بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب همراه هنرجو

رشتهٔ الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

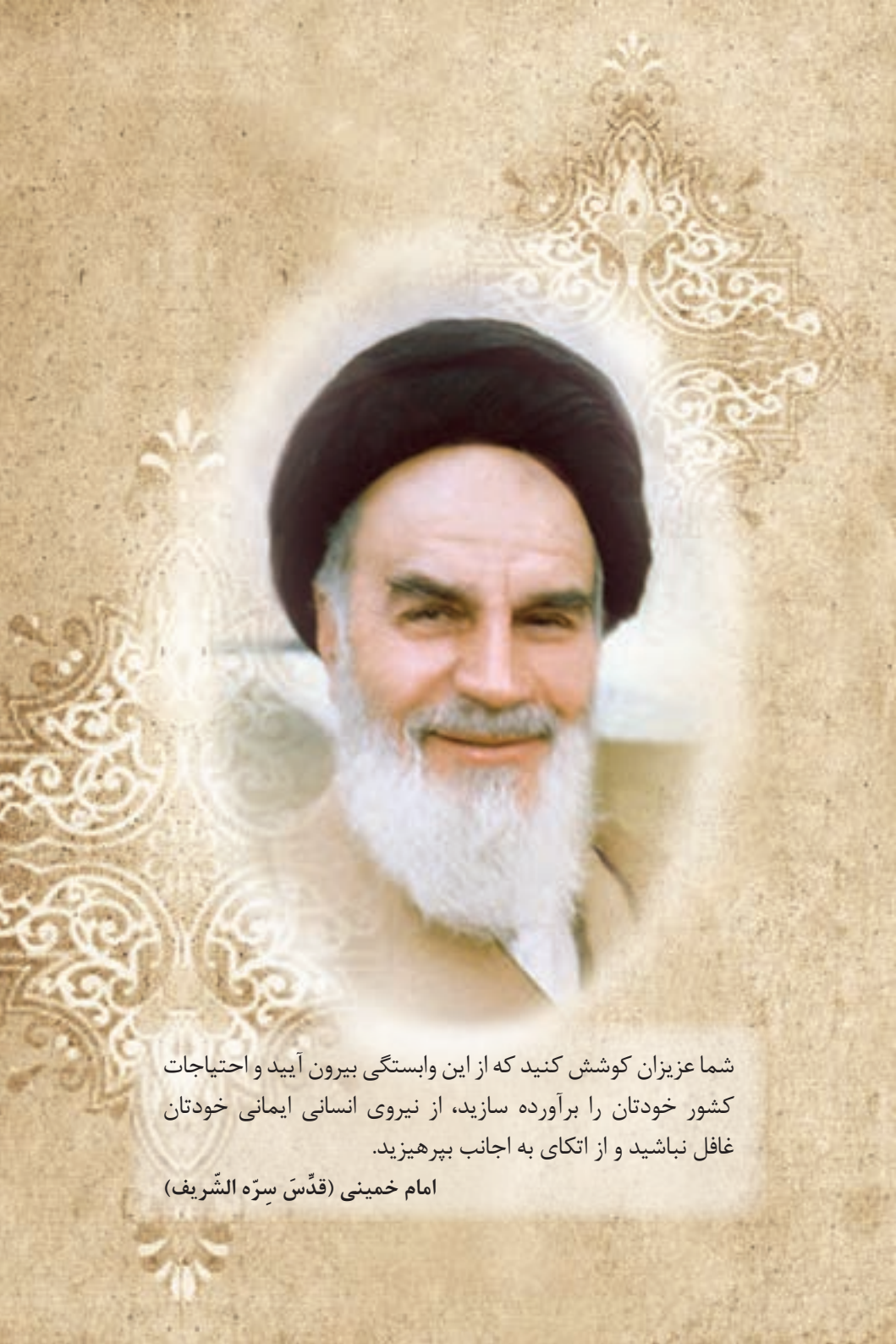
۱۳۹۵

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: کتاب همراه هنرجو (رشتهٔ الکترونیک)ـ ۲۱۰۲۷۷
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید محمود صموتی، رسول ملک‌محمد، شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی، سهیلا ذوالفقاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی) شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سعیده توتونچیان (اعضای گروه تألیف) ـ رسول ملک محمد (ویراستار فنی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری‌یونسی (مدیر هنری) ـ ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) ـ .....(طراح جلد)ـ مؤسسه فرهنگی و هنری طراحان ایماژ (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)**تلفن:** ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶،
کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ **وب‌گـاه:** www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران‌ـکیلومتر ۱۷جادهٔ مخصوص کرج‌ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن:**۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰،
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۵

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

شابک ۰ ـ ۲۶۰۴ ـ ۰۵ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 2604–0**



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 بپرهیزید.

امام خمینی (قدِّسَ سِرّه الشّریف)

فهرست

فصل ۱ : قطعه‌شناسی ۹
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری۱ : آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی ۱۰
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری۲ : پیچیدن یک بوبین ساده در حد mH و µH ۳۳

فصل ۲ : کمیت‌های پایه الکتریکی ۴۵
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۳ : اندازه‌گیری ولتاژ و جریان DC و AC ۴۶

فصل ۳ : موج و کمیت‌های آن ۵۱
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری۴ : کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های موج ۵۲

فصل ۴ : توان الکتریکی ۷۳
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۵ : کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان ۷۴

فصل ۵ : نقشه‌خوانی با نرم‌افزار ۷۹
نکته‌های مربوط به واحد یادگیری ۶ : خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده ۸۰
فصل ۶ : علوم پایه ۹۱
منابع ۱۰۳

سخنی با هنرجویان عزیز

هنرجوی گرامی کتاب همراه هنرجو از جمله اجزای بستهٔ آموزشی است که در نظام جدید آموزشی برای شما طراحی و تألیف و در جهت تقویت اعتمادبه‌نفس و ایجاد انگیزه در نظر گرفته شده است. این کتاب شامل محتواهای مرتبط و استخراج شده از دروس دیگر رشتهٔ تحصیلی شما می‌باشد تا به‌جای حفظ کردن آنها، با مراجعه به این کتاب از آن مطالب برای انجام فعالیت‌های کارگاهی و حل مسائل استفاده نمایید. در این‌صورت دیگر نیازی به مراجعه به کتاب‌های درسی متعدد حین انجام کار نیست و وابستگی شما به کتاب درسی کم می‌شود.

با توجه به اینکه کتاب همراه هنرجو برای کل رشته تدوین می‌شود، موجب پیوند خوردن دروس و مطالب در ذهن شما در پایه‌های مختلف تحصیلی می‌گردد. 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 حرفه‌ای تألیف شده است.

بهبود زمان یاددهی-یادگیری، ایجاد فرصت برای پیوند نظر و عمل، کاهش حجم کتاب‌های درسی، کاهش اضطراب در ارزشیابی، استانداردسازی و ایجاد زبان مشترک و کمک به تحقق شایستگی‌های مادام‌العمر فنی و حرفه‌ای از ویژگی‌های دیگر کتاب همراه هنرجو است.

قطع کتاب به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده است تا امکان جابه‌جایی آسان برای شما فراهم باشد و بتوانی در محیط‌های مختلف آموزشی و حتی محیط کار از آن استفاده نمایید.

از محتوای این کتاب ارزشیابی صورت نمی‌گیرد، بلکه می‌توانید از اطلاعات مندرج در کتاب برای حل مسائل و انجام فعالیت‌های تعیین‌شده استفاده نمایید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

مقدمه

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 مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی جمهوری اسلامی ایران مصوب در شورای عالی انقلاب فرهنگی در آذر ماه ۱۳۹۰ و سند برنامه درسی ملی مصوب ۱۳۹۱، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، طرح پژوهشی تحول در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را در دو بازه دنیای کار و دنیای آموزش به اجرا در آورد. در دنیای کار با استفاده از طرح پژوهشی جهانی دیکوم (Dacum) نیازهای دنیای کار را طی ده مرحله مشخص و استاندارد شایستگی حرفه را براساس 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 و عملی سه روز در هفته جمعاً (۲۴ ساعت) و در پایه یازدهم و دوازدهم دروس تخصصی رشته به ترتیب ۲ روز (۱۶ساعت) و سه روز (۲۴ساعت) به صورت نظری و عملی اجرا می‌شود. همچنین در پایه یازدهم علاوه بر دروس تخصصی رشته، دروس کارگاه، نوآوری و خلاقیت، فناوری و تولید، اخلاق حرفه‌ای و الزامات محیط کار جمعاً به مدت ۱۲ ساعت گنجانده شده است. لازم به یادآوری است که درس پایه یازدهم و دوازدهم به صورت نیمه تجویزی بوده و محتوای آن با توجه به نیاز جامعه، شرایط اقلیمی قابل تغییر و انتخاب است. در تمام مراحل و فرایند برنامه‌ریزی به شایستگی‌های پایه، غیرفنی و فنی توجه ویژه شده است. تألیف کتاب‌ها براساس جدول ۶-۱ که در آن اهداف توانمندساز و فعالیت‌های ساخت‌یافته در قالب ماکت آموزشی و به صورت یکپارچه برای هر تکلیف کاری صورت گرفته است و در آن کتاب‌های درسی هنرجو، همراه هنرجو، راهنمای هنرآموز، نرم‌افزار، فیلم، پوستر و سایر موارد وجود دارد. سعی کرده‌ایم کتاب راهنمای معلم را به گونه‌ای تدوین کنیم که هر معلم تازه‌کار و جوانی بتواند از عهده تدریس محتوا برآید.

مؤلفان

سخنی با هنرجویان عزیز

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 نرم‌افزارتوصیه 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) 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.

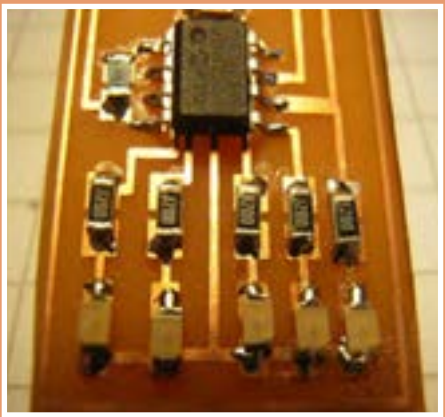
۷- استفاده از سایر منابع که در اختیار دارید در راستای آموزش کتاب بلامانع بوده، حتی می‌توانید در صورت دسترسی به منابع مناسب‌تر آن را از طریق رسانه‌های مختلف از جمله سایت دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش به آدرس www.tvoccd.medu.ir به اشتراک بگذارید.

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.

مؤلفـــــــان

فصل ۱

قطعه شناسی



ماهیت الکتریسیته

الکتریسیته پدیده‌ای است که دیده نمی‌شود. ولی قادر است پدیده‌های فیزیکی بسیاری مانند حرارت، روشنایی، حرکت، مغناطیس را به وجود آورد. الکتریسیته 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 اجسامی‌مانند تکه‌های کوچک کاغذ، برگ خشک یابراده‌های چوب را جذب کند. در ابتدا تمام اجسامی‌که 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 الکتریسیته راکه دردو جسم با جنس مختلف به وجود می‌آید الکتریسیته «مثبت» و «منفی» نامگذاری کرد.

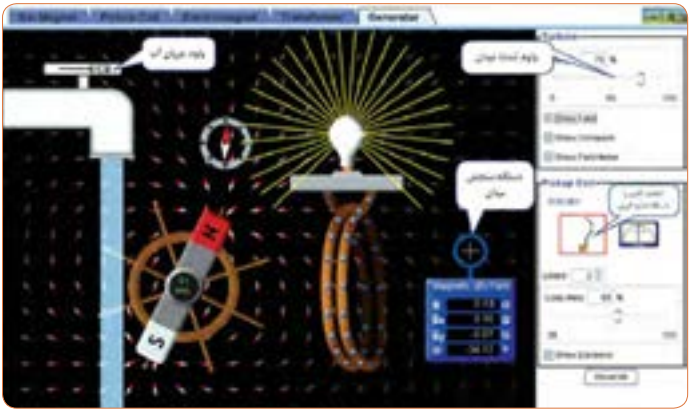
مدل اتمی‌عناصر مانند منظومه بسیار کوچک خورشیدی است که هسته اتم مانند خورشید و الکترون‌ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می‌چرخند. مدار خارجی هر اتم رادراصطلاح «لایه والانس» و الکترون‌های روی این مدار را «الکترون‌های والانس» یا الکترون‌های ظرفیت می‌نامند. تعداد الکترون‌های مدار والانس هر اتمی همیشه بین ۱ تا ۸ الکترون است. تعداد این الکترون‌هانشان 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 برق‌گیر و عینک دو کانونی، متولد ۱۷۰۶ م**

نرم‌افزار Phet

نرم‌افزار 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 نرم‌افزارهای فلش و جاوا برنامه‌نویسی و اجرا می‌شود. این نرم‌افزار 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 دگمه‌های نرم افزاری مشاهده نمایند. در این نرم‌افزار با تغییرمشخصه‌ها در آزمایش‌های مختلف می‌توان نتایج را از دیدگاه پژوهشی مستقیماً مطالعه کرد. هنرجویان با استفاده از این نرم‌افزار 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 علمی‌مفاهیم کمک می‌کند. این نرم افزار بخش فارسی نیز دارد. شکل۱ نماد دسترسی به سایت نرم‌افزار Phet و تصویرشبیه‌سازی شده مولد را نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ نرم افزار phet

ایمنی

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

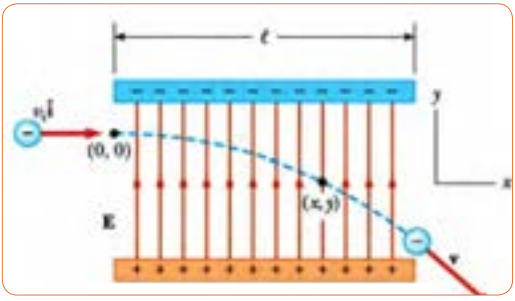
شکل ۲

ویژگی‌های اتم و ذرات آن

✓ جرم پروتون ۱۸۴۰ مرتبه بیشتر از جرم الکترون است.
✓قطر پروتون یک سوم قطر الکترون است.
✓پروتون دارای بار مثبت و درهسته اتم قرار دارد.
✓نوترون بدون بار بوده و در هسته اتم قرار دارد.
✓الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته می چرخد.
✓مدارهای الکترونی اطرا ف هسته، بیضی شکل هستند.
✓در شرایط عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم با هم برابرند.
✓در طبیعت همهٔ نیروهای مخالف مثبت ومنفی موجود در اتم یکدیگرراخنثی 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» وبه 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 بارالکتریکی در میدان الکتریکی

منحرف می‌شود، شکل ۳.

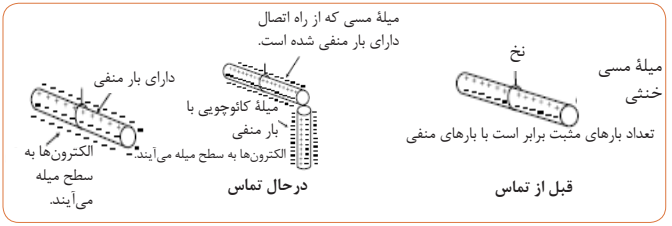
تولید الکتریسیته ساکن:

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

شکل ۴ــ پس از مالش دادن یک میلهٔ شیشه‌ای به پارچهٔ ابریشمی، آنها دارای بار الکتریکی می‌شوند.

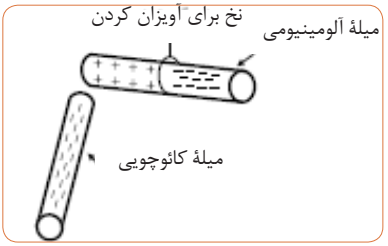
حالت میله به علت کمبود الکترون دارای بار مثبت و ابریشم به علت افزایش الکترون دارای بار منفی می‌شود، شکل ۴ .

ب- باردار کردن از طریق تماس: با استفاده از یک میلهٔ 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.



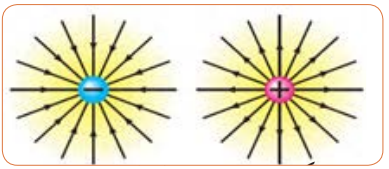
شکل ۵

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 میلهٔ 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

• طبـق قـرارداد در ذرات بـاردار (اتـم) جهـت خطـوط نیـروی بارهـای منفـی بـه سـمت داخـل و در بارهـای مثبـت بـه سـمت خـارج اسـت، شـکل ۷.



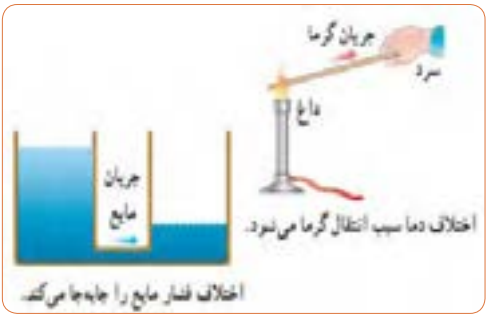
شکل ۷ - جهت خطوط نیرو

د- مثـال عملـی ازبـاردار شـدن اجسـام: یـک میلـه (شـانه) پلاسـتیکی را طبـق شـکل ۸ بـا پارچـه پشـمی‌یا موهـای سـرخودمالش دهیـد. سـپس طبـق شـکل ۹ مـوارد زیـر را اجـرا کنیـد:

شکل ۸

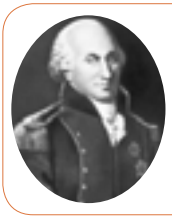
شکل ۹

- شیء پلاستیکی را به ذرات نمک نزدیک کنید.
- شیء پلاستیکی را به توپ پینگ‌پنگ نزدیک کنید.
- شیء پلاستیکی را به یک رشته نخ نایلونی نزدیک کنید.
- شـیء پلاسـتیکی را بـه آب جـاری کـه بـا فشـار کـم از شـیر آب خـارج می‌شـود نزدیـک کنیـد.
- یک کولن بار الکتریکی موجود در یک جسم برابر با: $۶/۲۸ \times ۱۰^{۱۸}$ الکترون است.
- بـا توجـه بـه شـکل ۱۰، اختـلاف پتانسـیل بـا اختـلاف دمـا و اختـلاف سـطح آب قابـل مقایسـه اسـت.



شکل ۱۰

زندگی دانشمندان



چارل آگوستَن دو کولُن
(بـه فرانسـوی Charles-Augustin de Coulomb)
تولـد۱۴ ژوئـن ۱۷۳۶ در آنگولـم فرانسـه - درگذشـت ۲۳ اوت ۱۸۰۶ در پاریـس- فیزیکـدان

دستگاه‌هایی که بر اساس الکتریسیته ساکن کار می‌کنند

دسـتگاه رنـگ پـاش و غبـار گیـر الکتـرو اسـتاتیکی دسـتگاه‌هایی هسـتند کـه بـر اسـاس الکتریسـیته سـاکن کار می‌کننـد. بـرای کسـب اطلاعـات بیشـتر بـه منابـع مرتبـط مراجعـه کنیـد. (شـکل۱۱) چـه دسـتگاه‌های دیگـر خانگـی می‌شناسـید کـه از الکتریسـیته سـاکن اسـتفاده می‌کننـد. بـا جسـت‌وجوی کلمـه «electrostatic equipments» در اینترنـت می‌توانیـد مـوارد بیشـتری را بیابیـد.

الف- دستگاه رنگ‌پاش الکترواستاتیکی

ب- دستگاه غبارگیر الکترواستاتیکی

شکل ۱۱

زندگی دانشمندان

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؟

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow t = \frac{q}{I} = \frac{۶}{۴} = ۱/۵\ s \quad \text{(ثانیه)}$$

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:

$\chi_{cu} = ۵۶$ (هدایت مخصوص مس)

$\rho_{cu} = \frac{۱}{\chi} = \frac{۱}{۵۶} = ۰/۰۱۷۸۵$ (مقاومت مخصوص مس)

$\chi_{A\ell} = ۳۷$ (هدایت مخصوص آلومینیوم)

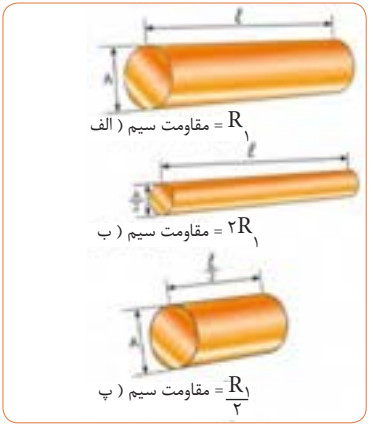
$\rho_{A\ell} = \frac{۱}{\chi} = \frac{۱}{۳۷} = ۰/۰۲۷$ (مقاومت مخصوص آلومینیوم)

واحد دو ضریب ρ (رو) و χ (کاپا) بر حسب عوامل مرتبط با مقاومت الکتریکی تعیین می‌شود:

$$\chi = \frac{m}{\Omega mm^۲} = \rho = \frac{\text{متر}}{\text{اهم میلی‌متر مربع}} \text{ یا } \rightarrow \frac{۱}{\Omega cm}$$

$$\rho = \frac{\Omega mm^۲}{m} = \rho = \frac{\text{اهم میلی‌متر مربع}}{\text{متر}} \text{ یا } \rightarrow \Omega cm$$

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 مقایسهٔ 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.

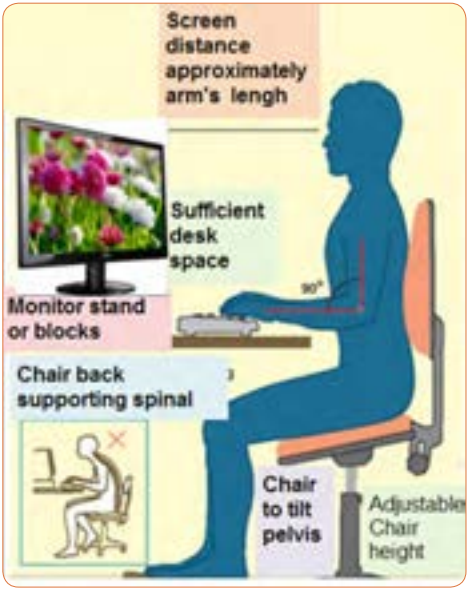
$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \text{یا} \quad R = \frac{l}{\chi . A}$$

رعایت نظم ومقررات

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

- 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 FU و FI است. آیا شما در این ارتباط یک شهروند مسئول هستید؟

تمرین ترجمه: اطلاعاتی که به انگلیسی نوشته شده است را به فارسی ترجمه‌کنید و به هنگام کار با رایانه آن‌را به‌کار 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

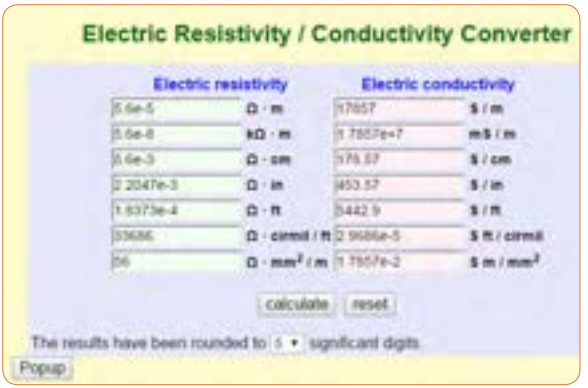
ماده	مقاومت ویژه $\rho(\Omega.m)$	ضریب دمایی مقاومت ویژه $\alpha(K^{-1})$
نقره	1.62×10^{-8}	4.1×10^{-3}
مس	1.69×10^{-8}	4.3×10^{-3}
آلومینیوم	2.75×10^{-8}	4.4×10^{-3}
تنگستن	5.25×10^{-8}	4.5×10^{-3}
آهن	9.68×10^{-8}	6.5×10^{-3}
پلاتین	10.6×10^{-8}	3.9×10^{-3}
منگانین[1]	48.2×10^{-8}	2×10^{-6}
سیلسیوم خالص	$2.5\times10^{+3}$	-70×10^{-3}
سیلسیوم نوع n[2]	8.7×10^{-4}	
سیلسیوم نوع p[3]	2.8×10^{-3}	
شیشه	$10^{10} - 10^{14}$	
کوارتز مذاب	$\sim10^{16}$	

۱- آلیاژی است که به طور خاص به منظور داشتن α ی کوچک ساخته شده است.
۲- این نوع نیمه رسانا از سیلیسیوم با ناخالصی فسفر ساخته شده و دارای چگالی حامل‌های بار $10^{23}\ cm^3$ می‌باشد.
۳- این نیز سیلیسیوم با ناخالصی آلومینیوم تهیه شده و دارای چگالی حامل‌های بار $10^{22}\ cm^3$ است.

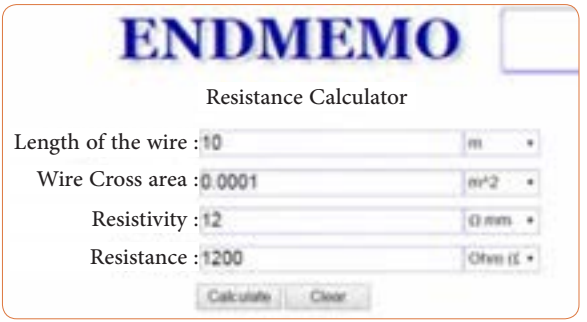
جدول ۲ - مقاومت و هدایت مخصوص

Material	Resistivity ρ (ohm m)		Temperature coefficient α per degree C	Conductivity σ x 10^7 /Ωm	Ref
Silver	1.59	$\times10^{-8}$	.0038	6.29	3
Copper	1.68	$\times10^{-8}$	.00386	5.95	3
Copper, annealed	1.72	$\times10^{-8}$	.00393	5.81	2
Aluminum	2.65	$\times10^{-8}$	.00429	3.77	1
Tungsten	5.6	$\times10^{-8}$	.0045	1.79	1
Iron	9.71	$\times10^{-8}$	.00651	1.03	1
Platinum	10.6	$\times10^{-8}$	.003927	0.943	1
Manganin	48.2	$\times10^{-8}$	.000002	0.207	1
Lead	22	$\times10^{-8}$	—	0.45	1
Mercury	98	$\times10^{-8}$	.0009	0.10	1
Nichrome (Ni,Fe,Cr alloy)	100	$\times10^{-8}$	.0004	0.10	1
Constantan	49	$\times10^{-8}$	—	0.20	1
Carbon* (graphite)	3-60	$\times10^{-5}$	- .0005	—	1
Germanium*	1-500	$\times10^{-3}$	- .05	—	1
Silicon*	0.1-60	—	- .07	—	1
Glass	1-10000	$\times10^{9}$	—	—	1
Quartz (fused)	7.5	$\times10^{17}$	—	—	1
Hard rubber	1-100	$\times10^{13}$	—	—	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 محاسبه گرها قابل بارگیری از اینترنت است.



شکل ۱۴



شکل ۱۵

Resistance formula is:

$R = \rho L/A$

Where :

ρ : Resistivity constant of the material, in Ω m

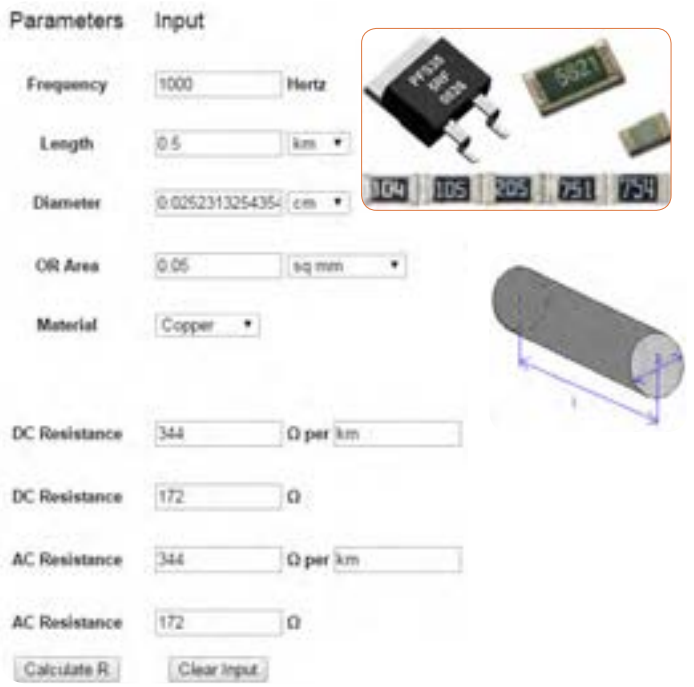
L : Length of the wire, in meter

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

R : Resistance, in ohms (Ω)

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).



شکل ۱۷- مشخصات چند نمونه مقاومت SMD

قانون اهم

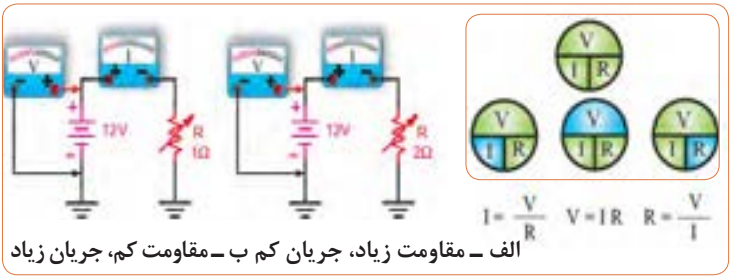
زندگی دانشمندان

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 علمی‌خود 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.



الف ــ مقاومت زیاد، جریان کم ب ــ مقاومت کم، جریان زیاد

شکل ۱۸ - قانون اهم

تبدیل واحدها

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

جدول۳-تبدیل واحد ها

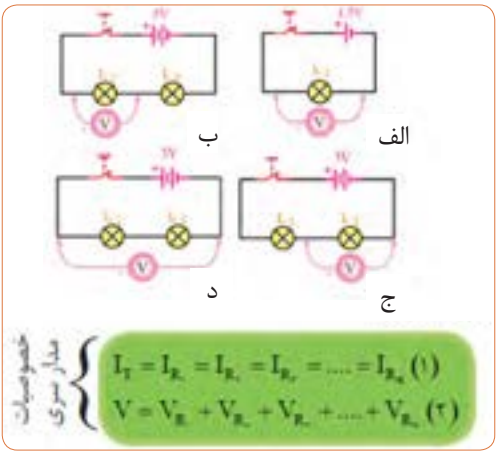
چگونگی تبدیل ضرایب	حرف اختصاری	نام ضریب	شکل نمایی ضریب	مقدار ضریب
	T	ترا	10^{12}	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
	G	گیگا	10^{9}	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰
	M	مگا	10^{6}	۱۰۰۰۰۰۰
	K	کیلو	10^{3}	۱۰۰۰
	H	هکتو	10^{2}	۱۰۰
	da	دکا	10^{1}	۱۰
		واحد اصلی	10^{0}	۱
	d	دسی	10^{-1}	۰/۱
	c	سانتی	10^{-2}	۰/۰۱
	m	میلی	10^{-3}	۰/۰۰۱
	m	میکرو	10^{-6}	۰/۰۰۰۰۰۱
	n	نانو	10^{-9}	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱
	p	پیکو	10^{-12}	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

مدارهای سری مقاومت‌ها

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

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

✓ برای اندازه گیری ولتاژ در مدار، ولت متر به صورت موازی بسته می‌شود، شکل۱۹ .



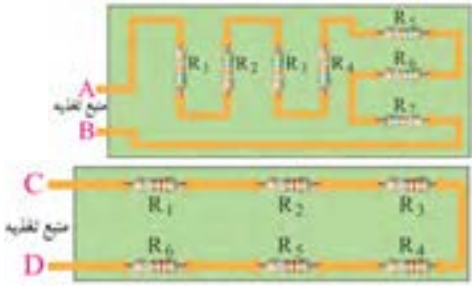
شکل ۱۹ - اتصال ولت متر به مدار سری

✓ در مدار سری، ولتاژ تغذیه متناسب با مقدار مقاومت‌های مدار بین آنها تقسیم می‌شود.

✓ نمونه‌های عملی مدارهای سری، شکل ۲۰.

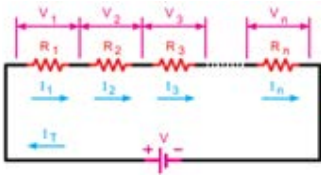
الف - بین نقاط A و B مقاومت‌های R_1 تا R_7 سری شده‌اند.

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



$V_1 = R_1 I_1$	ولتاژ دو سر مقاومت R_1
$V_2 = R_2 I_2$	ولتاژ دو سر مقاومت R_2
$V_3 = R_3 I_3$	ولتاژ دو سر مقاومت R_3
$V_n = R_n I_n$	ولتاژ دو سر مقاومت R_n
$V_T = R_T I_T$	ولتاژ کل مدار

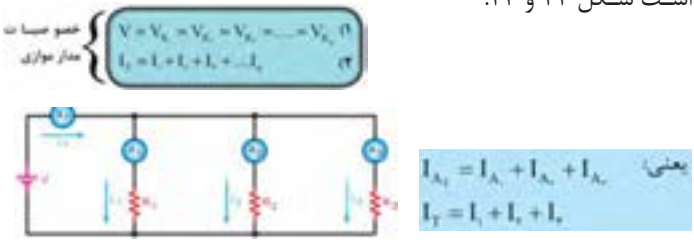
شکل۲۱- مقادیر ولتاژ در مدار سری

مدارهای موازی مقاومت‌ها

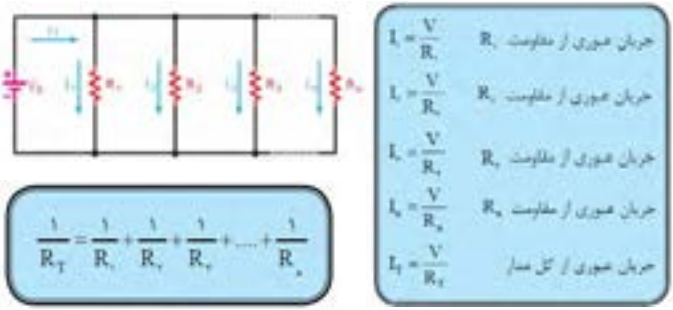
✓ درمدار موازی، همواره مقدار مقاومت معادل کمتر از کمترین مقاومت موجود درمدار است.

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

✓ 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.



شکل۲۲- مقادیر جریان‌ها در مدار موازی



شکل۲۳- مقادیر جریان‌ها در مدارموازی

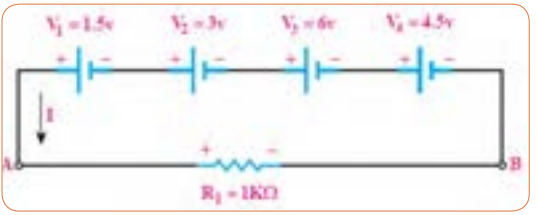
اتصال سری پیل‌ها

✓ اگر پیل‌ها را طوری به هم وصل کنیم که قطب منفی هریک به قطب مثبت دیگری اتصال داشته باشد و این روش**اتصال** «تا 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:

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

شکل۲۴ـ اتصال سری پیل ها

مثـال: هـرگاه چهـار باتـری ماننـد شـکل (۲۵) بـه صـورت سـری موافـق بـه هـم وصـل شـوند، ولتـاژ کل مـدار چـه مقـدار و جریـان مـدار چنـد آمپـر اسـت؟



شکل۲۵ـ اتصال سری پیل‌ها

$V_{AB}=V_۱+V_۲+V_۳+V_۴$

$V_{AB}= ۱/۵ + ۳ + ۶ + ۴/۵ = ۱۵$

$\rightarrow \quad V_{AB}= V_T = ۱۵\ V$

$I = \frac{V_T}{R_۱} = \frac{۱۵\ V}{۱\ K\Omega} = ۱۵\ mA \rightarrow I = ۰/۰۱۵\ mA$

اتصال متقابل (سری مخالف) پیل‌ها:

✓ یکـی دیگـر از روش‌هایـی کـه می‌تـوان پیل‌هـا را بـه صـورت سـری بـه هـم اتصـال داد، حالـت اتصـال سـری مخالـف اسـت. در ایـن روش نحـوه اتصـال قطب‌هـای مثبـت و منفـی پیل‌هـا، ترتیـب خاصـی نـدارد و ممکـن اسـت قطب‌هـای هـم نـام بـه هـم وصـل شـوند یـا قطب‌هـای غیـر هـم نـام بـه یکدیگـر اتصـال داده شـوند. بـه عبـارت دیگـر در ایـن نـوع اتصـال، تعـدادی از پیل‌هـا بـه صـورت سـری مخالـف (منفـی بـه منفـی و مثبـت بـه مثبـت) بسـته می‌شـوند، شـکل (۲۶).

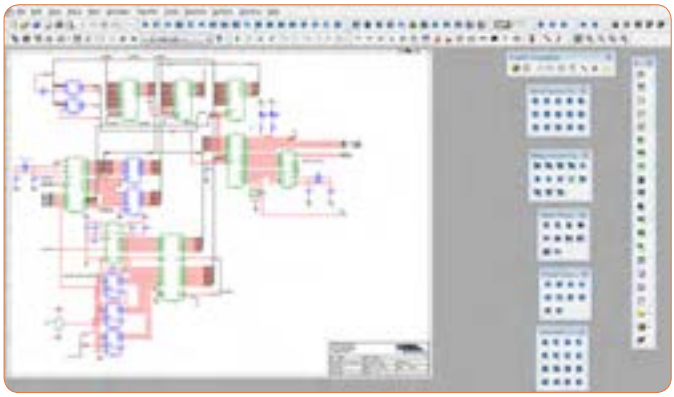
شکل۲۶ـ اتصال سری مخالف پیل‌ها

✓ چنانچـه بخواهیـم بـرای افزایـش ولتـاژ یـا افزایـش جریـان چنـد پیـل را بـه صـورت سـری یـا مـوازی ببندیـم، بایـد مشـخصات پیل‌هـا، کامـلاً بـا هـم مشـابه باشـد. در شـکل (۲۶) پیل‌هـای $V_۱$، $V_۲$، $V_۴$ در یـک جهـت و پیل‌هـای $V_۳$ ، $V_۵$در جهـت مخالـف بسـته شـده‌اند. در صورتـی کـه ولتـاژ هـر پیـل ۱/۵ ولـت باشـد ولتـاژ معـادل V_{AB} = ۱/۵ ولـت و نقطـه A نسـبت بـه B مثبـت اسـت.

نرم افزار مولتی سیم

برنامـه مولتی‌سـیم در حقیقـت یـک آزمایشـگاه مجهـز الکترونیـک را به‌صـورت مجـازی و گرافیکـی روی صفحـه مانیتـور کامپیوتـر در اختیـار کاربـر قـرار می‌دهـد. در محیـط ایـن نرم‌افـزار تمـام قطعـات اصلـی الکترونیـک در نـوار ابزارهـای مختلـف تعریـف شـده اسـت. بـرای ترسـیم

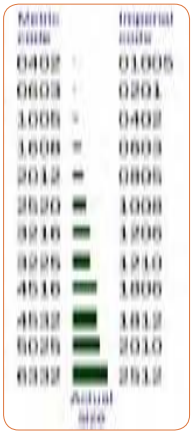
نقشه فنی (شماتیک- Schematic) مدار ابتدا قطعات لازم را به ترتیب انتخاب می‌کنید و آنها را به میز کار مجازی (Workbench) انتقال می‌دهید، سپس با تنظیم مشخصه‌های هر یک از قطعات و برقراری اتصال بین آنها با استفاده از موس، رسم مدار به صورت شماتیک کامل می‌شود. در مرحله بعد دستگاه‌های اندازه‌گیری مناسب را انتخاب 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.

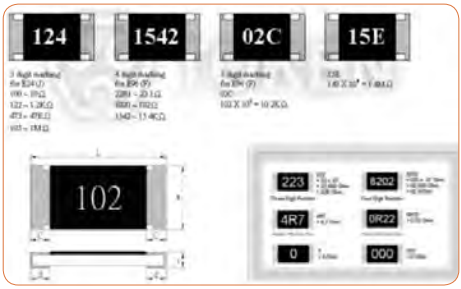


شکل ۲۷ـ نرم افزار مولتی سیم

رمز «عدد–حرف»

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

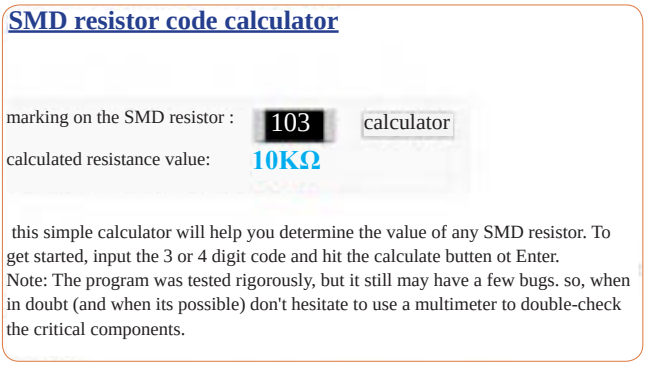




شکل۲۸ـ نمونه دیگری از رمز «عدد- حرف»

محاسبه گر مدار

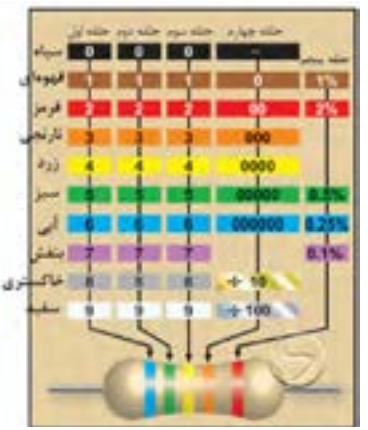
نمونـــه‌ی دیگـــری از محاســـبه‌گر مقاومت‌هـــایSMD را در شـــکل ۲۹ مشـــاهده می‌کنیـــد.
بـرای کسـب اطلاعـات بیشـتر بـه کتاب‌هـاب آزمایشـگاه اندازه‌گیـری کـد ۳۵۹/۹۴ و مبانـی الکتریسـیته کـد ۶۰۴/۷ و الکترونیـک پایـه کـد۶۰۹/۱۷ چـاپ سـال ۱۳۹۴ مراجعـه کنیـد.
این کتاب‌ها از سایت http://chap.sch.ir/ قابل بارگیری است.



شکل۲۹ـ نمونه دیگری از محاسبه‌گر مدار

کد رنگی مقاومت‌ها

کـد رنگـی مقاومـت ۵ نـواره، شـکل (۳۰).



شکل ۳۰ـ جدول کد رنگی مقاومت ۵ نواره

جدول ۴ـ درصد خطا

درصد خطا	سری استاندارد

جدول درصد خطا برای سری استاندارد مقاومت‌ها

نرم افزار اندرویدی الکترونیک

نمونه‌ای از صفحه نرم‌افزار الکترودروید ElectroDdroid، شکل (۳۱)

شکل ۳۱ـ نرم افزار اندرویدی الکترونیک

کار با مولتی متر

حوزه کار ولتاژ DC و AC

ولتاژ DC	حوزهٔ کار خودکار
حوزهٔ کار	دقت
4mV	± (۰/۵ درصد مقدار خوانده شده به علاوه یک رقم)
4V 4V 6V	± (۰/۸ درصد مقدار خوانده شده به‌علاوه یک رقم)

- حداکثر مقدار اندازه‌گیری 6V
- مقاومت دستگاه ۱ مگا اهم
- حفاظت در حوزهٔ کار ۴ میلی‌ولت، ۲۲ ولت AC و DC و در سایر حوزه‌های ۶ ولت AC و DC
- ولتاژ قابل اندازه‌گیری تا ۶ ولت

DC VOLTAGE : ---- Auto ranging

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

حوزه کار ولتاژ AC

ولتاژ AC	حوزهٔ کار خودکار
حوزهٔ کار	دقت
4V 4V 4V 6V	± (۰/۱ درصد مقدار خوانده شده +۲ رقم)

AC VOLTAGE : ---- Auto ranging

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

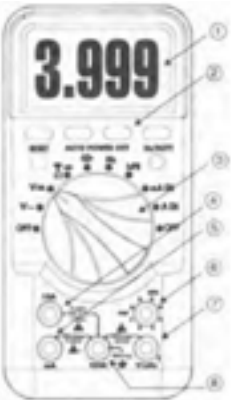
امپدانس ورودی : عبارت از اثرگذاری دستگاه روی مدار است.

محدوده کار

Measurement up to 600 v
Input impedance: 10M chm
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 ۳۲ـ 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 COMterminal

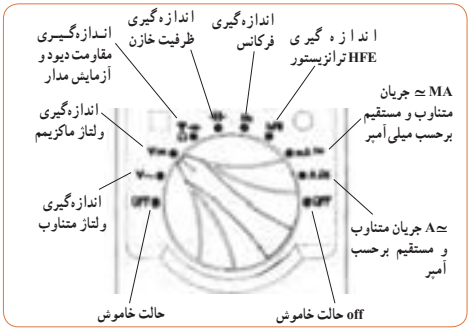
دگمه‌های فشاری دستگاه:

شکل (۳۳)

شکل ۳۳ـ دگمه‌های فشاری دستگاه

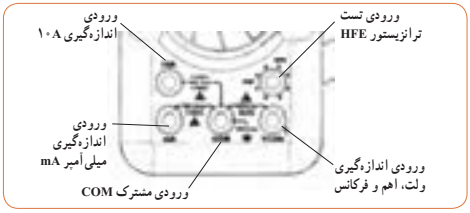
حالت‌های مختلف سلکتور دستگاه مولتی متر دیجیتال

نکتهٔ مهم : تعداد دگمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدودهٔ کار انواع مولتی مترها 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 ۳۴ـ سلکتور مولتی متر دیجیتال

ورودی‌های مولتی متر دیجیتالی: شکل (۳۴)



شکل ۳۵ـ ورودی‌های مولتی متر دیجیتالی

اندازه‌گیری مقاومت اهمی با یک نمونه مولتی‌متر عقربه‌ای

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

- یک حوزهٔ کار (Range) را به دلخواه توسط کلید سلکتور انتخاب کنید .
- دو سیم رابط دو سیم رابط (پروب Probe) اهم‌متر را به هم وصل کنید در این حالت باید مولتی‌متر صفر را نشان دهد.
- درصورتی که مولتی متر صفر را نشان ندهد، توسط دگمهٔ تنظیم صفر (Zero Adjust) را فشار دهید تا مولتی‌متر صفر را نشان دهد. دستگاه آماده اندازه‌گیری است.

ابعاد و تعداد سوراخ‌های برد بُرد

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

شکل ۳۶ـ بِرِد بُرد و سوراخ‌های آن

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

شکل ۳۷ـ اندازه واقعی بِرِد بُرد

مقاومت‌های تابع عوامل فیزیکی

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

NTC مخفف حروف: NTC-negative Temperature Cofficient است.

✓ مقاومت حرارتی PTC ترمیستورهایی 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.

زندگی دانشمندان

Michael Faraday (1791-1867)

میشل فارادی (۱۸۶۷-۱۷۹۱) 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 mH و µH

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 زاید 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 ۰/۶۰ یعنی سیمی که قطر آن ۰/۶۰ 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.

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

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

مثال: اگر سیمی دارای قطر ۱/۳۸۲ میلی‌متر باشد سطح مقطع آن چند mm^2 است؟

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3/14 \times 1/382^2}{4} = 1/5\ mm^2$$

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 (قابل‌انعطاف).
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.

$$A = \frac{I}{J} \qquad d = \sqrt{\frac{۴A}{\pi}} = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I}{J}}$$

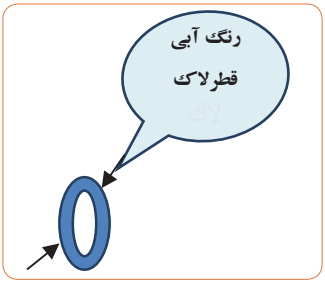
✓ A : سطح مقطع سیم برحسب میلی‌مترمربع
✓ I : جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر
✓ J : چگالی جریان برحسب $\frac{\text{آمپر}}{\text{میلی متر مربع}}$

جدول کامل مشخصات سیم‌های لاکی

✓ 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 درظاهر به نظر می‌رسد که سیم لاکی بدون روکش است، ولی یک لایه بسیار نازک ازماده‌ای بنام شارلاک روی آن پوشیده شده است، شکل (۳۸).

جدول ۵- مشخصات توان و چگالی جریان

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



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 سیمی‌که در یک سانتی‌متر مربع جای می‌گیرد را به ما می‌دهد.

جدول ۶ـ مشخصات سیم‌های لاکی

قطر سیم mm	قطر سیم با لاک mm	سطح مقطع سیم mm^2	وزن سیم gr/m	مقاومت سیم Ω/m	تعداد دور در هر cm^2
۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۰۹۶	۰/۸۹۰	۰/۱۸۳۲	۵۸۰
۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۱۰۸	۰/۹۹۳	۰/۱۶۲۲	۵۲۰
۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۱۲۶	۱/۱۶۰	۰/۱۳۹۶	۴۵۰
۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۱۵۹	۱/۴۸۰	۰/۱۱۰۳	۳۷۰
۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۱۹۶	۱/۸۲۰	۰/۰۸۹۲	۳۰۰
۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۲۳۸	۲/۲۰۰	۰/۰۷۳۸	۲۵۰
۰/۶۰	۰/۶۴	۰/۲۸۳	۲/۶۲	۰/۰۶۲۱	۲۱۰
۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۳۳۲	۳/۰۷۷	۰/۰۵۳۶	۱۸۰
۰/۷۰	۰/۷۴	۰/۳۸۵	۳/۴۴	۰/۰۴۵۵	۱۶۰
۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۴۴۲	۴/۰۹۵	۰/۰۳۹۵	۱۴۰
۰/۸۰	۰/۸۹	۰/۵۰۳	۴/۴۸	۰/۰۳۴۸	۱۲۰
۰/۸۵	۰/۹۴	۰/۵۶۸	۵/۰۵	۰/۰۳۰۹	۱۱۰
۰/۹۰	۰/۹۹	۰/۶۳۶	۵/۶۶	۰/۰۲۷۵	۱۰۰
۰/۹۵	۱/۰۴	۰/۷۰۹	۶/۳۱	۰/۰۲۴۷	۹۰
۱/۰۰	۱/۱۴	۰/۷۸۶	۷/۰۰	۰/۰۲۲۲	۸۱
۱/۱۰	۱/۲۴	۰/۹۵۰	۸/۴۴	۰/۰۱۸۵	۶۵
۱/۲۰	۱/۳۴	۱/۱۳۱	۱۰/۰۹	۰/۰۱۵۵	۵۴
۱/۳۰	۱/۴۴	۱/۳۲۷	۱۱/۸	۰/۰۱۳۲	۴۸
۱/۴۰	۱/۵۴	۱/۵۳۹	۱۳/۷	۰/۰۱۱۴	۴۰
۱/۵۰	۱/۶۴	۱/۷۷۰	۱۵/۷۵	۰/۰۰۹۹	۳۳
۱/۶۰	۱/۷۴	۲/۰۱۱	۱۷/۹	۰/۰۰۸۸	۲۵
۱/۷۰	۱/۷۴	۲/۲۷۰	۲۰/۲	۰/۰۰۷۷	۲۰
۱/۸۰	۱/۸۶	۲/۵۴۵	۲۲/۶	۰/۰۰۶۹	۱۷
۱/۹۰	۱/۹۶	۲/۸۳۵	۲۵/۲	۰/۰۰۶۲	۱۵
۲	۲/۰۷	۳/۱۴۲	۲۸/۰۰	۰/۰۰۵۵	۱۲
۲/۵	۲/۵۷	۴/۹۰۸	۴۳/۷	۰/۰۰۳۹	۷
۳	۳/۰۸	۷/۰۷۹	۶۲/۹	۰/۰۰۲۵	۵

جدول ۷ـ مشخصات سیم‌های لاکی

تعداد دور در هر cm	مقاومت سیم Ω/m	وزن سیم gr/m	سطح مقطع سیم mm²	قطر سیم با لاک mm	قطر سیم mm
۲۰۰۰۰	۸/۹۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۵۳	۰/۰۵
۱۵۰۰۰	۴/۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۰۲۸	۰/۰۷۵	۰/۰۶
۱۱۰۰۰	۲/۵۶	۰/۰۳۷	۰/۰۰۳۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷
۹۰۰۰	۳/۴۹	۰/۰۴۸	۰/۰۰۵۰	۰/۰۹۵	۰/۰۸
۷۰۰۰	۲/۷۴	۰/۰۶۰	۰/۰۰۶۳	۰/۱۰۸	۰/۰۹
۶۰۰۰	۲/۲۲	۰/۰۷۴	۰/۰۰۷۹	۰/۱۱۵	۰/۱۰
۵۰۰۰	۱/۸۲	۰/۰۸۵	۰/۰۰۹۵	۰/۱۲	۰/۱۱
۴۰۰۰	۱/۵۵	۰/۱۰۵	۰/۰۱۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲
۳۶۰۰	۱/۳۲	۰/۱۲۰	۰/۰۱۳۲	۰/۱۵	۰/۱۳
۳۲۰۰	۱/۱۴	۰/۱۳۲	۰/۰۱۵۴	۰/۱۶	۰/۱۴
۲۸۰۰	۰/۹۹	۰/۱۵۲	۰/۰۱۷۷	۰/۱۷	۰/۱۵
۲۵۰۰	۰/۸۷	۰/۱۷۴	۰/۰۲۱۱	۰/۱۸	۰/۱۶
۲۲۵۰	۰/۷۷۳	۰/۱۹۰	۰/۰۲۴۷	۰/۱۹	۰/۱۷
۲۰۰۰	۰/۶۸۹	۰/۲۲۵	۰/۰۲۸۴	۰/۲۰	۰/۱۸
۱۸۰۰	۰/۶۱۹	۰/۲۶۰	۰/۰۳۸۲	۰/۲۱	۰/۱۹
۱۶۵۰	۰/۵۵۷	۰/۲۸۹	۰/۰۳۱۴	۰/۲۲	۰/۲۰
۱۵۰۰	۰/۵۰۷	۰/۳۲۰	۰/۰۳۶۹	۰/۲۴	۰/۲۱
۱۴۰۰	۰/۴۶۰	۰/۳۴	۰/۰۳۸	۰/۲۴	۰/۲۲
۱۳۰۰	۰/۴۲۲	۰/۳۵۰	۰/۰۴۲	۰/۲۵	۰/۲۳
۱۲۰۰	/۳۸۸	۰/۳۹۰	۰/۰۴۵	۰/۲۶	۰/۲۴
۱۱۰۰	۰/۳۵۷	۰/۴۲۵	۰/۰۴۹	۰/۲۷	۰/۲۵
۱۰۲۰	۰/۳۳۰	۰/۴۴۰	۰/۰۵۳	۰/۲۸۵	۰/۲۶
۹۵۰	۰/۳۰۶	۰/۴۹۵	۰/۰۵۷	۰/۲۹۵	۰/۲۷
۸۷۰	۰/۲۸۵	۰/۵۳۳	۰/۰۶۲	۰/۳۰۵	۰/۲۸
۸۰۰	۰/۲۶۴	۰/۵۱۲	۰/۰۶۶	۰/۳۱۵	۰/۲۹
۷۴۰	۰/۲۴۸	۰/۶۴۵	۰/۰۷۱	۰/۳۲	۰/۳۰
۶۹۰	۰/۲۱۸	۰/۷۲۰	۰/۰۸۰	۰/۳۵	۰/۳۲

ارزشیابی

با توجه به جداول ۷ و ۸ پس از اجرای هر مرحله آموزش و انجام فعالیت‌های عملی از فرآیند کار شما ارزشیابی به عمل می‌آید. شاخص‌ها و معیارهای ارزشیابی و امتیازدهی مطابق الگوی ارائه شده در جداول مربوطه است. توجه کنید این معیارها تعیین‌کننده میزان شایستگی شما در انجام کار است. شایستگی‌های غیرفنی (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 ۸ـ شاخص‌های امتیازدهی ایمنی، بهداشت و شایستگی‌های غیرفنی (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 اندازه گیری	۱۵	
۶	توجه به بازیافت مواد دور ریز مانند سیم مسی	۱۵	

جدول ۹ـ نمون برگ ارزشیابی شایستگی‌های فنی

ردیف	شاخص‌های امتیازدهی	امتیاز پیشنهادی	امتیازکسب 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 مقادیراندازه‌گیری شده باجدول	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 قرقره، ارزشیابی صورت می‌گیرد که محتوای ارزشیابی مطابق جداول ۱۰ است.

جدول ۱۰ــ 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 بوبین‌پیچ خودکار صنعتی

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

شکل ۳۹ــ نمونه‌ای از دستگاه بوبین‌پیچ

Machine Specification

Wire diameter	0.01 - 12 mm
	0.01 -
Pitch	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 CONTROLER 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 ۴۰ــ نمونه‌ای از صفحه کنترل دستگاه بوبین‌پیچ

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 ۴۱ــ نمونه‌ی دیگری از دستگاه بوبین‌پیچ

- 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 complied on easy to understand screens, turns counts, controls and critical information are displayed clearly during winding.

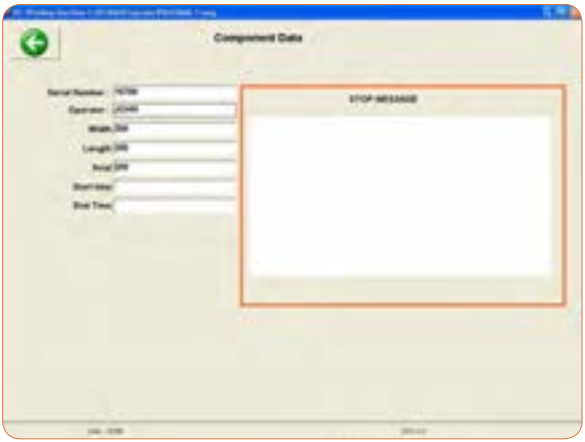
It is a fully programmable system with many manual override options which makes the system a very powerful and flexible winding control.

- 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	M anual 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 ۴۲ــ نمونه‌ای از منوی دستگاه بوبین‌پیچ

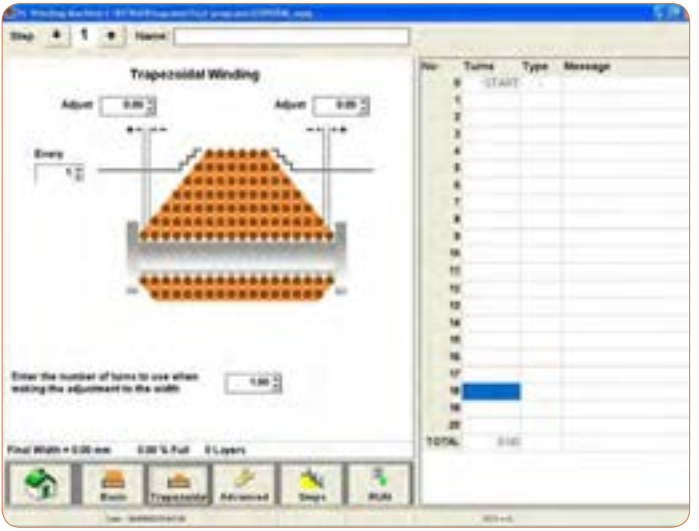
We can offer a data logging system with the PCWM control system. The system can be set up to log critical details of the winding process.
Operator details (Name, time logged on / off)

- 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 ۴۳ــ نمونه‌دیگری از منوی دستگاه بوبین‌پیچ

دستگاه LCRمتر

کاتالـوگ دسـتگاه LCR متـر را ترجمـه کنیـد و اصـول کار دسـتگاه را تشـریح نمائیـد. راهنمـا و نمـای ظاهـری دسـتگاه را در شـکل ۴۴ مشـاهده می‌کنیـد.

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 (Δ%), 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 ±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 ±0.001 for Q (with R), ±0.01 for Q (with L), and ±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 190Vac~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:

کیلوهرتز (۱KHz) =۱۰۰۰ Hz =10^{3} Hz
مگاهرتز (۱MHz) =۱,۰۰۰,۰۰۰ Hz =10^{6} Hz
گیگاهرتز (۱GHz) =۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ Hz =10^{9} Hz
تراهرتز (۱THz) =۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ Hz =10^{12} 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 ۱۱ـ 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 پیل‌ها و باتری‌ها

پیل‌ها در ولتاژ استاندارد ۱/۲ v، ۱/۵ vو باتری‌ها در ولتاژ استاندارد ۲/۴ v، ۳ v، ۳/۶ v، ۳/۷ v، ۴/۵ v، ۶ v، ۹ v، ۱۲ vو ۲۴ v ساخته می‌شوند.

مواد به کار رفته در ساختمان باتری‌ها: در تکنولوژی ساخت باتری‌ها از مواد مختلفی استفاده می‌کنند، مثلا باتری‌های لیتیومی (lithium) در انواع مختلف ساخته می‌شوند. بعضی از انواع آن عبارتند از : LI-Ion، LI- FeS_2، LI- Mno_2، LI-$SoCl_2$. این باتری‌ها طول عمر زیاد و تنوع ساخت دارند.

باتری‌های اکسید نقره (silver-oxide) دارای ابعاد کوچک هستند و در ماشین حساب‌ها و ساعت‌های مچی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

باتری‌های نیکل کادمیوم (NI-CD) و نیکل متال هیدرید (NI-MH) از انواع دیگرباتری هستند که شارژ پذیرند.

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

باتری‌های خورشیدی (solar Cell) باتری‌هائی دارای ساختار غیر شیمیایی هستند و از ترکیبات سیلیکن (سیلیسیم SI) ساخته می‌شوند که به نور حساس هستند و ایجاد ولتاژ می‌کنند.

فعالیت ترجمه

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

Specification of **Gel Battery** 12N7-BS

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

MOQ: 300 pcs **gel battery**

Warranty: 12 months

Usage: wuyang125/street bike/motorcycle

شکل ۴۶ـ برگه مشخصات یک نمونه باتری

Lithium Coin

Specifications

Classification:	"Lithium Coin"
Chemical System:	Lithium / Manganese Dioxide (Li/MnO_2)
Designation:	ANSI / NEDA-5004LC, IEC-CR2032
Nominal Voltage:	3.0 Volts
Typical Capacity:	240 mAh (to 2.0 volts) (Rated at 15K 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:	MH29980
Operating Temp:	-30C to 60C
Self Discharge:	~1% / year

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 پاور بانک و قسمتی از برگه اطلاعات آن به زبان اصلی آورده شده است. اطلاعات را به زبان فارسی ترجمه کنید.

Data Sheet

Rechargeable Portable Battery Bank

Accessories Portable Battery Bank

Rechargeable Battery Bank w/ LED Display

Product Highlight

Suitable for most Smartphones, Tablets., Music Players & Mobile Gaming Devices

Cell Type : Premium Lithium Ion Battery
Input : DC 5V, 2.1A (max) for MC360 & MC700
Output : DC 5V, 2.1A (max) / DC 5V, 1A
USB Port : 2 port for MC360 & MC700
1 port for MC120
Display : Smart LEDs Display For Remaining Power
Cycle Life : Over 500 times

Quick Charge function

Smart LED Display – remaining power

Multiple Safety Protection
- Short Circuit Protection
- Over Charge Protection
- Over Voltage Protection
- Over Discharge Protection
- Over-current Protect

Input
- 5200mAh – 1.5A input
- 7800mAh – 2.0A input
- 10400mAh – 2.0A input

شکل ۴۸ـ برگه مشخصات یک نمونه پاور بانک

ترانسفورماتور

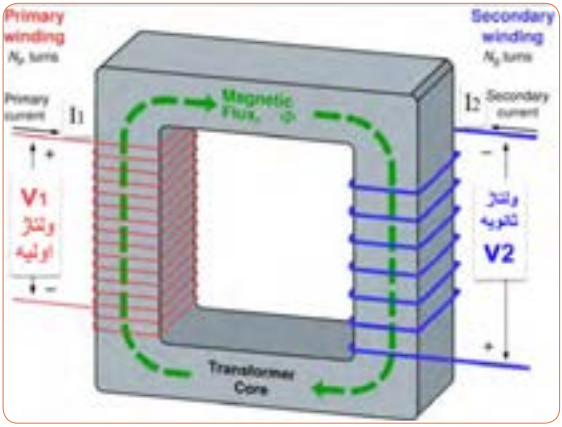
✓ **روابط مورد استفاده در ترانسفور ماتور ایده‌آل** : اگر تعداد دور اولیه سیم‌پیچ ترانسفورماتور را N_1 و ولتاژ آن را V_1 و جریان آن را I_1 در نظر بگیریم. $P_1 = V_1 \times I_1$ توان اولیه

ولتاژ ثانویه $V_۲$ و جریان آن $I_۲$ و تعداد دور سیم پیچ ثانویه $N_۲$ 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 $P_۲=V_۲\times I_۲$ است. در یک ترانسفور ماتور ایده‌آل (یعنی ترانسفورماتوری که از تلفات آن صرفنظر کرده‌ایم).

$$P_۱ = P_۲ \longrightarrow V_۱ I_۱ = V_۲ I_۲$$

روابط بین ولتاژ و جریان و دور در این ترانسفورماتور به این صورت است. شکل ۴۹.

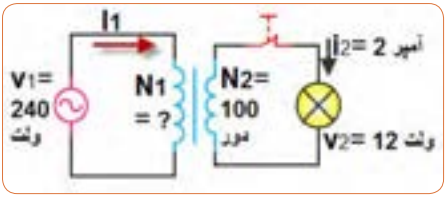
$$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{N_۱}{N_۲} = \frac{I_۲}{I_۱}$$



شکل ۴۹ــ رفتار ترانسفورماتور

مثال: در شکل ۵۰ برای روشن کردن یک لامپ ۱۲ولتی توسط برق شهر با ولتاژ ۲۴۰ ولت از یک ترانسفورماتور کاهنده (۲۴۰ به ۱۲ولت) استفاده می‌کنیم. اگر تعداد دور ثانویه ($N_۲$) برابر ۱۰۰ دور باشد تعداد دور اولیه و جریان اولیه را حساب کنید از ثانویه ۲ آمپر جریان عبور می‌کند.

حل:



شکل ۵۰

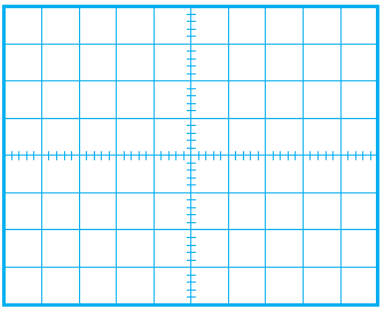
$$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{N_۱}{N_۲} \longrightarrow \frac{۲۴۰}{۱۲} = \frac{N_۱}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۰ = \frac{N_۱}{۱۰۰} \longrightarrow N_۱ = ۲۰۰۰ \text{ دور}$$

$$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{I_۲}{I_۱} \longrightarrow \frac{۲۴۰}{۱۲} = \frac{۲}{I_۱} \Rightarrow ۲۰ I_۱ = ۲ \Rightarrow I_۱ = \frac{۲}{۲۰} = ۰/۱ \text{ آمپر}$$

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.

$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۱۰۰۰} = ۱ \text{ msec}$$

مقیاس مناسبی برای محور افقی انتخاب می‌کنیم. مثلاً هر خانه افقی را معادل ۰/۲ میلی ثانیه در نظرمی‌گیریم، لذا تعداد خانه‌های افقی ۵ = $\frac{۱}{۰/۲}$ 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 نظرمی گیریم.



شکل ۵۱

تعداد خانه‌های عمودی برای رسم قله‌تا قله موج خانه ۴ = $\frac{۸}{۲}$ می‌شود، لذا قله‌تا قله موج را در ۴ خانه عمودی رسم می‌کنیم، شکل ۵۱.

فصل ۳

موج و کمیت‌های آن

تقویت‌کننده

✓ چون برای تغییر شکل‌موج و تبدیل آن به موج مربعی می‌توان از تقویت‌کننده با ضریب‌تقویت زیاد استفاده نمود، برای آشنایی با ضریب تقویت به شرح مختصر آن می‌پردازیم. مدارهای تقویت‌کننده و مطالب مربوط به آن در سال‌های بعد به تفصیل شرح‌داده خواهد شد.

✓ هرگاه سیگنالی مثلا سینوسی را به مداری بدهیم که دامنه ولتاژ و یا جریان را افزایش دهد به این مدار تقویت‌کننده گویند. مدار تقویت‌کننده شامل قطعات مختلف مانند مقاومت، سیم‌پیچ، دیود، ترانزیستور و سایر قطعات الکترونیکی و منبع تغذیه است. قطعات در مدار تقویت‌کننده ممکن است به‌صورت مجزا یا به‌صورت مجتمع (آی‌سی) باشد. در شکل ۵۲ تقویت‌کننده را به‌صورت بلوک دیاگرام و شکل موج ورودی و خروجی آن را مشاهده می‌کنید.

✓ هرگاه دامنه ولتاژ خروجی را به دامنه ولتاژ ورودی تقسیم‌کنیم، میزان بهره ولتاژ (ضریب تقویت) به دست می‌آید. A_V اول کلمات Amplification Of Voltage به معنی تقویت ولتاژ است.

ضریب تقویت ولتاژ = دامنه ولتاژ خروجی / دامنه ولتاژ ورودی

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

شکل ۵۲

عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال ژنراتور

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

دارد هنرجویـان همـواره بـا اسـتفاده از راهنمـای کاربـرد دسـتگاه موجـود در آزمایشـگاه، چگونگـی کاربـرد آن را بیاموزنـد.
دگمه‌هـا، کلیدهـا و سـلکتورهای یـک نمونـه دسـتگاه سـیگنال ژنراتـور ماننـد شـکل ۵۳ شـماره‌گذاری و عملکـرد آنهـا شـرح داده شـده اسـت. دگمه‌هـا، کلیدهـا و سـلکتورهای سـایر دسـتگاه‌ها نیـز شـبیه همیـن دسـتگاه اسـت. مطالـب را بـه دقـت مطالعـه کنیـد تـا بتوانیـد به‌راحتـی بـا دسـتگاه کار کنیـد.
کلیـــد خامـــوش- روشـــن ON /OFF : توسـط ایـن کلیـد دسـتگاه را خامـوش یـا روشـن می‌کنیـد.

شکل ۵۳

شکل موج Waveform

توسـط ایـن کلیـد می‌توانیـد شـکل مـوج مربعـی یـا سینوسـی را انتخـاب کنید .
✓ قسـمتی از راهنمـای کاربـرد یـک نمونـه دسـتگاه سـیگنال ژنراتـور AF را بـه زبـان اصلـی ملاحظـه می‌کنیـد (شـکل ۵۴). بـا مراجعـه بـه فضـای مجـازی و درج نـام، مـدل و شـماره مشـخصات دسـتگاه موجـود در آزمایشـگاه یـا دسـتگاه دیگـر، فایـل PDF آن را بارگیـری کنیـد و سـپس اقـدام بـه ترجمـه آن نماییـد.

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 $\frac{۱}{۳}$ و اگر روی عدد ۲۰- قرار گیرد دامنه خروجی به اندازه $\frac{۱}{۱۰}$ ضعیف می‌شود. سایر حالات به شرح زیر است:

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰}$ ~ ۳۰- db

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۱۰۰}$ ~ ۴۰- db

تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰۰}$ ~ ۵۰- db

علامت 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 کارکنید و در صورت امکان این فعالیت را با هم‌گروهی یا یکی دیگر از هنرجویان اجرا کنید و در مورد کار هریک از کلیدها باهم گفتگو کنید.

این ضرایب برای دستگاه‌های مختلف متفاوت است ولی اغلب تضعیف $\frac{۱}{۳۰}$ و $\frac{۱}{۱۰}$ و $\frac{۱}{۱۰۰}$ متداول است و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۵۶- صفحه مدرج انتخاب فرکانس

شکل ۵۷ـ 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

عنـوان مثـال اگرکلیـد حـوزه‌کار روی ۱۰۰۰ × و عـدد صفحـه مـدرج ۳ انتخـاب شـده باشـد، فرکانـس خروجـی دسـتگاه برابـر:
۳۰۰۰ HZ = ۳ ×۱۰۰۰یعنی ۳KHz خواهد بود.

تمرین

اگـر عـدد روی صفحـه مـدرج ۶۵ انتخـاب شـود و کلیـد انتخـاب ضریـب فرکانـس روی K ۱× باشـد، فرکانـس مـوج سـتگاه روی چـه عـددی تنظیـم شـده اسـت؟

کلیـد حـوزه کار (رنـج) نمونـه دیگـر سـیگنال ژنراتـور را در شـکل ۵۸ مشـاهده می‌کنیـد. ایـن ضرایـب بـرای هـر دسـتگاه متفـاوت اسـت.

شکل ۵۸- کلیدهای حوزه کار یا رنج فرکانس

ترمینـــال خروجـــی (OUT PUT): از ایـن پایانـه می‌تـوان سـیگنال خروجـی را دریافـت کـرد. بـرای ایـن مـدل دسـتگاه حداکثـر ولتـاژ خروجـی در حالتی‌کـه بـار بـه آن اتصـال نـدارد حـدود ۲۴ ولـت پیـک و مقاومـت داخلـی (امپدانـس) آن ۶۰۰ اهـم اسـت. ایـن مشـخصات در راهنمـای کاربـرد دسـتگاه قیـد می‌شـود.

اتصـــال BNC : بـرای اتصـال دسـتگاه‌ها بـه یک‌دیگـر نیـاز بـه انـواع سـیم‌ها و اتصـالات BNC داریـد. در شـکل ۵۹ دو نـوع اتصـال BNC را ملاحظـه می‌کنیـد. غالبـاً قسـمت مادگـی BNC روی دسـتگاه نصـب می‌شـود و قسـمت نـری آن بـه سـیم رابـط اتصـال دارد.

شکل ۵۹

در کنـار بدنـه فیـش BNC یـک شـیار کوچـک وجـود دارد کـه هنـگام اتصـال نـری بـه مادگـی بایـد ایـن شـیار در داخـل زایـده موجـود در مادگـی قـرار گیـرد. شـکل ۶۰ شـیار و زایـده را در BNC نشـان می‌دهـد.

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

ترجمه کنید

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

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 آورده‌شده است. برای کسب اطلاعات بیش‌تر آن را در ساعات غیر درسی به زبان فارسی ترجمه‌کنید و به کلاس ارائه دهید.

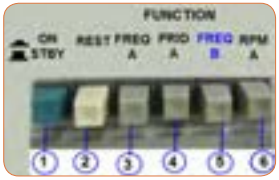
شکل ۶۳ ـ پانل پشت دستگاه

شکل ۶۴

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 کلیـــدها و ولـــــوم‌های یک نمونه فرکانس‌متر دیجیتالی:

بـــرای کارکـــردن بـــا فرکانس‌متـــر دیجیتالـــی بایدراهنمـــای کاربـــرد آن‌را مـــورد مطالعـــه قـــرار دهیـــد. کار تعـــدادی از دگمه‌هـــای یـــک نمونـــه از فرکانس‌متـــر کـــه از زبـــان اصلـــی بـــه فارســـی برگردانـــده شـــده اســـت بـــه شـــرح زیـــر اســـت (شـــکل ۶۵).



شکل ۶۵ - برخی دگمه‌های فرکانس‌متر دیجیتالی

۱ دگمه روشن- خاموش (ON- OFF)

۲ Reset : بـا فشـاردادن ایـن دگمـه، دسـتگاه بـه حالـت پیش‌تنظیـم اولیـــه برمی‌گـــردد.

۳ بـا فشـار دادن ایـن دگمـه، فرکانـس مـوج داده شـده بـه ورودی A اندازه‌گیـــری می‌شـــود.

۴ بـا فشـاردادن ایـن دگمـه، زمـان تنـاوب مـوج داده شـده بـه ورودی A اندازه‌گیـــری می‌شـــود.

۵ بـا فشـار ایـن دگمـه، فرکانـس مـوج داده شـده بـه ورودی B اندازه‌گیـری می‌شـود.

۶ با فشار این دگمه، دستگاه به‌عنوان شمارنده عمل می‌کند.

۷ فیلتـر پایین‌گـذر (LPF): بـرای اندازه‌گیـری فرکانس‌هـای کمتـر از ۱۰۰ کیلوهرتـز ایـن دگمـه فشـرده می‌شـود.

۸ کار دگمـه تضعیـف (ATT): در صورتی‌کـه ایـن کلیـد آزاد باشـد، ولتـاژ ورودی عینـاً وارد دسـتگاه می‌شـود. چنانچـه کلیـد را فشـار دهیـم، سـیگنال ورودی بـا ضریـب $\frac{۱}{۲۰}$ تضعیـف شـده و وارد دسـتگاه می‌شـود.

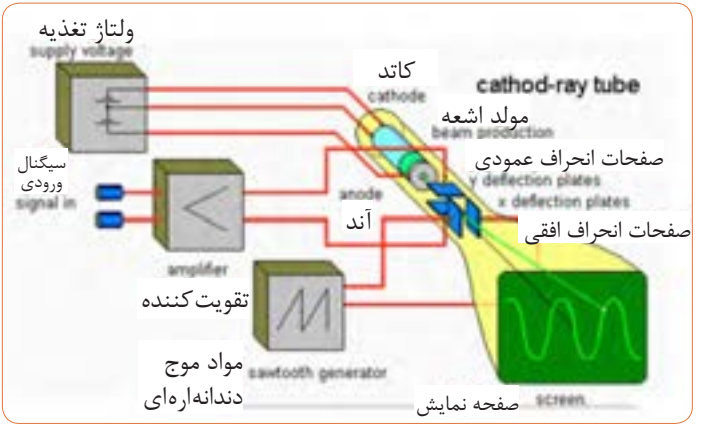
۹ کار دگمـه COUP-DC-AC : اگـر سـیگنال مـورد اندازه‌گیـری دارای جـزء DC باشـد، بایـد ایـن کلیـد را فشـاردهیم تـا در داخـل قرارگیـرد. اگـر سـیگنال مـورد اندازه‌گیـری فقـط دارای جـزء AC باشـد، کلیـد در حالـت بیـرون قرارمی‌گیـرد. شـکل ۶۶ ایـن کلیدهـا را نشـان‌می‌دهد.

شکل ۶۶

فیلم فرکانس‌متر 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 فرکانس‌متر موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم کارکنید.

لامپ اشعه کاتدیک:

لامپ اشعه‌کاتدیک از سه قسمت اصلی، تفنگ‌الکترونی، حباب لامپ و صفحه حساس تشکیل‌شده است. کار تفنگ‌الکترونی، تولید اشعه الکترونی است. اشعه الکترونی تولید شده، توسط قسمت‌های شتاب‌دهنده و متمرکزکننده به‌صورت باریکه‌ای از الکترون درآمده و با سرعت به سمت صفحه نمایش حرکت می‌کند. الکترون‌ها توسط ولتاژ زیاد (High Voltage) شتاب می‌گیرند و به مواد فسفر سانس روی صفحه حساس برخورد می‌کنند. برخورد الکترون به صفحه حساس نقطه‌ای نورانی در وسط صفحه ایجاد می‌کند. 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 می‌گیرد. شکل ۶۷ بخش‌های مختلف لامپ اشعه‌کاتدیک و سایر بخش‌های اسیلوسکوپ را به‌صورت نمایی بلوکی نشان‌می‌دهد.



شکل ۶۷ - نمایی از قسمت‌های اسیلوسکوپ

پروب اسیلوسکوپ (probe):

برای اتصال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از پروب‌های مخصوص اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در شکل ۶۸ یک نمونه از این پروب را ملاحظه می‌کنید.

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 زایده 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 ظاهرنمودن موج پایدار روی صفحه نمایش آن، باید بتوانید به‌راحتی با دگمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه کارکنید.لذا توصیه می‌شود مطالب مطرح‌شده را به دقت مطالعه کنید و و در خلال کار با اسیلوسکوپ آنها را به‌کار بگیرید. دگمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورها یک نمونه اسیلوسکوپ مانند شکل ۷۰ شماره‌گذاری 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 **صفحه‌نمایش (Display)**: صفحه نمایش محل ترسیم شکل‌موج‌ها است.

۲ **کلید روشن- خاموش(Power ON-OFF)**: با فشردن این کلید ولتاژ به دستگاه می‌رسد و LED (شماره ۳) را روشن می‌کند به این‌ترتیب از برقراری جریان الکتریکی در دستگاه اطمینان حاصل می‌کنیم.

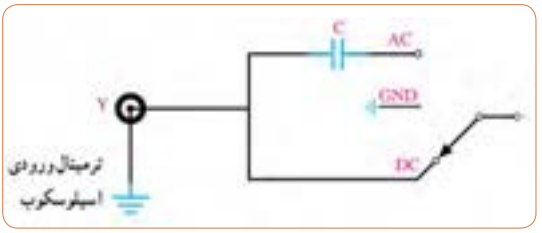
۳ **ترمینـــال ورودی کانـــال یـــک**(CH-۱): ایـــن ترمینـــال به‌صـــورت BNC مادگـــی بـــرای اتصـــال ســـیگنال ورودی اســـت. شـــکل ۷۱ ورودی کانـــال ۱ را نشـــان می‌دهـــد.

شکل ۷۱ - ورودی کانال ۱

فـــیلم

فیلـم اسیلوسـکوپ موجـود در نرم‌افـزار مولتی‌سـیم را در سـاعات غیـر درسـی چندیـن بـار ببینیـد و بـا کار دگمه‌هـای آن بیشـتر آشـنا شـوید و اطلاعـات مهـم آن را بـه خاطـر بسـپارید. سـعی کنید بـه صـورت خودجـوش بـا اسیلوسـکوپ موجـود در نرم‌افـزار مولتی‌سـیم کارکنیـد و در صـورت امـکان ایـن فعالیـت را بـا هم‌گروهـی یـا یکـی دیگـر از هنرجویـان اجـرا کنیـد و در مـورد کار هریـک از کلیدهـا باهـم گفت‌وگـو کنیـد.

۴ **کلیـــدAC-DC-GND** : ایـــن کلیـــد مســـیر ســـیگنال ورودی را بـه مدارهـای اسیلوسـکوپ تعییـن می‌کنـد. اگـر کلیـد در حالـت DC قـرارداده شـود، سـیگنال ورودی به‌طـور مسـتقیم وارد اسیلوسـکوپ می‌شـود. به‌عبـارت دیگـر اگـر سـیگنال ورودی DC باشـد یـا جـزء DC داشـته باشـد، مسـتقیماً وارد اسیلوسـکوپ شـده و روی صفحـه نمایـش ظاهـر می‌شـود. شـکل ۷۲ مـدار این‌بخـش را نشـان می‌دهـد.



شکل ۷۲

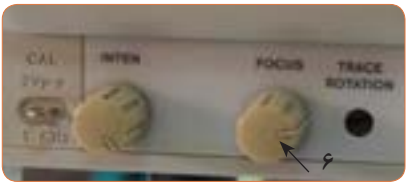
اگر کلید AC-DC-GND در وضعیت AC قرارگیرد، در مسیر ورودی مدار اسیلوسکوپ یک خازن قرار می‌گیرد. این خازن مانع عبور جریان DC به ورودی اسیلوسکوپ می‌شود. در این حالت فقط سیگنال AC وارد مدار شده و روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. چنانچه کلید در وضعیت مشترک با زمین(GND) قرارگیرد، ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی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

۵ **ولتاژ مربعی کالیبره**: از طریق این پین فلزی (زایده) می‌توان ولتاژ مربعی کالیبره‌شده با دامنه $۲V_{PP}$ وفرکانس ۱KHZ را دریافت کرد. ازاین سیگنال می‌توان برای تست صحت عملکرد دستگاه و تنظیم آن استفاده‌کرد. شکل ۷۰ مکان پین فلزی را روی اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.

شکل ۷۳- مکان پین فلزی

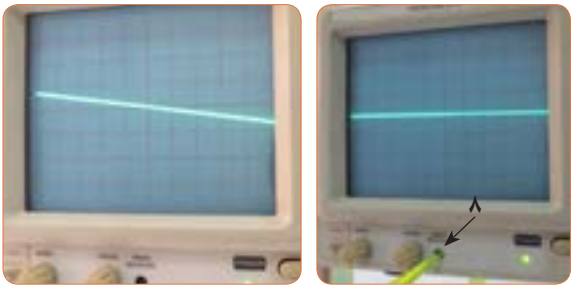
۶ **ولوم روشنائی (INTEN)**: به کمک این ولوم می‌توان نور اشعه را روی صفحه‌نمایش تنظیم‌کرد.

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 ۷۴ـ 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 تنظیم‌کرد. چنانچه مانند شکل الف - ۷۵ این خط تنظیم نباشد می‌توان به کمک یک پیچ‌گوشتی ظریف و کوچک تنظیم را انجام داد (شکل ب - ۷۵) .



الف ب

شکل ۷۵

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

شکل ۷۶

شکل ۷۷

۱۰ کلید سلکتور: این سلکتور مربوط به تقسیم‌بندی ولتاژ در جهت قائم است. هنگامی که این سلکتور روی یکی از تقسیمات مثلاً MV/DIV ۵۰ قرار می‌گیرد، هریک از خانه‌های تقسیم‌بندی عمودی روی صفحه‌نمایش به‌منزله‌ی ۵۰ میلی‌ولت است.

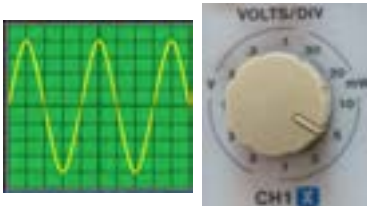
۱۱ ولوم تغییرات برای کالیبره کردن(VAR=VARIABLE):
این ولوم برای کالیبره‌کردن دستگاه (CAL) به‌کار می‌رود یعنی اگر آن‌را در خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، درجه‌بندی از تنظیم خارج می‌شود. اندازه‌گیری صحیح زمانی صورت می‌گیرد که این ولوم تا به انتها در جهت عقربه‌های ساعت گردانده شود. شکل ۷۳ موقعیت این ولوم را روی صفحه اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.

فیلم

فیلم عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ واقعی را در ساعات غیر درسی چندین بار ببینید و با کار دگمه‌های آن بیشتر آشنا شوید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید تا بتوانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش آن ظاهرکنید و کمیت‌های آن را اندازه بگیرید.

تمرین

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



شکل ۷۸ــ کلید Volt/DIV و موج روی صفحه‌نمایش

VPP = (تعداد خانه‌های عمودی قله‌تا قله) × (عدد کلیدسلکتور)

$VPP = ۸ \times ۵ = ۴۰ \text{ m Volt} \qquad Veff = \frac{VPP}{۲\sqrt{۲}} = \frac{۴۰}{۲/۸۲} = ۱۴/۱۸ \text{ m Volt}$

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

شکل ۷۹

CH۱: اگر کلید در این حالت قرارگیرد، فقط سیگنال اعمال‌شده به کانال ۱(X) روی صفحه ظاهر می‌شود و کانال ۲ قطع است.

CH۲: درصورت قرارگرفتن کلید در این حالت، فقط سیگنال اعمال‌شده به کانال ۲(Y) روی صفحه حساس ظاهر می‌شود و کانال ۱ قطع است.

DUAL: با قرارگرفتن 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 نشان‌می‌دهد.

شکل ۸۰ــ 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 ۸۱ـ جمع لحظه‌ای دو موج

فیلم

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

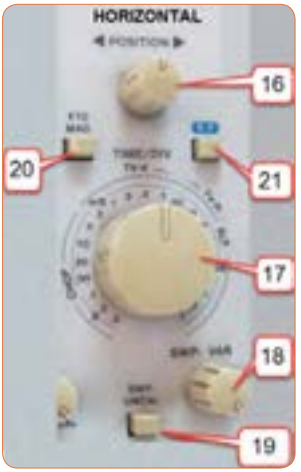
CHOP : اگر کلید در حالت CHOP باشد، سیگنال کانال ۱ و سیگنال کانال ۲ به طور همزمان به‌صورت شکل‌موج‌های قطعه‌قطعه شده (Chopping) روی صفحه حساس ظاهرمی‌شوند.
CH۲ Inv: با فشردن این کلید سیگنال مربوط به کانال ۲ که روی صفحه حساس ظاهرشده است ۱۸۰ درجه اختلاف فاز می‌یابد و معکوس می‌شود. شکل ۸۲ این کلیدها را نشان می‌دهد.

شکل ۸۲ـ کلید معکوس‌کننده 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 ظاهرکنید و کمیت‌های آن را به‌درستی اندازه بگیرید.

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



شکل ۸۳ - کلیدها و ولوم های 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. هنگامی‌که سلکتور ***Time / DIV*** روی یکی از تقسیمات، مثلاً ۰/۵ میلی‌ثانیه قرارمی‌گیرد، هر یک از تقسیمات صفحه نمایش در جهت افقی معادل ۰/۵ میلی‌ثانیه است. یعنی اگر یک سیکل موج در جهت افقی به اندازه ۴ خانه منحرف شود، زمان تناوب $T = ۴ \times ۰/۵ = ۲\ ms$ است.

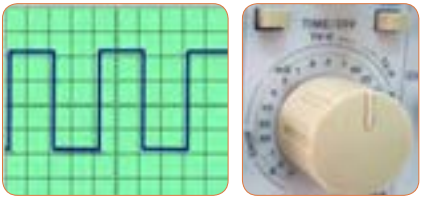
ولوم تغییرات زمان برای کالیبره کردن (SWP .VAR): این ولوم برای کالیبره‌کردن زمان به‌کار می‌رود و بایدتابه انتها در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده شود تا اندازه‌گیری زمان به‌طور صحیح صورت‌گیرد.

فیلم

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

تمرین

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



شکل ۸۴

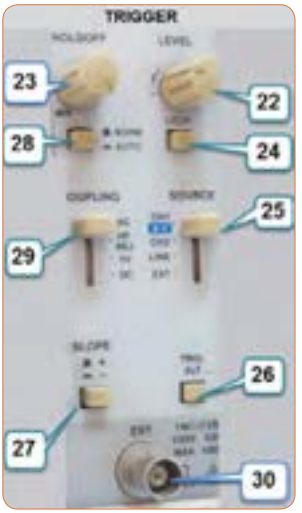
$T=$ (عدد کلیدسلکتور TIME / DIV) × (تعداد خانه‌های افقی یک سیکل)

$T = ۴ \times ۰/۲ = ۰/۸ \text{ msec} \quad F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۸ \times ۱۰^{-۴}} = \frac{۱۰۰۰۰}{۸} = ۱۲۵۰ \text{ Hz}$

کلید SWP.UNCAL: وقتی این کلید فشرده‌شود، زمان جاروب افقی کم‌تر از مقدار واقعی نشان‌داده می‌شود. زمان جاروب افقی وقتی صحیح است که این کلید فشرده نشود.

MAGx : وقتی این کلید فشرده‌شود، زمان تناوب موج ۱۰ برابر بزرگتر می‌شود.

کلیدهای منابع تریگر (Trigger): تریگردر لغت آتش‌کردن یا تحریک‌کردن معنی شده است. زمانی سیگنال روی صفحه اسیلوسکوپ به‌صورت 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 دندانه‌اره‌ای 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 درجهت افقی حرکت دارد و ثابت نیست، به کمک این ولوم می‌توان موج را ثابت نگه داشت.

در ضمن شروع حرکت موج با شیب مثبت (به‌سمت 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 ۸۶

شکل ۸۷

HOLDOFF : وقتی شکل موج سیگنال جمع شده و ولوم LEVEL به تنهایی نمی‌تواند موج را روی صفحه پایدارکند، از این ولوم استفاده می‌شود.

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

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

شکل ۸۸ـ وضعیت‌های کلید Source

CH_1: بـا اسـتفاده از ایـن حالـت، همزمانـی بـا سـیگنال کانـال ۱ انجام می گیـرد.
CH_2: بـا اسـتفاده از ایـن حالـت، همزمانـی بـا سـیگنال کانـال ۲ انجـام می‌گیـرد.
LINE: اگـر بخواهیـم سـیگنال مدارهایـی را کـه بـا برق‌شـهر کار می‌کننـد، روی صفحـه نمایـش پایـدار کنیـم، بهتـر اسـت کلیـد Source Trigger را در حالـت LINE قـرار دهیـم. در ایـن حالـت از ترانسـفورماتورتغذیه اصلـی اسیلوسـکوپ ولتـاژی بـه قسـمت مـدار تریگـر اعمـال می‌شـود.
EXT: وقتـی کلیـد منبع تریگر در حالت EXT (خارجـی = EXTERNAL) قـرار می‌گیـرد، منبـع تریگـر داخلـی (مـوج دندانـه اره‌ای صفحـات انحـراف افقـی) قطـع می‌شـود و بایـد از طریـق ترمینـال نشـان داده شـده در شـکل شـماره ۸۹ سـیگنال تریگـر را بـه اسیلوسـکوپ اعمال‌کنیـم.

شکل ۸۹

TRIG ALT : وقتـی کلیـد MODE روی DUAL یـا ADD قـراردارد و کلیـد SOURCE روی CH-۱ یـا CH-۲ قرارداده‌می‌شـود، بایـد دگمـه TRIG ALT را بفشـاریم. در ایـن حالـت عمـل هماهنگـی بـه تنـاوب بـا کانـال ۱ و کانـال ۲ انجـام می‌گیـرد و موج‌هـا به‌صـورت پایـدار روی صفحـه نمایـش ظاهـر می‌شـوند. شـکل ۹۰ موقعیـت کلیـد TRIG ALT را روی اسیلوسـکوپ نشـان‌می‌دهد.

شکل ۹۰

SLOPE +/- : این دگمه شیب سیگنال تریگررا در عمل هماهنگی انتخاب می‌کند. (+) : زمانی‌که سیگنال تریگر شیب مثبت را طی‌می‌کند، عمل هماهنگی اتفاق می‌افتد. (-) : زمانی‌که سیگنال تریگر شیب منفی را طی‌می‌کند، 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 ۹۱

شکل ۹۲

NORM-AUTO : در مدارهای الکترونیکی اسیلوسکوپ، قسمتی وجوددارد که می‌تواندوجود 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 CH-۱ یا CH-۲وصل نباشد، جاروب افقی به صورت متناوب انجام می‌گیرد و یک خط افقی روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. اگر کلید روی حالت NORM قرارگیرد، 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 این‌صورت 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 نشان‌می‌دهد.

AC : کوپلاژ AC

DC : کوپلاژ DC

شکل ۹۳ـ وضعیت‌های کلید کوپلینگ

HF-REJ: دراین 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 (شکل۹۴). در صورتی‌که کلید در این وضعیت قرارگیرد، ارتباط موج دندانه‌اره‌ای 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 ترانزیستوروتعیین اختلاف‌فاز بین دو موج و برخی موارد دیگر استفاده کرد.

شکل ۹۴ـ موقعیت کلید y_x

فصل ۴

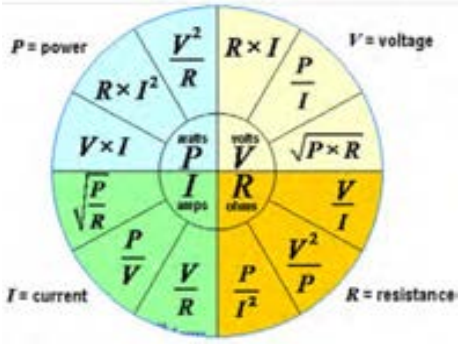
توان الکتریکی

انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت

نرم‌افزار ادیسون را دوباره روی رایانه خود نصب کنید و اصول کار با آن را به‌طور دقیق فرابگیرید. درصورت 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 آورده‌شده است.در صورت نیازمی‌توانید در حل مسائل از آن‌ها استفاده‌کنید 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 گرفته‌شده 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

انـرژی از مـدار بـه سـلف قطـع می‌شـود. تـا هنگامـی کـه جریـان شـروع بـه کـم شـدن نکـرده اسـت انـرژی ذخیـره شـده در سـلف بـه مولـد بـاز نمی‌گـردد. انـرژی ذخیره‌شـده در سـلف تـوان غیرفعـال یـا تـوان راکتیـو (Reactive) نـام دارد.

شکل ۹۶ - ذخیره انرژی در سیم‌پیچ

هنگامـی کـه جریـان شـروع بـه کـم شـدن می‌کنـد ، میـدان مغناطیسـی نیـز شـروع بـه کـم شـدن می‌کنـد و انـرژی ذخیـره شـده در خـود را بـه مـدار بـاز می‌گردانـد. شـکل ۹۷ بازگشـت انـرژی را بـه مـدار نشـان می‌دهـد.

شکل ۹۷ - بازگشت انرژی به مدار

خازن از نقطه نظر مصرف انرژی

اگـر خـازن بـه جریـان متنـاوب متصـل شـود، چـون جهـت ولتـاژ دو سـر خـازن در جریـان متنـاوب تغییـر می‌کنـد، خـازن نیـز مشـابه سـلف به‌طـور دائـم در حـال تبـادل انـرژی خواهـد بـود. انـرژی ذخیـره شـده در یـک خـازن بـه صـورت ذخیـره بارهـای الکترواسـتاتیکی در سـطح صفحـات آن صـورت می‌گیـرد (شـکل ۹۸). خـازن در لحظاتـی کـه ولتـاژ دو سـر آن در حـال افزایـش اسـت یعنـی، در شـرایط دریافـت و ذخیـره سـازی انـرژی قـرار دارد.

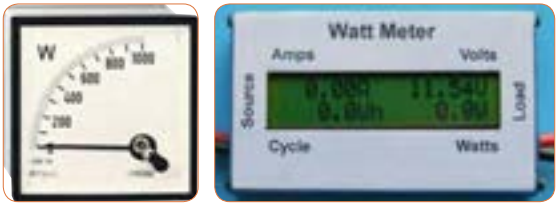
شکل ۹۸ - ذخیره انرژی در خازن

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 باز می‌گردد.

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.

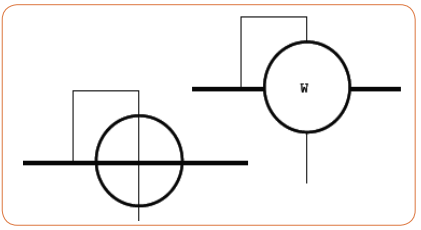


الف - دیجیتالی **ب - عقربه‌ای**

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 مصرف‌کننده قرار می‌گیرد و جریان مدار را اندازه می‌گیرد. دو ترمینال دیگر به نام U یا (V) است به‌صورت موازی با دو سر مصرف کننده قرار می‌گیرد و ولتاژ دوسر آن را اندازه‌گیری می‌کند. وات‌مترهای دیجیتالی علاوه بر توان مورد اندازه‌گیری، جریان و ولتاژ مصرف‌کننده را نیز نشان می‌دهند.



شکل ۱۰۱- علامت‌های فنی وات‌متر

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

شکل ۱۰۲- نحوه اتصال وات‌متر به شبکه برق شهر و مصرف‌کننده

کسینوس فی‌متر (φ متر)

کسینوس فی یا ضریب قدرت توسط دستگاه کسینوس فی‌متر اندازه‌گیری می‌شود. در شکل ۹۹ دو نمونه کسینوس فی‌متر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۰۳ــ دو نوع کسینوس فی‌متر

کسینوس فی‌متر در مدارهای تک فاز و سه فاز به کار می‌رود. کسینوس فی‌مترهای 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 ۱۰۰کسینوس فی متر دو طرفه را نشان می‌دهد.

علامت سلفی (اندوکتیو IND) و علامت خازنی (کاپاسیتیو CAP)روی صفحه مدرج درج شده است. عقربه اگر به طرف IND حرکت کند، مصرف‌کننده سلفی است و در صورتی‌که عقربه به طرف CAP حرکت کند مصرف‌کننده خازنی است. کسینوس فی‌متر مانند واتمتر به مدار وصل می‌شود.

شکل ۱۰۴ - کسینوس‌فی‌متر دوطرفه

وارمتر(VAR متر) : وارمتر دستگاهی است که توان راکتیو (غیر مفید) را اندازه می‌گیرد. ترمینال‌های وار متر مانند پایانه‌های واتمتر است. در شکل ۱۰۵ سه نوع وارمتر را مشاهده می‌کنید. نوع انبری (کلمپی) نشان‌داده‌شده 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.

الف ـ عقربه‌ای

ب ـ انبری

پ ـ دیجیتالی

شکل ۱۰۵- سه‌نوع وارمتر

فصل ۵

نقشه‌خوانی با نرم‌افزار

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 ۱۰۶ مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۰۶- 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.

به‌عبارت دیگر، تشخیص جریان اضافه به عهده یک فلز (بی‌متال) می‌باشد که به‌وسیله 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 مجلهٔ کارشناسی و ۴۰۰ مجموعه نوشتار کنفرانس در سال، منتشرکنندهٔ یک سوم نوشته‌های کارشناسی چاپ‌شده در زمینهٔ 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 کُد مفهوم ویژه‌ای دارد. مثلاً کمیته FCC سوکتی را با کُد 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

Iranian national electrotechnical committee

کمیته ملی برق و الکترونیک ایران

www.nonlinear.ir.iec

www.iec.h

elec show . ir : نمایشگاه بین‌المللی الکتریکی ایران

کابل

کابل انتقال متعادل: نوعی کابل است که اتصال آن به مدار به هر شکلی امکان دارد. یعنی جابجایی سیم در آن مانعی ندارد.
کابل انتقال نامتعادل: این کابل به‌صورت استوانه‌ای و هم‌محور ساخته می‌شود لذا نمی‌توان سیم‌ها را در مدار جابه‌جا کرد. مثلاً کابل مورد استفاده در تلویزیون نوعی کابل کواکسیال (هم‌محور) است. در این کابل‌ها باید مغزی کابل حتماً به محل اصلی و سیم بافته‌شده (شیلد) به سیم مشترک (زمین) وصل شود. از این‌رو 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.

فعالیت

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

پلی وینیل کلراید (Polyvinyl chloride) : پی‌وی‌سی (PVC) نوعی پلاستیک بسیار پرکاربرد است. در شرایط حاضر 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 انعطاف‌پذیر 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 ۱۰۷).
✓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 ۱۰۸).

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

شکل ۱۰۷- کابل‌های چند زوج سیم

شکل ۱۰۸- یک نمونه وسیله الکتریکی که در آن از روکش پارچه‌ای استفاده شده است.

بلندگو

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

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

✓از بی‌زر در اسباب‌بازی‌ها و وسایل خانگی استفاده می‌شود. از پارامترهای مهم جهت انتخاب صحیح می‌توان: فشار یا قدرت صدا، ولتاژ ورودی مجاز، ظرفیت خازنی و ابعاد را نام برد.

رله : رله‌ها در مدل‌های بدنه پلاستیکی (شفاف و غیرشفاف) و بدنه فلزی ساخته می‌شوند. بوبین رله‌ها با ولتاژهای مختلف DC و AC کار می‌کند. معمولاً ولتاژ کار بوبین‌رله را روی بدنه رله یا برگه اطلاعات آن می‌نویسند. پرکاربردترین ولتاژهای DC عبارتند از: VDC ۲۴، ۱۲ V، ۹ V، ۶ V و ۵ V است.

شکل ۱۰۹، برچسب روی بدنه یک نمونه رله و مشخصات فنی آن.

شکل ۱۰۹ـ مشخصات فنی یک نمونه رله

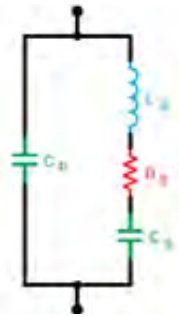
شکل ۱۱۰ــ نمونه دیگری از برگه اطلاعات رله

کریستال: در دوره‌های باستان، از کریستال کوارتز به‌عنوان ابزار بسیار اختصاصی و پیشرفته‌ای استفاده می‌شده است و این به جهت خلوص پرتو نوری و قدرت انتقال ماوراء صوت کریستال کوارتز بوده‌است. این ویژگی‌ها را می‌توان با دنیای الکترونیک و صنایع عصر حاضر مقایسه نمود.

در مصر باستان از کریستال کوارتز در ساختمان اهرام استفاده می‌شده‌است تا قدرت نور را به خود جلب نماید. مصری‌ها به اهمیت شکل و ساختمان مثلثی شکل کریستال کوارتز، کاملاً واقف بوده‌اند. در اروپا و در طی جنگ جهانی، از کریستال کوارتز، به‌عنوان وسایل تقویت صوت استفاده می‌شده است.

شکل ۱۱۱ ساختمان داخلی کریستال را نشان می‌دهد. صفحه دایره‌ای شکل دیسک کوارتز برای کار در فرکانس‌های بالا نازک‌تر است: شکل ۱۱۲ مدار داخلی کریستال را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱۱ــ ساختمان داخلی کریستال



شکل ۱۱۲ــ مدار داخلی کریستال

لامپ سیگنال (نشان دهنده)

تفاوت موجود در لامپ‌های سیگنال دستگاه‌های الکترونیکی شناسایی شده با توجه به میزان نور دهی

جدول ۱۳ــ تفاوت لامپ‌های ال‌ای‌دی(LED) با سایر لامپ‌ها

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

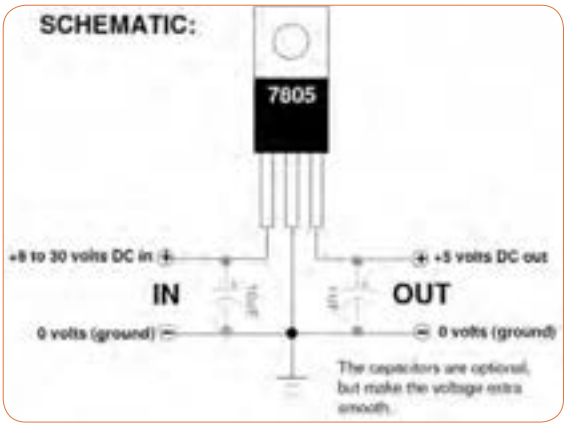
✓ در اکثر وسایل و لوازم الکتریکی و الکترونیکی وقتی دستگاه را روشن می‌کنید، هم‌زمان لامپی روشن می‌شود که نشان‌دهنده روشن بودن دستگاه است، این لامپ را لامپ سیگنال می‌گویند. جهت نمایش وجود یا عدم وجود جریان برق در مدارها از لامپ سیگنال استفاده می‌کنیم. لامپ‌های نشان‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه دستگاه‌های 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 (۱/۲تا 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 ۱۱۳ تعدادی لامپ سیگنال را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱۳ - لامپ سیگنال

آی‌سی رگولاتور

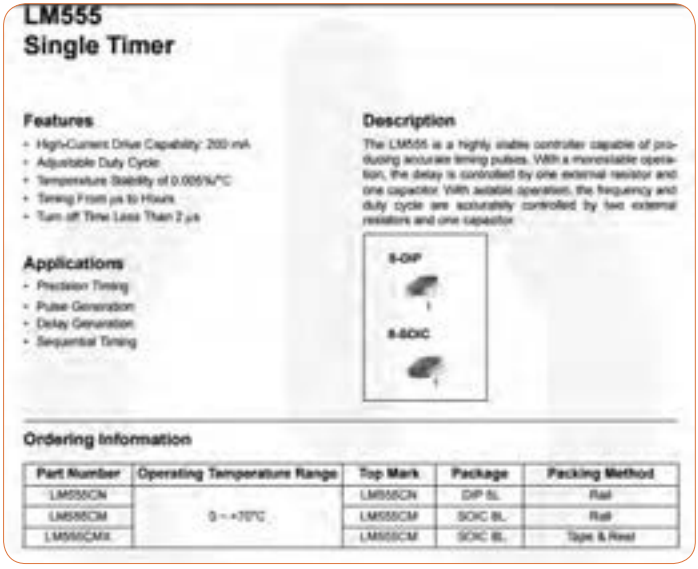
شکل ۱۱۴ برگه اطلاعات آی‌سی رگولاتور ۷۸۰۵



شکل ۱۱۴- یک نمونه از برگه اطلاعات آی‌سی رگولاتور

تایمر و اپتوکوپلر

شکل ۱۱۵ یک نمونه برگه اطلاعات تایمر LM۵۵۵ و شکل ۱۱۶ یک نمونه برگه اطلاعات اپتوکوپلر را نشان می‌دهد.


LM555
Single Timer

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

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

Description
The LM555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. 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.

8-DIP
8-SOIC

Ordering Information

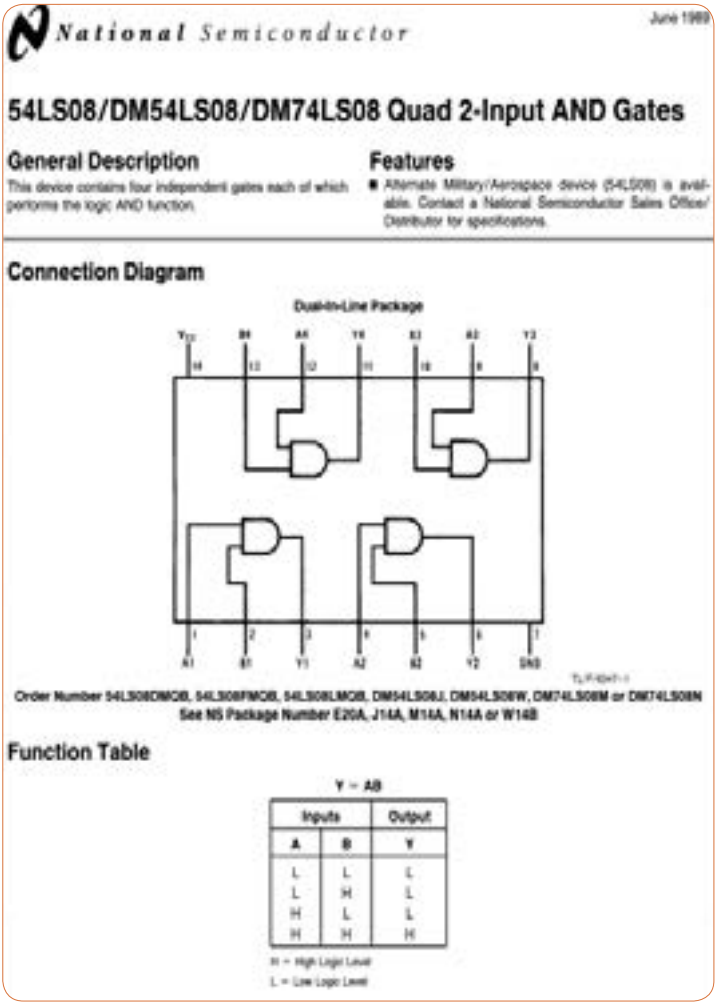
Part Number	Operating Temperature Range	Top Mark	Package	Packing Method
LM555CN	0 ~ +70°C	LM555CN	DIP 8L	Rail
LM555CM		LM555CM	SOIC 8L	Rail
LM555CMX		LM555CM	SOIC 8L	Tape & Reel

شکل ۱۱۵- یک نمونه برگه اطلاعات تایمر LM۵۵۵

گیت منطقی

شکل ۱۱۷ برگه اطلاعات به آی‌سی ۷۴۳۲ را نشان می‌دهد.

بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار مولتی‌سـیمی می‌توانیـد مـدار گیـت منطقـی AND را ببندیـد و بـا قطـع و وصـل کلیدهـای مـدار ،درسـتی جـدول صحـت را بررسـی کنیـد.



National Semiconductor

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

Dual-In-Line Package

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 ۱۱۶

SN5432, SN54LS32, SN54S32,
SN7432, SN74LS32, SN74S32
QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-OR GATES

SDLS100

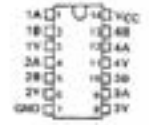
- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

description

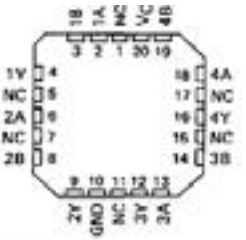
These devices contain four independent 2-input OR gates.

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 N PACKAGE
(TOP VIEW)



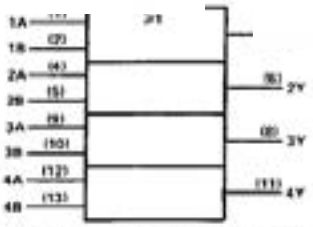
SN54LS32, SN54S32 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



FUNCTION TABLE (each gate)

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

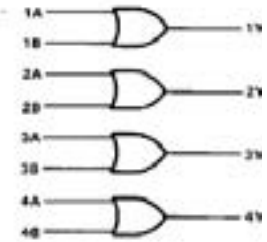
logic symbol†



† 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

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

شکل ۱۱۷ – برگه اطلاعات مربوط به آی‌سی ۷۴۳۲

National Semiconductor

June 1989

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

General Description

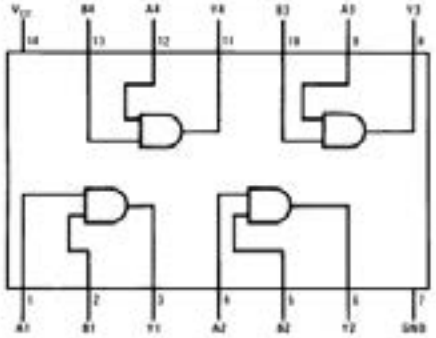
This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

Features

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

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



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 ۱۱۸ - برگه اطلاعات آی‌سی ۷۴۰۸

نام مؤسسه یا استاندارد	شرح 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 کابل عایق امریکا	the Insulated Cable Engineers Association	ICEA
استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک	International Electrotechnical Commission	IEC
استاندارد انجمن کیفیت برق	Quality assessment system for electronic components	IECQ
استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک امریکا	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE
استانداردهای اتصالات الکترونیک	Association connection Electronic Industries	IPC

جدول برخی علائم به کار رفته در نقشه‌های الکتریکی و الکترونیکی

انگلیسی	علامت اختصاری	نماد فنی	شرح
Earth ground	E		اتصال زمین
Chassis or frame connection			اتصال شاسی - اتصال بدنه
Common connection	DI		اتصال مشترک
Junction of connected			نقطهٔ اتصال
Resistor	R		مقاومت ثابت
Variable Resistor			مقاومت متغیر
Potentiometer	R		پتانسیومتر (مقاومت متغیر قابل تنظیم با پیچ گوشتی)
Positive and	PTC		مقاومت نوع حرارت
negative Temperature coefficient	NTC		مقاومت نوع حرارت
Capacitor	C		خازن
Electrolytic capacitor	C		خازن الکترولیت
Variable capacitor	C		خازن متغیر
Coil with Air core	L		وین با هستهٔ هوا
Coil with Magnetic core	L		وین با هستهٔ مغناطیسی
Transformer with Magnetic core	T		ترانسفورماتور با هستهٔ آهنی

فصل ۶

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:

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

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:

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

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: رابطهٔ بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

مقدار نهایی ← b ، مقدار اولیه ← a ، درصد به صورت عدد اعشاری / کسری ← x

۲ درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$\text{نسبت تغییر}\times ۱۰۰=\frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}}\times ۱۰۰=\frac{\text{مقداراولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}}\times ۱۰۰$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

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

واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی

۱ واحدهای اندازه‌گیری طول

۱ اینچ (in) =۲/۵۴ سانتی‌متر (cm)=۲۵/۴ میلی‌متر (mm)

۱ فوت (ft) = ۱۲ اینچ (in)

۱ یارد (yd) =۳ فوت (ft)=۳۶ اینچ (in) ≅ ۹۰ سانتی‌متر (cm)

۱ مایل خشکی (mil) =۵۲۸۰ فوت (ft)=۶۳۳۶۰ اینچ (in) =۱۶۰۹/۳۴۴ متر (m)

۱ مایل دریایی ≅ ۶۰۸۰ فوت ≅ ۱۸۵۳ متر (m)

۱ مایل دریایی ≅ ۱/۱۵ مایل خشکی

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

۱ اونس (oz) ≅ ۲۸ گرم (g)

۱ پوند (lb) = ۱۶ اونس (oz) ≅ ۴۵۰ (g)

۱ تن (T) ≅ ۲۲۰۰ پوند (lb)

۱ گرم (g) = ۰/۰۳۵ اونس (oz)

۱ کیلوگرم (kg) ≅ ۳۵/۲۷ اونس (oz)

۱ پوند (lb) ≅ ۰/۴۵ کیلوگرم (kg)

۳ واحدهای اندازه‌گیری حجم

۱ قاشق چایخوری (tsp) = ۵ میلی‌لیتر (ml)

۱ قاشق سوپ‌خوری (tbsp) = ۱۵ میلی‌لیتر (ml)

۱ فنجان (c) = ۲۴۰ میلی‌لیتر (ml)

توان رسانی و ریشه گیری

۱ قوانین مربوط به توان رسانی

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

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

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

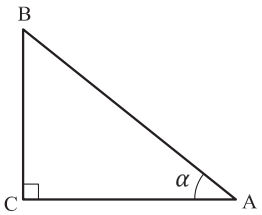
$$\Delta = b^2 - 4ac \quad \begin{cases} \Delta > 0 & \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ \Delta = 0 & \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a} \\ \Delta < 0 & \Rightarrow \text{معادله ریشه ندارد} \end{cases}$$

مثلثات

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

۲ رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویهٔ ABC داریم:

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



۳ نسبت‌های مثلثاتی یک زاویه تند:

در مثلث قائم‌الزاویه ABC زاویه تند α را در نظر بگیرید. بنا به تعریف داریم:

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

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

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

۴ جدول نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های ۰ و ۳۰° و ۴۵° و ۶۰° و ۹۰° :

زاویه α / نسبت مثلثاتی	۰°	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۹۰°
$\sin\alpha$	۰	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۱
$\cos\alpha$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۰
$\tan\alpha$	۰	$\frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۱	$\sqrt{۳}$	∞
$\cot\alpha$	∞	$\sqrt{۳}$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۰

۵ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

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

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

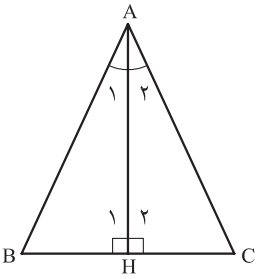
۶ محیط و مساحت دایره:

محیط دایره $P = 2\pi r$ (r شعاع)

مساحت دایره $S = \pi r^2$ (r شعاع)

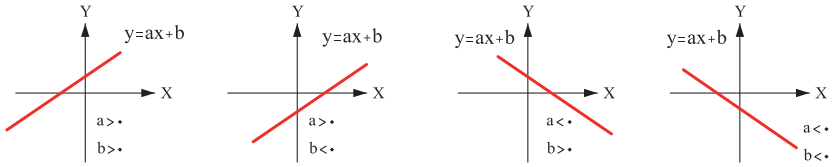
۷ در مثلث متساوی‌الساقین ABC داریم:

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

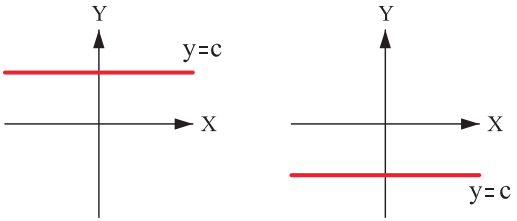


نمودار تابع خاص

۱ نمودار تابع خطی:



۲ نمودار تابع ثابت:

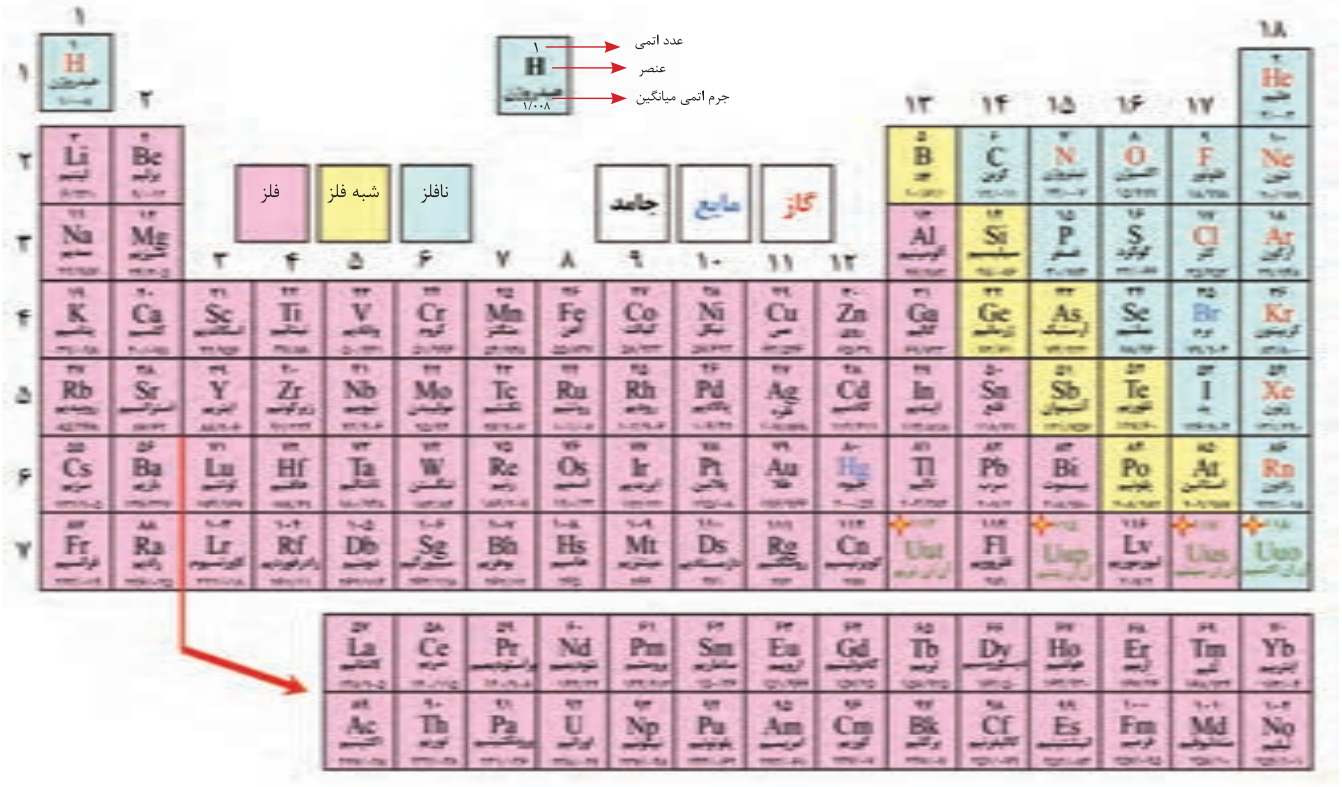


کاربرد	فرمول (معادله، رابطه)
بازه زمانی	$\Delta t = t_f - t_i$
جابجایی	$\Delta x = x_f - x_i$
سرعت متوسط	$\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
رابطهٔ مکان زمان حرکت یکنواخت	$x = vt + x_0$
شتاب متوسط	$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
شتاب لحظه‌ای حرکت با شتاب ثابت	$a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
رابطه سرعت زمان حرکت با شتاب ثابت	$v = v_0 + at$
سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت	$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$
رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت	$v_f^2 - v_i^2 = 2a(x - x_0)$
رابطه جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت	$\Delta x = x_f - x_i = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$
قانون دوم نیوتن	$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

کاربرد	فرمول (معادله، رابطه)
نیروی وزن	$g = \frac{w}{m} \rightarrow w = mg$
بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی	$f_{s(max)} = \mu_s N$
نیروی اصطکاک جنبشی	$f_k = \mu_k N$
شدت جریان الکتریکی متوسط	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$
قانون اهم	$R = \frac{V}{I}$
مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت	$R = \frac{\rho L}{A}$
انرژی الکتریکی مصرفی	$U = I^2 Rt$
توان مصرفی	$P = \frac{U}{t}$ و $P = I^2 R$ و $P = \frac{V^2}{R}$ و $P = VI$
جریان مقاومت‌های متوالی (سری)	$I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq}$
ولتاژ مقاومت‌های متوالی (سری)	$V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq}$
مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی (سری)	$R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq}$

فرمول (معادله، رابطه)	کاربرد
$I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$	جریان مقاومت‌های موازی
$V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq}$	ولتاژ مقاومت‌های موازی
$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$	مقاومت معادل مقاومت‌های موازی
$P = \frac{F}{A}$	فشار و ارتباط آن با نیروی عمودی و سطح تماس
$P_2 - P_1 = +\rho g \Delta h$	اختلاف فشار دو نقطه شاره ساکن
$p = \rho g \Delta h + p_{atm}$	فشار یک نقطه شاره ساکن
$P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$	اصل پاسکال
$\rho = \frac{m}{v}$	چگالی
$d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$	چگالی نسبی
$F = \frac{9}{5}\theta + 32$	رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس فارنهایت
$T = \theta + 273$	رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس کلوین
$T = (F + 459) \div 1/8$	رابطه دما در مقیاس فارنهایت و مقیاس کلوین
$Q = mC(\theta_2 - \theta_1) = mC\Delta\theta$	مقدار گرمای داده شده به یک جسم
$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots = 0$	تعادل گرمایی
$Q = \frac{KAt(T_2 - T_1)}{L} = \frac{KAt\Delta T}{L}$	گرمای منتقل شده از طریق رسانش
$L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta\theta$ $L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$	انبساط خطی
$A_2 - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta\theta$ $A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta)$	انبساط سطحی
$V_2 - V_1 = 3\alpha V_1 \Delta\theta$ $V_2 = V_1(1 + 3\alpha\Delta\theta)$	انبساط حجمی

جدول تناوبی عنصر ها



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)
پرکلریک اسید	$HClO_4$	اسید قوی
سولفوریک اسید	H_2SO_4	اسید قوی
هیدرویدیک اسید	HI	اسید قوی
هیدروکلریک اسید	HCl	اسید قوی
نیتریک اسید	HNO_3	اسید قوی
تری کلرواستیک اسید	CCl_3CO_2H	$2/2\times10^{-1}$
کرومیک اسید	H_2CrO_4	$1/8\times10^{-1}$
یدیک اسید	HIO_3	$1/7\times10^{-1}$
اگزالیک اسید	$C_2H_2O_4$	$5/6\times10^{-1}$
فسفرو اسید	H_3PO_3	5×10^{-2}
دی کلرواستیک اسید	$CHCl_2CO_2H$	$4/5\times10^{-2}$
سولفورو اسید	H_2SO_3	$1/4\times10^{-2}$

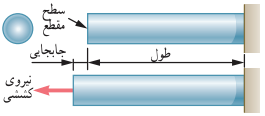
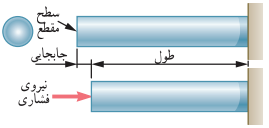
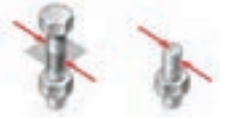
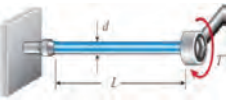
نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک (K_a)
فسفریک اسید	H_3PO_4	$6/9\times10^{-2}$
کلرو استیک اسید	CH_2ClCO_2H	$1/3\times10^{-3}$
سیتریک اسید	$C_6H_8O_7$	$7/4\times10^{-4}$
هیدروفلوئوریک اسید	HF	$6/3\times10^{-4}$
نیترو اسید	HNO_2	$5/6\times10^{-4}$
بنزوئیک اسید	$C_6H_5CO_2H$	$6/2\times10^{-5}$
استیک اسید	CH_3CO_2H	$1/7\times10^{-5}$
کربنیک اسید	H_2CO_3	$4/5\times10^{-7}$
هیدروسولفوریک اسید	H_2S	$8/9\times10^{-8}$
هیپوکلرو اسید	$HClO$	4×10^{-8}
بوریک اسید	H_3BO_3	$5/4\times10^{-10}$

نام باز	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک (k_b)
پتاسیم هیدروکسید	KOH	باز قوی
سدیم هیدروکسید	$NaOH$	باز قوی
باریم هیدروکسید	$Ba(OH)_2$	باز قوی
کلسیم هیدروکسید	$Ca(OH)_2$	باز قوی
دی متیل آمین	$(CH_3)_2NH$	$5/4\times10^{-4}$
اتیل آمین	$C_2H_5NH_2$	$4/5\times10^{-4}$

نام باز	فرمول شیمیایی	ثابت تفکیک (k_b)
بوتیل آمین	$C_4H_9NH_2$	4×10^{-4}
تری متیل آمین	$(CH_3)_3N$	$6/3\times10^{-5}$
آمونیاک	NH_3	$1/8\times10^{-5}$
پیریدین	C_5H_5N	$1/7\times10^{-9}$
آنیلین	$C_6H_5NH_2$	$7/4\times10^{-10}$

فاز پخش‌شونده	فاز پخش‌کننده	نوع کلوییید	حالت فیزیکی	نام کلوییید	نمونه‌ها
گاز	گاز	–	–	–	–
	مایع	گاز در مایع	مایع	کف	کف صابون
	جامد	گاز در جامد	جامد	کف جامد	سنگ‌پا، 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، شیشهٔ رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه

مقاومت قطعات در بارگذاری های مختلف

نوع بارگذاری	شکل بارگذاری	تنش در قطعه	حداکثر جابجایی در قطعه
کششی		تنش کششی در بارگذاری کششی $= \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$	جابجایی در بارگذاری کششی $= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
فشاری		تنش فشاری در بارگذاری فشاری $= \frac{\text{نیروی فشاری}}{\text{سطح مقطع}}$	جابجایی در بارگذاری فشاری $= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
برشی		تنش برشی در بارگذاری برشی $= \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$	---
خمشی		= حداکثر تنش قطعه بارگذاری خمش $\frac{\text{طول} \times \text{نیرو}}{\text{ممان اینرسی}} \times$ ضریب	= حداکثر جابجایی در خمش $\frac{\text{نیرو} \times \text{طول}^3}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی}} \times$ ضریب
پیچشی		= حداکثر تنش قطعه هنگام پیچش $\frac{\text{گشتاور پیچشی}}{\text{ممان اینرسی قطبی}} \times$ ضریب	= جابجایی زاویه در پیچش $\frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}} \times$ ضریب
مقایسه استحکام و سفتی مواد مختلف معمولی		**استحکام فولاد > استحکام مس > استحکام آلومنیوم**	**سفتی فولاد >سفتی مس > سفتی آلومنیوم**
به چه شرطی مقاومت قطعه بالا می رود:		استحکام قطعه زمانی بالا می رود که: ۱- استحکام جنس قطعه بیشتر باشد. ۲- در برابر نیروی یکسان تنش در قطعه کمتر باشد.	سفتی قطعه زمانی بالا می رود که: ۱- سفتی جنس قطعه بیشتر باشد. ۲- در برابر نیروی یکسان جابجایی در قطعه کمتر باشد .
ممان اینرسی سطح مقطع حول محور افقی به ترتیب، شکل الف از همه بیشتر است.			

منابع

۱ـ اصول الکترونیک، گروپ، ترجمه احمد ریاضی، سید محمود صموتی، محمود همتایی دانشکده شهید شمسی‌پور

۲ـ فلوید توماس، اصول و مبانی مدارهای الکتریکی، مترجم مهرداد عابدی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه امیرکبیر

۳ـ اندرسن چارلز، دورهٔ جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی‌فر، انتشارات سپهر

۴ـ اصول مقدماتی الکتریسیته، مؤلف مهندس غلامعلی سرابی

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

۶ـ Ttransistor Fundamentals by Robert J Brite

۷ـ Transistor Circuit action by Henry C. Vealch

۸ـ Electronic Devices Electron Flow Version Flord

۹ـ مبانی برق کد ۳۵۸/۱۸ مؤلفان فریدون قیطرانی، عین‌اله احمدی ـ حسین مظفری ـ محمود همتایی ـ مسعود تجلی‌پور، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ـ ۱۳۹۴

۱۰ـ مبانی الکتریسیته، کد ۶۰۴/۷، مؤلف شهرام خدادادی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ـ ۱۳۹۴

۱۱ـ الکترونیک عمومی، مؤلفان ابوالقاسم جاریانی ـ فتح‌اله نظریان ـ محمود همتایی ـ سید محمود صموتی ـ شهرام نصیری سوادکوهی، ۱۳۹۴

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

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

۱۴ـ الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷، مؤلفان فتح‌اله نظریان ـ سید محمود صموتی ـ شهرام نصیری سوادکوهی ـ فرشته داودی لعل‌آبادی ـ سهیلا ذوالفقاری، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

۱۵ـ الکترونیک عمومی، کد ۴۹۰/۵، مؤلفان سید محمود صموتی ـ شهرام نصیری سوادکوهی ـ یداله رضازاده ـ غلامحسین نصری ـ فتح‌اله نظریان، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران