نوعی پلاستیک بسیار پرکاربرد است. در شرایط حاضری یکی از ارزشمندترین محصولات صنعت پتروشیمی است. به طور عمومی بیشتر از ۵۰٪ از پی‌وی‌سی ساخت بشر در ساختمان‌سازی استفاده می‌شود. زیرا پی‌وی‌سی ارزان بوده و به سادگی سرهمبندی می‌شود. در سال‌های اخیر پی‌وی‌سی جایگزین مواد مختلف شده است ولی همچنان نگرانی در رابطه با مشکلات پی‌وی‌سی برای محیط زیست طبیعی و سلامتی انسان وجود دارد. موارد استفاده فراوانی برای پی‌وی‌سی مانند علامت مغناطیسی کارت‌ها، پنجره‌ها، لوله، کانال، کیف‌های ارزان قیمت، پنجره‌های تاریک (بدون دید) لباس، پرده و روکش کابل‌های الکتریکی، توپ‌های بازی سبک وزن وجود دارد. همچنین ماده‌ای است که به علت ارزان بودن و اعطاف‌پذیر بودن اغلب برای لوله‌کشی آب و فاضلاب استفاده می‌شود.

## کابل چندزوج با روکش پارچه‌ای و فرکانس بالا

✓ کابل‌هایی که دارای چندزوج سیم هستند و سیم‌ها دو به دو، دور هم پیچیده شده‌اند در ارتباطات تلفنی استفاده می‌شود (شکل ۱۱۲).

✓ استاندارد رنگ در کابل‌های تلفن، علائم اختصاری کانکتورها (مانند: AV = Audio Video صوتی و تصویری) و مشخصات کابل‌های فرکانس بالا (BNC) در سایت‌های مختلف وجود دارد.

✓ از کابل با روکش پارچه‌ای در وسایل حرارتی مانند اتو استفاده می‌شود (شکل ۱۱۳).



✓ در نرم افزارهای ElectroDroid نماد فنی انواع کانکتورها و چگونگی اتصال آنها وجود دارد.



شکل ۱۱۲- کابل های چند زوج سیم  
شکل ۱۱۳- یک نمونه وسیله الکتریکی که در آن از روکش پارچه ای استفاده شده است.

## بلندگو

✓ معمولاً پشت بلندگو مقدار توان و امپدانس چاپ می شود و گاهی نیز نام سازنده و کد شرکت سازنده نوشته می شود.

✓ مشخصات فنی بلندگوهای دستگاه های الکترونیکی را که در منزل یا آزمایشگاه از آنها استفاده می کنید را بررسی کنید. این مشخصات از فضای مجازی قابل بارگیری است.

✓ از بی زر در اسباب بازی ها و وسایل خانگی استفاده می شود. از پارامترهای مهم جهت انتخاب صحیح می توان: فشار یا قدرت صدا، ولتاژ ورودی مجاز، ظرفیت خازنی و ابعاد را نام برد.

**رله:** رله ها در مدل های بدنه پلاستیکی (شفاف و غیر شفاف) و بدنه فلزی ساخته می شوند. بوبین رله ها با ولتاژهای مختلف DC و AC کار می کند. معمولاً ولتاژ کار بوبین رله را روی بدنه رله یا برگه اطلاعات آن می نویسند. پرکاربردترین ولتاژهای DC عبارتند از: ۲۴VDC، ۱۲V، ۹V، ۶V و ۵V است. شکل ۱۱۴، برچسب روی بدنه یک نمونه رله و مشخصات فنی آن و در شکل ۱۱۵ برگه اطلاعات رله را مشاهده می کنید.



شکل ۱۱۴- مشخصات فنی یک نمونه رله



### جدول ۱۳- تفاوت لامپ‌های ال‌ای‌دی (LED) با سایر لامپ‌ها

انواع لامپ‌ها	کاربرد	طول عمر (h)	راندمان نوری lum / watt
لامپ‌های التهایبی	منازل	۱۰۰۰	۱۰-۱۵
لامپ‌های کم مصرف	منازل و ادارات	۸۰۰۰	۴۵-۶۵
بخار سدیم پرفشار	روشنایی معابر، بزرگراه‌ها، خیابان‌های اصلی و میدین	۲۵۰۰۰	۶۰-۱۱۰
بخار جیوه پرفشار	روشنایی معابر، خیابان‌های فرعی، پارک‌ها، ساختمان‌های صنعتی	۲۰۰۰۰	۳۵-۶۰
متال هالید	سالن‌های ورزشی، استادیوم‌ها، مراکز خرید، پالایشگاه‌ها و ساختمان‌های بزرگ تجاری	۱۵۰۰۰	۷۵-۸۵
LED	محدودیت استفاده ندارد	۵۰۰۰۰	۷۵-۱۲۰

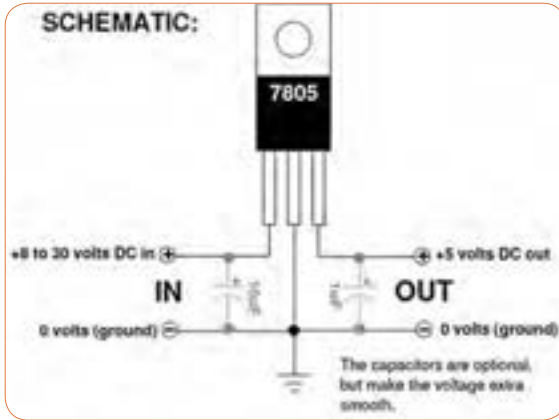
✓ در اکثر وسایل و لوازم الکتریکی و الکترونیکی وقتی دستگاه را روشن می‌کنید، هم‌زمان لامپی روشن می‌شود که نشان‌دهنده روشن بودن دستگاه است، این لامپ را لامپ سیگنال می‌گویند. جهت نمایش وجود یا عدم وجود جریان برق در مدارها از لامپ سیگنال استفاده می‌کنیم. لامپ‌های نشان‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه دستگاه‌های خانگی، اداری، صنعتی و تابلوهای توزیع و تابلو فرمان به کار می‌روند. این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن و یا معیوب بودن دستگاه را نشان دهد.

لامپ‌های مورد استفاده در مدار فرمان، یک لامپ کم قدرت (۱/۲ تا ۵ وات) است که با ولتاژهای مختلف از ۲۴ تا ۲۲۰ ولت کار می‌کند. این لامپ‌ها معمولاً در سه رنگ استاندارد قرمز، سبز و نارنجی ساخته می‌شوند. شکل ۱۱۸ تعدادی لامپ سیگنال را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱۸ - لامپ سیگنال

## آی سی رگولاتور شکل ۱۱۹ برگه اطلاعات آی سی رگولاتور ۷۸۰۵



شکل ۱۱۹- یک نمونه از برگه اطلاعات آی سی رگولاتور

## تایمر و اپتوکوپلر شکل ۱۲۰ یک نمونه برگه اطلاعات تایمر LM555 را نشان می دهد.

**LM555 Single Timer**

**Features**

- High-Current Drive Capability: 200 mA
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From  $\mu$ s to Hours
- Turn off Time Less Than 2  $\mu$ s

**Description**

The LM555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing outputs. With a monostable operation, the delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.

**Applications**

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Delay Generation
- Sequential Timing

**Ordering Information**

Part Number	Operating Temperature Range	Top Mark	Package	Packing Method
LM555CN	0 to +70°C	LM555CN	DIP BL	Reel
LM555CM		SOIC BL	Reel	
LM555CMR		SOIC BL	Tape & Reel	

شکل ۱۲۰- یک نمونه برگه اطلاعات تایمر LM555

## گیت منطقی

در شکل‌های ۱۲۱ تا ۱۲۳ برگه اطلاعات سه نمونه آی‌سی دیجیتال را ملاحظه می‌کنید.

با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم می‌توانید مدار گیت‌های منطقی A را ببینید و با قطع و وصل کلیدهای مدار، درستی جدول و صحت آن را بررسی کنید.



June 1989

## 54LS08/DM54LS08/DM74LS08 Quad 2-Input AND Gates

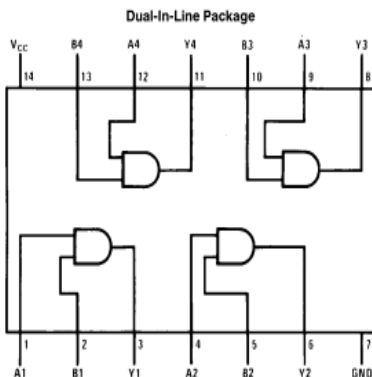
### General Description

This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

### Features

■ Alternate Military/Aerospace device (54LS08) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

### Connection Diagram



TL/F/6347-1

Order Number 54LS08DMQB, 54LS08FMQB, 54LS08LMQB, DM54LS08J, DM54LS08W, DM74LS08M or DM74LS08N  
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

### Function Table

$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High Logic Level

L = Low Logic Level

شکل ۱۲۱

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs.
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

**description**

These devices contain four independent 2-input OR gates.

The SN5432, SN54LS32 and SN54S32 are characterized for operation over the full military range of -55°C to 125°C. The SN7432, SN74LS32 and SN74S32 are characterized for operation from 0°C to 70°C.

SN5432, SN54LS32, SN54S32 ... J OR W PACKAGE

SN7432 ... N PACKAGE

SN74LS32, SN74S32 ... D OR S PACKAGE

(TOP VIEW)

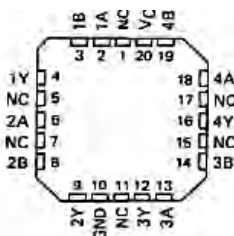
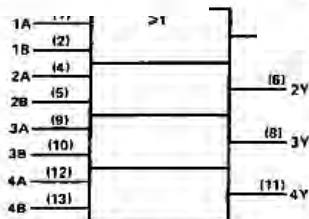


SN54LS32, SN54S32 ... PL PACKAGE

(TOP VIEW)

**FUNCTION TABLE (each gate)**

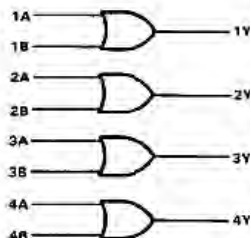
INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
H	X	H
X	H	H
L	L	L

**logic symbol†**

† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

Pin numbers shown are for D, J, N, or W packages.

NC - No internal connection

**logic diagram****positive logic**

$$Y = A + B \text{ or } Y = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

شکل ۱۲۲ - برگه اطلاعات مربوط به آی سی ۷۴۳۲

# **MM54C00/MM74C00 Quad 2-Input NAND Gate** **MM54C02/MM74C02 Quad 2-Input NOR Gate** **MM54C04/MM74C04 Hex Inverter** **MM54C10/MM74C10 Triple 3-Input NAND Gate** **MM54C20/MM74C20 Dual 4-Input NAND Gate**

## **General Description**

These logic gates employ complementary MOS (CMOS) to achieve wide power supply operating range, low power consumption, high noise immunity and symmetric controlled rise and fall times. With features such as this the 54C/74C logic family is close to ideal for use in digital systems. Function and pin-out compatibility with series 54/74 devices minimizes design time for those designers already familiar with the standard 54/74 logic family.

All inputs are protected from damage due to static discharge by diode clamps to  $V_{CC}$  and GND.

## **Features**

- Wide supply voltage range
- Guaranteed noise margin
- High noise immunity
- Low power consumption
- Low power TTL compatibility

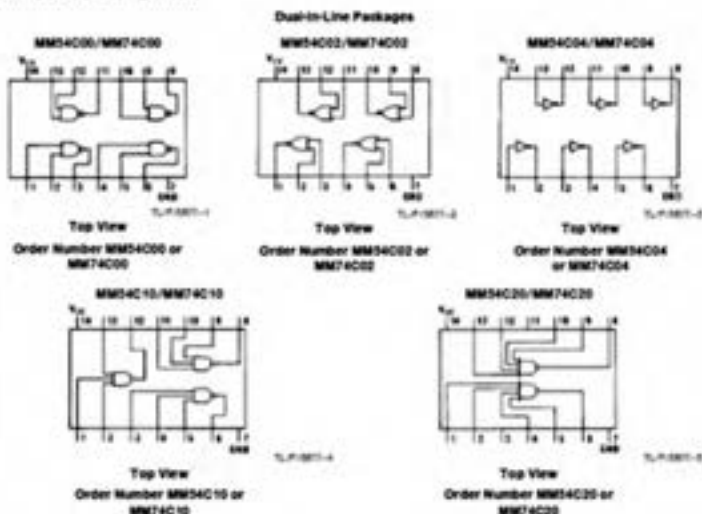
3V to 15V  
1V

0.45  $V_{CC}$  (typ.)

10 mW/package (typ.)

Fan out of 2  
driving 74L

## **Connection Diagrams**



شکل ۱۲۳ - برگه اطلاعات آی سی ۷۴۰۸

نام مؤسسه یا استاندارد	توضیح وظایف	علامت اختصاری
استانداردهای برق و الکترونیک در اروپا	European Committee for Electrotechnical Standardization	CENELEC
استانداردهای کمیته قطعات الکترونیک	CENELEC Electronic components Committee	CECC
استانداردهای اتحادیه صنایع الکترونیک	Electronic Industries Alliance	EIA
استانداردهای انجمن مهندسان کابل‌های آمریکا	the Insulated Cable Engineers Association	ICEA
استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک	International Electrotechnical Commission	IEC
استاندارد انجمن کیفیت وی	Quality assessment system for electronic components	IECQ
استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک آمریکا	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE
استانداردهای اتصالات الکترونیک	Association connection Electronic Industries	EPC

جدول برخی علائم به کار رفته در نقشه‌های الکتریکی و الکترونیکی

توضیح	نماد فنی	علامت اختصاری	انگلیسی
اتصال زمین		E	Earth ground
اتصال سلسله - اتصال بند			Chain of three connection
اتصال مشترک		DB	Common connection
نقطه اتصال			Intersection of connected
مقاومت اهمی		R	Resistor
مقاومت متغیر			Variable Resistor
پتانسیومتر		R	Potentiometer
مقاومت دایره حرارت		PTC	Positive and
مقاومت دایره حرارت		NTC	Negative Temperature coefficient
خازن		C	Capacitor
خازن الکترولیت		C	Electrolytic capacitor
خازن متغیر		C	Variable capacitor
سیم با هسته هوا		L	Coil with Air core
سیم با هسته مغناطیسی		L	Coil with Magnetic core
ترانسفورماتور با هسته آهنی		T	Transformer with Magnetic core



ردیف	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	واژه به زبان فارسی
۱	adaptor	تطبیق دهنده
۲	Ampere hour (Ah)	آمپر ساعت
۳	AND	و
۴	array	آرایه چندتابی
۵	assistance	دستیاری - کمک
۶	attenuation	تضعیف
۷	Audio Frequency Signal Generator (AFSG)	سیگنال ژنراتور صوتی
۸	Audio Frequency (AF)	فرکانس صوتی
۹	Audio Video (AV)	صوتی و تصویری
۱۰	auto range	محدوده - حوزه کار
۱۱	automatic	اتوماتیک
۱۲	Average (AVE)	متوسطه - معدل
۱۳	bargraph	نمایشگر میله‌ای
۱۴	basic	اساسی - اصلی
۱۵	battery = Bat	باتری
۱۶	beam	اشعه الکترونی
۱۷	braid	قیرطان - نواربافته شده
۱۸	bread board	برد بُرد - برد آزمایشگاهی - برد تخته‌ای - صفحه آزمایشگاهی
۱۹	buzzer	وزوزکن - زنگ اخبار
۲۰	cable shoe	کفشک کابل - کابل‌شو
۲۱	calculator	محاسبه‌گر
۲۲	capacitor	خازن
۲۳	case	قاب

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
لامپ اشعه کاتدی	Cathode Ray Tube (CRT)	۲۴
هم‌محور	coaxial	۲۵
رمزگذار	coder	۲۶
فتری - سیم‌پیچی شده	coiled	۲۷
رنگ	color	۲۸
لوح فشرده	Compact Disk (CD)	۲۹
عنصر - قطعه - جزء	component	۳۰
رسانایی	conductivity	۳۱
هادی - رسانا	conductor	۳۲
اتصال‌دهنده‌ها	connector	۳۳
پیوستگی	continuity	۳۴
شمارنده	counter	۳۵
سیکل (چرخه) بر ثانیه	Cycle Per Second (CPS)	۳۶
روشی برای طراحی و تدوین برنامه‌درسی	Dacum (Developing At Curriculum)	۳۷
برگه اطلاعات	data sheet	۳۸
نمایشی	Demonstration (Demo)	۳۹
طراح	designer	۴۰
عایق - نارسانا	dielectric	۴۱
عدد - رقم	digit	۴۲
فرکانس‌متر دیجیتالی	Digital Frequency Meter	۴۳
کلیدهای دو ردیفه با کنتاکت‌های متعدد	Dip Switch	۴۴
غیرقابل شارژ	dischargeable	۴۵
صفحه نمایش	display	۴۶
تقسیم - بخش - قسمت	division (DIV)	۴۷

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
دو - دوتایی	double	۴۸
بارگیری و دریافت اطلاعات از فضای مجازی	download	۴۹
بسته‌بندی - دوردیفه	Dual in Line Package (Dip)	۵۰
وظیفه	duty	۵۱
مؤثر	effective	۵۲
الکتریکی	electrical	۵۳
شدت جریان الکتریکی	Electric Current Intensity	۵۴
نیروی محرکه الکتریکی	Electro Motive Force (EMF)	۵۵
انرژی	energy	۵۶
خارج - بیرونی	External (Ext)	۵۷
پنکه - دمنده	fan	۵۸
تند - سریع	fast	۵۹
فیوز قطع سریع (تند کار)	Fast Blow Fuse	۶۰
اداره فدرال ارتباطات	Federal Communication Commission (FCC)	۶۱
پرونده	file	۶۲
صافی	filter	۶۳
تمام شدن - پایان	finish	۶۴
کانونی کردن	focus	۶۵
چندشاخه - چنگال	fork	۶۶
حوزه تغییرات فرکانس	frequency range	۶۷
فرکانس - بسامد	Frequency	۶۸
تمام - پر	full	۶۹
عملکرد، کارکرد	function	۷۰
تولیدکننده چند نوع سیگنال	function generator	۷۱

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
مولد - مولد برق ژنراتور	generator	۷۲
وابسته به حرارت مرکزی زمین	geothermal	۷۳
خط مشترک - زمین	ground (GND)	۷۴
بالا	high	۷۵
اسب بخار	Horse Power (HP)	۷۶
کمیته بین‌المللی برق	International Electro technical Commission (IEC)	۷۷
واسطه - القاگر (سیم‌پیچ)	inductor inductor	۷۸
نصب	installation	۷۹
ابزار - ادوات - ابزار دقیق	instrument	۸۰
مدارهای مجتمع - تراشه	Integrated Circuit (IC)	۸۱
شدت	intensity	۸۲
بین‌المللی	international	۸۳
پایه	Jack	۸۴
آزمایشگاه - لابراتور	laboratory	۸۵
لامپ - چراغ	lamp	۸۶
مقاومت تابع نور	Light Dependent Resistor (LDR)	۸۷
دیود انتشاردهنده نور	Light Emitting Diode (LED)	۸۸
خط - خط ولتاژ	line	۸۹
صفحه نمایش یا نمایشگر کریستال مایع	Liquid Crystal Display (LCD)	۹۰
محلی	local	۹۱
پایین	low	۹۲
برد اصلی	main board	۹۳
حالت	mode	۹۴
نمایشگر - مشاهده	monitor	۹۵

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
چند اندازه گیر	multi meter	۹۶
چندین - متعدد	multiple	۹۷
ملی	national	۹۸
شبکه	network	۹۹
نامتقارن	no symmetry	۱۰۰
معمولی	normal	۱۰۱
همیشه بسته	Normally Close (NC)	۱۰۲
همیشه باز	Normally Open (NO)	۱۰۳
نفی	NOT	۱۰۴
تقویت کننده عملیاتی	Operational Amplifier (OP Amp)	۱۰۵
اختیار	option	۱۰۶
تزوید کننده نوری	opto coupler	۱۰۷
یا	OR	۱۰۸
نوسان نما	oscilloscope	۱۰۹
راهنمای کاربر	owner manual-user manual- instruction manual	۱۱۰
اکسید	oxide	۱۱۱
بسته بندی	package	۱۱۲
قله - رأس	peak	۱۱۳
زمان تناوب	Period	۱۱۴
دوشاخه	Plug	۱۱۵
قطب	pole	۱۱۶
توان	power	۱۱۷
ضریب توان	power factor	۱۱۸

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
اصلاح ضریب قدرت	Power Factor Correction (PFC)	۱۱۹
منبع تغذیه	power supply	۱۲۰
برتری - تقدم	preference	۱۲۱
ابتدایی - اولیه	primary	۱۲۲
صفحه مدار چاپی	Printed Circuit Board (PCB)	۱۲۳
برنامه - برنامه نوشتن	program	۱۲۴
دکمه فشاری، شستی	push bottom	۱۲۵
شیب - شیب موج دندانه‌ای	ramp	۱۲۶
محدوده - حوزه	range	۱۲۷
دوباره قابل شارژ - شارژپذیر	rechargeable	۱۲۸
منطقه‌ای	regional	۱۲۹
ثبات - ثبت کردن	register	۱۳۰
بازپخش کردن - تقویت کردن	relay	۱۳۱
تعمیر کردن	repair	۱۳۲
بازگرداندن به حالت اولیه	reset	۱۳۳
مقاومت - ایستادگی خاصیت مقاومتی	resistance	۱۳۴
قابلیت مقاومت - مقاومت ویژه	resistivity	۱۳۵
مقاومت - وسیله مقاومتی در مقابل الکتریسیته	Resistor	۱۳۶
زمان برگشت	retrace	۱۳۷
نوار - روبان	ribbon	۱۳۸
حلقوی	ring	۱۳۹
ریشه میانگین مربع، مقدار مؤثر	Root Mean Square (RMS)	۱۴۰
چرخش - دوران	Rotation	۱۴۱
راه‌اندازی راندن - پیمودن - به کار انداختن	run	۱۴۲

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
موج دندانه‌اره‌ای	saw tooth wave	۱۴۳
جاروب کردن - مرور کردن	scanning	۱۴۴
ثانوی - ثانویه	secondary	۱۴۵
نیمه‌هادی	semiconductor	۱۴۶
موتور قابل کنترل	servo motor	۱۴۷
برپاکردن	setup	۱۴۸
۷ قطعه‌ای	seven segment (7 Seg)	۱۴۹
سپر، حفاظ الکتریکی	shield	۱۵۰
اتصال کوتاه	short circuit	۱۵۱
میان‌بر	Short Cut (SC)	۱۵۲
علامت - نشان	signal	۱۵۳
مولد سیگنال	Signal Generator (SG)	۱۵۴
نقره	silver	۱۵۵
شبیه‌سازی	simulation	۱۵۶
یکی - تک تکی	single	۱۵۷
تک پل یک راهه	Single Pole Single Through (SPST)	۱۵۸
اندازه	size	۱۵۹
فیوز قطع با تأخیر (کند کار)	slow blow fuse	۱۶۰
پریز - حفره - جا	socket	۱۶۱
پیل خورشیدی (سلول)	solar cell	۱۶۲
رله حالت جامد	solid state relay	۱۶۳
سرچشمه - منبع - مأخذ	source	۱۶۴
منبع تحریک، منبع راه‌اندازی	source trigger	۱۶۵
موج مربعی	square wave	۱۶۶
استاندارد	standard	۱۶۷

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
موتور پله‌ای	stepper motor	۱۶۸
ابررسانا	super conductor	۱۶۹
قطعه نصب‌سطحی	Surface Mount Device (SMD)	۱۷۰
جاروب کردن - مرور کردن	sweeping	۱۷۱
کلید - سوئیچ	switch	۱۷۲
متقارن	symmetry	۱۷۳
هم زمانی	synchronization	۱۷۴
تکلیف کاری - کار	task	۱۷۵
مقاومت تابع حرارت	thermistor	۱۷۶
از میان - مسیر - از وسط - راه	through	۱۷۷
از میان حفره	through hole	۱۷۸
زمان	time	۱۷۹
نشان - ردیابی	trace	۱۸۰
گذرا - زودگذر	transient	۱۸۱
موج مثلثی	triangle wave	۱۸۲
سه - سه تایی	triple	۱۸۳
نمونه آزمایشی با توانایی محدود	trial	۱۸۴
گذرگاه سری عمومی	Universal Serial Bus (USB)	۱۸۵
متغیر	variable (VAR)	۱۸۶
جریان متغیر	variable current	۱۸۷
مقاومت متغیر	variable resistor	۱۸۸
نسخه - متن	version	۱۸۹
مجازی	virtual	۱۹۰
ولتاژ - اختلاف پتانسیل	voltage	۱۹۱
سیم‌پیچ	winding	۱۹۲
میز کار	workbench	۱۹۳
ولتاژ کار	Working Voltage (WV)	۱۹۴



## بخش دوم

### طراحی و ساخت مدار چاپی



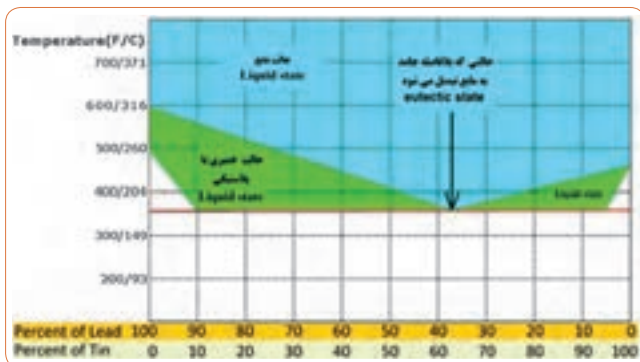
## فصل ۱

### لحیم کاری قطعات گسسته

## نکات مربوط به واحد یادگیری ۱: شایستگی مونتاژ و

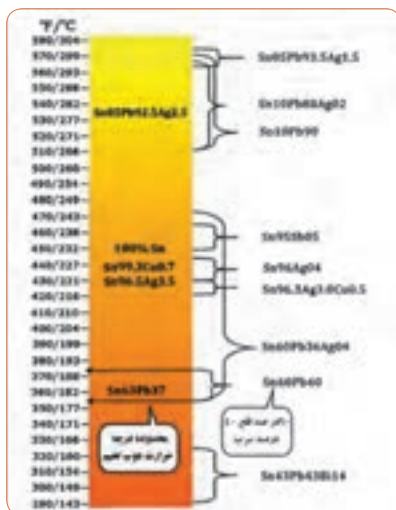
### دمونتاژ قطعات مجزا

- منحنی درصد قلع و سرب در لحیم و ارتباط آن با فرایند ذوب و درجه حرارت: با توجه به شکل ۱، ملاحظه می‌شود که بهترین شرایط برای ذوب لحیم، ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب است. زیرا در این شرایط حالت خمیری وجود ندارد و بلافاصله لحیم از حالت جامد به حالت مایع تبدیل می‌شود.



شکل ۱

- در شکل ۲ نمودار درصد قلع و سرب در لحیم و ارتباط آن با فرایند ذوب و درجه حرارت به صورت دسته‌بندی شده آمده است. این نمودار برداشت ساده‌تر و کاربردی‌تری از منحنی شکل ۱ است.



شکل ۲

● در لحیم کاری های طولانی استفاده از ماسک های مخصوص الزامی است. ماسک باید از نوع استاندارد انتخاب شود. در شکل ۳ یک نمونه ماسک استاندارد مخصوص جوشکاری و لحیم کاری را ملاحظه می کنید.



شکل ۳

### چگونه از روکش حرارتی استفاده کنیم؟

روکش حرارتی کاربرد زیادی دارد. مثلاً از آن می توانید برای محافظت سیم و کابل در مقابل سایش، مواد شیمیایی، آب و هوا، یا برای بسته بندی و دسته بندی استفاده کنید. با کمی حرارت روکش حرارتی جمع شده و جسم را کاملاً پوشش می دهد. برای این کار نیاز به یک منبع حرارت مانند تفنگ گرمایی (سشوار صنعتی) یا یک شعله کوچک اجاق کوچک دارید، شکل ۴.

◆ **اول ایمنی:** به یاد داشته باشید کار با حرارت و آتش خطرناک است ممکن است باعث آسیب به خود یا آتش سوزی بزرگ شود. برای جلوگیری از این اتفاقات ناگوار حتماً باید از عینک محافظ، ماسک، دستکش و لباس مناسب استفاده کنید.



شکل ۴

### ◆ مرحله اول: انتخاب قطر (سایز - size) روکش

روکش حرارتی زمانی جمع (منقبض) می شود که به سطح روکش حرارت ملایم وارد شود. همچنین انتخاب قطر سایز روکش حرارتی

بسیار مهم است تا عایق‌بندی به خوبی انجام شود. همیشه قطر روکش باید به گونه‌ای انتخاب شود که پس از حرارت دیدن کوچک‌تر از قطر منطقه مورد عایق‌بندی (قطر سیم با عایق) نباشد و پیش از حرارت دیدن به راحتی در منطقه مورد عایق‌بندی قرار گیرد، شکل ۵.



شکل ۵

#### ♦ مرحله دوم: بریدن روکش

پس از انتخاب روکش حرارتی متناسب با قطر سیم یا کابل روکش حرارتی را به اندازه مورد نیاز ببرید. با توجه به قطر سیم، لازم است طول روکش کمی بزرگ‌تر باشد تا دو طرف سیم یا کابل به‌طور مناسب عایق‌بندی شود. به‌خاطر داشته باشید که طول روکش حرارتی در طی فرایند حرارت‌دهی، با توجه به جنس آن در حدود ۵ تا ۷ درصد کاهش می‌یابد. توجه داشته باشید که روکش حرارتی به آسانی با قیچی بریده می‌شود، شکل ۶.



شکل ۶

#### ♦ مرحله سوم: قرار دادن روکش در محل عایق‌بندی و حرارت دادن آن

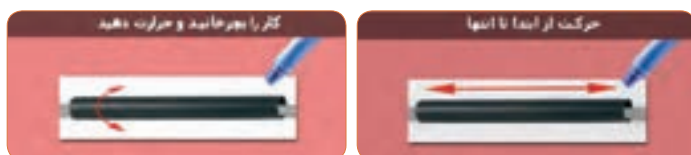
پس از بریدن روکش، آن را به گونه‌ای در محل قرار دهید که دو طرف محل عایق‌بندی را بپوشاند. هنگام حرارت دادن باید میزان حرارت با توجه به ابعاد سیم یا کابل مناسب باشد بنابراین نوع تفنگ حرارتی که استفاده می‌کنید بسیار اهمیت دارد. استفاده از شعله به

دلیل عدم یکنواختی و ایجاد آسیب‌های احتمالی، اصلاً توصیه نمی‌شود، شکل ۷.



شکل ۷

برای حرارت دادن از ابتدای کار شروع به حرارت دادن کنید و مطمئن شوید هیچ‌گونه حبابی به وجود نمی‌آید. به عبارت دیگر کل کار را به طور یکنواخت حرارت دهید. پس از حرارت دادن روکش و انقباض آن، به روکش اجازه دهید تا به‌خوبی خنک شود، شکل ۸.



شکل ۸

## مزایای مدار چاپی

به‌طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی به شرح زیر است:

- از شلوغ شدن اتصالات و سیم‌کشی‌ها جلوگیری می‌شود.
- اندازه مدارها کوچک می‌شود.
- به‌هنگام تعمیر مدار دنبال کردن خطوط به سهولت انجام می‌شود.
- مونتاژ مدار سریع و آسان و مقرون به صرفه است.
- تکثیر و تولید زیاد لوازم الکترونیکی آسان‌تر است.
- مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.
- صرف‌نظر از روش‌های مختلف طراحی و تکثیر مدار چاپی اجرای مراحل زیر در تمام روش‌ها مشابه است:
  - چسباندن ورقه نازک مس روی فیبر عایق (مرحله ساخت فیبر).
  - طراحی مدار چاپی با در نظر گرفتن اندازه حقیقی و استانداردهای موجود.
  - استفاده از روش‌های رایج در انتقال مدار روی فیبر.
  - قرار دادن فیبر در داخل اسید و از بین بردن مس‌های اضافی.

- تمیز کردن فیبر و سوراخ کردن آن.
  - لحیم‌کاری و مونتاژ عناصر روی فیبر.
- در شکل‌های ۹ تا ۱۴، پنج مرحله از مراحل فوق نشان داده شده است.



شکل ۱۰- تمیز کردن



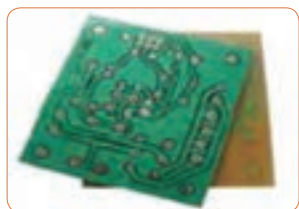
شکل ۹- فیبر خام



شکل ۱۲- فیبر آماده سوراخ‌کاری



شکل ۱۱- انتقال طرح روی فیبر



شکل ۱۴- فیبر آماده مونتاژ



شکل ۱۳- فیبر آماده سوراخ‌کاری

## ضخامت لایه‌های مس روی فیبر

لایه‌های مس چسبانده شده روی فیبر مدار چاپی نیز دارای استانداردهای مشخص است. ضخامت لایه مس چسبانده شده بر روی فیبر معمولاً ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میکرومتر است. به علت نازک بودن لایه مس، ارتباط پایه‌های عناصر دارای محدودیت‌هایی است. این محدودیت‌ها شامل حداکثر جریان عبوری از خطوط ارتباطی و ماکزیمم مقاومت ایجاد شده در محل اتصالات است. همچنین ولتاژی هم که می‌توان بین دو نقطه اتصال داد، دارای محدودیت است. در طراحی برای فرکانس بالا خاصیت خازنی باید در نظر گرفته شود. برای در نظر گرفتن محدودیت‌های فوق جداول و استانداردهایی وجود دارد که می‌توان با استفاده از آنها مدار چاپی را بدون اشکال طراحی کرد.

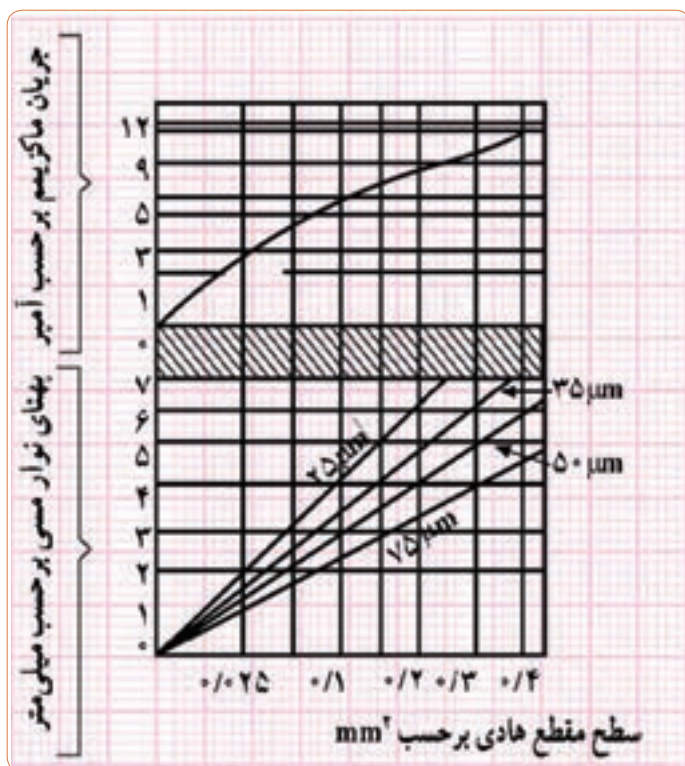


## محاسبهٔ ماکزیمم جریان عبوری از لایهٔ مسی

برای محاسبهٔ ماکزیمم جریان عبوری از لایه‌های مس با پهنای مختلف از نمودار شکل ۱۵ استفاده می‌شود. در این شکل ابتدا با داشتن پهنای خطوط ارتباطی از منحنی پایین، سطح مقطع محل عبور جریان به دست می‌آید. سپس با استفاده از منحنی بالایی ماکزیمم جریان عبوری مجاز تعیین می‌شود. به عنوان مثال خطی با پهنای  $4\text{ mm}$  روی فیبر با لایهٔ مسی به ضخامت  $75\text{ }\mu\text{m}$  دارای سطح مقطعی برابر  $0.3\text{ mm}^2$  میلی‌مترمربع است. ماکزیمم جریان قابل عبور از این سطح مقطع با توجه به نمودار برابر  $10\text{ A}$  خواهد بود.

تمرین

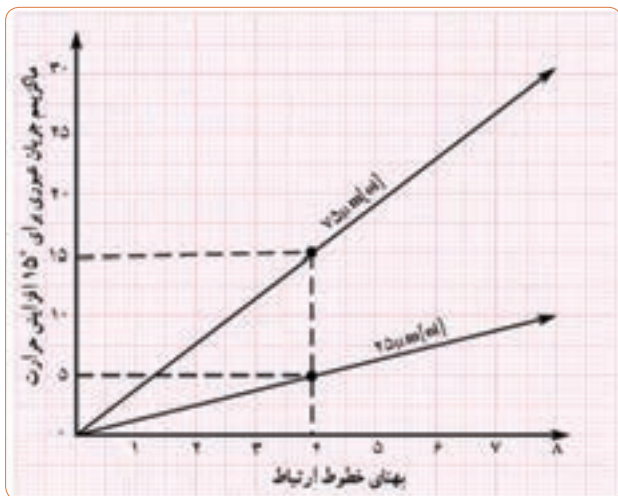
اگر جریان عبوری از نوار مسی  $3\text{ آمپر}$  و ضخامت نوار  $25\text{ میکرومتر}$  باشد، با استفاده از نمودار شکل ۱۵، ضخامت نوار را محاسبه کنید. توجه داشته باشید که عبور جریان از نوار مسی موجب گرم شدن آن می‌شود. مثلاً عبور جریان  $10\text{ آمپر}$  از این نوار مسی، به اندازهٔ  $10^\circ\text{C}$  درجه، حرارت مس را بالا می‌برد.



شکل ۱۵- محاسبات فیبر مدار چاپی

## نمودار محاسبه مستقیم جریان عبوری یا ضخامت نوار با توجه به درجه حرارت

منحنی‌های دیگری نیز برای محاسبه مستقیم جریان عبوری یا ضخامت نوار با توجه به درجه حرارت وجود دارد. در شکل ۱۶ ماکزیمم جریان عبوری با توجه به افزایش ۱۵ درجه حرارت ترسیم شده است. در این نمودار مقدار ضخامت نوار با توجه به جریان عبوری به طور مستقیم قابل محاسبه است.



شکل ۱۶

## محاسبه مقاومت خطوط ارتباطی

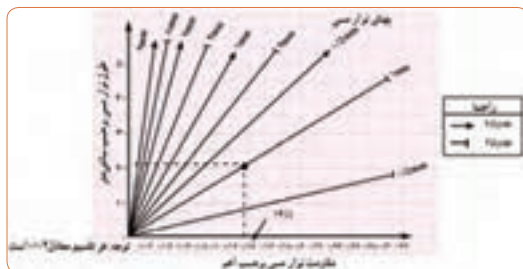
مقاومت ایجادشده بر روی فیبر مدار چاپی در اثر خطوط ارتباطی، بستگی به ضخامت لایه مس و پهنای خطوط ارتباط دارد. مقاومت ایجادشده باید طوری در نظر گرفته شود که باعث افت ولتاژ در طول مسیر و نیز تلفات قدرت بیش از حد نشود. با داشتن سطح مقطع و طول یک هادی می‌توان مقاومت آن را محاسبه کرد. منحنی شکل ۱۷ مقاومت خطوط ارتباطی را با پهنای و طول‌های مختلف نشان می‌دهد.

به‌عنوان مثال مقاومت خطی به طول ۲۰ سانتی‌متر و پهنای یک میلی‌متر بر روی فیبری با ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر حدود ۰/۱۴ اهم است.

اگر از این خط ارتباطی، جریانی برابر ۲ آمپر عبور کند افت ولتاژی برابر با ۰/۲۸ ولت ایجاد می‌شود.

در بعضی مدارها که به مقاومت کم با وات بالا نیاز است، می‌توان

از لایه مسی روی فیبر به عنوان مقاومت استفاده کرد. با اضافه نمودن فواصل پایه‌المان‌ها می‌توان طول لایه مسی را اضافه نمود و مقاومت مورد نظر را به دست آورد.



شکل ۱۷- مقاومت نوار مسی بر حسب اهم

## فاصله خطوط ارتباطی

حداقل فاصله بین دو خط ارتباطی با توجه به ولتاژ مدار محاسبه می‌شود. اگر فاصله خطوط با در نظر گرفتن ولتاژ مدار از حد مجاز کمتر شود باعث ایجاد جرقه و یا ارتباط بین دو خط می‌شود. در جدول ۱ حداقل فاصله بین دو نقطه متناسب با ولتاژ مدار آورده شده است.

جدول ۱

ولتاژ DC یا ماکزیمم ولتاژ AC (ولت)	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۱۷۰	۱۷۱-۲۵۰	۲۵۱-۵۰۰
حداقل فاصله (میلی‌متر - mm)	۰/۵	۰/۷	۱	۱/۲	۳

## ◆ Pcb trace width calculator

در رسانه‌های مختلف علمی، محاسبه‌گرهای پهنای نوار چاپی وجود دارد که با مراجعه به آن می‌توانید پهنای نوار را محاسبه کنید. در ادامه نمونه‌ای از محاسبه‌گرها را مشاهده می‌کنید.

### PCB Trace Width Calculator

This Javascript web calculator calculates the trace width for printed circuit boards based on a curve fit to IPC-2221 (formerly IPC-D-275). Also see the via calculator.

#### New Features:

- Results update as you type
- Several choices of units.
- Units and other settings are saved between sessions
- Blog format allows user comments

Current	10	Amps
Thickness	4	mm ▼

Optional Inputs:

Temperature Rise	10	Deg C ▼
Ambient Temperature	25	Deg C ▼
Trace Length	1	inch ▼

Results for Internal Layers:

Required Trace Width	0.164	mm ▼
Resistance	0.000685	Ohms
Voltage Drop	0.00685	Volts
Power Loss	0.0685	Watts

Results for External Layers in Air:

Required Trace Width	2.48	mil ▼
Resistance	0.00178	Ohms
Voltage Drop	0.0178	Volts
Power Loss	0.178	Watts

## فصل ۲

### مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

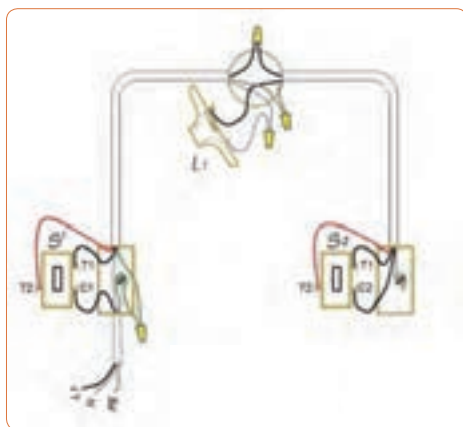
#### ♦ مدار تبدیل (دو راهه):

این کلید قادر به کنترل یک روشنایی از دو نقطه است. از نظر شکل ظاهری شبیه کلید یک پل است. در شکل ۱۸ اتصال کلید تبدیل شبیه‌سازی شده روی دیوار با دریافت برق از لامپ را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۸- مدار کلید تبدیل (برق از چراغ)

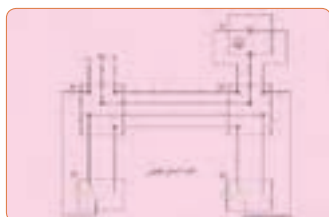
در شکل ۱۹ چگونگی سیم‌کشی مدار روشنایی با کلید دوراهه (تبدیل) از سمت کلید آورده شده است.



شکل ۱۹- مدار کلید تبدیل (برق از کلید) چراغ بین دو کلید

● موارد کاربرد این کلید در راهروها، سالن پذیرایی و اتاق‌های دو در است. ترکیب این کلید با کلید یک پل (یک‌راهه) در اتاق خواب

استفاده می‌شود. ظاهر این کلید شبیه کلید یک پل است ولی به جای دو کنتاکت شامل سه کنتاکت، یکی مشترک (پیچ قرمز) و دو غیرمشترک (پیچ سفید) است. در شکل‌های ۲۰ و ۲۱ نقشه مدارسیم کشی و نمادهای کلید تبدیل را ملاحظه می‌کنید.



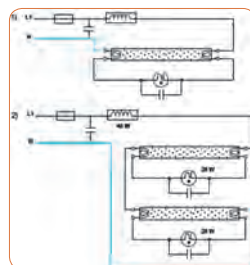
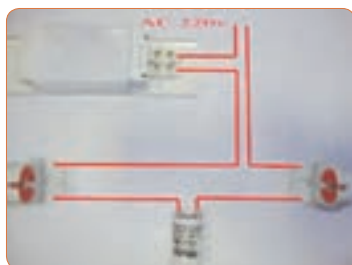
شکل ۲۰



شکل ۲۱

## مدار لامپ فلورسنت معمولی

در شکل ۲۲ نقشه فنی و مدار عملی لامپ فلورسنت و اجزاء آن آمده است.



شکل ۲۲

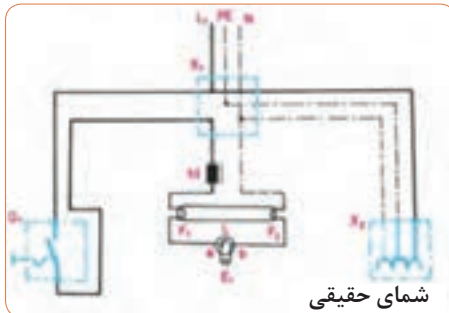
### ◆ معایب بالاست مغناطیسی:

- گرمای بسیار زیادی تولید می کنند، در نتیجه تلفات انرژی زیادی دارند.
  - روشن شدن مهتابی همراه با دو سه ثانیه تأخیر اتفاق می افتد و مهتابی قبل از روشن شدن چند بار چشمک می زند تا کاملاً روشن شود.
  - این بالاست ها در هنگام کار دارای یک سروصدای «ویزویز» هستند که شاید این صدا برای خیلی ها قابل تحمل نباشد.
  - طول عمر لامپ مهتابی در این مدل کمتر است.
  - استفاده از این بالاست ها باعث می شود که لامپ مهتابی در هر ثانیه ۱۰۰ بار خاموش و روشن شود، شاید چشم ما قادر به مشاهده آن نباشد. ولی این قضیه باعث خستگی چشم می شود.
  - نیاز به وجود قطعه ای به نام استارت است.
  - وزن این بالاست ها بیش از پنج برابر بالاست های الکترونیکی است.
- در مدار مهتابی با بالاست الکترونیکی، برعکس بالاست های مغناطیسی، شش ترمینال وجود دارد. سیم فاز و نول وارد دو تا از ترمینال های آن شده و از چهار ترمینال بعدی بالاست، به لامپ مهتابی وصل می شود.

### ◆ طرز کار لامپ فلورسنت با بالاست مغناطیسی

در شکل ۲۳ مدار لامپ فلورسنت که با کلید یک پل کار می کند را ملاحظه می کنید. طرز کار آن به شرح زیر است:

زمانی که کلید  $Q_1$  را وصل می کنیم بین دو الکتروود استارتر  $(a, b)$ ، اختلاف سطحی برابر با ۲۲۰ ولت به وجود می آید، این اختلاف سطح گاز نئون داخل استارتر را یونیزه کرده و سبب می شود از آن جریان عبور کند. در اثر عبور جریان، تیغه بی متال  $L$  ضمن گرم شدن خم می شود و به الکتروود دیگر می چسبد. در این حالت در رشته های فلزی لامپ که آن را فیلامان می نامند  $(F_1, F_2)$  و در مسیر استارتر و چک قرار گرفته اند، جریان برقرار می شود و آنها را سرخ می کند. در اثر سرخ شدن فیلامان ها، الکترون های سطحی فیلامان، ضمن پرتاب شدن از آن باعث یونیزه شدن گازهای اطراف خود می شوند.



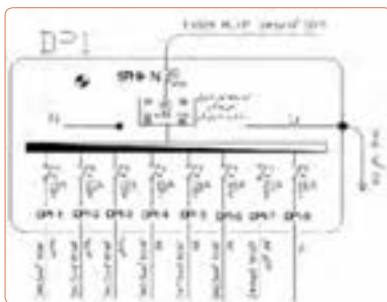
شکل ۲۳



همچنین به علت چسبیدن تیغه‌های بی‌متال استارتر، در دو سر آن، افت ولتاژ وجود ندارد و این ولتاژ به صفر نزدیک می‌شود. در این حالت، گاز نئون داخل استارتر دیگر یونیزه نمی‌شود. در لحظه قطع استارتر، به علت خاصیت خودالقایی سلف (چک لامپ مهتابی M) ولتاژ لحظه‌ای زیادی (حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ولت) تولید می‌شود که این ولتاژ، بخار جیوه داخل لامپ را یونیزه می‌کند و جریان از داخل لامپ سبب برخورد الکترون‌ها به جدار داخلی لامپ می‌شود. چون داخل لامپ از مواد فلورسانس پوشیده شده است، برخورد الکترون‌ها به آن باعث تولید نور می‌شود. در این حالت جریان لامپ زیاد می‌شود و ولتاژ اضافی آن در دو سر چک افت می‌کند. چون ولتاژ دو سر استارتر کم می‌شود گاز داخل آن یونیزه نمی‌شود و جریانی از بی‌متال عبور نمی‌کند. در نتیجه، از این لحظه به بعد بی‌متال نقشی در مدار نخواهد داشت.

## تابلو توزیع برق واحد مسکونی

تابلو توزیع برق واحد مسکونی شامل محلی برای نصب کلیدهای حفاظتی و دارای (شین) نول و ارت می‌باشد. لوله برق ورودی واحد مسکونی از تابلو کنتور به سوی آن هدایت می‌شود و پس از توزیع برق بین کلیدهای حفاظتی در مسیرهای مستقل توسط لوله برق به سوی مدارهای مختلف مانند مدارهای روشنایی و پریز هدایت می‌شود. تابلو توزیع برق دارای دو نوع توکار و روکار است، شکل ۲۴.



شکل ۲۴

برای تابلوهای توزیع نقشه الکتریکی ترسیم می‌شود و آن را با حروف اختصاری DP نشان می‌دهند.

در نقشه الکتریکی تابلو توزیع واحد مسکونی DP، مشخصات کلیدهای حفاظتی MCB هر مسیر و تعداد مسیرهای توزیع به همراه اندازه لوله و تعداد سیم‌ها و اندازه سیم نشان داده می‌شود.

### ♦ ارتفاع نصب تجهیزات برقی

ارتفاع نصب تجهیزات برقی از کف تمام شده در سیم‌کشی برق ساختمان در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. لذا پس از جانمایی با توجه به ارتفاع مجاز محل نصب هر یک مشخص می‌شود.

جدول ۲

ارتفاع نصب استاندارد از کف تمام‌شده (اندازه‌ها به سانتی‌متر)					
توضیحات	تابلو و آیفون	چراغ‌ها	پریزها	کلیدها	
کلید کولر در ارتفاع ۱۴۰	۱۴۰	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	پذیرایی و نشیمن
	-	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	اتاق خواب
فاصله پریزها از نقطه آبریز شیرها ۶۰ سانتی‌متر	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	آشپزخانه
در جهت افقی دوش نباید هیچ‌گونه وسیله برقی نصب شود.	-	۲۲۵	ممنوع	ممنوع	حمام
	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	سرویس بهداشتی (توالت)
	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	تراس
فاصله مجاز از لوله آب و گاز رعایت شود.	۱۴۰	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	ورودی واحد آپارتمان
	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	پیلوت - پارکینگ - حیاط

### ♦ محدوده‌های مجاز

- فاصله لبه تابلو توزیع برق از لوله آب ۶۰ سانتی‌متر و از لوله گاز ۹۰ سانتی‌متر است.
- حداقل فاصله پریزهای برق از نقطه آبریز شیر و پکیج دیواری ۶۰ سانتی‌متر است.

- حداقل فاصله لوله برق از تأسیسات آب و گاز و بخار و امثال آن باید ۳۰ سانتی‌متر باشد.
- در جهت افقی دوش حمام نباید هیچ‌گونه وسیله برقی نصب شود.
- فاصله کلید از چهارچوب «در» می‌تواند بین ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر انتخاب گردد.
- در آشپزخانه پریز از مرز بیرونی سینک ظرف‌شویی و در سرویس بهداشتی از روشویی ۶۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشد.
- ارتفاع پریز برای هود ۱۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

#### ◆ مشخصات داکت‌های پلاستیکی (ابعاد بر حسب میلی‌متر)، جدول ۳

جدول ۳

۴۰×۹۰	۴۰×۳۵	۴۰×۶۰	۶۰×۶۰	۴۰×۵۰	۴۰×۴۰	۳۰×۵۰	۳۵×۴۰	۳۰×۳۰	۱۵×۳۰	۲۵×۲۰	۲۰×۲۰	۱۰×۱۰	ساده
									۴۰×۳۵	۴۰×۶۰	۶۰×۶۰	۹۰×۴۰	شیاردار

#### ◆ مشخصات طول رولپلاک (ابعاد بر حسب میلی‌متر)، جدول ۴

جدول ۴

۶	۶	۸	۱۰	قطر سوراخ کاری
۳۵	۵۰	۵۰	۶۰	طول رولپلاک
۴۵	۶۰	۶۰	۷۵	حداقل عمق سوراخ کاری
۵	۵	۶	۸	اندازه پیچ مناسب

#### ◆ مشخصات چند نمونه سشوار صنعتی، جدول ۵

جدول ۵

۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	ولتاژ تغذیه (ولت)
۲۰۰۰ وات	۱۸۰۰ وات	۱۸۰۰ وات	توان (وات)
۶۵۰ تا ۵۰	۵۷۰ تا ۵۰	۶۰۰ تا ۵۰	دمای هوای خروجی (سانتی‌گراد)
۷۹۰ گرم	۸۰۰ گرم	۸۰۰ گرم	وزن (کیلوگرم)

#### ◆ مشخصات چند نمونه دریل، جدول ۶

جدول ۶

۱۳۵۰	۱۱۰۰	۸۰۰	قدرت (وات)
		۰ - ۹۰۰ دور	سرعت آزاد
۴۵ تا ۱۲	۴۰ تا ۱۲	۲۶ تا ۴	قطر مته کاری (میلی‌متر)
۷/۹	۲/۶	۲/۷	وزن (کیلوگرم)

◆ مشخصات چند نمونه مته، جدول ۷

جدول ۷

طول مته (سانتی‌متر)					قطر مته (میلی‌متر)
۱۱	-	۸	۷	۶	۵
۱۶	۱۲	۱۰	۸	۷	۶
۴۶	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰
۶۰	-	-	۲۲	۲۰	۱۸

◆ مشخصات سیم‌های مفتولی، جدول ۸

جدول ۸

وزن تقریبی	مقاومت هادی در $20^{\circ}\text{C}$	حداکثر مقاومت عایقی در $70^{\circ}\text{C}$	میانگین قطر خارجی		ضخامت عایق	گروه هادی	سطح مقطع نامی هادی
Kg/Km	$\Omega/\text{Km}$	$\text{M}\Omega/\text{Km}$	حد بالا mm	حد پایین mm	mm		$\text{mm}^2$
۸	۳۶	۰/۰۱۵۰	۲/۳	۱/۹	۰/۶	۱	۰/۵
۱۱	۲۴/۵	۰/۰۱۲۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۱	۰/۷۵
۱۴	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱	۱
۲۰	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۳/۲	۲/۶	۰/۷	۱	۱/۵
۲۲	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۲	۱/۵
۳۱	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۹	۳/۲	۰/۸	۱	۲/۵
۳۳	۷/۴۱	۰/۰۰۹۰	۴/۰	۳/۳	۰/۸	۲	۲/۵
۴۶	۴/۶۱	۰/۰۰۸۵	۴/۴	۳/۶	۰/۸	۱	۴
۴۸	۴/۶۱	۰/۰۰۷۷	۴/۶	۳/۸	۰/۸	۲	۴
۶۶	۳/۰۸	۰/۰۰۷۰	۵/۰	۴/۱	۰/۸	۱	۶
۶۹	۳/۰۸	۰/۰۰۶۵	۵/۲	۴/۳	۰/۸	۲	۶
۱۰۵	۱/۸۳	۰/۰۰۷۰	۶/۴	۵/۳	۱/۰	۱	۱۰
۱۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۶۵	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۲	۱۰

♦ مشخصات سیم‌های افشان، جدول ۹

جدول ۹

وزن تقریبی	حداکثر مقاومت هادی در $20^{\circ}\text{C}$	حداقل مقاومت عایقی در $70^{\circ}\text{C}$	میانگین قطر خارجی	ضخامت عایق	سطح مقطع نامی هادی
Kg/Km	$\Omega/\text{Km}$	M $\Omega/\text{Km}$	حد بالا mm	حد پایین mm	mm <sup>2</sup>
۹	۳۹	۰/۰۱۳۰	۲/۵	۲/۱	۰/۵
۱۱	۲۶	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۷۵
۱۴	۱۹/۵	۰/۰۱۰۰	۲/۸	۲/۴	۱
۲۰	۱۳/۳	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۱/۵
۳۲	۷/۹۸	۰/۰۰۹۰	۴/۱	۳/۴	۲/۵
۴۷	۴/۹۵	۰/۰۰۷۰	۴/۸	۳/۹	۴
۶۷	۳/۳۰	۰/۰۰۶۰	۵/۳	۴/۴	۶
۱۱۳	۱/۹۱	۰/۰۰۵۶	۶/۸	۵/۷	۱۰

♦ مشخصات سیم‌های افشان، جدول ۱۰

جدول ۱۰

وزن تقریبی	حداقل نیروی پارگی	حداکثر مقاومت هادی در $70^{\circ}\text{C}$	میانگین قطر خارجی	تعداد و قطر هادی	سطح مقطع نامی هادی
Kg/Km	kN	$\Omega/\text{Km}$	mm	mm	mm <sup>2</sup>
۱۴۴	۱/۲۱	۰/۱۳۸۵	۵/۱	۷×۱/۷۰	۱۶
۲۲۹	۰/۷۸۰	۰/۷۴۶۱	۶/۳	۷×۲/۱۴	۲۵
۳۱۷	۰/۵۵۴	۰/۵۲۶۴	۷/۵	۷×۲/۵۲	۳۵
۴۲۶	۰/۳۸۶	۰/۳۶۵۶	۸/۹	۷×۲/۹۲	۵۰
۴۲۹	۰/۳۸۶	۰/۳۷۵۹	۹/۰	۱۹×۱/۷۸	۵۰
۶۲۰	۰/۲۷۲	۰/۲۷۶۲	۱۰/۵	۱۹×۲/۱۴	۷۰
۸۵۹	۰/۲۰۶	۰/۱۹۴۹	۱۲/۵	۱۹×۲/۲۵	۹۵
۱۰۸۰	۰/۱۶۱	۰/۱۵۵۴	۱۴/۱	۱۹×۲/۸۰	۱۲۰

### ♦ تعیین سطح مقطع سیم

در طراحی سیم‌کشی برق ساختمان نیاز به انتخاب سیم با سطح مقطع مشخصی می‌باشد. هر سیم با سطح مقطع مشخص قادر به انتقال جریان معینی است که اگر جریان سیم از آن تجاوز کند سبب تلفات انرژی الکتریکی، کوتاهی عمر سیم و یا سوختن آن می‌شود. لذا در انتخاب سطح سیم سه اصل زیر را باید در نظر گرفت:

(الف) جریان از حد مجاز جریان سیم بیشتر نشود.

(ب) افت ولتاژ از حد مجاز بیشتر نشود.

(ج) محاسبات اقتصادی در مورد سطح مقطع انتخابی از نظر افت توان انجام شود.

حداکثر جریان مجاز سیم براساس سطح مقطع و محل استفاده در جدول ۱۱ آمده است.

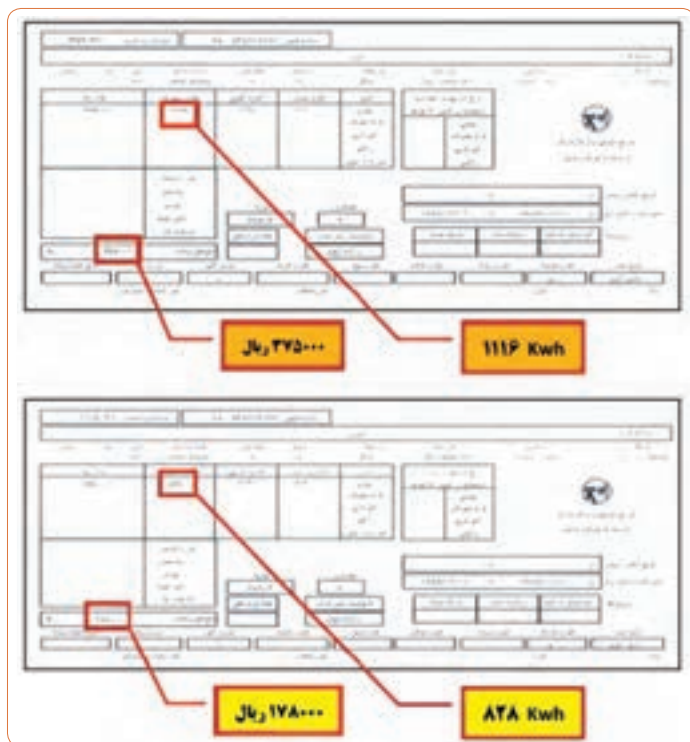
جدول ۱۱

شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر			مقطع سیم به میلی‌متر مربع
سیم‌های هوایی	کابل‌های روکار	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	
۱	۶	۴	۰/۷۵
۱۵	۱	۶	۱
۲	۱۵	۱	۱/۵
۲۵	۲	۱۵	۲/۵
۲۵	۲۵	۲	۴
۵	۲۵	۲۵	۶
۶	۵	۲۵	۱
۸	۶	۵	۱۶
۱	۸	۶	۲۵
۱۲۵	۱	۸	۲۵
۱۶	۱۲۵	۱	۵
۲	۱۶	-	۷
۲۲۵	۲	-	۹۵
۲۶	۲۲۵	-	۱۲
۲	۲۶	-	۱۵
۲۵	۲	-	۱۸۵
۴۲	۲۵	-	۲۴
۵	۴۲	-	۲

## نکات ایمنی و صرفه جویی در مصرف برق

**سؤال ۱-** برای جمع آوری قطعات شکسته یک لامپ کم مصرف چه موارد ایمنی باید رعایت شود؟ مراحل و نحوه جمع آوری قطعات لامپ را تشریح کنید. آیا در ایران، مرکزی برای بازیافت این نوع لامپ ها وجود دارد؟

**سؤال ۲-** شکل ۲۴ مربوط به قبض برق یک آپارتمان در دو بازه دوماهه است. روشنایی این آپارتمان در یک فاصله دوماهه از لامپ ۱۰۰ وات رشته ای و دو ماه بعدی از لامپ ۲۰ وات کم مصرف استفاده کرده است. میزان مصرف انرژی و برق بها در این دو زمان چه تفاوتی دارد؟ چرا؟



شکل ۲۵

## ارزشیابی

با توجه به جداول ۱۲ و ۱۳ پس از اجرای هر مرحله آموزش و انجام فعالیت های عملی از فرایند کار شما ارزشیابی به عمل می آید. شاخص ها و معیارهای ارزشیابی و امتیازدهی مطابق الگوی ارائه شده در

جداول مربوطه است. توجه کنید این معیارها تعیین کننده میزان شایستگی شما در انجام کار است. شایستگی های غیر فنی (NT= Non Technical) شامل مواردی نظیر ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش است که باید در هنگام اجرای کار مورد توجه قرار گیرد.

**جدول های ۱۲ و ۱۳ شاخص های ارزشیابی، ایمنی، بهداشت و شایستگی های غیر فنی (NT) و فنی**

جدول ۱۲- شاخص های امتیازدهی ایمنی، بهداشت و شایستگی های غیر فنی (NT)			
ردیف	معیارهای ارزشیابی	امتیاز	امتیاز کسب شده
۱	بهداشت فردی شامل لباس کار تمیز و داشتن اتیکت نام	۲۰	
۲	مراقبت انگشتان دست هنگام روکش برداری (استفاده از دستکش)	۲۰	
۳	مسئولیت پذیری در حفظ و مراقبت از میکرومتر و سایر لوازم	۱۵	
۴	کار ایمن با میکرومتر با توجه به راهنمای کاربرد	۱۵	
۵	مشارکت فعال در گروه جهت اجرای مراحل اندازه گیری	۱۵	
۶	توجه به بازیافت مواد دورریز مانند سیم مسی	۱۵	

جدول ۱۳- نمون برگ ارزشیابی شایستگی های فنی			
ردیف	شاخص های امتیازدهی	امتیاز	امتیاز کسب شده
۱	استفاده از دفترچه راهنمای دستگاه	۱۰	
۲	تشریح عملکرد	۱۰	
۳	اجرای صحیح فرایند کار (مشاهده)	۱۵	
۴	روکش برداری صحیح (مشاهده)	۱۵	
۵	اندازه گیری صحیح قطر سیم ها (مشاهده)	۲۰	
۶	مقایسه مقادیر اندازه گیری شده با جدول	۱۵	
۷	تنظیم گزارش کار (مشاهده)	۱۵	
۸	جمع امتیازها	۱۰۰	
۹	ایمنی و بهداشتی و NT	۱۰۰	



جدول ۱۴- نمون برگ ارزشیابی شایستگی‌های فنی

ردیف	شاخص‌ها	امتیاز پیشنهادی	امتیاز
۱	داشتن نقشه کار	۲۰	
۲	اجرای صحیح فرایند کار (مشاهده)	۲۰	
۳	ابعاد صحیح (مشاهده محصول)	۲۰	
۴	تمیزی کار (مشاهده محصول)	۱۵	
۵	استحکام (مشاهده محصول)	۲۵	
۶	جمع امتیازها	۱۰۰	
۷	ایمنی و بهداشت و NT	۱۰۰	

## ارزشیابی نهایی

ارزشیابی مشابه موارد گذشته بر اساس استاندارد عملکرد کار انجام می‌شود. این نمون برگ‌های ارزشیابی را بررسی کنید و بر اساس موارد خواسته‌شده خود را آماده کنید.



## فصل ۳

### مدارهای الکترونیکی ساده

## نکات مربوط به واحد یادگیری ۳: شایستگی آزمایش قطعات

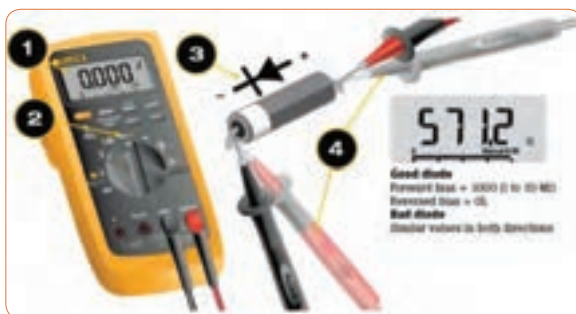
### نیمه هادی

♦ تشخیص پایه ها و سالم بودن دیود با مولتی متر دیجیتالی  
اغلب مولتی مترهای دیجیتالی دارای وضعیت آزمایش دیود هستند.  
شکل ۲۶ وضعیت آزمایش دیود را نشان می دهد.

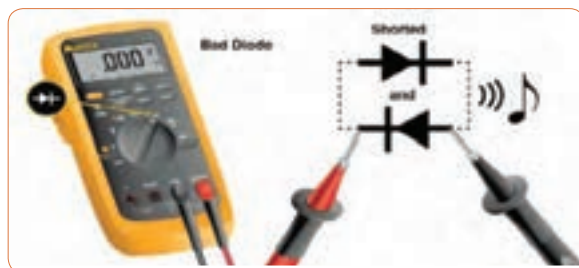


شکل ۲۶

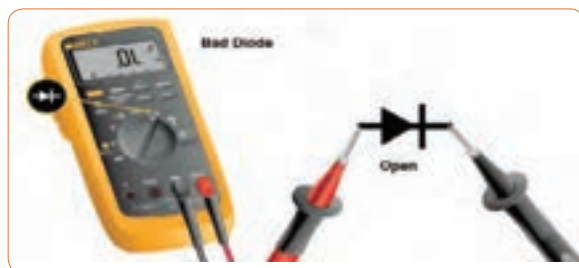
در مورد تعیین آند و کاتد دیود و صحت دیود در کتاب درسی توضیح لازم داده شد. با مولتی متر دیجیتالی می توان دیود معیوب را از دیود سالم تشخیص داد. در صورتی که سیم منفی (سیم مشترک یا Com) مولتی متر به کاتد و سیم مثبت آن به آند دیود وصل شود، اگر علامت OL روی صفحه نمایش مولتی متر ظاهر شود، دیود معیوب و قطع است و اگر عدد صفر (۰) نشان داده شود، دیود اتصال کوتاه است. شکل های ۲۷ تا ۲۹ دیوهای معیوب را نشان می دهد.



شکل ۲۷- تست دیود ناسالم و اتصال کوتاه



شکل ۲۸- دیود معیوب و اتصال کوتاه



شکل ۲۹- دیود معیوب و قطع است

● **مقادیر حد در دیود:** هر دیود برای جریان عبوری مستقیم و ولتاژ معکوس مشخصی ساخته می‌شود. کارخانه‌های سازنده، مشخصات زیادی از دیودها را در اختیار قرار می‌دهند که بسته به نوع طراحی، می‌توان از آنها استفاده نمود. در ادامه به برخی از مشخصه‌های الکتریکی دیودها، که معمولاً در طراحی یکسوکننده‌ها به کار می‌رود، اشاره می‌کنیم.

#### الف) مشخصه‌های جریان

● **ماکزیمم جریان مستقیم یا متوسط دیود ( $I_F$ ):** مقدار ماکزیمم جریان DC یا متوسط جریان که مجاز هستیم از دیود عبور دهیم بدون اینکه دیود آسیب ببیند «جریان ماکزیمم مستقیم» یا متوسط جریان، نام دارد. در صورتی که در اثر عبور این جریان، حرارت ایجادشده در اتصال PN در هوای آزاد به خوبی نتواند دفع شود، باید دیود را روی گرماگیر نصب نمود. در شکل ۳۰، ماکزیمم جریان مستقیم و ماکزیمم متوسط جریان ( $I_F$ ) برای سه نوع سیگنال نشان داده شده است.



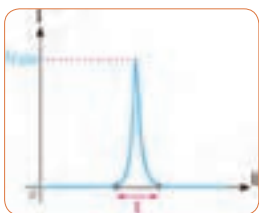
شکل ۳۰

● **ماکزیمم جریان تکراری دیود ( $I_{FRM}$ ):** حداکثر دامنه جریانی که به صورت تکرار سیکل‌ها در دیود جاری می‌گردد، ماکزیمم جریان تکراری دیود نام دارد. شکل ۳۱ دامنه ماکزیمم جریان تکراری ( $I_{FRM}$ ) را نشان می‌دهد.



شکل ۳۱

● **ماکزیمم جریان لحظه‌ای دیود ( $I_{FSM}$ ):** حداکثر جریان غیر تکراری که دیود می‌تواند در لحظه‌ای بسیار کوتاه (حدود چند میکروثانیه یا میلی‌ثانیه) تحمل کند، جریان لحظه‌ای دیود نام دارد. اگر این جریان چند بار پشت سرهم به دیود اعمال شود دیود ممکن است بسوزد. شکل ۳۲ این جریان را نشان می‌دهد.



$I_F$  = Forward Current  
 $I_{FRM}$  = Maximum Repetitive Current  
 $I_{FSM}$  = Maximum Surge Forward Current

شکل ۳۲

### ب) مشخصه‌های ولتاژ

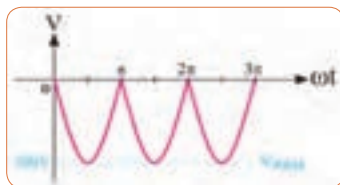
مشخصه‌های ولتاژ مقادیری از انواع ولتاژ هستند که در بایاس معکوس در دو سر دیود افت می‌کند. کارخانه‌های سازنده حداکثر مقدار مجاز این ولتاژها را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند. مهم‌ترین مشخصه‌های ولتاژ عبارت‌اند از:

● **ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز ثابت ( $V_R$ ):** حداکثر ولتاژی است که در بایاس معکوس، دو سر دیود قرار می‌گیرد و دیود آسیب نمی‌بیند. شکل ۳۳ ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز ثابت را نشان می‌دهد.



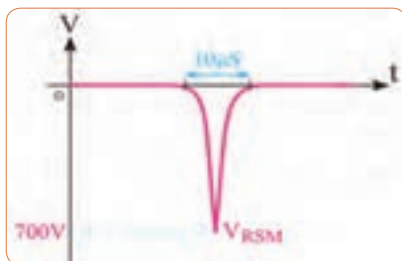
شکل ۳۳

● **ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری ( $V_{RRM}$ ):** حداکثر ولتاژ معکوس که به صورت تکرار سیکل‌ها در دو سر دیود قرار می‌گیرد و دیود آسیب نمی‌بیند،  $V_{RRM}$  نام دارد. در شکل ۳۴ ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری نشان داده شده است.



شکل ۳۴

● **ماکزیمم ولتاژ معکوس لحظه‌ای ( $V_{RSM}$ ):** حداکثر ولتاژی است که دیود می‌تواند در بایاس معکوس در لحظه بسیار کوتاه تحمل کند. شکل ۳۵،  $V_{RSM}$  را نشان می‌دهد.



$V_R$  = Reverse Voltage

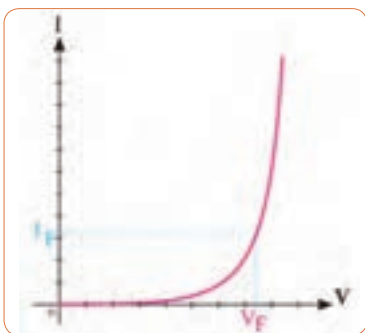
$V_{RRM}$  = Maximum Repetitive Reverse Voltage

$I_{RSM}$  = Maximum Repetitive Surge Voltage

شکل ۳۵

## مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود

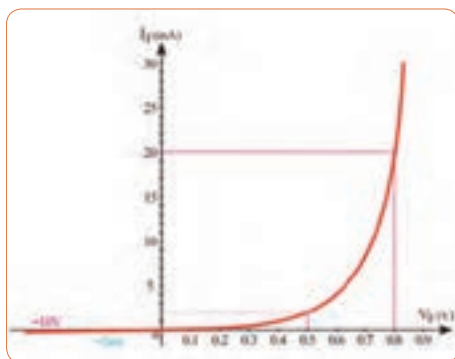
مقاومت اهمی در یک دیود از تقسیم افت ولتاژ دو سر دیود بر جریان عبوری از آن به دست می‌آید. مقاومت دیود در مقابل عبور جریان مستقیم و متناوب فرق می‌کند. مقاومت دیود در مقابل عبور جریان مستقیم را مقاومت استاتیکی می‌نامند و مقدار آن را از رابطه صفحه بعد به دست می‌آورند. مقدار مقاومت استاتیکی یک دیود مشخص، به ازای جریان مستقیم عبوری از آن ثابت است. شکل ۳۶.



$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F}$$

شکل ۳۶- نمایش مقاومت استاتیکی

مثال: برای مشخصه شکل ۳۷ مقاومت استاتیکی (DC) را در جریان‌های  $20 \text{ mA}$ ،  $2 \text{ mA}$  و  $-2 \mu\text{A}$  به دست آورید.



شکل ۳۷

حل:

$$I_F = 20 \text{ mA} \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = 0.7 \text{ V}$$

$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{0.7 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 35 \Omega$$

$$I_F = 2 \text{ mA} \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = 0.6 \text{ V}$$

$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{0.6 \text{ V}}{2 \text{ mA}} = 300 \Omega$$

$$I_F = -2 \mu\text{A} \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = -0.1 \text{ V}$$

$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{-0.1 \text{ V}}{-2 \mu\text{A}} = 50 \text{ k}\Omega$$



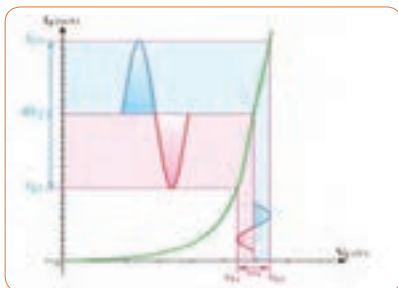
همان طور که مشاهده می شود دیود در بایاس موافق مقاومت کم و در بایاس مخالف مقاومت زیاد دارد.

● **مقاومت دینامیکی:** مقاومت دیود در مقابل جریان متناوب را مقاومت دینامیکی می نامند و آن را از رابطه زیر به دست می آورند.

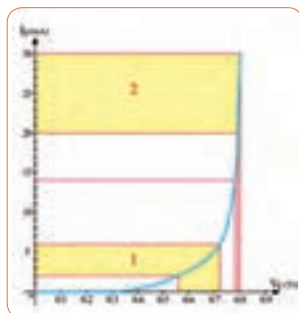
$$r_{ac} = r_d = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$$

(d=dynamic)  $r_d$  مقاومت دینامیکی

تغییرات ولتاژ یا جریان را با دلتا ( $\Delta$ ) نشان می دهند. مقاومت دینامیکی در اثر تغییر مقاومت لایه سد به دلیل تغییرات حاصل از جریان متناوب به وجود می آید و مقدار آن در اثر افزایش ولتاژ خارجی کم می شود، شکل ۳۸.



شکل ۳۸



شکل ۳۹

مثال: برای منحنی شکل ۳۹ مطلوب است

الف) مقاومت AC برای ناحیه ۱

ب) مقاومت AC برای ناحیه ۲

ج) مقایسه مقاومت نواحی ۱ و ۲

حل:

الف) برای ناحیه ۱

$$\Delta V_F = 0.72 - 0.57 = 0.15 \text{ V}$$

$$\Delta I_F = 6 - 2 = 4 \text{ mA}$$

$$r_{ac_1} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} = \frac{0.15}{4} = 37.5 \Omega$$

ب) برای ناحیه ۲

$$\Delta V_F = 0.8 - 0.78 = 0.02V$$

$$\Delta I_F = 30 - 20 = 10 \text{ mA}$$

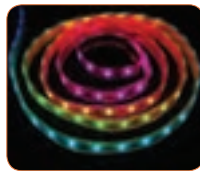
$$r_{ac_r} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} = \frac{0.02}{10} = 2 \Omega$$

ج) مقایسه مقاومت دینامیکی نواحی ۱ و ۲

$$\text{نسبت مقاومت‌ها} = \frac{37/5}{2} \approx 19$$

### • کاربردهای دیگر LED

در کتاب درسی با برخی از کاربردهای دیود آشنا شده‌اید. شکل‌های الف، ب و پ ۴۰ برخی دیگر از کاربردهای LED را نشان می‌دهد.



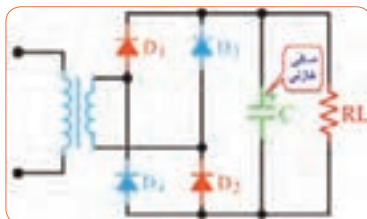
الف) ریسه با LED      ب) تلویزیون با LED      پ) تابلوی روان با LED

شکل ۴۰

### • ضربان در ولتاژ خروجی یکسوساز و چگونگی اندازه‌گیری آن

توسط مدارهای یکسوساز ولتاژ متناوب را به ولتاژ یک‌طرفه تبدیل می‌کنند. ولتاژ یکسوشده دارای نوسان‌هایی با فرکانس ۵۰ هرتز یا ۱۰۰ هرتز است. برای اینکه بتوانیم ولتاژ نوسان‌دار را به یک ولتاژ ثابت تبدیل کنیم، باید از صافی (فیلتر) استفاده کنیم. برای این منظور در توان‌های کم از خازن و در توان‌های زیاد از سلف استفاده می‌شود.

**صافی خازنی:** زمانی که خازن به صورت صافی به کار می‌رود، بار به‌طور موازی قرار می‌گیرد. شکل ۴۱ مدار یکسوساز با صافی خازنی را نشان می‌دهد.



شکل ۴۱

خازن ابتدا از مقدار صفر تا ماکزیمم ولتاژ نیم سیکل مثبت شارژ می‌شود. زمانی که ولتاژ خروجی از نقطه  $V_M$  شروع به کاهش می‌کند، دیودهای یکسوکننده در بایاس معکوس قرار می‌گیرند و ولتاژ دو سر بار از طریق تخلیه خازن تأمین می‌شود، به عبارت دیگر خازن از طریق بار دشارژ می‌شود. شکل‌های ۴۲ و ۴۳ شارژ و دشارژ خازن صافی را نشان می‌دهد.



شکل ۴۳



شکل ۴۲

هر قدر ظرفیت خازن بزرگ‌تر باشد، زمان دشارژ آن در بار بیشتر و ضربان یا رپل (Ripple) کمتر است. شکل‌های ۴۴ و ۴۵ منحنی دشارژ دو نوع خازن با ظرفیت کم و زیاد را در بار مساوی نشان می‌دهد.



شکل ۴۵



شکل ۴۴

اگر ظرفیت خازن ثابت باشد و بار تغییر کند، ضربان تغییر می‌کند. شکل‌های ۴۶ و ۴۷ منحنی ولتاژ خروجی را به ازای دو بار متفاوت نشان می‌دهد.



شکل ۴۷



شکل ۴۶

اگر به خروجی یکسوکننده با صافی خازنی، هیچ باری وصل نشود (بی‌باری) خروجی کاملاً صاف است. شکل ۴۸ شکل موج خروجی صافی را در حالت بی‌باری نشان می‌دهد.

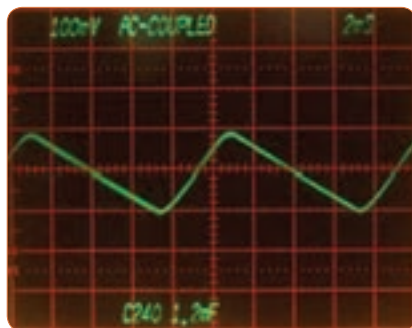


شکل ۴۸

### ● محاسبه مقدار پیک تا پیک ضربان:

برای محاسبه ضربان در مدار یکسوساز با صافی، چون دامنه ضربان کم و میلی‌ولت (mv) است و روی موج DC یکسوشده سوار است، به وضوح قابل رؤیت نیست. لذا باید ابتدا اسیلوسکوپ را در وضعیت AC قرار داد. سپس با کلید سلکتور  $\frac{VOLT}{DIV}$  دامنه ضربان را افزایش داد تا رؤیت و قابل اندازه‌گیری شود. شکل ۴۹ ضربان را در این حالت نشان می‌دهد. با اندازه‌گیری تعداد خانه‌های عمودی موج و ضرب آن در عدد  $\frac{VOLT}{DIV}$  مقدار پیک تا پیک ضربان به دست می‌آید.

یادآور می‌شود که بهترین شرایط برای هر دستگاه الکترونیکی اعمال ولتاژ DC بدون ضربان است که با استفاده از رگولاتور ولتاژ و منابع تغذیه سوئیچینگ به دست می‌آید.



شکل ۴۹

### ● برگه اطلاعات آی سی رگولاتور

در ادامه قسمتی از یک نمونه برگه اطلاعات آی سی رگولاتور را ملاحظه می‌کنید. برای مشاهده سایر اطلاعات می‌توانید به سایت [all.datasheet.Com](http://all.datasheet.Com) مراجعه کنید.

μA۷۸۰۰ SERIES

#### POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS۰۵۶J – MAY ۱۹۷۶ – REVISED MAY ۲۰۰۳

POST OFFICE BOX ۶۵۵۳۰۳ • DALLAS, TEXAS ۷۵۲۶۵ ۱

#### ● ۳-Terminal Regulators

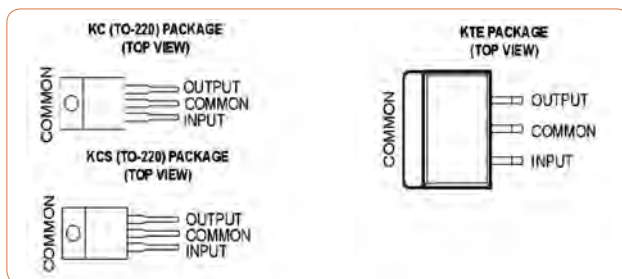
#### ● Output Current up to ۱.۵ A

#### ● Internal Thermal-Overload Protection

#### ● High Power-Dissipation Capability

#### ● Internal Short-Circuit Current Limiting

#### ● Output Transistor Safe-Area Compensation



## description/ordering information

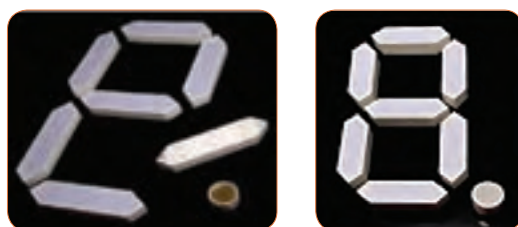
This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications.

These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to  $1/5$  A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload.

In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

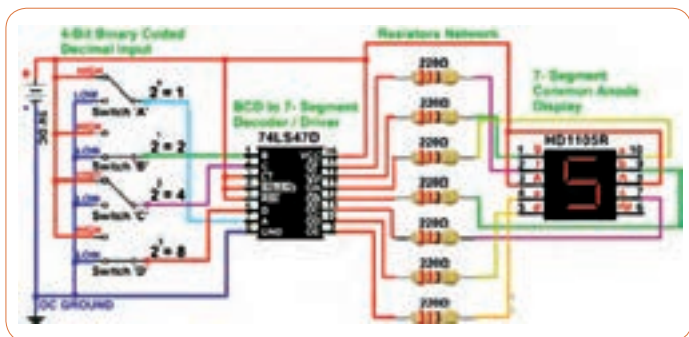
## ● نقش مقاومت R در مدارهای هفت قطعه‌ای (۷-Seg)

هر دیود در بایاس موافق جریان معینی را تحمل می‌کند. هفت قطعه‌ای، حداقل از ۷ عدد دیود تشکیل شده است. شکل ۵۰ هفت قطعه‌ای را نشان می‌دهد.

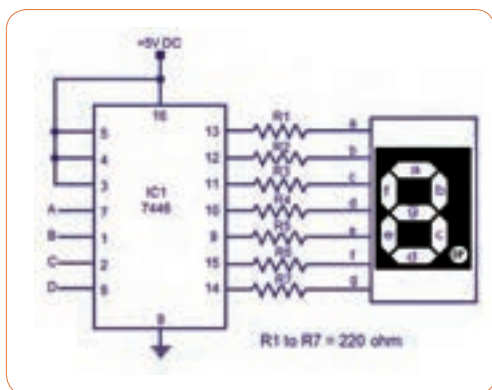


شکل ۵۰

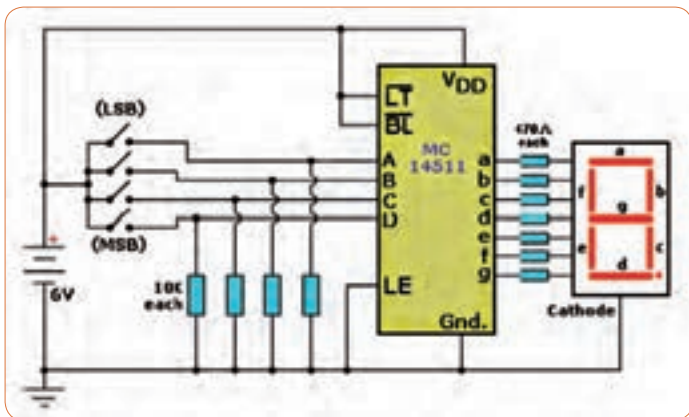
برای محدود کردن جریان هر LED، باید مقاومتی را با آن سری کنید. محاسبه مقدار مقاومت هر LED در کتاب درسی توضیح داده شد. شکل‌های ۵۱، ۵۲ و ۵۳ سه مدار با ۷-Seg و مقاومت سری با هر LED را نشان می‌دهد.



شکل ۵۱



شکل ۵۲



شکل ۵۳

استفاده از مولتی‌متر برای آزمایش صحت ترانزیستور: در کتاب درسی چگونگی تعیین پایه‌های ترانزیستور و صحت آن شرح داده شد. اگر به مولتی‌متر دیجیتالی توجه کنید، روی پانل آن ترمینالی وجود دارد که می‌توان پایه‌های ترانزیستور را مطابق شکل ۵۴ به آن اتصال داد. ابتدا باید کلید سلکتور در وضعیت  $hfe$  قرار داده شود. چنانچه اتصال پایه‌های ترانزیستور به درستی انجام گیرد یعنی بیس به ترمینال B و امیتر به ترمینال E و کلکتور به ترمینال C اتصال داده شود و ترانزیستور سالم باشد، روی صفحه نمایش عدد  $hfe$  نشان داده می‌شود.  $hfe$  نسبت تغییرات جریان کلکتور ( $I_C$ ) به جریان بیس ( $I_B$ ) است. دستگاه مولتی‌متر ترانزیستور را در نقطه‌ای بایاس و نسبت  $\frac{I_C}{I_B}$  را در آن نقطه نشان می‌دهد.



شکل ۵۴

شکل ۵۵ محل ترمینال  $hfe$  را در دو نوع مولتی‌متر نشان می‌دهد.



شکل ۵۵

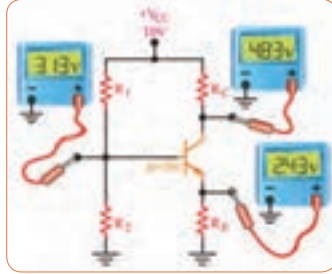
• حل چند مثال برای بایاس سر خود

مثال ۱- در شکل ۵۶، مطلوب است محاسبه  $V_{CE}$ ،  $V_{BE}$

حل: با توجه به شکل  $V_C = 4/83 \text{ V}$   $V_E = 2/43 \text{ V}$   $V_B = 3/13 \text{ V}$

لذا  $V_{BE} = V_B - V_E = 3/13 - 2/43 = 0/7 \text{ V}$

$V_{CE} = V_C - V_E = 4/83 - 2/43 = 2/4 \text{ V}$



شکل ۵۶

مثال ۲- در شکل ۵۷، مطلوب است محاسبه  $V_{CB}$ ،  $V_{BE}$

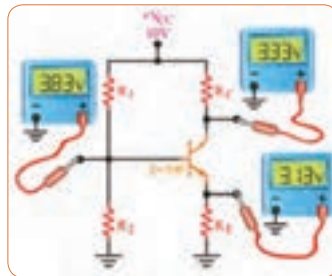
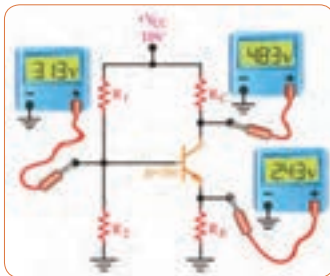
حل: با توجه به شکل  $V_B = 3/83 \text{ V}$

$V_C = 3/33 \text{ V}$   $V_E = 3/13 \text{ V}$

لذا  $V_{BE} = V_B - V_E = 3/83 - 3/13 = 0/7 \text{ V}$

$V_{CE} = V_C - V_E = 3/33 - 3/13 = 0/2 \text{ V}$

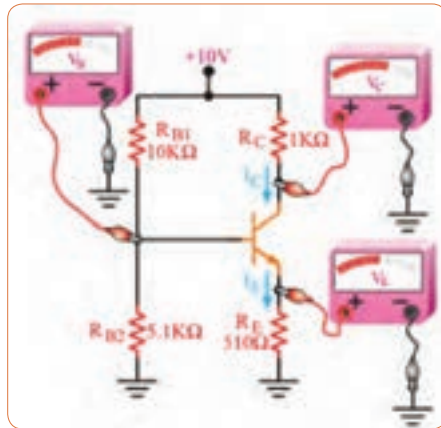
لذا  $V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} = 0/2 - 0/7 = -0/5 \text{ V}$



شکل ۵۷

هرگاه ولتاژ کلکتور-بیس در ترانزیستور NPN منفی شود، دیود بیس-کلکتور در بایاس موافق قرار می گیرد. چون هر دو دیود، دیود بیس-کلکتور و دیود بیس-امیتر در بایاس موافق قرار دارند، ترانزیستور در اشباع کار می کند. در ناحیه اشباع، جریان پایه های ترانزیستور ماکزیمم و  $V_{CE}$  تقریباً صفر ولت است.





شکل ۵۸

مثال ۳- در شکل ۵۸، مطلوب است محاسبه ولتاژ پایه‌های ترانزیستور  $(V_C, V_E, V_B)$ .  
 $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ .  
 حل:

محاسبه  $I_E$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2.67}{510 \Omega}$$

$$I_E = 5.23 \text{ mA}$$

$$I_C = I_E = 5.23 \text{ mA}$$

محاسبه  $V_B$

$$V_B = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_B = \frac{10 \times 5.1}{5.1 + 10} = 3.37 \text{ V}$$

محاسبه  $V_C$

$$V_C = V_{CC} - R_C I_C$$

$$V_C = 10 - (5.23 \times 1) = 4.77 \text{ V}$$

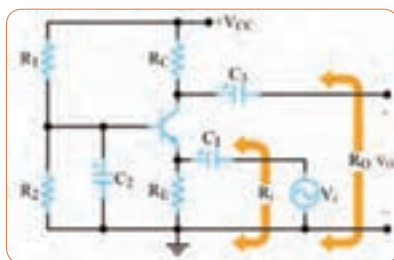
محاسبه  $V_E$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

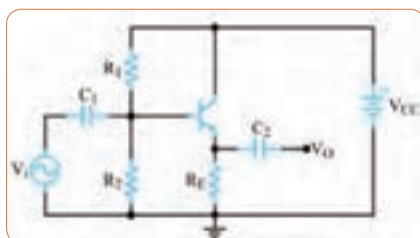
$$V_E = 3.37 - 0.7 = 2.67 \text{ V}$$

• سایر آرایش‌های ترانزیستور:

در شکل‌های ۵۹ و ۶۰ شکل مدار تقویت‌کننده در آرایش بیس مشترک و کلکتور مشترک رسم شده است.



شکل ۵۹- ترانزیستور در آرایش بیس مشترک



شکل ۶۰- ترانزیستور در آرایش کلکتور مشترک

مشخصات سه نوع آرایش برای یک نوع ترانزیستور که از نظر بایاس تا حد امکان با هم مشابه هستند در جدول ۱۵ آورده شده است.

جدول ۱۵

امیتر مشترک (CE)	بیس مشترک (CB)	کلکتور مشترک (CC)	
متوسط	کم و کوچک تر از واحد	زیاد	بهره جریان
متوسط	زیاد	کم و کوچک تر از واحد	بهره ولتاژ
خیلی زیاد	زیاد و تقریباً برابر بهره ولتاژ	زیاد و تقریباً برابر بهره جریان	بهره توان
متوسط	کم	زیاد	مقاومت ورودی
متوسط	زیاد	کم	مقاومت خروجی
$180^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	اختلاف فاز

## فصل ۴

### طراحی مدار چاپی و شبیه‌سازی

کلیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی مدار چاپی و شبیه‌سازی آن در نرم‌افزار، در کتاب درسی آمده است. موارد مرتبط با جداول مورد نیاز و اطلاعات اضافی نرم‌افزاری، از طریق سایت‌های فنی مرتبط قابل دریافت است. همچنین در لوح فشرده ضمیمه کتاب فیلم‌های مختلف مرتبط با موضوع طراحی مدار چاپی گنجانده شده است.

نکات مربوط به واحد یادگیری ۵: شایستگی ترسیم نقشه مدار چاپی با دست (مدارهای

الکترونیکی ساده)

نکات مربوط به واحد یادگیری ۶: شایستگی شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار

#### ♦ فرایند ترسیم نقشه مدار چاپی

مدارهای الکترونیکی ساده با دست، با ذکر تمرین‌های کافی در کتاب‌های درسی آمده است. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به رسانه‌های مختلف از جمله سایت‌های اینترنتی و فیلم‌های مرتبط مراجعه کنید.

همچنین چگونگی شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی و ترسیم مدار چاپی آن با نرم‌افزار به‌صورت سفارشی و خودکار به‌طور جامع در کتاب درسی وجود دارد.

در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر به منابع و رسانه‌های مختلف از جمله فیلم‌های تدوین شده در این ارتباط مراجعه کنید.













## فصل ۵

### ساخت پروژه ساده

## نکات مربوط به واحد یادگیری ۷: شایستگی مونتاژ یک نمونه برد ساده

### کاربرد الکترونیکی

یک نمونه فهرست وارسی قطعات برای مونتاژ یک برد الکترونیکی را در جدول ۱۶ مشاهده می کنید.

ردیف Row	نام قطعه Part	نماد فنی Symbol	شکل ظاهری قطعه Package	تعداد Quantity
۱	مقاومت اهمی $220\Omega$			۲ عدد
۲	مقاومت اهمی $330K\Omega$			۱ عدد
۳	دیود نورانی LED رنگ قرمز			۱ عدد
۴	دیود نورانی LED رنگ سبز			۱ عدد
۵	خازن الکتrolیتی $10\mu F/16V$			۱ عدد
۶	آی سی ۵۵۵			۱ عدد

برای مونتاژ حرفه ای قطعات الکترونیکی روی یک برد از کوچک ترین قطعه شروع می کنند تا بزرگ ترین قطعه، و مراحل زیر را انجام می دهند.

۱ تمام قطعات را قبل از مونتاژ آماده کنید، شکل ۶۱.



شکل ۶۱

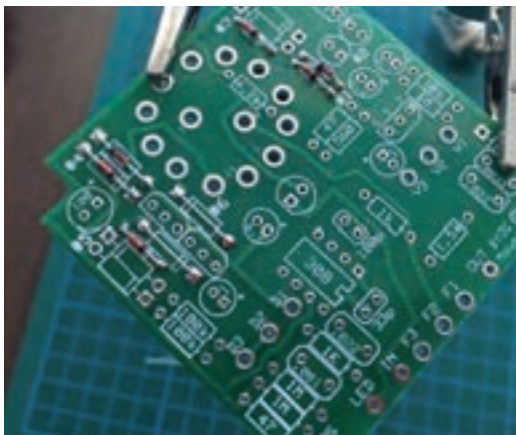
۲ دیودهای کوچک شیشه‌ای مانند ۱N۴۱۴۸ اولین قطعه برای مونتاز روی برد هستند، شکل ۶۲.



شکل ۶۲- مونتاز قطعه دیود ۱N ۴۱۴۸

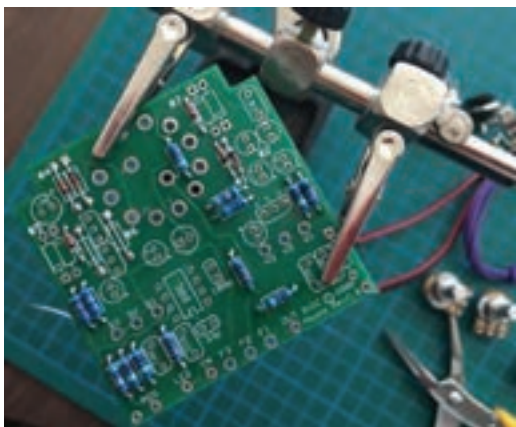
۳ قراردادن پین‌های سوزنی (جامپر Jumper) و آنها را از پشت برد لحیم کنید، شکل ۶۳

After the diodes were in, I used some of the snipped off pins for the two jumper links.



شکل ۶۳

۴ در مرحله چهارم مونتاژ مقاومت‌ها را انجام دهید، شکل ۶۴.  
The resistors were in next.

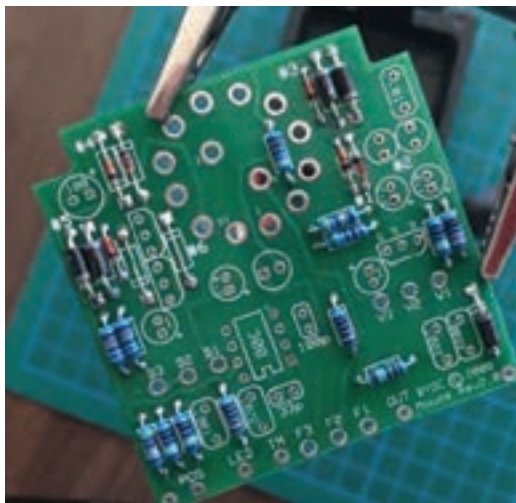


شکل ۶۴

۵ قراردادن دیوده‌های ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۲ و لحیم پایه‌های آن صورت می‌گیرد، شکل ۶۶.

The ۱N۴۰۰۱ and ۱N۴۰۰۲ diodes were soldered in place afterwards.

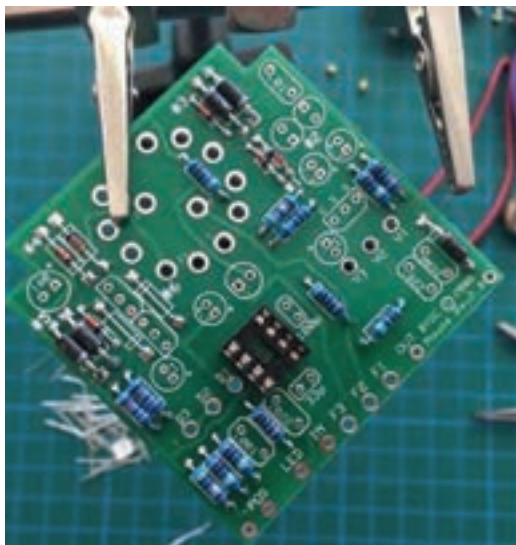




شکل ۶۵

۶ سوکت پایه آی سی بعد از دیودها در برد قرار گرفته و پایه های آن لحیم می شود، شکل ۶۶.

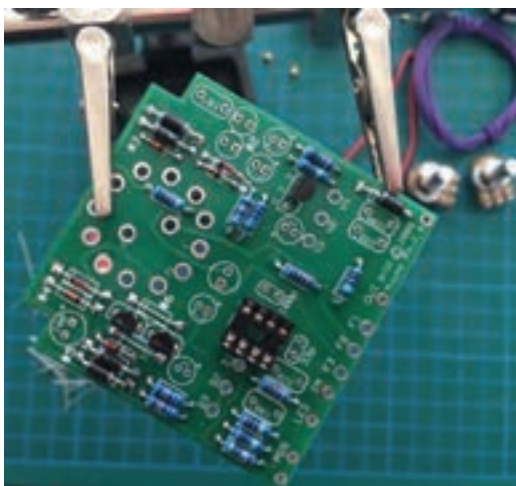
The IC socket went in next.



شکل ۶۶

۷ بعد از سوکت آی سی نوبت به قراردادن ترانزیستورها و لحیم پایه های آن است، شکل ۶۷.

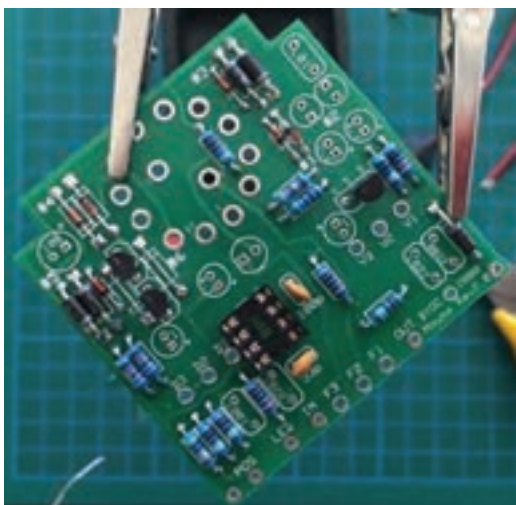
After the IC socket, the transistors were put in.



شکل ۶۷

۸ قرار دادن خازن‌های سرامیکی و لحیم پایه‌های آن در این مرحله صورت می‌گیرد، شکل ۶۸.

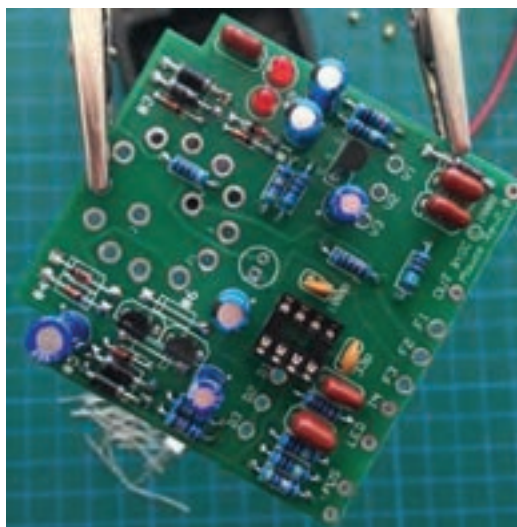
Ceramic capacitors were soldered on next.



شکل ۶۸

۹ در این مرحله خازن‌های لایه فلزی (متال فیلم) در محل‌های خود قرار می‌گیرند، شکل ۶۹.

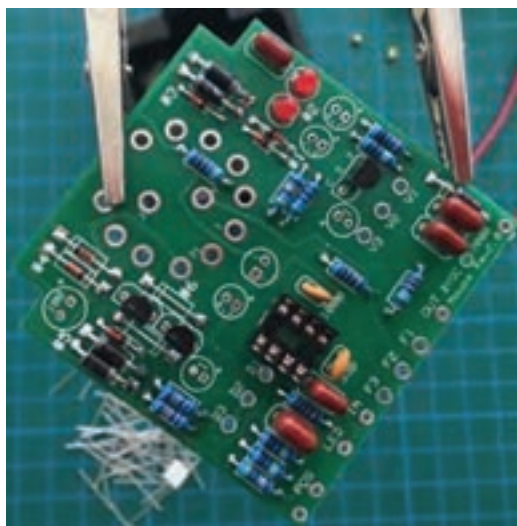
After the ceramics, the metal film capacitors went in.



شکل ۶۹

۱۰ چنانچه برد دارای دیودهای نورانی (LED) باشد، در این مرحله مونتاژ می‌گردد، شکل ۷۰.

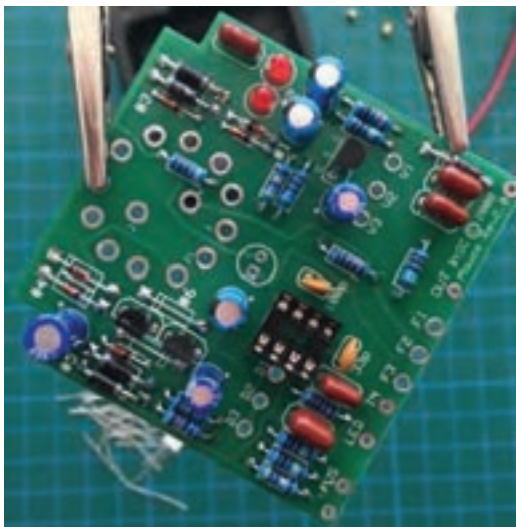
The two red LED were in next.



شکل ۷۰

۱۱ در مرحله بعد، مونتاژ خازن‌های الکترولیتی صورت می‌گیرد، شکل ۷۱.

The electrolytic capacitors were in afterwards.



شکل ۷۱

۱۲ آخرین مرحله نصب (مونتاژ) قطعاتی مانند کلید، ولوم، سوکت‌های گوشی و میکروفن و سیم اتصال باتری است که روی بدنه دستگاه الکترونیکی قرار می‌گیرند و پایه‌های آنها با سیم به برد لحیم می‌شوند، شکل ۷۲.



شکل ۷۲

## واژه‌نامه کتاب درس طراحی و ساخت مدار چاپی

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
قهوه‌ای	brown	۱
طراحی دولایه	Bilayer design	۲
بست کابل	cable ferrules	۳
کابلشو - کفشک کابل	cable shoe	۴
آرایش امیتر مشترک	CE = Common Emitter	۵
تغییر مبدأ	Change Origin	۶
برد مدار	Circuit Board	۷
هوای سرد	cold air	۸
اتصال سرد	cold joint	۹
تبدیل	convert	۱۰
کپی (استفاده هم‌زمان) ctrl+c دکمه‌های	copy = ctrl+c	۱۱
ماده کروسیو (خورنده)	corrosive	۱۲
چین چین و موج‌دار کردن	crimp type	۱۳
قابل تنظیم	adjustment	۱۴
هوا	air	۱۵
تقویت کننده	AMP = Amplifier	۱۶
مرتب	arrange	۱۷
کار هنری	artwork	۱۸
خودکار	automatic	۱۹
اتوماتیک	Automatic Routing	۲۰
بایاس با مدار تقسیم‌کننده و ولتاژ مقاومتی	Voltage Divider Bias	۲۱
دمنده	blower	۲۲

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
قطر پیچ	bolt _ diameter	۲۳
طول رزوه و بدنه	bolt _ length	۲۴
لحیم کاری سخت	brazing	۲۵
یکسوساز پُل	Bridge Rectifier	۲۶
پد تبخیری	evaporative pad	۲۷
استخراج کردن	extract	۲۸
تند	fast	۲۹
امکانات	features	۳۰
مادگی	female	۳۱
فایبرگلاس	fiberglass	۳۲
پرونده	file	۳۳
روغن لحیم	flux	۳۴
رد پا	footprint	۳۵
یکسوساز تمام موج با دو دیود	Full Wave Rectifier with two diode	۳۶
آلبوم	gallery	۳۷
شکاف	gap	۳۸
شبکه / ضربه ناگهانی، مبدأ	Grid/Snap, Origin	۳۹
یکسوساز نیم موج	Half Wave Rectifier	۴۰
لحیم کاری سخت یا خشن	hard soldering	۴۱
سرپیچ	head	۴۲
دستگاه پرس کابل	crimping tools	۴۳
قطع - کلید باز	Cut Off	۴۴
حذف	delete	۴۵
دمونتاژ	demountage	۴۶

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
فتیله لحیم	desoldering braid	۴۷
بسته‌بندی در دو ردیف	dual in line package = DIP	۴۸
نیمه‌هادی‌های گسسته	Discrete Semiconductors	۴۹
کشیدن	drag	۵۰
ماشین مته	drill	۵۱
مته	drill bit	۵۲
سیم افشان	dstrand wire	۵۳
داکت	duct	۵۴
مجرای به خانه	duct into home	۵۵
هدایت الکتریکی	electric conductivity	۵۶
ترمینال‌های پیچی	electric wire terminal	۵۷
نرم‌افزار دستیار الکترونیکی	Electronic Assistance	۵۸
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	ISIRI = Institute of Standard and Industrial Research of Iran	۵۹
لایه	layer	۶۰
مقاومت تابع نور	Light Depended Resistor = LDR	۶۱
نشت	leakage	۶۲
فاز	line	۶۳
لیست گزارش	List Report	۶۴
اتصال باز	Loop Open= OL	۶۵
دور کند	low	۶۶
نری	male	۶۷
دستی	manually	۶۸
حداقل مشخصات طراحی	minimum design specs	۶۹
مدل	models	۷۰

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
یک پارچه	modular	۷۱
موتور	motor	۷۲
ارتفاع	height	۷۳
کمک	help	۷۴
دور تند	high	۷۵
پُر نور	High Brightness	۷۶
سوراخ	hole	۷۷
استاندارد کمیته بین‌المللی الکترونیک	international electronic committee = IEC	۷۸
جریان معدل ماکزیمم	Forward Average = $I_{FAVE}$	۷۹
شاخص	indicator	۸۰
ورودی	input	۸۱
قطعات ورودی	Input Components	۸۲
قرار دادن مواد را گزارش دهید	Insert of Materials Report	۸۳
درج قطعات	Insert parts	۸۴
خیس کافی	insufficient wetting	۸۵
آهن	iron	۸۶
فنولی	phenolic	۸۷
چهارسو	philips	۸۸
فیلیپس	philips	۸۹
پین هدر	pin header	۹۰
محل‌های مختلف	Place Mixed	۹۱
چیدمان	Placement	۹۲
انبردست	plier	۹۳
دم‌باریک	plier	۹۴



واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
مثبت	Positive	۹۵
نمونه اولیه ساخت	prototype	۹۶
پمپ	pump	۹۷
سوکت فشاری	push type socket	۹۸
دنیای واقعی	Real wolrd	۹۹
گزارش	Report	۱۰۰
مقاومت	Resistor	۱۰۱
چرخش به راست	Rotate Right (Ctrl+R)	۱۰۲
ترمینال دوشاخه یک پارچه	modular plug terminal	۱۰۳
مونتاژ	mountage	۱۰۴
ال ای دی های چند رنگ	Multi Color LED	۱۰۵
مولتی سیم	Multisim	۱۰۶
نام دانش آموز	Student Name	۱۰۷
جدید	New	۱۰۸
بعدی	Next	۱۰۹
طبیعی	Normal	۱۱۰
مقاومت تابع حرارتی (ضریب دما منفی)	NTC= Negative Temperature Coefficient	۱۱۱
نقطه مبدأ	Origin	۱۱۲
خروجی	Out put	۱۱۳
پدتوپد	pad2pad	۱۱۴
پدهای اتصال	Pads	۱۱۵
قطعات الکتریکی غیرفعال	Passive Component	۱۱۶
چسباندن	Paste	۱۱۷
پی سی بی دیزاین (طراحی PCB)	PCB Design	۱۱۸

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
چرخش به چپ	Rotate Left (Ctrl+L)	۱۱۹
اشباع	Saturation	۱۲۰
پیچ	screw	۱۲۱
آچار پیچ گوشتی	screw driver	۱۲۲
آب بندی	sealing - joint	۱۲۳
هفت قطعه ای	SevenSegment= vSeg	۱۲۴
بایاس سر خود	Self Bias	۱۲۵
ترمینال کشویی	slide type terminal	۱۲۶
دو سو	slot - blade_ flat	۱۲۷
تخت	slot - flat	۱۲۸
کند	slow	۱۲۹
نرم	soft	۱۳۰
لحیم کاری نرم یا سست	soft soldering	۱۳۱
انرژی خورشیدی	Solar Energy	۱۳۷
لحیم	Solder	۱۳۸
نوع قابل لحیم کاری	solder type	۱۳۹
لحیم کاری	soldering	۱۴۰
سیم مفتولی	solid wire	۱۴۱
سیم رشته ای مفتولی	solid/strand wire	۱۴۲
استحکام	solidity - rigidity	۱۴۳
استاندارد	standard	۱۴۴
قابلیت افزایش توان	Surge capability	۱۴۵
هدایت حرارتی	thermal conductivity	۱۴۶
طول رزوه	thread - lengtht	۱۴۷
نوع دنده و گام	thread - pitch	۱۴۸

واژه به زبان فارسی	واژه و نماد (حروف اختصاری) زبان اصلی	ردیف
لحیم خیلی زیاد	too much solder	۱۴۹
ابزار	Tools	۱۵۰
ساختمان قلع کش	tools desoldering	۱۵۱
مسیر	Track	۱۵۲
آرایش های ترانزیستور	Transistor Configuration	۱۵۳
نامحدود	Unlimited	۱۵۴
جای گذاری قطعات	Unpopulated	۱۵۵
وروبرد (برد هزار سوراخ)	veroboard	۱۵۶
چشم انداز	View	۱۵۷
بنفش	violet	۱۵۸
افت ولتاژ	Voltage drop	۱۵۹
حداکثر ولتاژ مؤثر	$V_{RMS}$	۱۶۰
آب به سمت پایین جریان می یابد	water flows down pods	۱۶۱
آب به سمت بالا پمپ می شود	water is pumped to top	۱۶۲
مخزن آب	water reservoir	۱۶۳
پهنای خطوط	Width	۱۶۴
تطبیق دهنده	wire adaptor terminal	۱۶۵
اتصال دهنده سیم	wire connector	۱۶۶
سیم چین	wire cutter	۱۶۷
اتصال مهره سیم	wire nut connector	۱۶۸
کفشک سیم	wire shoes	۱۶۹
سیم لخت کن	wire stripper	۱۷۰
چراغ های ترافیک چهارراه	four way Traffic lights	۱۷۱
زرد	yellow	۱۷۲



بخش سوم

سایر منابع مورد نیاز



# فصل ۱

## علوم پایه

## نسبت و تناسب

۱ در حالت کلی، دو نسبت  $a$  به  $b$  و  $c$  به  $d$  مساوی‌اند، هرگاه برای یک عدد مانند  $k$  داشته باشیم:

$$c = kd \text{ و } a = kb \text{ یا } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = k$$

۲ اگر  $a$  و  $b$  مقادیر متناظر دو کمیت باشند که با هم رابطه معکوس دارند، مقدار  $k = a \times b$  ثابت است و اگر  $c$  و  $d$  دو مقدار متناظر دیگر از همین کمیت باشند، داریم:

$$a = \frac{k}{b} \text{ و } c = \frac{k}{d} \text{ یا } k = a \times b = c \times d$$

## ۳ خواص عملیات:

در عبارتهای زیر، فرض بر آن است که مخرج‌ها مخالف صفر هستند.

$\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} \quad (c \neq 0)$	$c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b}$	$\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b}$
$\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$	$-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$	
$\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$	$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$	

تساوی  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  معادل است با  $a \times d = b \times c$

## درصد و کاربردهای آن

۱ معادله درصد: رابطه بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

مقدار اولیه  $\nearrow$        $\nwarrow$  مقدار نهایی  
 $\downarrow$   
 درصد به صورت عدد اعشاری / کسری

۲ درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$100 \times \text{نسبت تغییر} = 100 \times \frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}}$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

درصد تغییر می‌تواند منفی هم باشد که به معنای کاهش است.



## واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی

### ۱ واحدهای اندازه‌گیری طول

- $1 \text{ (mm) میلی‌متر} = 25/4 \text{ (cm) سانتی‌متر} = 2/54 \text{ (in) اینچ}$   
 $1 \text{ (in) اینچ} = 12 \text{ (ft) فوت}$   
 $1 \text{ (cm) سانتی‌متر} \cong 90 \text{ (in) اینچ} = 36 \text{ (ft) فوت} = 3 \text{ (yd) یارد}$   
 $1 \text{ (m) متر} = 1609/344 \text{ (in) اینچ} = 63360 \text{ (ft) فوت} = 5280 \text{ (mil) مایل خشکی}$   
 $1 \text{ (m) متر} \cong 1853 \text{ فوت} \cong 6080 \text{ مایل دریایی}$   
 $1 \text{ مایل خشکی} \cong 1/15$

برای تبدیل از	به	ضریب تبدیل (با تقریب کمتر از ۰/۰۱)
مایل	کیلومتر	۱/۶۱
اینچ	سانتی‌متر	۲/۵۴
فوت	متر	۰/۳۱
یارد	متر	۰/۹۱
کیلومتر	مایل	۰/۶۲
سانتی‌متر	اینچ	۰/۳۹
متر	فوت	۳/۲۸
متر	یارد	۱/۰۹

### ۲ واحدهای اندازه‌گیری جرم

- $1 \text{ (g) گرم} \cong 28 \text{ (oz) اونس}$   
 $1 \text{ (kg) کیلوگرم} \cong 35/27 \text{ (oz) اونس}$   
 $1 \text{ (lb) پوند} \cong 450 \text{ (oz) اونس}$   
 $1 \text{ (kg) کیلوگرم} \cong 0/45 \text{ (lb) پوند}$   
 $1 \text{ (T) تن} \cong 2200 \text{ (lb) پوند}$

### ۳ واحدهای اندازه‌گیری حجم

- $1 \text{ (ml) میلی‌لیتر} = 5 \text{ (tsp) قاشق چایخوری}$   
 $1 \text{ (ml) میلی‌لیتر} = 15 \text{ (tbsp) قاشق سوپ‌خوری}$   
 $1 \text{ (ml) میلی‌لیتر} = 240 \text{ (c) فنجان}$

## توان رسانی و ریشه گیری

### ۱ قوانین مربوط به توان رسانی

$(ab)^n = a^n \cdot b^n$	$\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$	$a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$ $a^1 = a$
$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$	$\frac{1}{a^n} = a^{-n}$	$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$

### ۲ اتحادهای جبری

اتحاد مربع دو جمله‌ای

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

اتحاد مزدوج

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

اتحاد جمله مشترک

$$(x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

### ۳ معادله درجه دوم

$$ax^2 + bx + c = 0$$

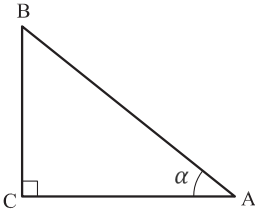
$$\Delta = b^2 - 4ac \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta > 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ \Delta = 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a} \\ \Delta < 0 \Rightarrow \text{معادله ریشه ندارد} \end{array} \right.$$

## مثلثات

۱ یکی از حالات تشابه دو مثلث، تساوی زاویه‌های آن دو مثلث می‌باشد.

۲ رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  داریم:

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$



۳ نسبت‌های مثلثاتی یک زاویه تند:

در مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  زاویه تند  $\alpha$  را در نظر بگیرید. بنا به تعریف داریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha} = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{AC}{AB}$$

۴ جدول نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های  $0^\circ$  و  $30^\circ$  و  $45^\circ$  و  $60^\circ$  و  $90^\circ$ :

زاویه $\alpha$ نسبت مثلثاتی	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$\sin \alpha$	$0$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$1$
$\cos \alpha$	$1$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$0$
$\tan \alpha$	$0$	$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$	$1$	$\sqrt{3}$	$\infty$
$\cot \alpha$	$\infty$	$\sqrt{3}$	$1$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$0$

۵ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

ب)  $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$

الف)  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

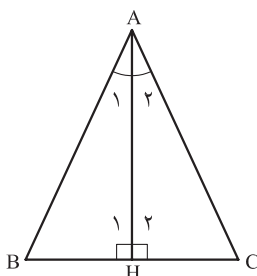
۶ محیط و مساحت دایره:

$S = \pi r^2$  (شعاع  $r$ ) مساحت دایره

$P = 2\pi r$  (شعاع  $r$ ) محیط دایره

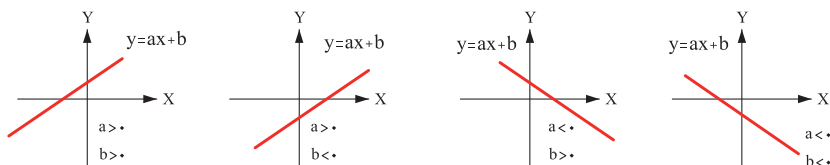
۷ در مثلث متساوی‌الساقین  $ABC$  داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = A_2 \Rightarrow \text{AH نیمساز زاویه A است} \\ H_1 = H_2 = 90^\circ \Rightarrow \text{AH بر BC عمود است} \\ BH = HC \Rightarrow \text{AH منصف ضلع BC است} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{AH عمود منصف BC است}$$

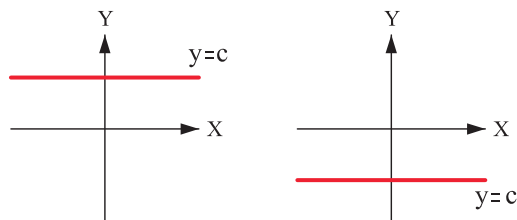


## نمودار تابع خاص

۱ نمودار تابع خطی:



۲ نمودار تابع ثابت:



کاربرد	فرمول (معادله، رابطه)	کاربرد	فرمول (معادله، رابطه)
نیروی وزن	$g = \frac{w}{m} \rightarrow w = mg$	بازه زمانی	$\Delta t = t_f - t_i$
بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی	$f_{s(max)} = \mu_s N$	جابجایی	$\Delta x = x_f - x_i$
نیروی اصطکاک جنبشی	$f_k = \mu_k N$	سرعت متوسط	$\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
شدت جریان الکتریکی متوسط	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	رابطه مکان زمان حرکت یکنواخت	$x = vt + x_i$
قانون اهم	$R = \frac{V}{I}$	شتاب متوسط	$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت	$R = \frac{\rho L}{A}$	شتاب لحظه‌ای حرکت با شتاب ثابت	$a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
انرژی الکتریکی مصرفی	$U = I^2 R t$	رابطه سرعت زمان حرکت با شتاب ثابت	$v = v_i + at$
توان مصرفی	$P = I^2 R$ و $P = \frac{U}{t}$ $P = VI$ و $P = \frac{V^2}{R}$	سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت	$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$
جریان مقاومت‌های متوالی (سری)	$I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq}$	رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت	$v_f^2 - v_i^2 = 2a(x - x_i)$
ولتاژ مقاومت‌های متوالی (سری)	$V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq}$	رابطه جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت	$\Delta x = x_f - x_i = \frac{1}{2}at^2 + v_i t$
مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی (سری)	$R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq}$	قانون دوم نیوتن	$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

کاربرد	فرمول (معادله، رابطه)
جریان مقاومت‌های موازی	$I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$
ولتاژ مقاومت‌های موازی	$V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq}$
مقاومت معادل مقاومت‌های موازی	$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$
فشار و ارتباط آن با نیروی عمودی و سطح تماس	$P = \frac{F}{A}$
اختلاف فشار دو نقطه شاره ساکن	$P_2 - P_1 = +\rho g \Delta h$
فشار یک نقطه شاره ساکن	$p = \rho g \Delta h + p_{atm}$
اصل پاسکال	$P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$
چگالی	$\rho = \frac{m}{v}$
چگالی نسبی	$d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$
رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس فارنهایت	$F = \frac{9}{5}\theta + 32$
رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس کلوین	$T = \theta + 273$
رابطه دما در مقیاس فارنهایت و مقیاس کلوین	$T = (F + 459) \div 1.8$
مقدار گرمای داده شده به یک جسم	$Q = mC(\theta_f - \theta_i) = mC\Delta\theta$
تعادل گرمایی	$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$
گرمای منتقل شده از طریق رسانش	$Q = \frac{KA t(T_f - T_i)}{L} = \frac{KA t \Delta T}{L}$
انبساط خطی	$L_f - L_i = \alpha L_i \Delta\theta$ $L_f = L_i (1 + \alpha \Delta\theta)$
انبساط سطحی	$A_f - A_i = 2\alpha A_i \Delta\theta$ $A_f = A_i (1 + 2\alpha \Delta\theta)$
انبساط حجمی	$V_f - V_i = 3\alpha V_i \Delta\theta$ $V_f = V_i (1 + 3\alpha \Delta\theta)$

## جدول تناوبی عنصر ها

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸														
۱ H هیدروژن	۲ He هلیوم											۳ Li لیتیم	۴ Be بیریم	۵ B بور	۶ C کربن	۷ N نیتروژن	۸ O اکسیژن	۹ F فلور	۱۰ Ne نئون												
۱۱ Na سدیم	۱۲ Mg منگنیم	۱۳ Al آلومینیم	۱۴ Si سیلیکون	۱۵ P فسفور	۱۶ S کبریت	۱۷ Cl کلر	۱۸ Ar آرگون	۱۹ K پتاسیم	۲۰ Ca کلسیم	۲۱ Sc سکاندیم	۲۲ Ti تیتانیوم	۲۳ V وانادیوم	۲۴ Cr کروم	۲۵ Mn منگنز	۲۶ Fe آهن	۲۷ Co کوبالت	۲۸ Ni نیکل	۲۹ Cu مس	۳۰ Zn روی	۳۱ Ga گالیم	۳۲ Ge جرمانیم	۳۳ As آرسنیک	۳۴ Se سلنیم	۳۵ Br بروم	۳۶ Kr کریپتون						
۳۹ Y یتریم	۴۰ Zr زیرکونیم	۴۱ Nb نیوبیم	۴۲ Mo مولیبدن	۴۳ Tc تکنسیم	۴۴ Ru روثنیم	۴۵ Rh رودیم	۴۶ Pd پالادیم	۴۷ Ag نقره	۴۸ Cd کادمیوم	۴۹ In این	۵۰ Sn سرب	۵۱ Sb آنتیمون	۵۲ Te تلیور	۵۳ I یود	۵۴ Xe کسین	۵۵ Cs سزیم	۵۶ Ba باریم	۵۷ La لانتان	۵۸ Ce سرم	۵۹ Pr پرمیت	۶۰ Nd نئودیم	۶۱ Pm پرمیت	۶۲ Sm ساماریوم	۶۳ Eu یورپیم	۶۴ Gd گدولیت	۶۵ Tb تربیم	۶۶ Dy دیسم	۶۷ Ho هولم	۶۸ Er ئربیم	۶۹ Tm تیم	۷۰ Yb یتریم
۷۱ Fr فرانسیم	۷۲ Ra رادیوم	۷۳ Ac آکتینیم	۷۴ Th توریم	۷۵ Pa پروتاکتینیم	۷۶ U اورانیوم	۷۷ Np نپتونیم	۷۸ Pu پلوتونیم	۷۹ Am آمریکیم	۸۰ Cm کالمیوم	۸۱ Bk برکلیوم	۸۲ Cf کالیفرنیم	۸۳ Es ایسبرگ	۸۴ Fm فرمنیم	۸۵ Md مدلریم	۸۶ No نوبلیم	۸۷ Lr لورنسیم	۸۸ Be بیریم	۸۹ La لانتان	۹۰ Ce سرم	۹۱ Pr پرمیت	۹۲ Nd نئودیم	۹۳ Pm پرمیت	۹۴ Sm ساماریوم	۹۵ Eu یورپیم	۹۶ Gd گدولیت	۹۷ Tb تربیم	۹۸ Dy دیسم	۹۹ Ho هولم	۱۰۰ Er ئربیم	۱۰۱ Tm تیم	۱۰۲ Yb یتریم

عدد اتمی

عناصر

جدول اتمی میانه‌گین

فلز

شبه فلز

نافلز

جامد

مایع

گاز

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

۹

۱۰

۱۱

۱۲

۱۳

۱۴

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

عدد اتمی  
عمر  
جرم اتمی میانگین

فلز  
شبه فلز  
نافلز  
جامد  
مایع  
گاز

## ثابت تفکیک اسیدها ( $K_a$ ) و بازها ( $K_b$ )

**توجه:** در شرایط یکسان (دما و غلظت) هر چه ثابت تفکیک اسید یا بازی بزرگتر باشد، آن اسید یا باز قوی تر است.

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک ( $K_a$ )	نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک ( $K_a$ )
پرکلریک اسید	$\text{HClO}_4$	اسید قوی	فسفریک اسید	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$6.9 \times 10^{-2}$
سولفوریک اسید	$\text{H}_2\text{SO}_4$	اسید قوی	کلرو استیک اسید	$\text{CH}_2\text{ClCO}_2\text{H}$	$1.3 \times 10^{-3}$
هیدرویدیک اسید	$\text{HI}$	اسید قوی	سیتریک اسید	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	$7.4 \times 10^{-4}$
هیدروکلریک اسید	$\text{HCl}$	اسید قوی	هیدروفلوئوریک اسید	$\text{HF}$	$6.3 \times 10^{-4}$
نیتریک اسید	$\text{HNO}_3$	اسید قوی	نیترو اسید	$\text{HNO}_2$	$5.6 \times 10^{-4}$
تری کلرواستیک اسید	$\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$	$2.2 \times 10^{-1}$	بنزوئیک اسید	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$	$6.2 \times 10^{-5}$
کرومیک اسید	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$1.8 \times 10^{-1}$	استیک اسید	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	$1.7 \times 10^{-5}$
یدیک اسید	$\text{HIO}_3$	$1.7 \times 10^{-1}$	کربنیک اسید	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$4.5 \times 10^{-7}$
اگزالیک اسید	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$5.6 \times 10^{-1}$	هیدروسولفوریک اسید	$\text{H}_2\text{S}$	$8.9 \times 10^{-8}$
فسفرو اسید	$\text{H}_3\text{PO}_3$	$5 \times 10^{-2}$	هیپوکلرو اسید	$\text{HClO}$	$4 \times 10^{-8}$
دی کلرواستیک اسید	$\text{CHCl}_2\text{CO}_2\text{H}$	$4.5 \times 10^{-2}$	بوریک اسید	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$5.4 \times 10^{-10}$
سولفورو اسید	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$1.4 \times 10^{-2}$			

نام باز	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک ( $K_b$ )	نام باز	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک ( $K_b$ )
پتاسیم هیدروکسید	$\text{KOH}$	باز قوی	بوتیل آمین	$\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$	$4 \times 10^{-4}$
سدیم هیدروکسید	$\text{NaOH}$	باز قوی	تری متیل آمین	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$6.3 \times 10^{-5}$
باریم هیدروکسید	$\text{Ba(OH)}_2$	باز قوی	آمونیاک	$\text{NH}_3$	$1.8 \times 10^{-5}$
کلسیم هیدروکسید	$\text{Ca(OH)}_2$	باز قوی	پیریدین	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1.7 \times 10^{-9}$
دی متیل آمین	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$5.4 \times 10^{-4}$	آنیلین	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$7.4 \times 10^{-10}$
اتیل آمین	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$4.5 \times 10^{-4}$			



فاز پخش شونده	فاز پخش کننده	نوع کلویید	حالت فیزیکی	نام کلویید	نمونه‌ها
گاز	گاز	-	-	-	-
	مایع	گاز در مایع	مایع	کف	کف صابون
	جامد	گاز در جامد	جامد	کف جامد	سنگ پا، یونالیت
مایع	گاز	مایع در گاز	گاز	آیروسول مایع	مه، افشانه‌ها (اسپری‌ها)
	مایع	مایع در مایع	مایع	امولسیون	شیر، کره، مایونز
	جامد	مایع در جامد	جامد	ژل	ژله، ژل موی سر
جامد	گاز	جامد در گاز	گاز	آیروسول جامد	دود، غبار
	مایع	جامد در مایع	مایع	سول	رنگ‌های روغنی، چسب مایع
	جامد	جامد در جامد	جامد	سول جامد	سرامیک، شیشه رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه

## مقاومت قطعات در بارگذاری های مختلف

نوع بارگذاری	شکل بارگذاری	تنش در قطعه	حداکثر جابه جایی در قطعه
کششی		تنش کششی در بارگذاری کششی = $\frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$	جایجایی در بارگذاری کششی = $\frac{\text{نیروی} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
فشاری		تنش فشاری در بارگذاری فشاری = $\frac{\text{نیروی فشاری}}{\text{سطح مقطع}}$	جایجایی در بارگذاری فشاری = $\frac{\text{نیروی} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
برشی		تنش برشی در بارگذاری برشی = $\frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$	---
خمشی		= حداکثر تنش قطعه بارگذاری خمشی $\frac{\text{طول} \times \text{نیروی}}{\text{ممان اینرسی} \times \text{ضریب}}$	= حداکثر جایجایی در خمش $\frac{\text{نیروی} \times \text{طول}^2}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی} \times \text{ضریب}}$
پیچشی		= حداکثر تنش قطعه هنگام پیچش $\frac{\text{گشتاور پیچشی}}{\text{ممان اینرسی قطبی} \times \text{ضریب}}$	= جایجایی زاویه در پیچش $\frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی} \times \text{ضریب}}$
مقایسه استحکام و سفتی مواد مختلف معمولی			
استحکام فولاد > استحکام مس > استحکام آلومینیوم سفتی فولاد > سفتی مس > سفتی آلومینیوم			
استحکام قطعه زمانی بالا می رود که: ۱- استحکام جنس قطعه بیشتر باشد. ۲- در برابر نیروی یکسان تنش در قطعه کمتر باشد.			به چه شرطی مقاومت قطعه بالا می رود: سفتی قطعه زمانی بالا می رود که: ۱- سفتی جنس قطعه بیشتر باشد. ۲- در برابر نیروی یکسان جابه جایی در قطعه کمتر باشد.
			ممان اینرسی سطح مقطع حول محور افقی به ترتیب، شکل الف از همه بیشتر است.

## فصل ۲

ایمنی، بهداشت و ارگونومی

رنگ‌های ایمنی				
رنگ	قرمز	زرد	سبز	آبی
معنی	ایست، ممنوع	احتیاط احتمال خطر	بدون خطر، کمک‌های اولیه	علائم پیشنهادی راهنمایی
رنگ زمینه	سفید	سیاه	سفید	سفید
رنگ علائم	سفید	سیاه	سفید	سفید
مثال‌های کاربردی	علائم ایست، اضطراری، خاموش، علائم ممنوع، مواد آتش‌نشانی	اشاره و تذکر خطر (مثلاً آتش، انفجار، تابش)، اشاره و تذکر موانع (مثلاً گودال و برآمدگی)	مشخصه راه نجات و خروجی اضطراری، کمک‌های اولیه و ایستگاه‌های نجات	موظف به استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی، محل کیوسک

علائم پیشنهادی						
باید قفل شود	باید از ماسک جوشکاری استفاده شود	باید از کلاه ایمنی استفاده شود	باید از لباس ایمنی استفاده شود	باید از ماسک ایمنی استفاده شود	عابرپایاده باید از این مسیر استفاده کند	باید از کمریند ایمنی استفاده شود
باید همه دست‌ها شسته شود	باید از ماسک محافظت استفاده شود	باید کفش ایمنی بپوشید	باید عینک حفاظتی بپوشید	قبل از شروع به کار قطع کنید	باید از پل استفاده شود	باید از گوشی محافظت استفاده شود

علائم نجات در مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری				
اطلاعات مسیر کمک‌های اولیه، مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری	کمک‌های اولیه	برانکارد	دوش اضطراری	تجهیزات شستشوی چشم
تلفن اضطراری	پنجره اضطراری خروج نردبان فرار	خروجی اضطراری / مسیر فرار		

### علائم ایمنی حریق و علائم اضافی

					
تلفن اضطراری حریق	کلید هشدار حریق	کلاه آتش‌نشانی	نردبان اضطراری حریق	قرقره شلنگ آتش‌نشانی	کپسول آتش‌نشانی

### علائم ممنوع

					
ممنوع	سیگار کشیدن ممنوع	کبریت، شعله و سیگار کشیدن ممنوع	عبور عابر پیاده ممنوع	خاموش کردن با آب ممنوع	این آب آشامیدنی نیست
					
ورود افراد متفرقه ممنوع	عبور برای وسایل نقلیه بالابر ممنوع	تماس ممنوع	کاربرد دستگاه در وان حمام، دوش یا ظرفشویی ممنوع	وصل کردن کلید ممنوع	گذاشتن یا انبار کردن ممنوع
					
ورود افراد با ایمپلنت فلزی ممنوع	عکسبرداری ممنوع	پوشیدن دستکش ممنوع	ورود به محوطه ممنوع	استفاده از تلفن همراه ممنوع	حمل نفر ممنوع

علائم هشدار					
					
هشدار قبل از نقطه خطر	هشدار نسبت به مواد آتش‌زا	هشدار نسبت به مواد منفجره	هشدار، مواد سمی	هشدار، مواد خورنده	هشدار، مواد رادیواکتیو یا پرتو یونیزه کننده
					
هشدار، بارهای آویزان و معلق	هشدار، رفت و آمد بالا	هشدار، ولتاژ الکتریکی خطرناک	هشدار، لبه‌های برنده	هشدار، تابش لیزری	هشدار، مواد آتش‌زا
					
هشدار، پرتوهای غیریونی کننده و الکترومغناطیس	هشدار، میدان مغناطیسی	هشدار، نسبت به زمین خوردن و گیر کردن	هشدار، خطوط سقوط	هشدار، خطر مرگ	هشدار، سرما
					
هشدار، سطوح داغ	هشدار، کپسول‌های گاز	هشدار، خطر باتری	هشدار، آسیب دیدگی دست	هشدار، خطر سر خوردن	هشدار، خطر پرس شدن

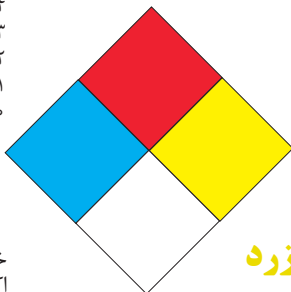
## لوزی خطر

آبی

- واکنش پذیری
- ۴- مرگبار
- ۳- خیلی خطرناک
- ۲- خطرناک
- ۱- باخطر کم
- ۰- نرمال

قرمز

- خطرات آتش سوزی نقطه اشتعال
- ۴- زیر ۷۳ درجه فارنهایت
- ۳- زیر ۱۰۰ درجه فارنهایت
- ۲- زیر ۲۰۰ درجه فارنهایت
- ۱- بالای ۲۰۰ درجه فارنهایت
- ۰- نمی سوزد



سفید

- خطرات خاص
- اکسید کننده OX
- اسیدی ACID
- قلیایی ALK
- خورنده COR

زرد

- واکنش پذیری
- ۴- ممکن است منفجر شود
- ۳- ممکن است در اثر حرارت و شک منفجر شود
- ۲- تغییرات شیمیایی شدید
- ۱- در اثر استفاده از حرارت ناپایدار می گردد
- ۰- پایدار است

### تشریح راهنمای لوزی خطر

واکنش پذیری	قابلیت اشتعال	بهداشت
قابلیت آزاد کردن انرژی	قابلیت سوختن	نحوه حفاظت
۴- ممکن است تحت شرایط عادی منفجر شود	۴- قابلیت اشتعال بالا	۴- حفاظت کامل و استفاده از دستگاه های تنفسی
۳- ممکن است در اثر حرارت و شک منفجر شود	۳- تحت شرایط معمولی مشتعل می گردد	۳- حفاظت کامل و استفاده از دستگاه های تنفسی
۲- تغییرات شیمیایی شدید می دهد ولی منفجر نمی شود	۲- با حرارت ملایم مشتعل می گردد	۲- از دستگاه تنفسی همراه ماسک کامل صورت استفاده گردد
۱- در اثر استفاده از حرارت ناپایدار می گردد	۱- وقتی حرارت ببیند و گرم شود مشتعل می گردد	۱- بایستی از دستگاه تنفسی استفاده گردد
۰- در حالت عادی پایدار است	۰- مشتعل نمی شود	۰- وسیله خاصی مورد نیاز نمی باشد

## مقایسه انواع کلاس های آتش

### جدول مقایسه انواع کلاس های آتش

اروپایی	نوع حریق
Class A	جامدات قابل اشتعال (مواد خشک)
Class B	مایعات قابل اشتعال
Class C	گازهای قابل اشتعال
Class F/D	وسایل الکتریکی (برقی)
Class D	فلزات قابل اشتعال
Class F	روغن آشپزی

## روش‌های متفاوت اطفای حریق

طبقه‌بندی آتش‌سوزی‌ها	مواد	خاموش‌کننده توصیه شده
دسته A جامدات احتراق‌پذیر به جز فلزات	موادی که از سطح می‌سوزند مانند: چوب، کاغذ، پارچه موادی که از عمق می‌سوزند مانند: چوب، زغال سنگ، پارچه، موادی که در اثر حریق شکل خود را از دست می‌دهند مانند: لاستیک نرم، پلاستیک نرم	خاموش‌کننده‌های نوع آبی پودری چند منظور $\text{CO}_2$ هالون خاموش‌کننده‌های پودری چندمنظوره خاموش‌کننده‌های نوع آبی خاموش‌کننده‌های $\text{CO}_2$ خاموش‌کننده‌های هالون خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌های چندمنظوره
دسته B مایعات قابل اشتعال	نفت، بنزین، رنگ، لاک، روغن و غیره (غیر قابل حل در آب) مایعات سنگین مانند قیر و آسفالت و گریس الکلی، کتون‌ها و غیره (قابل حل در آب)	خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌های کف‌شیمیایی و کف‌مکانیکی خاموش‌کننده‌های پودری و $\text{CO}_2$ خاموش‌کننده هالون خاموش‌کننده‌های AFFF
دسته C گازهای قابل اشتعال	گازها یا موادی که اگر با آب ترکیب شوند تولید گاز قابل اشتعال می‌نمایند مانند: کاربید	خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌های $\text{CO}_2$ خاموش‌کننده‌های هالون
دسته D تجهیزات برقی	کلید و پریز برق، تلفن، رایانه، ترانسفورماتورها	خاموش‌کننده‌های $\text{CO}_2$ خاموش‌کننده‌های هالون
دسته E فلزات قابل اشتعال	منیزیم، سدیم، پتاسیم، آلومینیم	خاموش‌کننده‌های پودر خشک

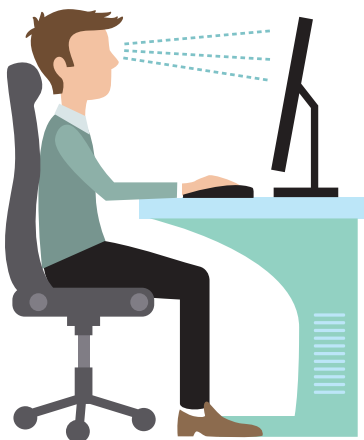
## میزان شدت نور در محیط‌های کار (لوکس)

ردیف	فعالیت کاری	لوکس
۱	فضاهای عمومی با محیط تاریک	۲۰-۵۰
۲	گذرگاه‌ها و راهروهای کارهای موقت	۵۰-۱۰۰
۳	فضاهای کاری برای کارهایی که گاه‌آ انجام می‌شود	۱۰۰-۲۰۰
۴	کارهایی که معمولاً با کنتراست بالا یا بر روی قطعه بزرگ انجام می‌شود	۲۰۰-۵۰۰
۵	کارهایی که معمولاً با کنتراست متوسط یا بر روی قطعه کوچک انجام می‌شود	۵۰۰-۱۰۰۰
۶	کارهایی که معمولاً با کنتراست پایین یا بر روی قطعه کوچک انجام می‌شود	۱۰۰۰-۲۰۰۰
۷	کارهایی که معمولاً با کنتراست پایین یا بر روی قطعات ریز و یا تکرار زیاد انجام می‌شود	۲۰۰۰-۵۰۰۰
۸	انجام کارهای ممتد و طولانی با دقت بالا	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰
۹	انجام کارهای خیلی خاص با کنتراست بسیار پایین	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰



حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای افقی		
شرایط	نیروهایی که نباید از آن تجاوز کرد (بر حسب کیلوگرم)	مثال هایی از نوع کار
الف) وضعیت ایستاده ۱- تمام بدن در کار دخالت دارد	۲۳ کیلوگرم نیرو	حمل بار با فرغون
۲- عضلات اصلی دست و شانه دست ها کاملاً کشیده شده اند	۱۱ کیلوگرم نیرو	خم شدن بر روی یک مانع برای حرکت یک شیء یا هل دادن یک شیء در ارتفاع بالاتر از شانه
ب) زائل زین	۱۹ کیلوگرم نیرو	برداشتن یا جابه جا کردن یک قطعه از دستگاه هنگام تعمیر نگهداری جابه جا کردن اشیاء در محیط های کاری سربسته نظیر تونل ها یا کانال های بزرگ
ج) در حالت نشسته	۱۳ کیلوگرم نیرو	کار کردن با یک فرم عمودی نظیر دستگاه های کنترل در ماشین آلات سنگین، برداشتن و گذاشتن سینی های با محصول بر روی نوار نقاله

حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای عمودی		
شرایط	نیروهایی که نباید از آن تجاوز کرد (بر حسب کیلوگرم)	مثال هایی از نوع کار
کشیدن اجسام به سمت پایین در ارتفاع بالای سر	۵۵ کیلوگرم نیرو ۶۰ کیلوگرم نیرو	کار کردن یا سیستم کنترل گرفتن قلاب نظیر دستگیره ایمنی یا کنترل دستی به کار انداختن یک جرثقیل زنجیری گیره های برقی، سطح گیره قطری کمتر از ۵ سانتی متر باشد.
کشیدن به سمت پایین تا ارتفاع شانه	۲۲ کیلوگرم نیرو	به کار انداختن کنترل، گرفتن قلاب
کشیدن به سمت بالا ۲۵ cm (۱۰ in) بالای سطح زمین ارتفاع آرنج ارتفاع شانه	۲۷ کیلوگرم نیرو ۱۵ کیلوگرم نیرو ۷/۵ کیلوگرم نیرو	بلند کردن یک شیء با یک دست بلند کردن در یا درپوش
فشار دادن به سمت پایین تا ارتفاع آرنج	۲۹ کیلوگرم نیرو	بسته بندی کردن باربندی، مهر و موم کردن بسته ها
فشار دادن به سمت بالا تا ارتفاع شانه	۲۰ کیلوگرم نیرو	بلند کردن یک گوشه یا انتهای شیء نظیر یک لوله یا تیر آهن، بلند کردن یک شیء تا قسمت بالای تخته








پشتی صندلی باید کاملاً به کمر بچسبد و پایین آن قوس طبیعی کمر را پوشش دهد. زاویه آرنج برابر ۹۰ درجه واقعی باشد. شانه‌ها نیز در وضعیت راحت قرار داشته باشند. ران به صورت افقی بوده و زاویه آن با مفصل زانو بین ۹۰ تا ۱۱۰ درجه باشد. کف پاها باید کاملاً روی زمین قرار گیرد اگر ارتفاع مناسب نیست از زیرپایی استفاده شود. مچ دست در حالت طبیعی مستقیم روی صفحه کلید قرار می‌گیرد.

### میزان خطر و احتمال وقوع آن بر حسب مسیر جریان برق

مسیر جریان	میزان خطر مرگ	احتمال وقوع
از سر به اندام‌های دیگر	خیلی زیاد (مرگبار)	خیلی کم
از یک دست به دست دیگر	زیاد	متوسط
از دست به پا	خیلی زیاد	زیاد
از یک پا به یک دست	کم	کم

### زمان تست هیدرو استاتیک خاموش‌کننده‌ها

ردیف	نوع خاموش‌کننده آتش‌نشانی	دوره زمان تست (سال)
۱	خاموش‌کننده آب و گاز تحت فشار و یا حاوی ترکیبات ضد یخ	۵
۲	خاموش‌کننده حاوی AFFF یا FFFP	۵
۳	خاموش‌کننده پودری یا سیلندر فولادی	۵
۴	خاموش‌کننده کربن دی‌اکسید	۵
۵	خاموش‌کننده حاوی پودرتر شیمیایی	۵
۶	خاموش‌کننده‌های حاوی پودر خشک شیمیایی با سیلندرهای آلومینیم و یا برنجی	۱۲
۷	خاموش‌کننده‌های حاوی پودر خشک شیمیایی با سیلندرهای فولادی ریخته‌گری و مواد هالوژنه	۱۲
۸	خاموش‌کننده‌های حاوی پودر و دارای بالن (کارتريج) یا سیلندرهای فولادی ریخته‌گری شده	۱۲

توضیحات	کد
شیشه رنگی (معمولاً سبز) کدهای ۷۰ تا ۷۹ مربوط به انواع شیشه‌های است	 GL
کاغذ یا مقوای ممزوج با پلاستیک یا آلومینیم	 C/PAP
آلومینیم	 ALU
چوب	 FOR
چوب پنبه	

توضیحات	کد
پارچه	 TEX
کنف	 TEX
شیشه ممزوج	 GL
شیشه بدون رنگ شفاف	 GL
کدهای ۶۰ تا ۶۹ به طور کلی مربوط به انواع پارچه‌ها است	

## علائم و کدهای بازیافت مواد مختلف

امروزه بازیافت به عنوان یکی از پارامترهای مؤثر بر طراحی محصولات محسوب می‌گردد و به خصوص در مباحثی همچون طراحی و توسعه پایدار توجه به بازیافت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از عواملی که می‌تواند پس از استفاده از محصول، به سهولت تفکیک زباله در مبدأ کمک نماید علائم بازیافت مندرج بر روی بدنه کالا است که نوع جنس محصول را بیان می‌دارد که در ذیل، به بیان برخی از متداول‌ترین آنها اشاره شده است.

توضیحات	کد	توضیحات	کد
پلی اتیلن با چگالی بالا	 PE-HD	پلی اتیلن تری فتالات	 PET
پلی اتیلن با چگالی پایین	 PE-LD	پلی وینیل کلراید	 PVC
پلی استایرن	 PS	پلی پروپیلن	 PP
کدهای ۸ تا ۱۴ به ترتیب مربوط به باتری‌های سرب - اسیدی، قلیاتی، نیکل کادمیوم، نیکل متال هیدرید، لیتیوم، اکسید نقره، و زینک کربن (باتری‌های قلمی معمولی) است.		سایر پلاستیک‌ها که عمدتاً شامل اکریلیک‌ها، فایبرگلاس، پلی‌آمید و ملامین (اوره فرمالدئید)	 O
کاغذهای ممزوج با سایر مواد، کاغذ روزنامه، پاکت نامه و غیره	 PAP	مقوا	 PAP
آهن	 FE	کاغذ	 PAP

## کدها عبارت اند از:

**۱- PETE** پلاستیک کد ۱: پلی اتیلن ترفتالات، قابل بازیافت ترین و معمول ترین پلاستیک است که به عنوان بطری های آب، نوشانه و ظرف های یک بار مصرف و غیره استفاده می شود. محکم و در برابر گرما مقاوم است و با بازیافت به بطری های آب، ساک، لباس، کفش، روکش مبلی، فیبرهای پلی استر و غیره تبدیل می شود.

**۲-HDPE** پلاستیک کد ۲: پلی اتیلن با غلظت بالا که به راحتی و به سرعت بازیافت می شود. پلاستیک نوع خشک است، اما زود شکل می گیرد و معمولاً در قوطی شونده ها، بطری های شیر، قوطی آبمیوه، کیسه های زباله و غیره به کار می رود، با بازیافت به لوله های پلاستیکی، قوطی شونده ها، خودکار، نیمکت و غیره تبدیل می شود.

**۳-PVC** پلاستیک کد ۳: پلی وینیل کلراید سخت بازیافت می شود. با آنکه محیط زیست و سلامت افراد را به خطر می اندازد، هنوز در همه جا در لوله ها، میزها، اسباب بازی و بسته بندی و غیره به چشم می خورد، PVC بازیافت شده به عنوان کف پوش، سرعت گیر، پنل و گل پخش کن ماشین استفاده می شود.

**۴-LDPE** پلاستیک کد ۴: پلی اتیلن با غلظت پایین است. ویژگی آن قابل انعطاف بودنش است. معمولاً در نخ های شیرینی، بسته بندی، قوطی های فشاری، کاورهای خشکشویی به کار می رود. بعد از بازیافت به عنوان بسته های حمل نامه، سطل های زباله، سیم بند و غیره استفاده می شود.

**۵-PP** پلاستیک کد ۵: پلی پروپیلن با غلظت پایین و در برابر حرارت فوق العاده مقاوم است. به عنوان نی، درهای بطری و قوطی استفاده می شود. PP بازیافت شده در چراغ راهنمایی و رانندگی، پارو، جای پارک دوچرخه و قفسه های کشویی کاربرد دارد.

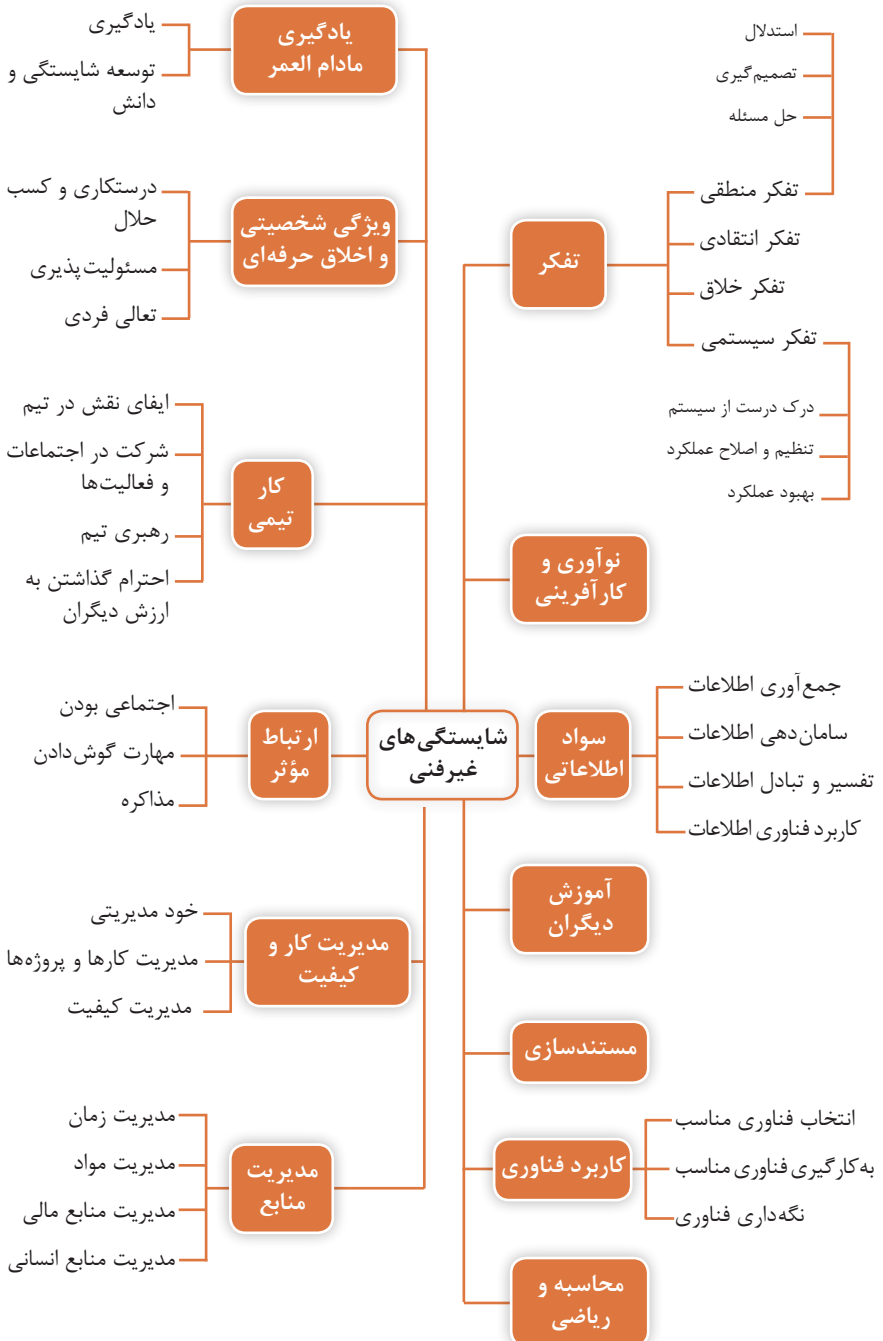
**۶-PS** پلاستیک کد ۶: پلی استایرن که فوم معروف است، در ظروف یک بار مصرف دردار و غیره بکار می رود. فوق العاده سبک ولی حجیم است. PS به دلیل آنکه گرما را زیاد منتقل نمی کند، کاربرد زیادی دارد. با آنکه این ماده جزو برنامه های بازیافت شهرداری ها نیست، اما می تواند به عایق های حرارتی، شانه های تخم مرغ، خط کش و ظروف پلاستیکی تبدیل شود.

**۷- سایر موارد** پلاستیک کد ۷: سایر پلاستیک ها مانند پلی اورتان می توانند ترکیبی از پلاستیک های فوق باشند. جزو بازیافت نیستند، محصولات با کد ۷ می توانند هرچیز از زین دوچرخه گرفته تا ظرف های ۵ گالنی را شامل شوند. بسیاری از بازیافت کنندگان، پلاستیک با این کد را قبول نمی کنند، اما رزین این پلاستیک ها قابل تبدیل به الوارهای پلاستیکی و مواد سفارشی هستند.



## فصل ۳

### شایستگی‌های غیر فنی و توسعه حرفه‌ای





# جدول دروس رشته الکترونیک

جدول مواد درسی و ساعات تدریس هفتگی دوره دوم متوسطه - شاخه فنی و حرفه ای

کد رشته تحصیلی: ۷۱۴۱۰	رشته تحصیلی: الکترونیک	کد گروه: ۱	گروه تحصیلی: فنی و رایانه	زمینه: صنعت	پایه ۱۲				پایه ۱۱				پایه ۱۰		حوزه محتوایی	ردیف
واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت	پایه ۱۱	پایه ۱۰	پایه ۱۰	پایه ۱۰	نام درس	واحد/ساعت	حوزه محتوایی	ردیف
۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۳	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۲	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۲	تعلیمات دینی، قرآن و اخلاق ۱	۱
۱	عربی زبان قرآن ۳	۱	عربی زبان قرآن ۲	۱	عربی زبان قرآن ۱	۱	عربی زبان قرآن ۱	۱	عربی زبان قرآن ۱	۱	عربی زبان قرآن ۱	۱	عربی زبان قرآن ۱	۱	تربیت دینی و اخلاقی	۱
۲	فارسی ۳	۲	فارسی ۲	۲	فارسی ۱	۲	فارسی ۱	۲	فارسی ۱	۲	فارسی ۱	۲	فارسی ۱	۲	زبان و ادبیات فارسی	۲
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	زبان و ادبیات فارسی	۲
۲	تاریخ معاصر	۲	علوم اجتماعی	۲	علوم اجتماعی	۲	علوم اجتماعی	۲	علوم اجتماعی	۲	علوم اجتماعی	۲	علوم اجتماعی	۲	زبان های خارجی	۳
۲	تربیت بدنی ۳	۲	تربیت بدنی ۲	۲	تربیت بدنی ۱	۲	تربیت بدنی ۱	۲	تربیت بدنی ۱	۲	تربیت بدنی ۱	۲	تربیت بدنی ۱	۲	"خوشه دروس": مطالعات اجتماعی	۴
۲	سلامت و بهداشت	۲	انسان و محیط زیست	۲	انسان و محیط زیست	۲	انسان و محیط زیست	۲	انسان و محیط زیست	۲	انسان و محیط زیست	۲	انسان و محیط زیست	۲	"خوشه دروس": انسان و سلامت	۵
۳	آب و هوای خاکی	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	"خوشه دروس": انسان و سلامت	۵
۲	مدیریت خانواده و سبک زندگی	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	درس انتخابی (۱- هنر ۳- تفکر و سواد رسانه ای)	۲	"خوشه دروس": انسان و مهارت های زندگی	۶
۲	اخلاق حرفه ای	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	"خوشه دروس": انسان و مهارت های زندگی	۶
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	"خوشه دروس": انسان و مهارت های زندگی	۶
۲	ریاضی ۳	۲	ریاضی ۲	۲	ریاضی ۱	۲	ریاضی ۱	۲	ریاضی ۱	۲	ریاضی ۱	۲	ریاضی ۱	۲	شاخصی های غیر فنی	۷
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	شاخصی های غیر فنی	۷
۲	نصب و سرویس دستگاه های الکترونیکی خانگی	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)	۸	"خوشه دروس": شاخصی های غیر فنی	۷
۴	دانش فنی تخصصی	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	"خوشه دروس": شاخصی های غیر فنی	۷
۴	کار آموزی	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	"خوشه دروس": شاخصی های غیر فنی	۷
۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰	"خوشه دروس": شاخصی های غیر فنی	۷
۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	برنامه و ویژه مدرسه	۱۰	"خوشه دروس": شاخصی های غیر فنی	۷

۱- دروس ۸ ساعت خوشه شاخصی های فنی پایه های دهم و یازدهم صرفاً تا پایان سال تحصیلی ۹۷-۹۶ با رعایت ترتیب به صورت متوالی در طول سال اجرا می شود.  
 ۲- مدت زمان آموزش نیم سال دوم به ازای نیم سال اول جهت کسب شاخصی اختصاص می یابد.  
 \* کارآموزی متناسب با رشته ۲۴۰ - ۱۲۰ ساعت اجرا می شود.

- ۱- اصول الکترونیک، گروپ، ترجمه احمد ریاضی، سید محمود صموتی، محمود همتایی دانشکده شهید شمسی پور
- ۲- فلوید توماس، اصول و مبانی مدارهای الکتریکی، مترجم مهرداد عابدی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه امیرکبیر
- ۳- اندرسن چارلز، دوره جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی فر، انتشارات سپهر
- ۴- اصول مقدماتی الکتریسیته، مؤلف مهندس غلامعلی سرایی

۵- Electronic devices and Circuit theory by robert Boylestad Louis Nashilsky

۶- Transistor Fundamentals by Robert J Brite

۷- Transistor Circuit action by Henry C. Vealch

۸- Electronic Devices Electron Flow Version Flord

۹- 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

۱۰- مبانی الکتریسیته، کد ۶۰۴/۷، مؤلف شهرام خدادادی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران - ۱۳۹۴

۱۱- الکترونیک عمومی، مؤلفان ابوالقاسم جاریانی - فتح اله نظریان - محمود همتایی - سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی، ۱۳۹۴

۱۲- آزمایشگاه مجازی، کد ۳۵۸/۳، مؤلفان مهین ظریفیان جولایی - سید محمود صموتی - محمود شبانی - سید علی صموتی، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران

۱۳- آزمایشگاه مجازی ۲ کد ۴۶۶/۶، مؤلفان مهین ظریفیان جولایی - سید محمود صموتی - سید علی صموتی - محمود شبانی، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران

۱۴- 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

۱۵- الکترونیک عمومی، کد ۴۹۰/۵، مؤلفان سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی - یداله رضازاده - غلامحسین نصری - فتح اله نظریان، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره 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)

دقت‌تالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

