۲۲ــ۱ــ مولتی متر (multimeter)

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

مولتی‌متر دیجیتالی

مولتی متر دیجیتالی دستگاهی است که کمیت‌های مورد نظر را به صورت عدد و رقم نشان می‌دهد. مولتی متر دیجیتالی در انواع بسیار متنوعی ساخته می‌شود، شکل۸۵ــ۱. همان طور که قبلاً اشاره شد، یکی ازروش‌های کسب توانایی درکاربرد دستگاه‌های الکترونیکی مطالعه دفترچه راهنمای آن است.

شکل۸۵ــ۱ــ نمونهٔ دیگری از مولتی‌متر دیجیتالی و صفحهٔ اول دفترچهٔ راهنما

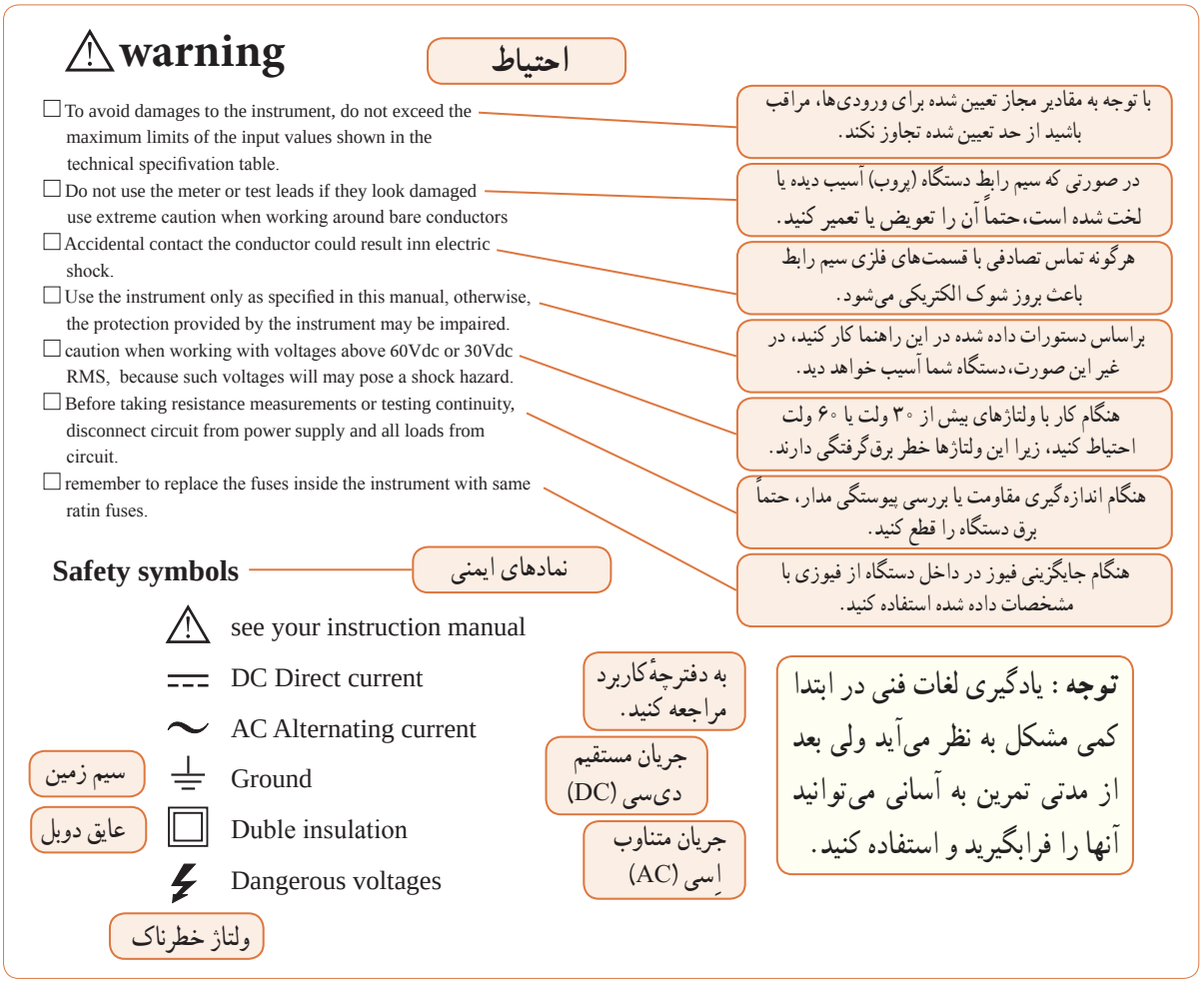
دفترچه راهنما معمولاً همراه با دستگاه در اختیار کاربران قرارمی‌گیرد. این دفترچه معمولاً به زبان انگلیسی یا سایر زبان‌ها است. یک تکنسین الکترونیک باید توانایی خواندن دفترچه راهنمای دستگاه‌های اندازه گیری درالکترونیک مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ، فانکشن ژنراتور و منبع تغذیه را داشته باشد و دستگاه‌های پرکاربرد دیگر را بیاموزد. از آنجا که زبان انگلیسی یک زبان بین المللی و پرکاربرداست، ضرورت دارد طرز خواندن و معنی کردن این‌گونه دفترچه‌های راهنمای کاربرد را فرا بگیرید. در ادامه به توضیح چگونگی فراگیری دفترچه راهنمای کاربرد یک نمونه مولتی مترهای دیجیتالی موجود در بازار می‌پردازیم.

دفترچهٔ راهنمای کاربرد مولتی متر دیجیتالی به زبان انگلیسی

در شکل۸۵ ــ۱ نمونه دیگری از مولتی متر دیجیتالی و صفحه اول دفترچه راهنمای کاربرد مولتی‌متر مدل XXXX را ملاحظه می‌کنید. در این راهنما، نام دستگاه، شماره سریال و استانداردهای حاکم بر دستگاه درج می‌شود. در صفحه دوم معمولاً نکات ایمنی و اخطارها نوشته می‌شود. این نکات درباره تمام دستگاه‌های اندازه گیری صدق می‌کند. در شکل ۸۶ ــ ۱متن اصلی و ترجمه مربوط به‌این نکات را ملاحظه می‌کنید. درصورتی که برای یک بار این اصطلاحات را فرا بگیرید، می‌توانید آنها را برای انواع مولتی مترها به کار ببرید. مشخصات فنی و سایر ویژگی‌های مربوط به یک نمونه دفترچه راهنمای مولتی متر در کتاب همراه هنرجو آمده است.

فیلم ۱۳

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



شکل ۸۶ ــ ۱ــ نکات و نمونه‌های ایمنی برای دستگاه اندازه گیری دیجیتال

آموزش ترجمه متن

لغات و متن شکل ۸۶ ــ ۱ و ترجمه آن را یاد بگیرید و در فرایند استفاده از دستگاه‌ها به کار ببرید.

الگوی پرسش

طراحی سؤال

براساس آنچه که تاکنون آموخته‌اید، برمبنای تقسیم‌بندی‌هایی که توسط مربی صورت می‌گیرد، هر یک از گروه‌ها، تعداد ۳ تا ۴ سؤال نظری و عملی همراه با پاسخ آن طراحی کنند. مجموعه سؤال‌ها به صورت یک آزمون در کلاس به اجرا در می‌آید.

۲۳ ــ ۱ــ کار عملی ۷ :

اندازه‌گیری مقاومت با کد «عدد ــ حرف»

هدف : کار عملی با مولتی متر واقعی (۱)

مواد، ابزار و تجهیزات : مقاومت با کد «عدد ــ حرف» در اندازه‌های مختلف ۳ عدد ــ مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه ــ نرم‌افزار resistor calculator ــ راهنمای کاربرد دستگاه مولتی متر دیجیتالی یک جلد

نکات ایمنی

مراحل اجرای کار

۱ ● از ضربه زدن به مولتی متر خودداری کنید.

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

● این نکات برای همه مولتی‌مترها صادق است و باید رعایت شود.

۲ مقاومت‌ها با کد «عدد ــ حرف» را به ترتیب R_1، R_2 و R_3 نام‌گذاری کنید.

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

فیلم ۱۳

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

جدول ۴ ــ ۱

شماره مقاومت	کد «عدد حرف» روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد عدد و حرف»	مقدار تولرانس مقاومت از کد «عدد و حرف»	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم‌افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
R_1						☐ بلی ☐ خیر
R_2						☐ بلی ☐ خیر
R_3						☐ بلی ☐ خیر

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

۵ مناسب‌ترین حوزه کار مولتی متر را انتخاب کنید و مقاومت‌ها را با آن اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۴ ــ ۱ بنویسید.

۶ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴ ــ ۱ بنویسید.

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

.....

.....

.....

۸ آیا مقادیر اندازه گیری شده در محدوده تولرانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۹ با استفاده از نرم افزار resistor calculator (یا نرم‌افزار مشابه دیگر) مقدار مقاومت‌ها را بخوانید و در جدول ۴ ــ ۱ بنویسید.

۱۰ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم‌افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴ ــ ۱ بنویسید.

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

.....

.....

.....

۲۴ ــ ۱ ــ کار عملی ۸ : اندازه‌گیری مقاومت با کد رنگی

هدف : کار عملی با مولتی متر واقعی (۲)

۱ **مواد، ابزار و تجهیزات** : مقاومت یک چهارم یا یک‌دوم وات با کد رنگی دراندازه‌های مختلف ۳ عدد ــ مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه ــ نرم‌افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر) ــ راهنمای کاربرد یک جلد ــ نرم‌افزار ادیسون

مراحل اجرای کار

۲ مقاومت‌ها با کد «رنگی» را به ترتیب R_1، R_2 و R_3 نام‌گذاری کنید.

۳ با استفاده از رمز «رنگی»، مقدار و تولرانس مقاومت‌ها را از روی مقاومت بخوانید و مقادیر رادر جدول ۵ ــ ۱ بنویسید.

جدول ۵ ــ ۱

شماره مقاومت	کد رنگی موجود روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد رنگی»	مقدار تولرانس مقاومت از کد «رنگی»	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم‌افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
R_1						☐ بلی ☐ خیر
R_2						☐ بلی ☐ خیر
R_3						☐ بلی ☐ خیر

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

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

۶ مقادیرمقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیراندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنیدودرستون مربوطه در جدول ۵ ــ ۱ بنویسید.

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

.....

.....

.....

۸ آیا مقادیر اندازه گیری شده در محدوده تولرانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۹ با استفاده از نرم افزار electronic assistant (یا نرم‌افزار مشابه دیگر) مقدار مقاومت‌ها را بخوانید و در جدول ۵ ــ ۱ بنویسید.

۱۰ مقادیرمقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم‌افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۵ ــ ۱ بنویسید.

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

.....

.....

.....

.....

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

۲۵ ــ ۱ــ منبع تغذیه (Power Supply)

روی میز آزمایشگاه دستگاهی به نام منبع تغذیه DC وجود دارد. توسط این دستگاه می‌توانید ولتاژهای مختلف تولید نمایید. از آنجا که تنوع دستگاه‌های منبع تغذیه بسیار زیاد است و هر آزمایشگاهی منبع تغذیه خاص مربوط به خود را دارد، از تشریح آن خودداری می‌کنیم. برای فراگیری نحوه استفاده از منبع تغذیه به دفترچه راهنمای آن مراجعه کنید. شکل۸۷ ــ ۱ یک نمونه دستگاه منبع تغذیه را نشان می‌دهد.

شکل۸۷ ــ ۱ــ یک نمونه دستگاه منبع تغذیه

۲۶ ــ ۱ــ بِردبُرد (bread board)

بِردبُرد یا بُرد آزمایشگاهی کوچک وسیله‌ای است که توسط آن به آسانی می‌توانید آزمایش‌های الکترونیک را بدون نیاز به لحیم‌کاری با سیم‌های رابط جداگانه اجرا کنید. چون این بُرد (صفحه تخته) به صورت یک صفحه ساده ساخته شده است و مشابه یک تکه نان به نظر می‌آید، نام Bread board یا تخته آزمایشگاهی شبیه قطعه نان به آن داده شده است. در شکل ۸۸ ــ ۱ قسمتی از بِرد بُرد که تعدادی قطعه روی آن نصب شده است را مشاهده می‌کنید.

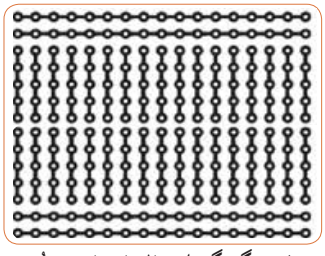
شکل۸۸ ــ ۱ــ اتصال قطعات روی بِردبُرد

جست‌وجو

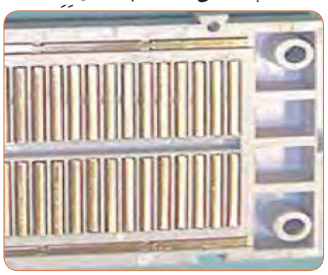
درباره انواع «بِرد بُرد»، «وروبُرد» و چگونگی عددگذاری و حروف روی بِرد بُرد جست وجو کنید و تصاویری از آنها بیابید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

اتصال‌های داخلی بِرد بُرد

در شکل۸۹ــ۱ اتصالات داخلی سوراخ‌های برد بُرد را ملاحظه می‌کنید. همان طور که مشاهده می‌شود سوراخ‌های حروف‌گذاری شده در جهت عمودی با هم ارتباط دارند و در جهت افقی بین آنها هیچ گونه ارتباطی وجود ندارد. سوراخ‌های ردیف‌های بالا و پایین درجهت افقی به هم مربوط هستند. در شکل ۹۰ ــ ۱ اتصال‌های فلزی داخل بِرد بُرد را ملاحظه می‌کنید.



شکل۸۹ ــ ۱ــ چگونگی اتصال پایه‌های بِرد بُرد به یکدیگر



شکل ۹۰ ــ۱ــ اتصالات داخلی بِرد بُرد

نکته

در برخی از برد بُردها ردیف‌های بالاو پایین در قسمت وسط بِردبُرد با هم ارتباط ندارند و درصورت نیاز باید با یک سیم آنها را به هم متصل کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به کتاب آزمایشگاه اندازه گیری کد۳۵۹/۹۴ مراجعه کنید.

۲۷ ــ ۱ــ کار عملی۹ : اجرای عملی قانون اهم

هدف : بررسی عملی قانون اهم با استفاده از نرم افزار و سخت افزار

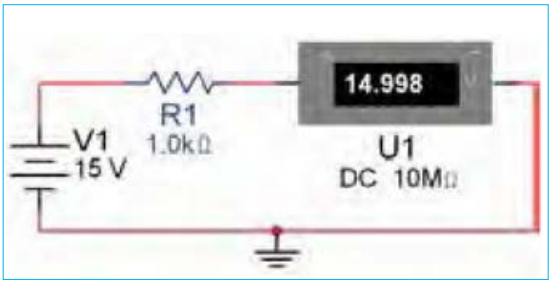
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت ۱ kΩ یک چهارم یا یک دوم وات یک عدد ــ مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه ــ رایانه مجهز به‌اینترنت ــ منبع تغذیه یک دستگاه ــ نرم افزارمولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) ــ راهنمای کاربرد دستگاه‌ها ــ سیم رابط ــ بِرد بُرد

مراحل اجرای کار

ایمنی

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

۲ مدار شکل۹۱ ــ ۱ را در نرم‌افزار مولتی سیم ببندید و جریان عبوری ازمقاومت را اندازه بگیریدومقادیررا در جدول ۶ ــ ۱ یادداشت کنید.



شکل۹۱ ــ۱ــ بررسی قانون اهم

۳ با استفاده از قانون اهم مقدارجریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را درجدول ۶ ــ ۱ یادداشت کنید.

جدول ۶ ــ ۱

کمیت	اندازه گیری با نرم‌افزار	محاسبه با قانون اهم	اندازه‌گیری با مولتی متر	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I				☐ بلی ☐ خیر

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

۵ مدار شکل۹۱ ــ ۱را با استفاده از منبع تغذیه روی بِردبُرد ببندید.

۶ با استفاده از مولتی‌مترجریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید ومقادیر را درجدول ۶ ــ ۱ یادداشت کنید.

۷ مقادیردرج شده در جدول را با هم مقایسه کنیدونتایج را درستون مربوطه درجدول ۶ ــ ۱درج کنید.

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

.....

.....

.....

.....

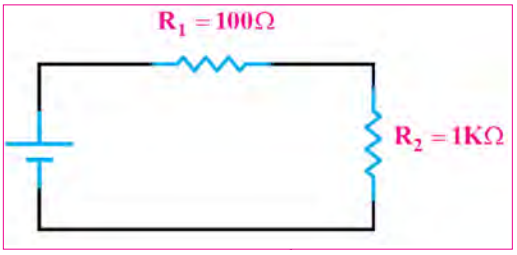
۲۸ ــ ۱ــ کار عملی ۱۰ : مدارهای سری

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

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات سه عدد (انتخاب مقاومت‌هابا توجه به امکانات اختیاری است)ــمولتی متر دیجیتالی یک دستگاه ــ رایانه مجهز به‌اینترنت ــ منبع تغذیه DC یک دستگاه ــ نرم‌افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) ــ راهنمای کاربرد دستگاه‌ها ــ سیم رابط ــ بِرِد بُرد

مراحل اجرای کار

۱ مدار شکل ۹۲ ــ ۱ را در نرم افزار مولتی سیم ببندید. ولتاژ تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید (انتخاب تغذیه مدار می‌تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).



شکل ۹۲ــ۱ــ بررسی قانون اهم

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

۳ مقدار جریان‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷ ــ ۱ یادداشت کنید.

جدول ۷ ــ ۱

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم‌افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
R_1						☐بلی ☐ خیر
R_2						☐بلی ☐ خیر
R_T						☐بلی ☐ خیر

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

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

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

۷ مدار شکل۹۲ ــ ۱را با استفاده از منبع تغذیه روی بِردبُرد ببندید.

۸ با استفاده از مولتی متر ولتاژ دوسر هر یک از مقاومت را اندازه بگیرید ومقادیر را در جدول ۷ــ۱ یادداشت کنید.

۹ با استفاده از مولتی مترجریان‌های عبوری از هر یک از مقاومت‌ها و جریان کل را اندازه بگیریدومقادیر را در جدول ۷ ــ۱ یادداشت کنید.

۱۰ مقدار هر یک از مقاومت‌ها را با استفاده از مقادیر جریان و ولتاژاندازه گیری شده با مولتی متر، محاسبه کنید.

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

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

۱۳ با استفاده از قانون اهم و مدارهای سری، مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۸ــ۱ یادداشت کنید.

۱۴ مقادیر جریان‌های اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار را با استفاده از مولتی‌متر از جدول ۷ــ۱ استخراج و در جدول ۸ــ۱ یادداشت کنید.

۱۵ مقادیر جریان‌ها در جدول ۸ ــ ۱را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه درج کنید.

جدول ۸ ــ ۱

کمیت	I_{R1}	I_{R2}	I_T	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I (محاسبه)				☐ بلی ☐ خیر
I (نرم‌افزار)				☐ بلی ☐ خیر
I (مولتی متر)				☐ بلی ☐ خیر
آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟	☐ بلی ☐ خیر	☐ بلی ☐ خیر	☐ بلی ☐ خیر	

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

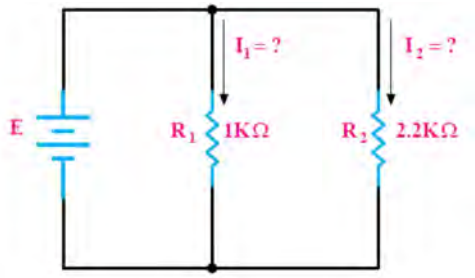
۲۹ ــ ۱ــ کار عملی ۱۱ : مدارهای موازی

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

۱ **مواد‌ابزار و تجهیزات لازم** : مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات دو عدد (انتخاب مقاومت‌ها با توجه به امکانات اختیاری است) ــ مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه ــ رایانه مجهز به اینترنت ــ منبع تغذیه DC یک دستگاه ــ نرم‌افزارمولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) ــ راهنمای کاربرد دستگاه‌ها ــ سیم رابط ــ بِرِد بُرد

مراحل اجرای کار

۲ مدار شکل ۹۳ــ۱رادر نرم افزار مولتی سیم ببندید ولتاژ تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید. (انتخاب تغذیه مدار می‌تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).



شکل۹۳ــ۱ــ بررسی مدارهای موازی

۳ مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها را در نرم‌افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹ــ۱ یادداشت کنید.

۴ مقادیر جریان‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و در جدول ۹ــ۱ یادداشت کنید.

جدول ۹ ــ ۱

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم‌افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
R_1						☐ بلی ☐ خیر
R_2						☐ بلی ☐ خیر
R_T						☐ بلی ☐ خیر

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

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

۷ مدار شکل۹۳ــ۱را با استفاده از منبع تغذیه روی بردبُرد ببندید.

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

۹ با استفاده از مولتی مترجریان‌های عبوری ازهر یک از مقاومت‌ها و جریان کل رااندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹ ــ۱ یادداشت کنید.

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

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

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

۱۳ مقادیرجریان‌های اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار و با استفاده از مولتی‌متر را از جدول ۹ ــ۱ استخراج و در جدول ۱۰ ــ ۱ درج کنید.

جدول ۱۰ ــ ۱

کمیت	I_{R1}	I_{R2}	I_T	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I (محاسبه)				☐بلی ☐ خیر
I (نرم‌افزار)				☐بلی ☐ خیر
I (مولتی متر)				☐بلی ☐ خیر
آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟	☐بلی ☐ خیر	☐بلی ☐ خیر	☐بلی ☐ خیر	

۱۴ مقادیرجریان‌ها در جدول ۱۰ ــ ۱را با هم مقایسه کنید و نتایج رادر ردیف مربوطه درج کنید.

۱۵ در صورتی که تفاوتی بین جریان‌هاوجود دارد، علت را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۳۰ ــ ۱ــ مقاومت‌های متغیر (Variable resistors)

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

فیلم ۱۴

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

مقاومت متغیر معمولی : مقاومت‌های متغیر معمولی مقاومت‌هایی هستند که مقدار مقاومت آنها را می‌توان با تغییر مکان یا تغییر زاویه محور متحرکی که دارند تنظیم کرد. در شکل ۹۴ ــ ۱ چند نمونه مقاومت متغیر معمولی با محوردوار و کشویی را ملاحظه می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را معمولاً روی آن می‌نویسند. اطلاعات مربوط به این مقاومت‌ها در برگه اطلاعات آن داده می‌شود.

شکل۹۴ــ۱ــ چند نمونه مقاومت‌های متغیرمعمولی با محور دوار وکشویی

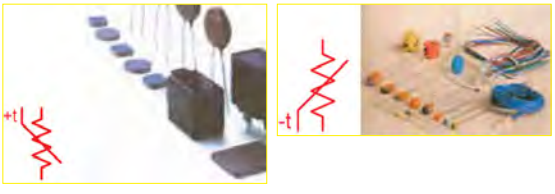
پژوهش

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

بحث کنید

درباره موارد کاربرد مقاومت‌ها گفت وگو کنید و چند مورد کاربرد عملی آنهارا در زندگی روزمره بیابید.

مقاومت وابسته به حرارت (thermistors) : این مقاومت‌ها تابع حرارت هستند و تغییرات دما روی مقدار مقاومت آنها اثر می‌گذارد.این نوع مقاومت‌ها دردو نوع PTC و NTC وجود دارند. مقاومت‌های PTC در اثر افزایش حرارت مقدارشان زیاد می‌شود. مقاومت‌های NTC در اثر زیاد شدن حرارت مقدارشان کاهش می‌یابد. در شکل ۹۵ ــ ۱ چند نمونه مقاومت تابع حرارت را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد ــ حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند. این مقاومت‌ها نیز دارای datasheet هستند.



شکل۹۵ ــ۱ــ چند نمونه مقاومت‌های تابع حرارت و نماد آن

بحث کنید

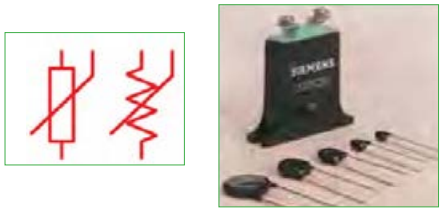
حروف اختصاری PTC و NTC مخفف چه کلماتی است؟ چه مفهومی دارد؟

مقاومت‌های تابع حرارت چه کاربردی دارد؟

مقاومت وابسته به نور (فتو رزیستور ــ LDR) : مقدار مقاومت تابع نور «LDR» وابسته به شدت نور تابیده شده به آن است. هر قدر شدت نور بیشتر شود مقدار مقاومت فتورزیستور کاهش می‌یابد. در شکل ۹۶ ــ ۱ یک نمونه مقاومت تابع نور و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد ــ حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.

شکل۹۶ ــ۱ــ مقاومت تابع نور و نماد آن

مقاومت وابسته به ولتاژ (واریستور ــ varistor) : مقاومت‌های متغیری هستند که مقدار مقاومت آنها به ازای ولتاژهای مختلف ثابت نیست و تغییر می‌کند. در این نوع مقاومت‌ها که به VDR معروف هستند، هر قدر ولتاژ داده شده بیشتر شود، مقدار مقاومت کاهش می یابد. شکل ۹۷ ــ ۱ چند نمونه مقاومت تابع ولتاژ و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد«عدد ــ حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.



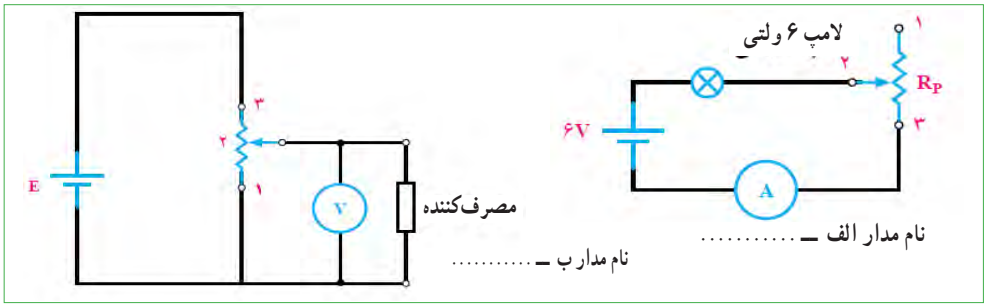
شکل۹۷ ــ۱ــ چند نمونه مقاومت‌های تابع ولتاژ و نماد آن

فعالیت در ساعات غیر درسی

- در نرم افزارهای مختلف جست و جو کنید و انواع مقاومت‌های متغیر را بیابید و مشخصات آنها را استخراج کنید.
- نام مدارهای شکل ۹۸ ــ ۱ چیست؟ و چه کاربردی دارد؟ برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب مبانی برق کد۳۵۸/۱۸ چاپ سال ۱۳۹۴ مراجعه کنید.

الگوی پرسش

چند نمونه مقاومت متغیر را در اختیار بگیرید و از روی نوشته‌های آن مشخصات مقاومت‌ها را به دست آورید.



شکل۹۸ ــ ۱

فیلم ۱۵

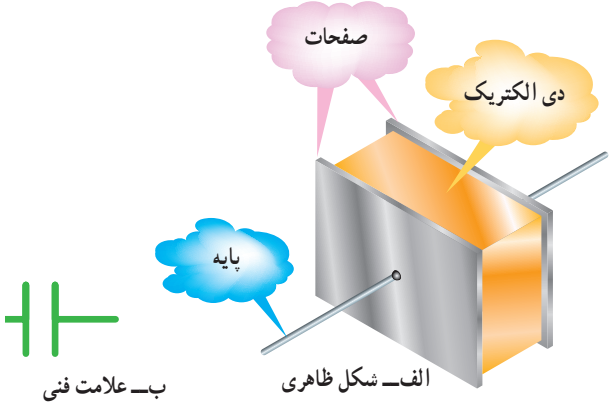
فیلم شارژ و دشارژ خازن را ببینید و نتایج را با آنچه که تا کنون یاد گرفته‌اید تطبیق دهید.

خازن

خازن قطعه‌ای (اِلمانی) است که می‌تواند مقداری الکتریسیته را به صورت بارهای الکتریکی در خود ذخیره کند، همان‌گونه که یک مخزن آب برای ذخیره کردن آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۹۹ــ۱ تصویر تعدادی از انواع خازن‌ها، که در تأسیسات برقی کاربرد دارند، نشان داده شده است.

شکل ۹۹ــ۱ــ انواع خازن‌ها

ساختمان خازن : خازن‌ها به اشکال مختلف ساخته می‌شوند. متداول‌ترین آنها خازن‌های مسطحی هستند که از دو صفحه هادی، که بین آنها خازن‌های عایقی قرار دارد، تشکیل می‌شوند. صفحات هادی نسبتاً بزرگ هستند و در فاصله خیلی نزدیک از یکدیگر قرار دارند. شکل ۱۰۰ــ۱ طرح ساده یک خازن مسطح و علامت اختصاری آن را نشان می‌دهد.

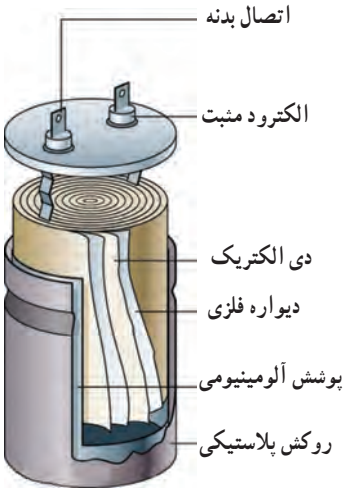


ب ــ علامت فنی الف ــ شکل ظاهری

شکل ۱۰۰ــ۱ــ شکل ظاهری و علامت فنی خازن

صفحات خازن معمولاً از ورقه‌های نازک از جنس آلومینیوم، روی یا نقره ساخته می‌شوند، عایق به‌کار رفته بین صفحات خازن را دی‌الکتریک گویند. این ماده عایق می‌تواند هوا، خلأ، کاغذ، شیشه، میکا، روغن و... باشد.

معمولاً خازن کاغذی، خازن روغنی، خازن الکترولیتی شکل ۱۰۱ــ۱ ساختمان ظاهری یک خازن الکترولیتی را نشان می‌دهد.



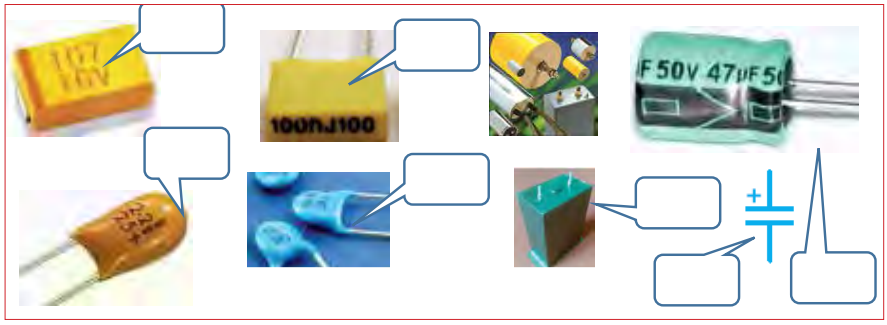
شکل ۱۰۱ــ۱ــ ساختمان ظاهری یک خازن الکترولیتی

ظرفیت خازن : توانایی ذخیره بار الکتریکی در خازن را ظرفیت خازن می‌نامند و آن را با C نمایش می‌دهند. مقدار ظرفیت خازن را برحسب فاراد (Farad) می‌سنجند. چون فاراد ظرفیت بزرگی است از واحدهای کوچک‌تر شامل میلی‌فاراد (mF)، میکروفاراد(μF)، نانو،فاراد، (nF) و پیکوفاراد (pF) استفاده می‌کنند و مقدار آن را با روش‌های مختلف روی بدنه خازن می‌نویسند.

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

خازن‌ها در انواع الکترولیتی، کاغذی، سرامیکی، پلی استر و تانتالیوم ساخته می‌شوند.

خازن‌های الکترولیتی اکثراً دارای قطب مثبت و منفی هستند؛ بنابراین باید توجه داشت که در حین کار، دو قطب آنها جابه‌جا نصب نشود. در صورت اشتباه متصل کردن دو قطب خازن الکترولیتی، واکنش‌های الکتروشیمیایی درون خازن روی می‌دهد و خازن معیوب می‌شود. در شکل ۱۰۲ــ۱چند نمونه خازن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰۲ ــ۱ــ انواع خازن‌ها

پژوهش

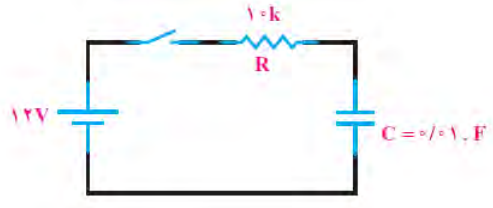
با مراجعه به فضای مجازی و بارگیری انواع datasheetهای خازن‌ها، نوع خازن‌های شکل ۱۰۲ ــ ۱ را مشخص کنید. می‌توانید از منابع ذکر شده در مباحث قبل نیز استفاده کنید.

ظرفیت خازن را با دستگاهی به نام LCR متر اندازه می‌گیرند. در واحد یادگیری ۲ از این دستگاه استفاده خواهیم کرد.

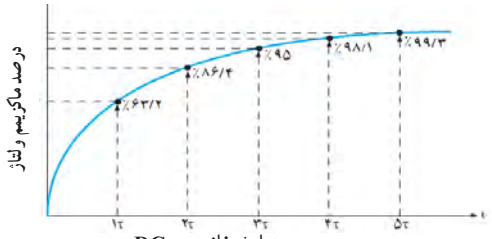
عملکرد خازن در جریان الکتریکی DC : با اتصال ولتاژ DC به خازن، در لحظه اتصال، خازن به صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند و بیشترین جریان از مدار می‌گذرد. پس از مدت زمان کوتاهی ولتاژ دوسر خازن به اندازه ولتاژ تغذیه می‌شود و جریان مدار به صفر می‌رسد. این حالت را حالت گذرا یا transient می‌نامند. در صورتی که مقاومتی با مدار طبق شکل ۱۰۳ ــ ۱ــ الف سری شود با توجه به مقدارظرفیت خازن و مقدار اهمی‌مقاومت، پس از اتصال تغذیه، مدت زمانی طول می‌کشد تا ولتاژ دو سر خازن به اندازهٔ ولتاژ تغذیه شود و جریان مدار به صفر برسد. در این حالت می‌گویند خازن بعد از ۵ ثابت زمانی (۵ RC) شارژ شده است. هر ثابت زمانی عبارت از مدت زمانی‌است که خازن به اندازه ۶۳/۲۵ درصد ولتاژ منبع یا ولتاژ باقی مانده شارژ می‌شود. شارژ شدن خازن از تابع نمایی شکل ۱۰۳ ــ۱ــ ب تبعیت می‌کند.

پژوهش

درباره کاربرد خازن پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



الف ــ مدار RC سری در جریان مستقیم



ب ــ منحنی شارژ خازن در DC

شکل ۱۰۳ ــ ۱ــ شارژ خازن در جریان مستقیم

خواندن خازن‌ها : خواندن مقادیر خازن‌ها تاحدود زیادی مشابه مقاومت‌ها است و با سه روش، نوشتن مقدار روی خازن، کد « عدد ــ حرف» و کد رنگی مشخص می‌شود. برای فراگیری چگونگی خواندن خازن‌ها به مبحث مقاومت‌ها مراجعه کنید.

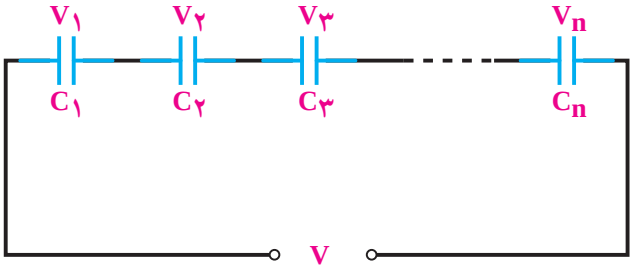
یاد آور می‌شود که اگر روی خازنی عدد کوچک‌تر از یک (مثلاً ۰/۰۱) بدون ذکر واحد نوشته شده باشد مقدار ظرفیت برحسب میکروفاراد است. همچنین اگر عدد ظرفیت، عددی دورقمی (مثلاً ۴۷) یا رمز عددی (مثلاً ۱۰۳) باشد مقدار ظرفیت بر حسب پیکوفاراد است.

نکته

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

اتصال خازن‌ها : اگر خازنی مورد نیاز باشد که در محدوده ظرفیت‌های استاندارد نباشد، با متصل کردن چند خازن به صورت سری یا ترکیبی، خازن مورد نظر را به‌دست آورد.

اصطلاحاً به خازنی که می‌تواند جایگزین تمام خازن‌های مدار شود «خازن معادل» گویند.



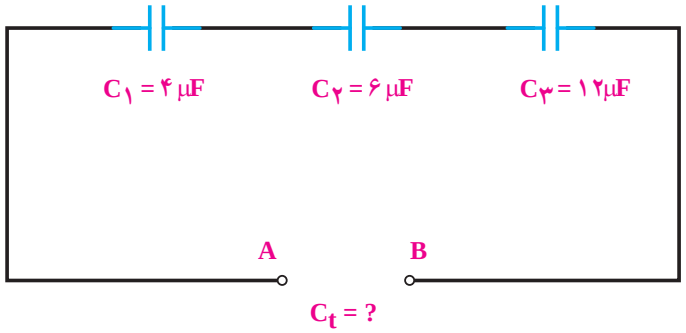
شکل ۱۰۴ــ ۱

اتصال سری خازن‌ها : هر گاه دو یا n خازن مانند شکل ۱۰۴ــ۱ به صورت متوالی اتصال پیدا کند این نوع اتصال را «سری» گویند. ظرفیت خازن معادل در مدار سری را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد.

$$\frac{۱}{C_t}=\frac{۱}{C_۱}+\frac{۱}{C_۲}+\frac{۱}{C_۳}+\ldots+\frac{۱}{C_n}$$

ظرفیت خازن معادل در مدارهای سری، مانند رابطه مربوط به مقاومت‌های موازی است. پس لازم است در پایان محاسبه، مقدار $\frac{۱}{C_t}$ را معکوس نمود تا ظرفیت C_t را به دست آورد.

مثال : ظرفیت خازن معادل از دو نقطه A و B در شکل ۱۰۵ــ۱ چند میکروفاراد است؟

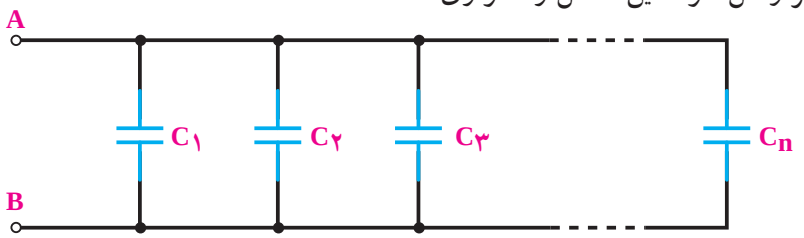


شکل ۱۰۵ــ ۱

$$\frac{۱}{C_t}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}=\frac{۳+۲+۱}{۱۲}=\frac{۶}{۱۲}$$

$$C_t=\frac{۱۲}{۶}=۲\mu f$$

اتصال موازی خازن‌ها : هرگاه دو یا n خازن مطابق شکل ۱۰۶ــ۱ به یکدیگر وصل شوند این اتصال را «موازی» گویند.

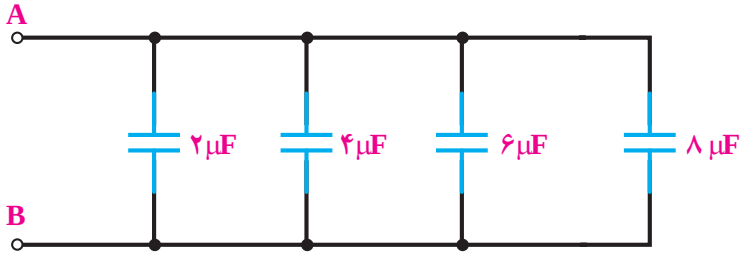


شکل ۱۰۶ ــ ۱

همان‌گونه که از رابطه زیر مشخص است ظرفیت خازنِ معادل در مدارهای موازی مانند رابطه مربوط به مقاومت‌های سری است.

$$C_t=C_1+C_2+C_3+\ldots+C_n$$

مثال : ظرفیت خازن معادل از دو نقطه A و B در شکل ۱۰۷ــ۱ چند میکروفاراد است؟



شکل ۱۰۷ ــ ۱

$C_t=2+4+6+8=20\,\mu f$

۳۲ــ۱ــ کار عملی ۱۲ : خواندن مقادیر خازن و مقاومت متغیر

هدف : خواندن خازن و مقاومت‌های متغیر با استفاده از نرم‌افزار و قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : انواع خازن‌ها و مقاومت‌های متغیر، از هر نمونه دو عدد ــ نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر) ــ نرم افزار ادیسون.

۱ مقاومت‌های متغیر و خازن‌ها را در اختیار بگیرید و مقادیر آنها را با توجه به کد رنگی مقاومت‌ها بخوانید و مقادیر آنها را در جدول ۱۱ ــ ۱ یادداشت کنید.

۲ با استفاده از نرم‌افزارهای ادیسون و electronic assistant یا هر نرم‌افزار دیگر دو نمونه خازن و دو نمونه مقاومت متغیر را پیدا کنید و مقادیر را در جدول ۱۱ ــ ۱ یادداشت کنید.

جدول ۱۱ ــ ۱

قطعه	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
C_1			☐ بلی ☐ خیر
C_2			☐ بلی ☐ خیر
P_1			☐ بلی ☐ خیر
P_2			☐ بلی ☐ خیر

۳ مقادیر را باهم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

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

پژوهش

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

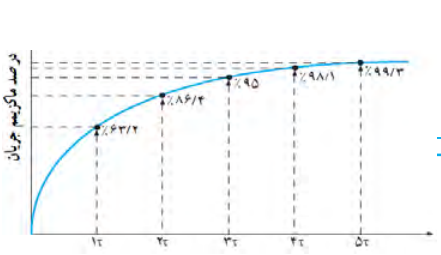
فیلم ۱۴

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

۳۳ ــ ۱ــ سیم پیچ (سلف ــ inductor)

از پیچیدن چند دور سیم در کنار هم، یا روی هم، سیم پیچ یا سلف ساخته می‌شود. یک سلف را با اسامی‌دیگر، مانند بوبین،پیچه، خود القا و چوک (سولونوئید) نیزنام گذاری می‌کنند. در شکل ۱۰۸ــ۱ انواع سلف‌ها را مشاهده می‌کنید. یک سلف ممکن است دارای هسته یا بدون هسته باشد، شکل ۱۰۹ ــ ۱ــ الف و ب سیم پیچ دارای خاصیت القایی است که آن‌را با ضریب خود القایی L نشان می‌دهند. واحد ضریب خود القایی‌هانری (H) و اجزای آن میلی‌هانری و میکروهانری است. ضریب خود القایی را با دستگاهی به نام LCR متر اندازه می‌گیرند.

شکل ۱۰۸ــ۱ــ انواع سلف‌ها



الف ــ سیم پیچ بدون هسته و نماد آن

ب ــ سیم پیچ با هسته و نمادهای آن

پ ــ مدار RL سری در جریان

ت ــ منحنی شارژ سیم پیچ در DC

شکل۱۰۹ ــ۱ــ ساختمان سیم پیچ و رفتار آن در جریان مستقیم (DC)

عملکرد سلف در جریان الکتریکی DC : چون مقاومت سیم پیچ بسیار کم است، با اتصال ولتاژ DC به آن به صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند ولی مدت زمان کوتاهی طول می‌کشد تا جریان مدار به بیشترین حد خود برسد. این حالت را حالت گذرا یا transient می‌نامند. در صورتی که مقاومتی با مدار طبق شکل ۱۰۹ــ۱ــ پ سری شود مدت زمانی طول می‌کشد تا جریان به مقدار بیشینه برسد. در این حالت می‌گویند سلف بعد از ۵ ثابت زمانی ($\frac{5L}{R}$) شارژ می‌شود. شارژ شدن سیم پیچ از تابع نمایی شکل ۱۰۹ــ۱ــ ت تبعیت می‌کند.

پژوهش

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

خواندن سیم پیچ‌ها : خواندن سلف تاحدود زیادی مشابه مقاومت‌ها است و با سه روش مقدار روی سیم پیچ، کد «عدد ــ حرف» و کد رنگی مشخص می‌کنند. برای فراگیری کد رنگی سیم پیچ‌ها به مبحث مقاومت‌ها مراجعه کنید.

اتصال سلف‌ها : اگر سلفی مورد نیاز باشد که در محدوده مقدارهای استاندارد نباشد، با متصل کردن چند سلف به صورت سری یا ترکیبی، می‌توان سلف مورد نظر را به‌دست آورد. اصطلاحاً به سلفی که می‌تواند جایگزین تمام سلف‌های مدار شود «سلف معادل» گویند.

اتصال سری سلف‌ها : هرگاه دو یا n سلف مانند شکل ۱۱۰ــ۱ به صورت متوالی اتصال پیدا کنند این نوع اتصال را «سری» گویند.

شکل ۱۱۰ــ۱

مقدار سلف معادل در مدار سری را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد.

$$L_t=L_1+L_2+L_3+\ldots+L_n$$

مثال : مقدار سلف معادل از دو نقطه A و B در شکل ۱۱۱ــ۱ چند میلی هانری است؟

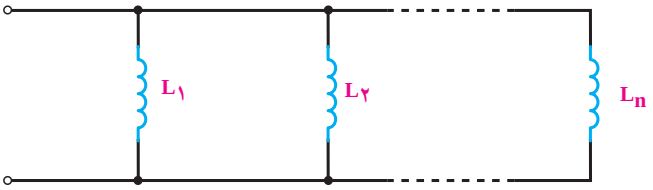
شکل ۱۱۱ــ۱

$$L_t=L_1+L_2+L_3$$
$$L_t=10+5+15=30\,mH$$

پژوهش

در مورد اتصال ترکیبی سلف‌ها پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

اتصال موازی سلف‌ها :هرگاه دو یا n سلف مطابق شکل ۱ــ۱۱۲ به یکدیگر وصل شوند این اتصال را «موازی» می‌گویند.

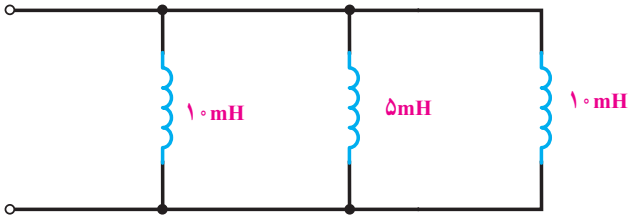


شکل ۱ــ۱۱۲

مقدار سلف معادل در مدار موازی از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$\frac{۱}{L_t}=\frac{۱}{L_۱}+\frac{۱}{L_۲}+\frac{۱}{L_۳}+...+\frac{۱}{L_n}$$

مثال : مقدار سلف معادل از دو نقطه A و B در شکل ۱ــ۱۱۳ چند میلی هانری است؟



شکل ۱ــ۱۱۳

$$\frac{۱}{L_t}=\frac{۱}{L_۱}+\frac{۱}{L_۲}+\frac{۱}{L_۳}$$

$$\frac{۱}{L_t}=\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{۵}+\frac{۱}{۱۵}=\frac{۳+۶+۲}{۳۰}=\frac{۱۱}{۳۰}$$

$$L_t=۰/۳۶\ mH$$

۳۴ــ ۱ــ کار عملی۱۳ : سیم پیچ

هدف : خواندن مقادیر سیم‌پیچ

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : انواع سیم‌پیچ‌ها از هر نمونه دوعدد ــ نرم افزارelectronic assistant، (یا نرم‌افزار مشابه دیگر) ــ نرم افزار ادیسون.

مراحل اجرای کار

۱ چهار عدد سیم پیچ را در اختیار بگیرید و مقادیر آنها را با توجه به کد رنگی مقاومت‌ها بخوانید و مقادیر را در جدول ۱۲ــ۱ یادداشت کنید.

جدول ۱۲ــ۱

شماره سیم پیچ	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
L_1			☐ بلی ☐ خیر
L_2			☐ بلی ☐ خیر
L_3			☐ بلی ☐ خیر
L_4			☐ بلی ☐ خیر

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

۳ مقادیر را باهم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

پژوهش

در مورد سیم پیچ‌ها به صورت ترکیبی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۳۵ــ۱ــ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار

۱ بارهای همنام یکدیگر را .....و بارهای غیر همنام یکدیگر را.....می‌کنند.

۲ اجسام از طریق.....، ..... و ..... باردار می‌شوند.

۳ EMF مخفف کلمات انگلیسی .... است.

۴ خاصیت ابررسانایی در دمای..... در اجسام رخ می‌دهد و در این حالت مقاومت جسم ..... می‌شود.

۵ در مقطع سیمی بار الکتریکی ۵۰ کولن در مدت ۱۰ ثانیه جا به جا می‌شود. جریان عبوری را محاسبه کنید.

۶ ۰/۴۷ میلی آمپر چند میکرو آمپر است؟

۱) ۴۷×۱۰^{-۶} ۲) ۴۷×۱۰^{-۳}

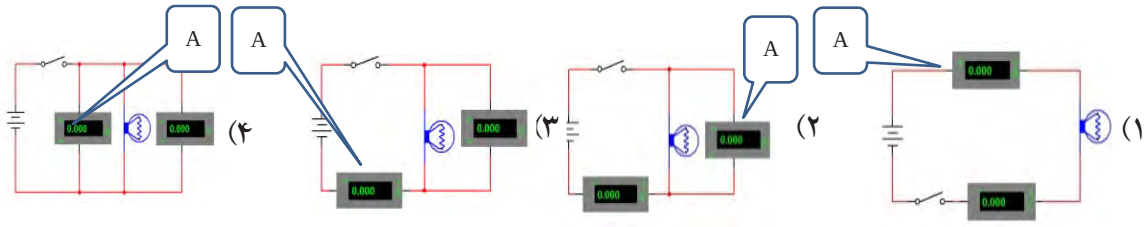
۳) ۴۷×۱۰^{۱} ۴) ۴۷×۱۰^{۳}

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

۱) $\frac{m}{\Omega mm}$ ۲) $\frac{m}{\Omega mm^2}$

۳) $\frac{\Omega mm^2}{m}$ ۴) $\frac{\Omega mm}{m}$

۸ در کدام مدار شکل‌های ۱۱۴ ــ ۱ ولت متر و آمپرمتر درست بسته شده است؟



شکل ۱۱۴ ــ ۱

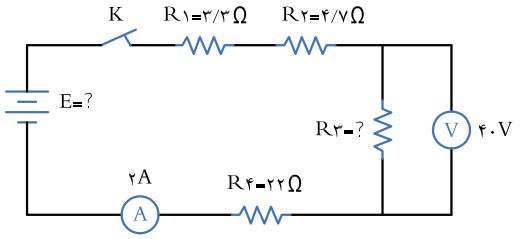
۹ اگر مقطع سیمی ۱۰ میلی متر مربع و طول آن ۱۱۲۰ متر باشد، مقاومت سیم را محاسبه کنید. $\chi_{CU} = ۵۶ \frac{m}{\Omega mm^۲}$

۱۰ اگر در شکل ۱۱۵ــ۱ ولت متر ۴۰ ولت را نشان دهد :

الف) مقدار $R_۳$ چند اهم است؟

ب) مقاومت کل مدار چند اهم است؟

پ) مقدار E چند ولت است؟

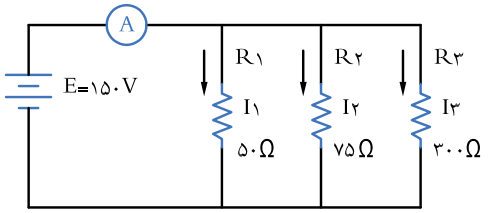


شکل ۱۱۵ــ۱

۱۱ در مدار شکل ۱۱۶ ــ ۱ :

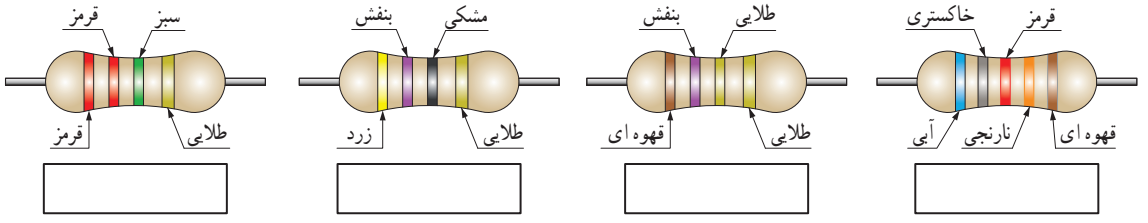
الف) جریان‌های $I_۱$، $I_۲$ و $I_۳$ را محاسبه کنید.

ب) آمپرمتر چه جریانی را نشان می‌دهد؟



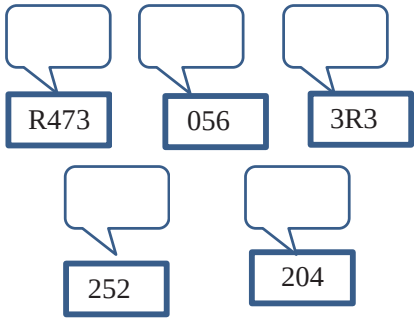
شکل ۱۱۶ ــ ۱

۱۲ در شکل‌های ۱۱۷ ــ ۱ مقدار و درصد تولرانس هر مقاومت را بنویسید.



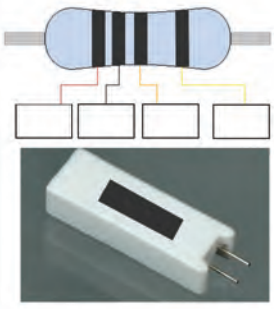
شکل ۱۱۷ ــ ۱

۱۳ در شکل‌های ۱۱۸ ــ ۱ روی هر مقاومت SMD کدهای زیر نوشته شده است، مقدار هر مقاومت چند اهم است؟



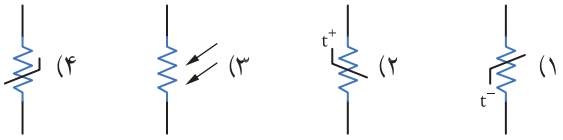
شکل ۱۱۸ ــ ۱

۱۴ در شکل ۱۱۹ ــ ۱ کد رنگی و کد عددحرف را برای مقاومت با مقدار ۳/۹کیلو اهم و تولرانس ۵ درصد مشخص کنید.



شکل ۱۱۹ ــ ۱

۱۵ در شکل‌های ۱۲۰ ــ ۱ نمادفنی مقاومت تابع ولتاژ کدام است؟



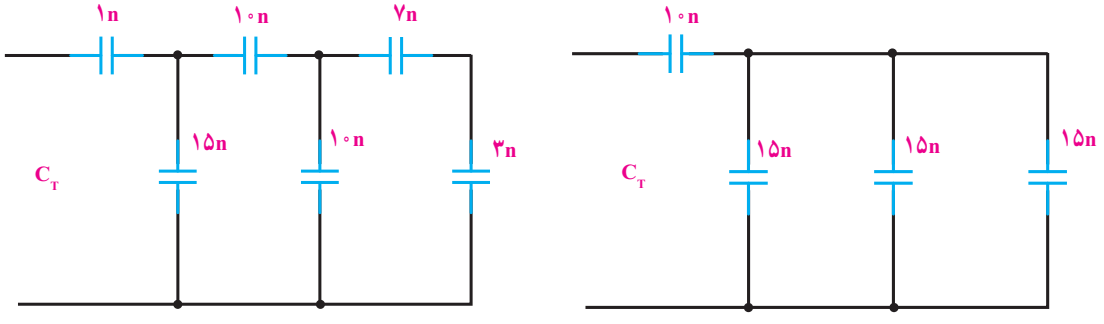
شکل ۱۲۰ ــ ۱

۱۶ ظرفیت خازن با کد ۱۰۴ کدام گزینه است؟

۱) ۱۰۴ PF ۲) ۱۰۰۰۰ µF

۳) ۱۰ nF ۴) ۱۰۰ nF

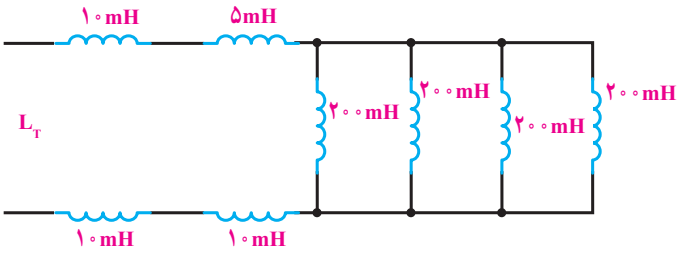
۱۷ در شکل‌های مداری ۱۲۱ــ۱ مقدار خازن معادل را به‌دست آورید.



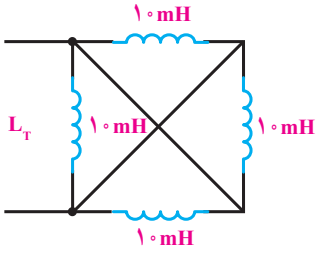
(الف) (ب)

شکل ۱۲۱ــ ۱

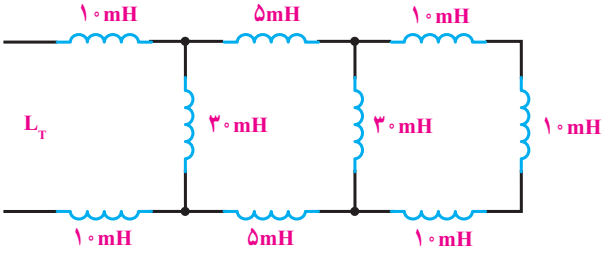
۱۸ در شکل‌های مداری ۱۲۲ــ ۱ مقدار L_t چند هانری می‌باشد؟



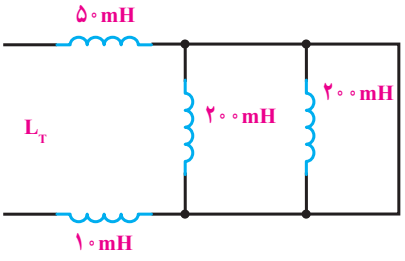
(الف)



(پ)



(ب)



(ت)

۳۶ــ۱ــ الگوی آزمون نرم افزاری و عملی پایان واحد کار :

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

در ادامه ارزشیابی شایستگی بر اساس استاندارد عملکرد آمده است.

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

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

شرح کار:

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

استاندارد عملکرد:

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

شاخص‌ها:

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

شرایط انجام کار:

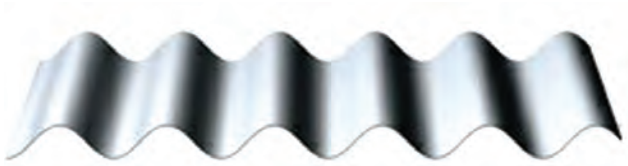
مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف(مونتاژکاری) ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع ـ دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد ۱۸۰W×۱۸۰D×۸۰H مجهز به فیوز حفاظت جان ـ رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ فرد با لباس کار ـ انجام کار در حال نشسته ـ نرم‌افزار خاص ـ ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

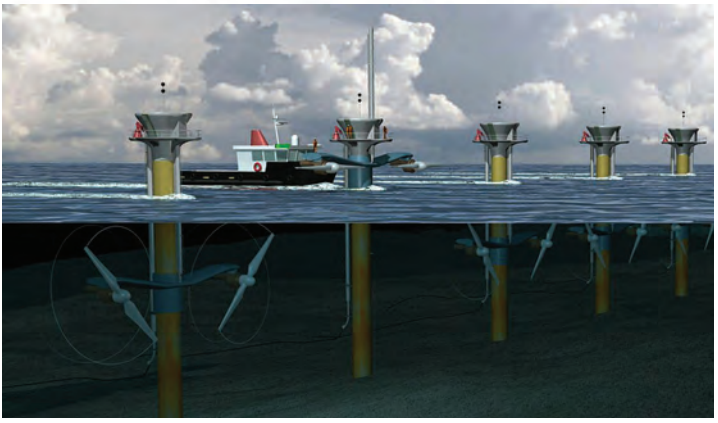
ابزار و تجهیزات: مقاومت‌های ساده (TH و SMD) ـ مقاومت‌های متغیر ـ انواع خازن ـ انواع سلف ـ ابزار عمومی برق یا الکترونیک ـ جداول استاندارد ـ LCR متر ـ لوازم‌التحریر ـ سیم‌های رابط ـ فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی) ـ بِردبُرد ـ رایانه

معیار شایستگی:

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

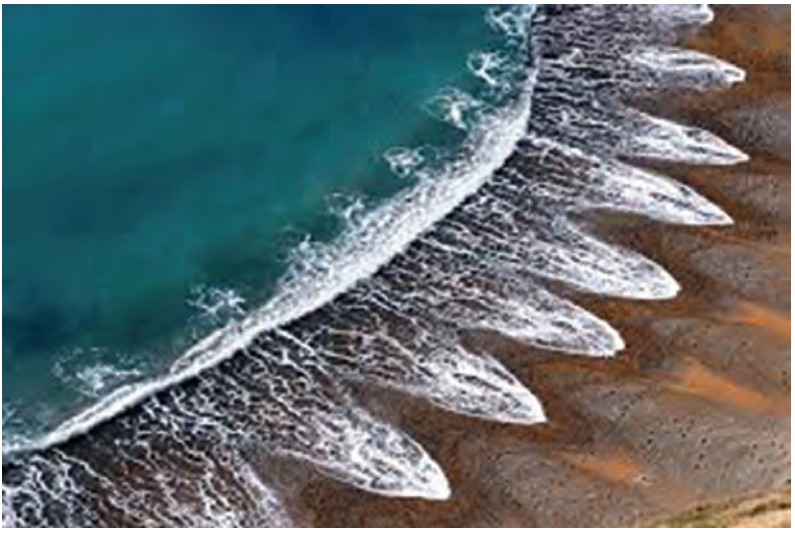
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.





فصل دوم

کمیت‌های پایه الکتریکی



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

واحد یادگیری ۲

شایستگی اندازه‌گیری کمیت‌های موج

آیا تا به‌حال پی برده‌اید :

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

استاندارد عملکرد :

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

۱ــ۲ــ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری

ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم‌التحریر، منبع‌تغذیه، مولتی‌متر، ترانسفورماتور، رایانه و نرم‌افزارهای مناسب

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

سیگنال الکتریکی حاصل از صحبت کردن انسان، تصاویر تلویزیونی، سیگنال‌های رادیویی، همه امواج متفاوتی‌اند که به طور مستمر و روزمره با آنها سروکار داریم. در این فصل به تشریح امواج DC و AC و منابع تولید آنها می‌پردازیم و کمیت‌های مرتبط با موج را با استفاده از سخت‌افزار و نرم‌افزار محاسبه می‌کنیم.در فرایند اجرای کار، توجه به شایستگی‌های غیرفنی و نکات ایمنی در به‌کارگیری دستگاه‌های اندازه‌گیری و دقت در مراحل اندازه‌گیری بسیار اهمیت دارد و همواره باید موردنظر باشد.

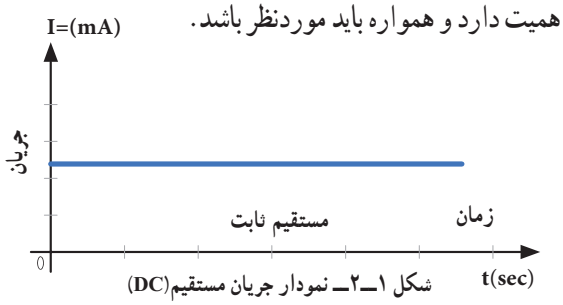
۲ــ۲ ــ انواع جریان الکتریکی

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

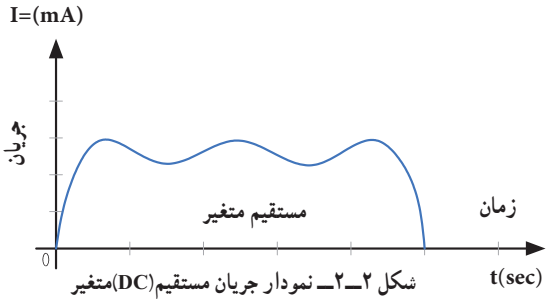
الف ــ جریان مستقیم : (Direct Current) DC : جریان مستقیم یا یک طرفه جریانی است که فقط در یک جهت در مدار جاری می‌شود. باتری‌ها مولد جریان مستقیم هستند.

در شکل ۱ ــ ۲ نمودار جریان مستقیم روی محورهای مختصات رسم شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در زمان‌های مختلف مقدار جریان و جهت آن ثابت است. به این جریان، جریان مستقیم ثابت گویند.

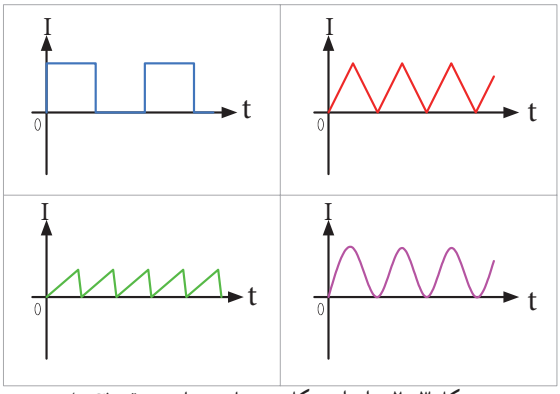
اگر جهت جریان تغییر نکند ولی مقدار آن متغیر باشد، جریان مستقیم متغیر نام دارد. شکل ۲ــ۲ یک نمونه جریان مستقیم متغیر را نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ۲ــ نمودار جریان مستقیم(DC)



شکل ۲ــ۲ــ نمودار جریان مستقیم(DC)متغیر



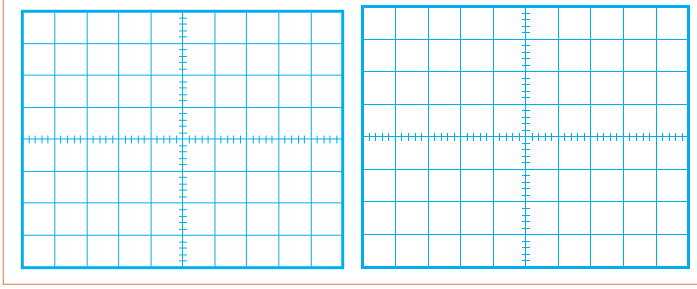
شکل ۳ــ۲ــ انواع شکل موج‌های جریان مستقیم(DC)

کار گروهی

۱ چند نوع جریان مستقیم متغیر را در شکل ۳ ــ ۲ مشاهده می‌کنید. آنها را نام‌گذاری کنید. انواع دیگر جریان مستقیم متغیر را بیابید.

۲ در شکل ۴ــ۲ دو نوع باتری قلمی۱/۵ ولتی و باتری اتومبیل با ولتاژ ۱۲ ولت را مشاهده می‌کنید. نمودار ولتاژ این دو باتری را با مقیاس مناسب نسبت به زمان در شکل ۵ ــ ۲ــ الف و ب رسم کنید.

شکل ۴ــ۲ــ دو نوع باتری منبع جریان مستقیم



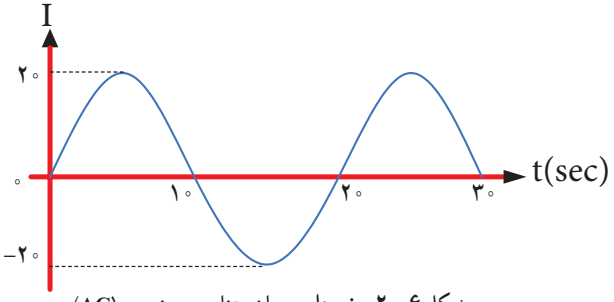
الف ب

شکل ۵ ــ ۲

۳ در مورد سیگنال صوتی که از طریق آمپلی‌فایر (تقویت‌کننده صوتی) به بلندگو می‌رسد بررسی کنید، آیا این سیگنال متغیر (غیرمستقیم غیر متناوب) است؟ آیا این سیگنال قسمت منفی هم دارد؟ نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

ب ــ جریان متناوب AC (Alternating Current) :

جریان متناوب یا AC جریانی است که جهت و مقدار آن با زمان و به‌صورت یکنواخت تغییر می‌کند. برق مصرفی منازل که در نیروگاه‌ها تولید می‌شود، جریان متناوب است. در شکل ۶ ــ ۲ یک نمونه جریان متناوب سینوسی رسم شده‌است.



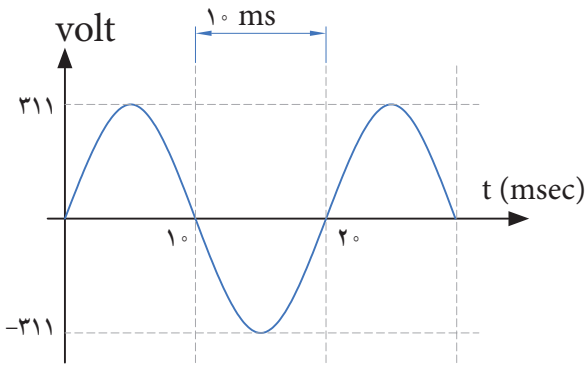
شکل ۶ ــ۲ــ نمودار جریان متناوب سینوسی (AC)

همان‌طور که در شکل ۶ ــ ۲ مشاهده می‌کنید، جریان در ابتدا صفر است، سپس افزایش یافته به مقدار حداکثر (بیشینه) خود می‌رسد، سپس به صفر برمی‌گردد. مجدداً در جهت منفی به بیشترین مقدار خود می‌رسد و بار دیگر به صفر برمی‌گردد. طی این مراحل را یک چرخه (دوره تناوب یا سیکل) می نامند. این مراحل در زمان‌های مساوی عیناً تکرار می‌شود.

پـــویانمایی

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

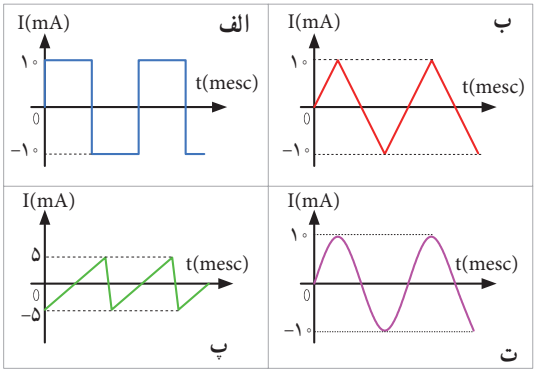
● **شکل‌های ولتاژ و جریان متناوب :** متداول‌ترین شکل جریان متناوب، شکل موجی است که شرکت‌های برق تولید می‌کنند. این شکل موج، به‌صورت سینوسی است. شکل ۷ــ۲ ولتاژ متناوب سینوسی تولیدی توسط شرکت‌های تولید برق در ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۲ــ نمودار ولتاژ متناوب سینوسی (AC)

فکر کنید

در شکل ۸ ــ ۲ نمونه‌های دیگر جریان متناوب نشان داده شده است. این جریان‌ها را نام‌گذاری کنید. انواع دیگر جریان متناوب را بیابید.



شکل ۸ ــ ۲ــ انواع شکل موج‌های جریان متناوب (AC)

فیلم ۱

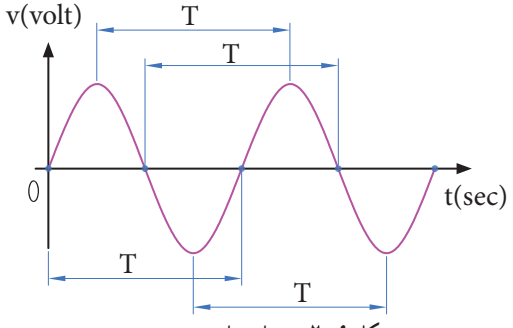
فیلم چگونگی تولید جریان متناوب سینوسی را مشاهده کنید و اطلاعات مهم آن را به خاطر بسپارید.

۳ــ۲ــ ویژگی‌های موج سینوسی

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

سیکل : به شکل موجی که در اثر چرخش یک دور کلاف در داخل میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید سیکل گفته می‌شود.

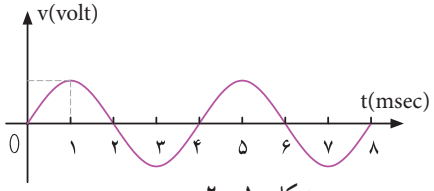
زمان تناوب (T) : مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک چرخه (دوره یا سیکل) کامل طی شود را زمان تناوب یا پریود موج گویند. شکل ۹ ــ ۲ زمان تناوب موج را نشان می‌دهد. زمان تناوب را با حرف T مشخص می‌کنند. واحد زمان تناوب، ثانیه است. اجزای ثانیه، میلی ثانیه (msec)، میکروثانیه (μsec)، نانو ثانیه (nsec) و پیکو ثانیه (psec) است.



شکل ۹ــ۲ــ زمان تناوب موج سینوسی

مثال ۱ : زمان تناوب موج سینوسی شکل ۱۰ــ۲ را محاسبه کنید.

پاسخ : با توجه به شکل، مدت زمان یک سیکل ۴ میلی‌ثانیه است. **جواب :** $T = ۴\ msec$



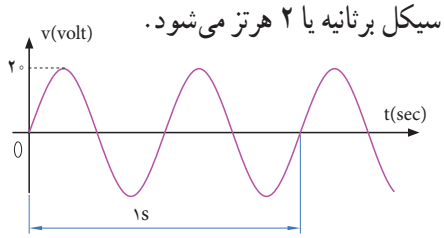
شکل ۱۰ ــ ۲ــ موج سینوسی

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

فرکانس یا بسامد (Frequency) : به تعداد چرخه (دوره یا سیکل) در مدت‌زمان یک ثانیه فرکانس گویند.

واحد فرکانس سیکل (چرخه) بر ثانیه :

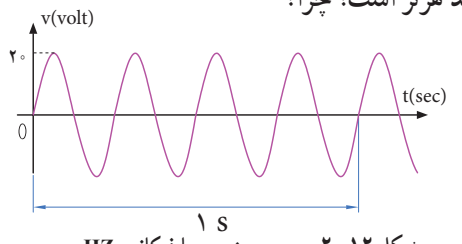
Cycle Per Second (CPS) یا هرتز (Hz) است. برای مثال، چون موج سینوسی نشان داده شده در شکل ۱۱ ــ ۲ دارای ۲ چرخه (سیکل) در یک ثانیه است، پس فرکانس آن ۲ سیکل برثانیه یا ۲ هرتز می‌شود.



شکل ۱۱ــ۲ــ موج سینوسی با فرکانس ۲ HZ

فکر کنید

● تعداد چرخه‌ها (سیکل‌ها) برای موج سینوسی شکل ۱۲ــ۲ چند هرتز است؟ چرا؟



شکل ۱۲ــ۲ــ موج سینوسی با فرکانس HZ .....

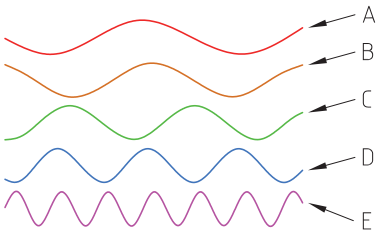
● چه پدیده‌هایی می‌شناسید که حرکت آنها تناوبی است؟

پژوهش

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

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

پرسش : در شکل ۱۳ــ۲ کدام موج فرکانس بیشتری دارد؟ کدام موج فرکانس کمتری دارد؟ مشخص کنید و دلیل آن را توضیح دهید.



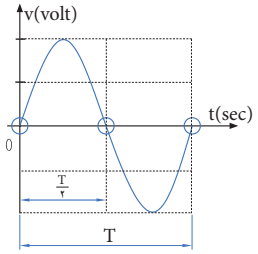
شکل ۱۳ــ۲ــ موج‌های سینوسی با فرکانس‌های متفاوت

پژوهش

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

رابطه بین فرکانس و زمان تناوب : به شکل موج سینوسی ۱۴ ــ ۲ توجه کنید، در زمان تناوب T یک سیکل از موج طی شده است، چون فرکانس تعداد سیکل‌ها در یک ثانیه است لذا با استفاده از یک تناسب ساده رابطه بین زمان تناوب و فرکانس به‌دست می‌آید.

یک سیکل	T ثانیه	$f = \frac{1}{T}$	$T = \frac{1}{f}$
X	یک ثانیه		



شکل ۱۴ــ۲ــ زمان تناوب یک موج سینوسی

الگوی پرسش

۱ زمان تناوب موج سینوسی ۱ μsec است، فرکانس موج کدام است؟

۱) ۱ kHz　　۲) ۱۰ kHz

۳) ۱۰۰ kHz　　۴) ۱ MHz

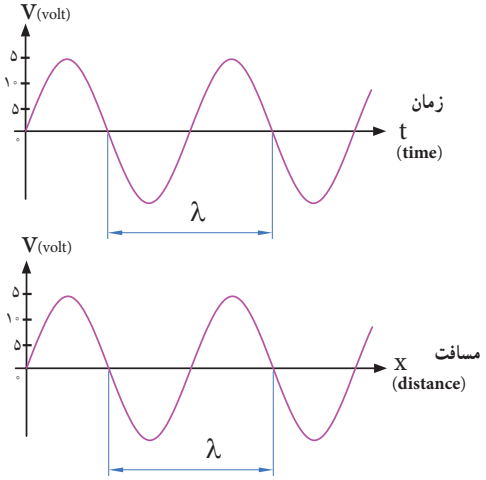
۲ اگر فرکانس یک موج صوتی f =۵۰۰Hz باشد زمان تناوب آن کدام است؟

۱) ۲ ثانیه　　۲) ۲ میلی‌ثانیه

۳) ۰/۵ ثانیه　　۴) ۱ ثانیه

طول موج : مسافتی را که موج در مدت زمان یک سیکل طی می‌کند، طول موج گویند و آن را با λ (لاندا) نشان می‌دهند. شکل ۱۵ــ۲ طول موج، یک موج سینوسی را نشان می‌دهد. مقدار طول موج از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$\lambda = V \times T$



شکل ۱۵ــ۲ــ زمان تناوب یک موج سینوسی

در این رابطه λ طول موج برحسب متر (m)، V سرعت موج برحسب متر بر ثانیه (m/sec) و T زمان تناوب برحسب ثانیه (sec) است. سرعت موج بستگی به محیطی دارد که موج در آن منتشر می‌شود. مثلاً صدای انسان در دمای محیط تقریباً دارای سرعت ۳۴۰ متر بر ثانیه است. امواج الکترومغناطیس که با سرعت نور حرکت می‌کنند دارای سرعت $C = ۳ \times ۱۰^{۸}$ m/sec هستند.

مثال۲ : اگر یک ایستگاه رادیویی دارای فرکانس ۱۰۰ مگاهرتز (MHZ) باشد و امواج رادیویی با سرعت امواج الکترومغناطیس در فضا پخش شوند، طول موج این ایستگاه چقدر است؟

پاسخ :

$$\lambda = \frac{C}{F} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۱۰۰\times ۱۰^{۶}} = ۳m$$

پژوهش

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

فکر کنید

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

سرعت زاویه‌ای : سرعت، مقدار مسافتی است که متحرک در واحد زمان طی می‌کند، مثلاً وقتی می‌گویند سرعت یک اتومبیل ۸۰ کیلومتر بر ساعت است، یعنی درصورتی‌که حرکت یکنواخت باشد این وسیلهٔ نقلیه در هر ساعت ۸۰ کیلومتر راه را طی می‌کند. مقدار سرعت برحسب مسافت طی شده از رابطهٔ $V = \frac{X}{T}$ به‌دست می‌آید. در این رابطه V سرعت برحسب m/sec و x مسافت برحسب m و t زمان برحسب sec است.

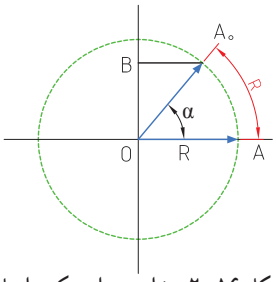
اگر متحرک پیرامون یک مسیر دایره شکل حرکت کند، برای بیان سرعت از اصطلاح سرعت زاویه‌ای استفاده می‌کنند. سرعت زاویه‌ای را با امگا (ω) نشان می‌دهند.

برای محاسبه سرعت زاویه‌ای، دایره‌ای به شعاع R را مطابق شکل ۱۶ ــ ۲ در نظر بگیرید. اگر متحرک از نقطه A روی محیط دایره حرکت کند و مسافتی از محیط دایره را که برابر شعاع دایره است، طی کند، می‌گوییم زاویه پیموده شده یک رادیان است، به عبارت دیگر زاویه مقابل به کمانی از دایره که طول کمان برابر شعاع دایره باشد را یک رادیان گویند.

درجه ۵۷/۳ = ۱Rad = یک رادیان

سرعت زاویه‌ای، زاویه پیموده شده برحسب رادیان در مدت یک ثانیه است. ω = سرعت زاویه‌ای

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



شکل ۱۶ــ۲ــ زاویه برابر یک رادیان

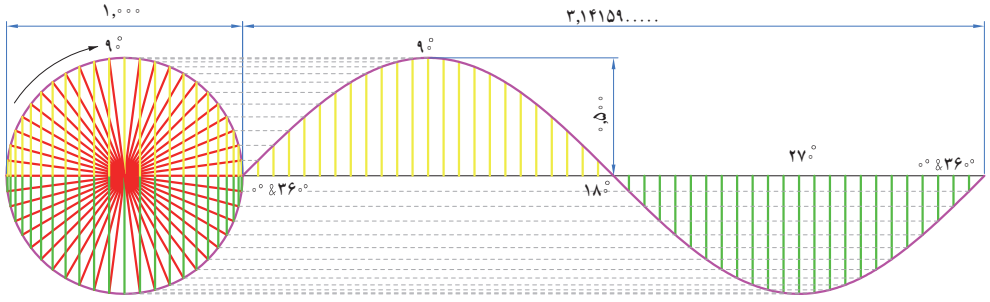
پـــویانمایی

به انیمیشن مربوط به پیمودن بردار شعاع دایره به اندازه ۳۶۰ درجه و حرکت آونگ برای ایجاد موج سینوسی توجه کنید.

فکر کنید

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

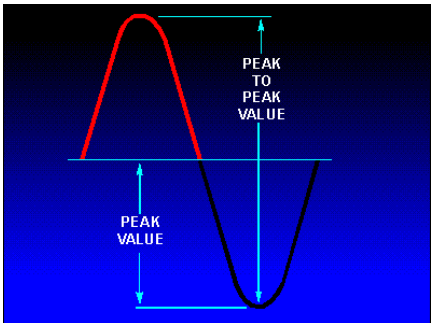
به شکل ۱۷ ــ ۲ توجه کنید، اگر بردار شعاع دایره محیط دایره را یک دور کامل بزند معادل یک سیکل موج سینوسی است.



شکل ۱۷ ــ ۲ــ یک سیکل موج سینوسی معادل ۳۶۰ درجه است

زمان تناوب یک موج سینوسی معادل ۳۶۰ درجه است. لذا سرعت زاویه‌ای از رابطه $\omega = \frac{2\pi Rad}{T} = 2\pi f$ به دست می‌آید.

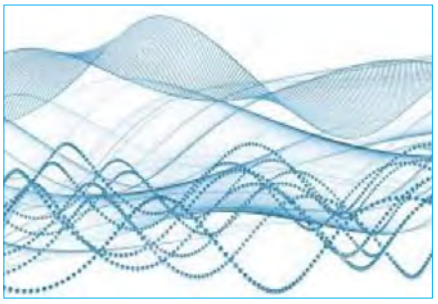
دامنه بیشینه موج سینوسی : حداکثر مقداردامنه ولتاژ یا جریان موج سینوسی در هرنیم سیکل را مقدار ماکزیمم یا بیشینه یا پیک (peak=max) موج سینوسی گویند. شکل ۱۸ ــ ۲ مقدار پیک مثبت و منفی یک موج سینوسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸ــ۲ــ مقدار پیک مثبت و منفی یک موج سینوسی

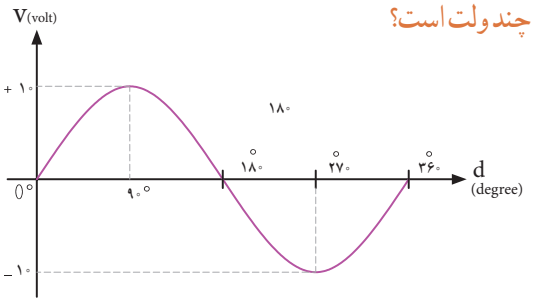
فکر کنید

آیا پیک مثبت و منفی موج سینوسی شبیه قله و ته دره یک کوه مانند شکل ۱۹ ــ ۲ است ؟ شرح دهید.



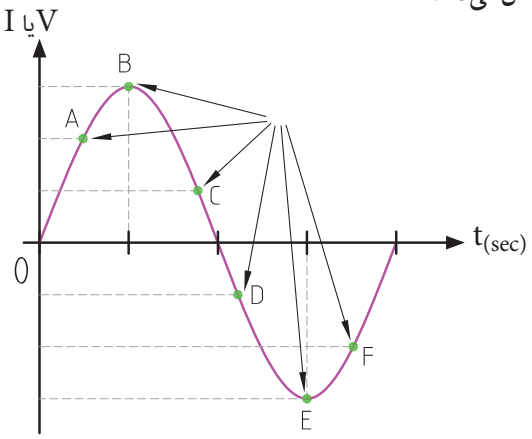
شکل ۱۹ــ۲ــ قله و دره مانند پیک تا پیک موج سینوسی

پرسش : مقدار پیک مثبت و منفی موج سینوسی شکل ۲۰ ــ ۲ چند ولت است؟



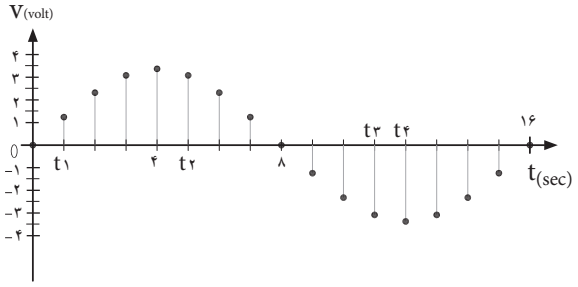
شکل ۲۰ ــ ۲ــ محاسبه مقدار پیک موج سینوسی

دامنهٔ لحظه‌ای موج : به مقدار دامنه موج در هرلحظه از زمان، مقدار لحظه‌ای موج یا دامنهٔ لحظه‌ای موج گویند. شکل ۲۱ ــ ۲ مقدار لحظه‌ای موج را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲۱ــ۲ــ مقدار لحظه‌ای موج سینوسی

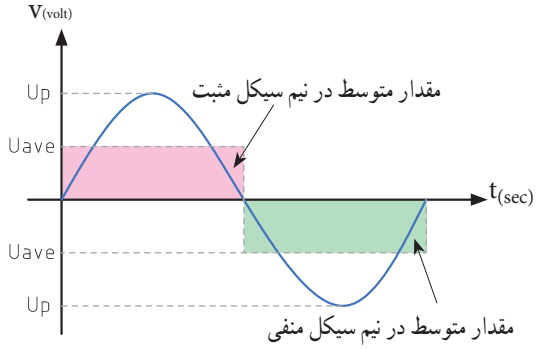
پرسش : مقدار لحظه‌ای موج سینوسی شکل ۲۲ ــ ۲ را در زمان‌های $t_1 = 1$ sec و $t_2 = 5$ sec و $t_3 = 11$ sec و $t_4 = 12$ sec چقدراست؟ مقدار تقریبی را در جدول بنویسید.



شکل ۲۲ــ۲ــ مقدار لحظه‌ای موج سینوسی

زمان	t_1	t_2	t_3	t_4
مقدار دامنه موج				

مقدار متوسط موج سینوسی : به مقدار میانگین یا معدل (Average = Ave) مقادیر لحظه‌ای موج سینوسی در یک سیکل، مقدار متوسط موج گویند. مقدار متوسط موج سینوسی در هر سیکل در شکل ۲۳ ــ ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۳ ــ ۲ــ مقدار متوسط موج سینوسی

فکر کنید

۱ آیا مقدار میانگین یک موج سینوسی در یک سیکل کامل صفراست؟ چرا؟

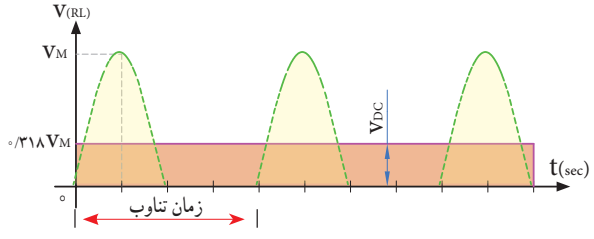
۲ آیا می‌توانیم بگوییم مقدار میانگین (متوسط) یک موج در نیم سیکل برابر با مقدار DC آن موج در نیم سیکل است؟

پرسش : معدل (میانگین) مقادیر ۲+، ۴+، ۵+، ۷+، و ۲+ چند است؟

مقدار متوسط یک سیکل از موج سینوسی یک طرفه را که به آن موج یک‌سو شده می‌گویند با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید. شکل ۲۴ ــ ۲ موج یک‌سو شده یا یک طرفه را نشان می‌دهد.

$$V_{ave} = \frac{V_m}{\pi} = ۰/۳۱۸V_m$$

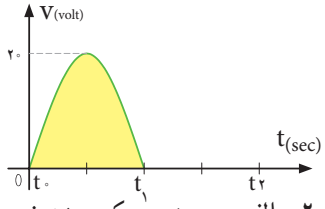
$$I_{ave} = \frac{I_m}{\pi} = ۰/۳۱۸I_m$$



شکل ۲۴ ــ ۲ــ موج سینوسی یک طرفه

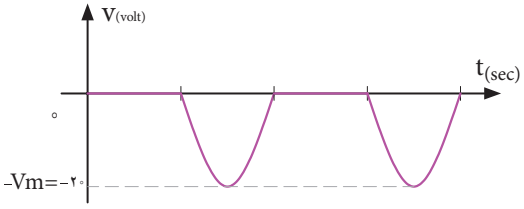
فکر کنید

آیا مقدار میانگین موج سینوسی یک‌سو شده منفی شکل ۲۵ ــ ۲ــ ب، دارای جهت معکوس است و رابطه آن با رابطه محاسبه مقدار میانگین نیم سیکل مثبت شکل ۲۵ــ ۲ــ الف تفاوتی دارد؟ چرا؟



شکل ۲۵ــ۲ــ الف موج سینوسی یک‌سو شده نیم موج مثبت

مثال ۳ : میانگین موج سینوسی یک‌سو شده نیم موج شکل ۲۵ ــ ۲ــ ب را محاسبه کنید.

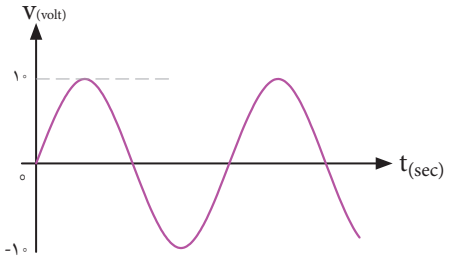


شکل ۲۵ــ۲ــ ب موج سینوسی یک‌سو شده نیم موج منفی

میانگین موج سینوسی یک‌سو شده :

$$V_{ave} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{۲۰}{۳/۱۴} = ۶/۳۷$$ ولت

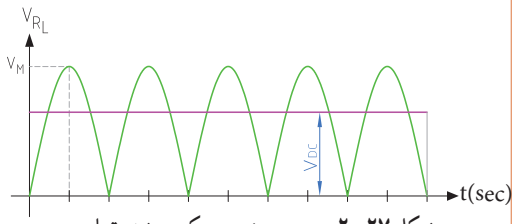
● میانگین یک موج سینوسی مطابق شکل ۲۶ ــ ۲ در یک سیکل کامل چند ولت است؟



شکل ۲۶ــ۲ــ موج سینوسی

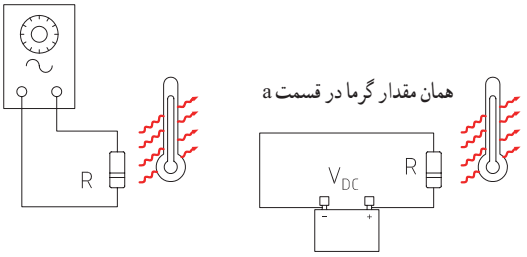
فکر کنید

● میانگین موج شکل ۲۷ ــ ۲ که به موج سینوسی یک‌سو شده تمام موج معروف است با موج یک‌سو شده نیم موج چه رابطه‌ای دارد؟ شرح دهید.



شکل ۲۷ــ۲ــ موج سینوسی یک‌سوشده تمام موج

مقدار مؤثر موج سینوسی : مقدار مؤثر یک ولتاژ سینوسی معادل مقدار ولتاژ DC است که در یک بار معین و در زمان معین می‌تواند همان مقدار گرما را تولید کند که ولتاژ DC در همان بار و در همان زمان، گرما تولید می‌کند. شکل ۲۸ ــ ۲ گرمای تولیدی یکسان در بار مساوی (R یکسان) و در زمان مساوی توسط ولتاژ متناوب و ولتاژ DC را نشان می‌دهد. مقدار مؤثر موج سینوسی را با Ve یا Ie نشان می‌دهند. e اول کلمه effective است. مقدار مؤثر با علامت اختصاری rms، که اول کلمات Root Mean Square است نیز نوشته می‌شود.



الف ــ مدار جریان متناوب ب ــ مدار جریان مستقیم

شکل ۲۸ ــ ۲ــ مقدار مؤثر موج متناوب و معادل مقدار DC

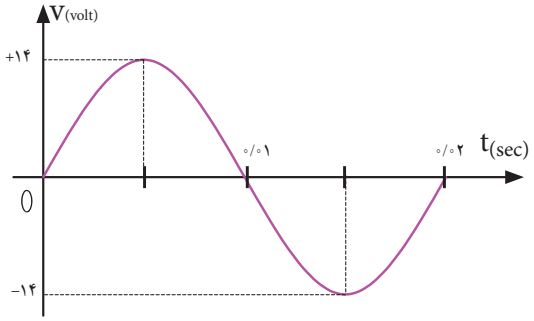
مقدار مؤثر یک موج سینوسی از روابط زیر قابل محاسبه است :

$$Vrms = ۰/۷۰۷\, V_m \qquad V_e = \frac{V_m}{\sqrt{۲}}$$

$$Irms = ۰/۷۰۷\, I_m \qquad I_e = \frac{I_m}{\sqrt{۲}}$$

مثال : مقدار مؤثر ولتاژ موج سینوسی شکل ۲۹ــ۲ چند ولت است؟

$$V_e = \frac{Vm}{\sqrt{۲}} = \frac{۱۴}{\sqrt{۲}} = \frac{۱۴}{۱/۴۱۴} = ۹/۸۹۸ \text{ ولت}$$



شکل ۲۹ــ۲ــ موج سینوسی

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

۲ زمان تناوب و مقدار پیک و مقدار پیک تا پیک برق شهر در کشورهایی که دارای مقدار مؤثر ۱۱۰ ولت و فرکانس ۶۰ هرتز است را محاسبه کنید.

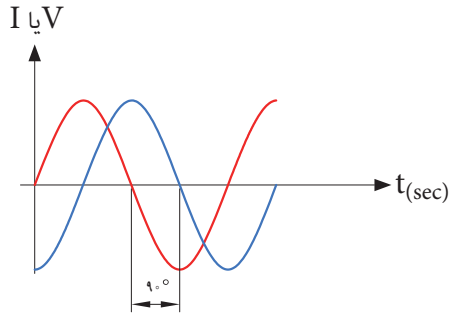
الگوی پرسش

۱ مقدار مؤثر یک موج سینوسی ۲۰ ولت است، مقدار پیک و پیک تا پیک آن را محاسبه کنید.

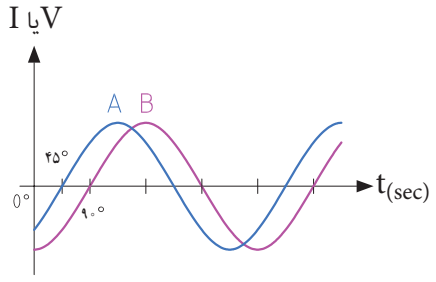
۲ مقدار ماکزیمم یک موج سینوسی ۵۰ ولت است، مقدار مؤثر و پیک تا پیک (قله تا قله) موج را محاسبه کنید.

۴ــ۲ــ اختلاف فاز بین دو موج سینوسی

اگر به یک مدار ولتاژ متناوب سینوسی اعمال گردد، در آن مدار جریان سینوسی جاری می‌شود، فقط ممکن است به‌خاطر وجود بعضی عناصر مانند سلف یا خازن، شکل جریان مدار و شکل ولتاژ مدار که هر دو سینوسی و هم فرکانس هستند روی هم منطبق نباشند، یعنی هر دو در یک لحظه با هم صفر و ماکزیمم نشوند در این صورت گوییم بین جریان و ولتاژ سینوسی اختلاف فاز وجود دارد. شکل ۳۰ــ۲ دو موج سینوسی را نشان می‌دهد که با هم به اندازه φ درجه اختلاف فاز دارند. واحد اختلاف فاز معمولاً درجه یا رادیان است. در شکل ۳۱ ــ ۲ بین دو موج A و B، ۴۵ درجه اختلاف فاز وجود دارد.

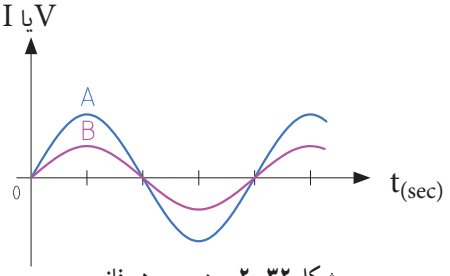


شکل ۳۰ ــ ۲ــ دوموج سینوسی با اختلاف فاز $\varphi=90^\circ$



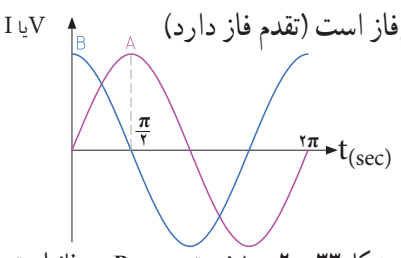
شکل ۳۱ ــ ۲ ــ بین دو موج A و B ۴۵ درجه اختلاف فاز وجود دارد

برای تعیین میزان اختلاف فاز بین دو موج هم فرکانس، دو نقطه مشابه مثلاً نقطه صفر یا ماکزیمم و یا نقطه مینیمم از شکل موج‌ها را بر حسب کمیت محور افقی با هم مقایسه می‌کنیم. در شکل ۳۲ــ۲ دو موج A و B باهم، هم فاز هستند.

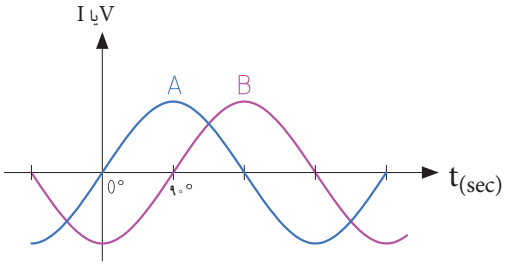


شکل ۳۲ــ۲ــ دو موج هم فاز

در شکل ۳۳ ــ۲ موج A نسبت به موج B پس فاز است (تأخیر فاز دارد) و در شکل ۳۴ ــ ۲ موج A نسبت به موج B پیش‌فاز است (تقدم فاز دارد)

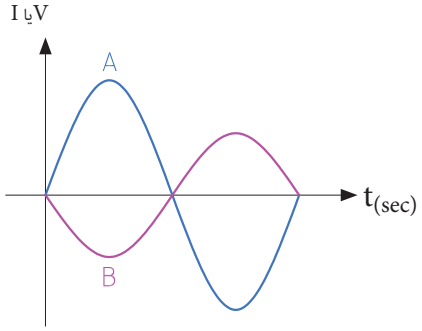


شکل ۳۳ ــ ۲ــ A نسبت به موج B پس فاز است



شکل ۳۴ ــ ۲ــ A نسبت به موج B پیش فاز است

پرسش : در شکل ۳۵ ــ ۲ موج A نسبت به موج B به اندازه ..... درجه پیش فاز ☐ پس فاز ☐ است.



شکل ۳۵ ــ ۲

فکر کنید

در یک مسیر، پُلی قرار دارد که سرعت مجاز در آن ۷۰ کیلومتر در ساعت است. سه خودرو A، B و C به‌ترتیب به فاصله ۳ دقیقه از یکدیگر وارد پُل اتوبان می‌شوند. در صورتی که رانندهٔ هر سه خودرو، مقررات راهنمایی و رانندگی را به‌طور دقیق رعایت کنند، در هر لحظه خودروی B نسبت به A چند دقیقه تأخیر دارد؟ خودروی C با چند دقیقه تأخیر نسبت به خودروی A وارد پل می‌شود؟ خودروی A نسبت به خودروی B چند دقیقه زودتر وارد پل شده است؟ آیا این موضوع را می‌توان با پیش‌فاز و پس‌فاز بودن سه موج مقایسه نمود؟

۵ ــ ۲ ــ منابع تولید الکتریسیته

اگرچه منابع تولید الکتریسیته متنوع هستند ولی در همه منابع، الکتریسیته از طریق تبدیل انرژی غیر الکتریکی به انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

الف ــ منابع ولتاژ DC باتری‌ها (Batteries) : باتری‌ها قطعاتی هستند که ولتاژ ثابت و مستقیم (DC) تولید می‌کنند. این عمل توسط فعل وانفعالات شیمیایی مواد در داخل باتری صورت می‌گیرد. باتری‌ها از نظر ساختاری به دو دسته غیر قابل شارژ (Dischargeable) و قابل شارژ (Rechargeable) تقسیم‌بندی می‌شوند. باتری‌های شارژپذیر را با توجه به ساختمان و ترکیب آن می‌توان چندین بار شارژ نمود. باتری‌ها از نظر ابعاد (Size) در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند و با توجه به مشخصاتی که دارند، آنها را با حروف و عدد، رمزگذاری می‌کنند. مثلاً باتری AA باتری قلمی معمولی(کوچک) و باتری pp۳ از نوع باتری کتابی است. باتری‌ها از نظر ساختمان داخلی و جنس موادی که در آنها به کار رفته است به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند و این تقسیم‌بندی

شکل ۳۶ ــ ۲ــ نمونه‌ای از باتری ساعت

کاربردهای متفاوتی را به وجود می‌آورد. مثلاً باتری از جنس اکسید نقره (Silver Oxide) به دلیل مشخصات و شارژ بسیار با ثبات، در ماشین حساب‌ها، ساعت و تجهیزات عکس برداری کاربرد دارند. شکل ۳۶ ــ ۲ یک نمونه باتری ساعت و شکل ۳۷ ــ ۲ دو نمونه باتری اتومبیل و شکل ۳۸ــ۲ یک عدد باتری زیر دریایی را نشان می‌دهد.

شکل ۳۷ ــ ۲ــ دو نوع باتری اتومبیل

شکل ۳۸ ــ ۲ــ باتری زیر دریایی

فیلم ۲

فیلم مربوط به نمایش اطلاعات و شکافتن باتری را با نظارت مربی خود مشاهده کنید. توجه داشته باشید به دلیل سمی‌بودن مواد داخل باتری هرگز خودتان اقدام به این کار نکنید.

باتری‌های اتومبیل قابل شارژ هستند. باتری‌های قابل شارژ زمان مصرف دارند. چنانچه در انبار نگهداری می‌شوند باید در مدت زمان معینی شارژ شوند و مورد استفاده قرار گیرند. مثلاً باتری‌های لیتیوم هر ۶ ماه یکبار و مدل کادمیوم هر ۳ماه یکبار باید شارژ شوند در غیر این صورت باتری‌ها فاسد شده و غیر قابل استفاده می‌شوند. در هر صورت باتری‌ها دارای تاریخ مصرف هستند.

پژوهش

در مورد باتری‌های زیر دریایی تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

نکته

شرایط نگهداری باتری‌ها در انبار معمولاً در کاتالوگ‌ها و برگه‌های اطلاعات آنها نوشته شده است. چنانچه باتری‌ها در شرایط نامناسب نگهداری شوند، به‌سرعت فاسد شده و حتی ممکن است آتش بگیرند یا منفجر شوند. مشخصات اصلی باتری‌ها، ولتاژ، ابعاد و ظرفیت جریان دهی (برحسب آمپر ساعت)، دمای کار و حداکثر جریان دهی مداوم آن است.آمپر ساعت (Ah=Ampere hour)، یکایی از بار الکتریکی است و برابر با جریان ثابت یک آمپر در مدت یک ساعت است، این واحد بیشتر برای باتری‌ها به کار می‌رود. میلی‌آمپر ساعت (mAh) برابر با یک هزارم آمپر ساعت است.

فکر کنید

یک باتری ۵۰ آمپر ساعت (۵۰Ah) با جریان ثابت ۲ آمپر چه مدت کار می‌کند؟ اگر جریان ۵ آمپر از آن کشیده شود، چه مدت کار می‌کند؟ توجه داشته باشید که میزان حداکثر جریان مداوم که می‌توانیم از باتری بکشیم محدود بوده و اگر از میزان تعیین شده تجاوز کند، باتری خیلی زود فرسوده می‌شود.

نکته

معمولاً توصیه می‌شود جریان دریافتی از باتری خیلی کمتر از آمپرساعت نوشته‌شده روی آن باشد.

پژوهش

- در مورد مشخصات چند نوع باتری تلفن همراه و ساعت تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.
- در مورد سایر منابع DC مانند باتری خورشیدی (Solar cell) و ترموپیل تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

کار گروهی

- اگر از یک باتری اتومبیل ۶۰Ah به طور ثابت ۳ آمپر بکشیم، بعد از چه مدتی تخلیه می‌شود؟ آیا زمان به دست‌آمده از نظر تئوری در یک باتری با شارژ کامل و یک باتری نیمه شارژ شده، با واقعیت تطابق دارد؟ در صورت اختلاف علت را مورد بررسی قرار دهید.
- سه نوع باتری قلمی ۱/۵ ولت در ابعاد کوچک، متوسط و بزرگ را در اختیار بگیرید و مشخصات فنی آن را یادداشت کنید. سپس در مورد تفاوت آنها بحث کنید.

ب ــ منابع ولتاژ AC (ژنراتورها Generators):

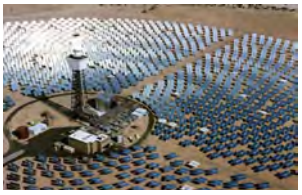
برای تولید انرژی الکتریکی در مقیاس وسیع مانند تأمین برق شهر از روش‌های مختلف تبدیل انرژی‌های مختلف به انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند. برق شهر به صورت ولتاژ متناوب سینوسی است. درشکل ۳۹ــ۲ نیروگاه آبی، بادی، برق اتمی، زمین گرمایی و خورشیدی را مشاهده می‌کنید.

نیروگاه آبی

نیروگاه بادی

نیروگاه زمین گرمایی

نیروگاه اتمی



نیروگاه خورشیدی

شکل ۳۹ ــ ۲ــ انواع نیروگاه‌ها

پژوهش

در مورد سیستم برق در کشتی تحقیق کنید و نتایج را به صورت پرده نگار در کلاس ارائه دهید.

پژوهش

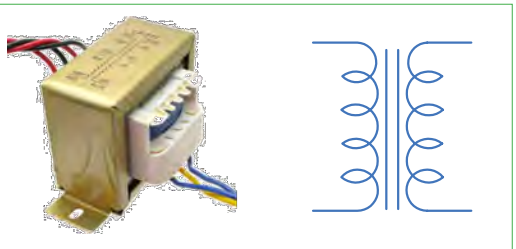
در مورد نیروگاه زمین گرمایی (Geothermal Energy)، انواع آنها از نظر منابع در طبیعت، تفاوت آنها با سایر نیروگاه‌ها و تأثیر آنها بر محیط زیست تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید. برای این منظور می‌توانید به سایت سانا (سازمان انرژی‌های نو) یا سابا (سازمان بهره‌وری انرژی‌های نو) مراجعه کنید.

۶ــ۲ــ ترانسفورماتور (Transformer)

برای استفاده از برق شهر با ولتاژ کمتر و یا بیشتر در دستگاه‌های مختلف از ترانسفورماتور استفاده می‌کنند.

ترانسفورماتور از پیچیدن دو سری سیم پیچ یا بیشتر بر روی هسته مغناطیسی ساخته می‌شود. شکل ۴۰ ــ ۲ یک نوع ترانسفورماتور و نقشه فنی آن را در مدارها، نشان می‌دهد.

سیم پیچی که به منبع ولتاژ متناوب (برق شهر) وصل می‌شود سیم پیچ اولیه (Primary Winding) و سیم‌پیچی که به مصرف کننده الکتریکی متصل می‌شود، سیم‌پیچ ثانویه (Secondary Winding) نام دارد. توجه داشته باشید که ترانسفورماتور فقط مبدل ولتاژ و جریان AC است.



الف ــ نقشه فنی ترانسفورماتور ب ــ ساختمان ترانسفورماتور

شکل ۴۰ ــ ۲ــ نقشه فنی و ساختمان یک ترانسفورماتور

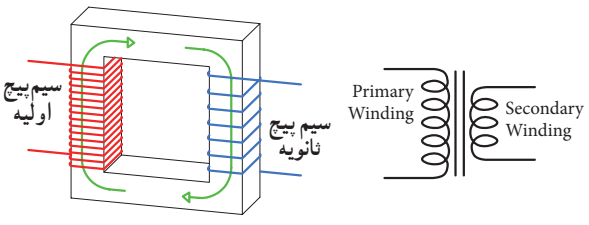
کار عملی

نمونه‌ای از ترانسفورماتور تغذیه مستعمل را به کلاس بیاورید و آن را اوراق کنید و اجزای تشکیل دهنده آن را مورد بررسی قرار دهید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز : پیچ گوشتی، انبردست، دم باریک، چکش پلاستیکی و گیره رومیزی

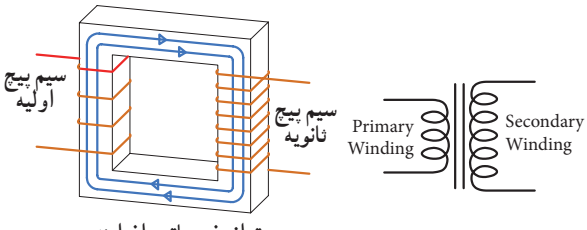
ترانسفورماتور کاهنده و افزاینده : اگر تعداد دور سیم‌پیچ اولیه بیشتر از سیم پیچ ثانویه باشد ترانسفورماتور را کاهنده می‌نامند. ترانسفورماتور کاهنده، ولتاژ را در ثانویه کاهش می‌دهد و جریان را افزایش می‌دهد. شکل ۴۱ــ۲ ترانسفورماتور کاهنده را نشان می‌دهد. اگر تعداد دور ثانویه بیشتر از دور اولیه باشد، ترانسفورماتور را افزاینده می‌گویند. شکل ۴۲ــ۲ ترانسفورماتور افزاینده را نشان می‌دهد.

یک ترانسفورماتور افزاینده، ولتاژ را در ثانویه زیاد می‌کند، مثلاً ولتاژ ۲۲۰ ولت برق شهر را به ولتاژ ۳۵۰ولت تبدیل می‌کند ولی جریان را در ثانویه کاهش می‌دهد.



ترانسفورماتور کاهنده

شکل ۴۱ ــ ۲ــ ترانسفورماتور کاهنده



ترانسفورماتور افزاینده

شکل ۴۲ ــ ۲ــ ترانسفورماتور افزاینده

۷ــ ۲ ــ تولید ولتاژ DC توسط برق شهر (منبع تغذیه DC)

برای آنکه از برق متناوب (AC) ۲۲۰ ولت، ولتاژی DC مثلاً ۱۲ ولت تهیه کنیم، ابتدا ولتاژ ۲۲۰ ولت را توسط ترانسفورماتور کاهنده، کاهش می‌دهیم سپس توسط مدارهای الکترونیکی ولتاژ DC مورد نیاز را تهیه می‌کنیم. در شکل ۴۳ــ۲ــ الف و ب مدار الکترونیکی، قطعات، برد مدار چاپی و نقشه فنی تولید ولتاژ DC را ملاحظه می‌کنید.

در مورد عملکرد قطعات مدار و سایر مشخصات و اطلاعات مربوط به منابع تغذیه DC در سال‌های بعد به طور کامل خواهید آموخت.

فیلم ۳

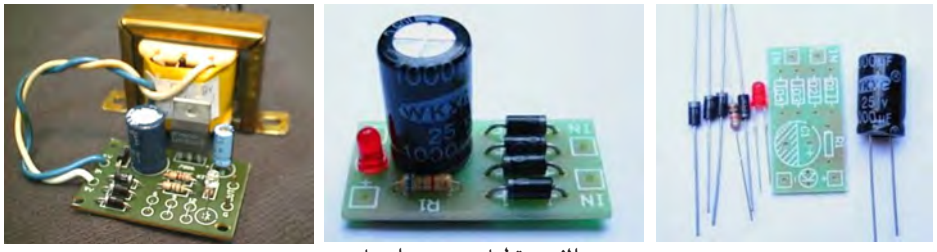
فیلم مدار منبع تغذیه DC و شکل موج قسمت‌های مختلف آن را مشاهده کنید. فرایند تبدیل موج AC به DC را به دقت مورد توجه قرار دهید.

نکته

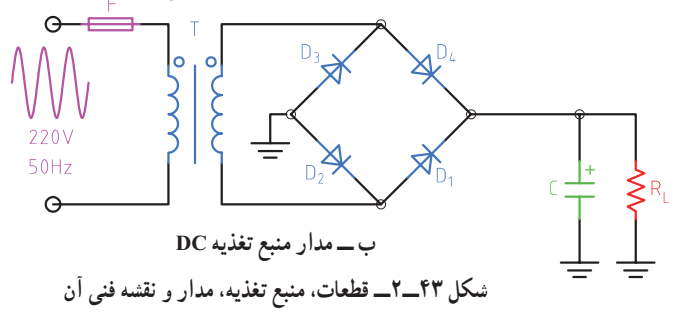
در یک ترانسفورماتور ایده آل، توان اولیه ($P_1=V_1\times I_1$) یعنی توانی که از شبکه برق شهر دریافت می‌کند، با توان ثانویه ($P_2=V_2\times I_2$) برابر است. در عمل به علت تلفات ایجاد شده در سیم پیچ اولیه و ثانویه و سایر تلفات، توان خروجی ترانسفورماتور کمی از توان ورودی آن کمتر است. ترانسفورماتور کاهنده برای تأمین ولتاژ DC در دستگاه‌هایی مانند شارژ باتری تلفن همراه، راه‌اندازی لوح فشرده، صوتی و تصویری به‌کار می‌رود. ترانسفورماتور افزاینده برای انتقال ولتاژ از محل تولید به مصرف‌کننده در خطوط فشار قوی یا دستگاه‌های دیگری مانند میکروفر یا دستگاه‌های جراحی پزشکی استفاده می‌شود. هنگام استفاده از ترانسفورماتور در مدارها، باید به توان مورد نیاز توجه کرد. هر قدر توان مورد نیاز بیشتر باشد، ابعاد ترانسفورماتور بزرگ‌تر است.

تحقیق کنید

اگر تعداد دور اولیه و ثانویه ترانسفورماتوری باهم برابر باشند، ولتاژ ثانویه با اولیه برابر است،این ترانسفورماتور (یک به یک) نام دارد و معمولاً برق شهر را به یک دستگاه اتصال می‌دهد. وظیفه این ترانسفورماتور چیست؟ نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



الف ــ قطعات و برد مدار چاپی



ب ــ مدار منبع تغذیه DC

شکل ۴۳ــ۲ــ قطعات، منبع تغذیه، مدار و نقشه فنی آن

۸ ــ ۲ ــ سیگنال ژنراتور AC (مولد سیگنال Signal Generator AC)

یکی از دستگاه‌هایی که می‌تواند از منبع DC ولتاژ متناوب AC مانند موج سینوسی با دامنه و فرکانس‌های مختلف تولید کند، مولد موج یا سیگنال ژنراتور نام دارد. در شکل ۴۴ ــ ۲ دو نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور را مشاهده می‌کنید.

در مورد کار با سیگنال ژنراتور و موج‌های تولید شده توسط آن، در واحد یادگیری دیگری به طور کامل مطالعه می‌کنید.

شکل ۴۴ ــ ۲ــ دو نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور

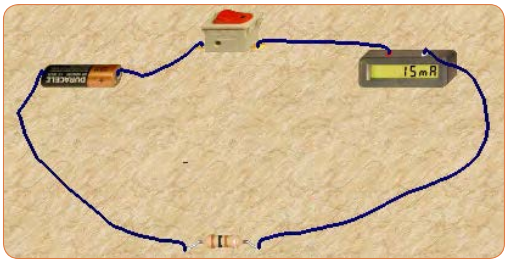
۹ ــ ۲ ــ کارعملی ۱ : اندازه‌گیری جریان و ولتاژ AC و DC با مولتی متر نرم‌افزار

هدف : کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ AC و DC با نرم‌افزار

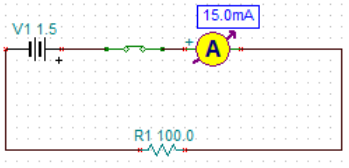
مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز : رایانه و نرم‌افزار مناسب

۱ نرم‌افزار ادیسون را فعال کنید.

۲ مداری مطابق شکل ۴۵ ــ ۲ ببندید. در شکل ۴۵ ــ ۲ ــ الف مدار عملی و در شکل، نقشه فنی مدار رسم شده است.



شکل ۴۵ ــ ۲ــ الف ــ مدار عملی



شکل ۴۵ ــ ۲ــ ب ــ نقشه فنی مدار

۳ با استفاده از رابطه $I=\frac{V}{R}$ جریان مدار را محاسبه کنید.

I = ... mA

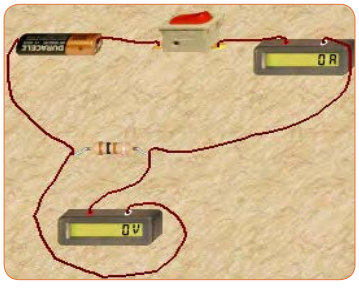
۴ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

I = ... mA

۵ آیا جریان اندازه‌گیری شده با جریان محاسبه شده در مرحله (۳) برابر است؟ چرا؟

۶ کلید مدار را قطع کنید. ولت متر را مطابق شکل ۴۶ ــ ۲ در دو سر مقاومت بگذارید و کلید را وصل کنید و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{\text{مقاومت}}$ = ... ولت



شکل ۴۶ ــ ۲ــ مدار با ولت متر و آمپرمتر

۷ آیا ولتاژ دو سر مقاومت با ولتاژ باتری برابر است؟ چرا؟

۸ کلید مدار را قطع کنید و سپس باتری ۴/۵ ولتی را به جای باتری ۱/۵ ولتی در مدار قرار دهید.

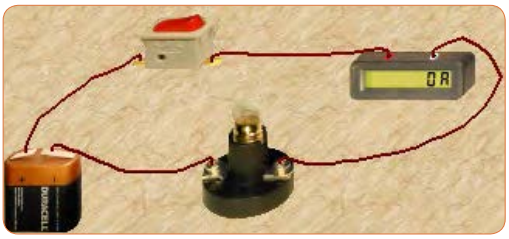
۹ کلید مدار را وصل کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$I =$ ..... mA

۱۰ آیا با افزایش مقدار ولتاژ منبع، جریان مدار بیشتر شده است؟ جریان چند برابر شده است؟

پرسش : در یک مدار سری با یک مقاومت ثابت، اگر مقدار ولتاژ باتری سه برابر شود، جریان مدار نیز سه برابر می‌شود. ☐ صحیح ☐ غلط

۱۱ کلید مدار را قطع کنید. به جای مقاومت ۱۰۰ Ω، یک لامپ با ولتاژ کار ۴/۵ ولت و توان یک وات قرار دهید. برای تنظیم ولتاژکار و توان لامپ، روی لامپ دو بار کلیک چپ کنید و در ستون تنظیم مقادیر قطعه، مقدار توان و ولتاژ را تغییر دهید، شکل ۴۷ ــ ۲ .

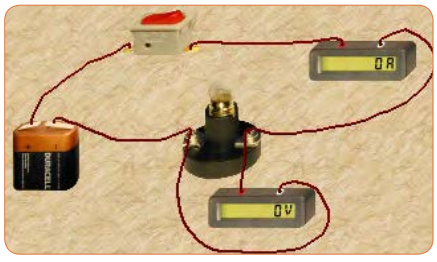


شکل ۴۷ ــ ۲

۱۲ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$I =$ ..... mA

۱۳ با قطع کلید مدار، ولت متر را مطابق شکل ۴۸ ــ ۲ به دو سر لامپ وصل کنید.



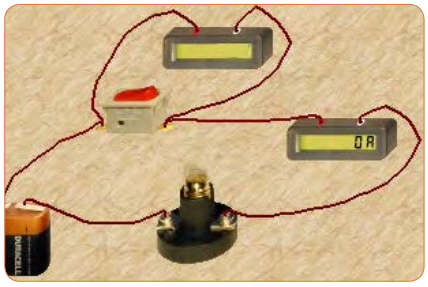
شکل ۴۸ ــ ۲

۱۴ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید.

$V_{lamp} =$ ..... ولت

پرسش : آیا می‌توان با استفاده از فرمول $R = \frac{V}{I}$ مقدار مقاومت لامپ را به‌دست آورد؟ مقدار مقاومت لامپ چند اهم است؟ $R_{lamp} =$ ..... Ω

۱۵ کلید مدار را باز کنید و ولت متر را مطابق شکل ۴۹ــ۲ در دو سر کلید باز بگذارید، ولت متر چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟



شکل ۴۹ ــ ۲

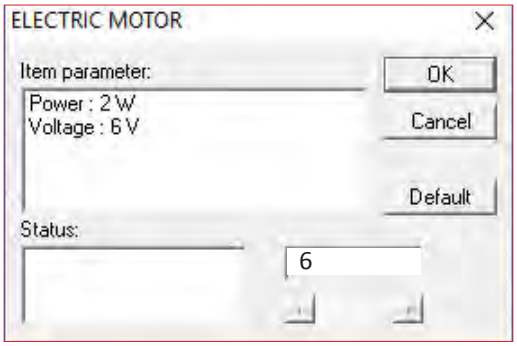
اگر کلید بسته باشد، ولت متر چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج را یادداشت کنید.

۱۰ ــ ۲ ــ کارعملی ۲ : اندازه‌گیری ولتاژ و جریان موتور در مدار نرم‌افزار

هدف : کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ موتور با نرم‌افزار

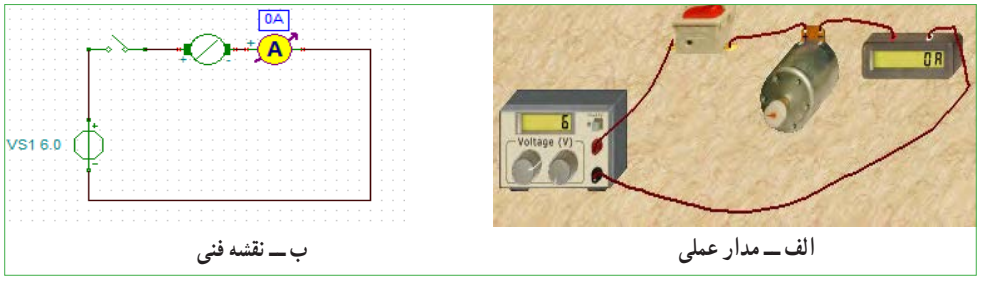
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : رایانه و نرم‌افزار مناسب

۱ موتور الکتریکی را روی میز کار بیاورید و دوبار روی آن کلیک چپ کنیدتا پنجره‌ای مطابق شکل ۵۰ ــ ۲ باز شود. مقدار توان موتور را ۲ وات و ولتاژ کار آن را ۶ ولت تنظیم کنید.



شکل ۵۰ ــ ۲ــ مشخصات فنی موتور

۲ مدار را مطابق شکل ۵۱ ــ ۲ ببندید و ولتاژ منبع تغذیه را روی ۶ ولت تنظیم کنید.

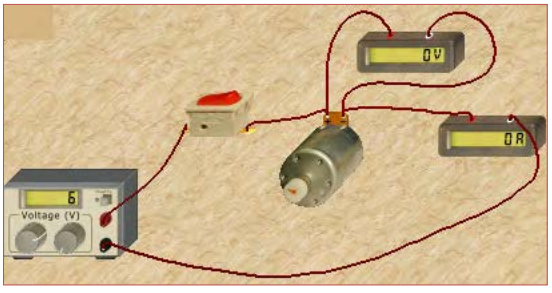


ب ــ نقشه فنی　　الف ــ مدار عملی

شکل ۵۱ ــ ۲ــ مدارعملی و نقشه فنی موتور با منبع DC

۳ کلید مدار را وصل کنید و جریان عبوری از موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. دراین حالت موتور باید بچرخد.

۴ کلید مدار را قطع کنید و ولت متر را مطابق شکل ۵۲ ــ ۲ به دو سر موتور وصل کنید.



شکل ۵۲ ــ ۲ــ مدارعملی با ولت‌متر دو سر موتور

۵ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سر موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت.....= V_{motor}

۶ اگر توان موتور را روی ۴وات تنظیم کنیم چه تأثیری در جریان عبوری از موتور دارد؟ این موضوع را تجربه کنید و جریان عبوری از موتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I=.....mA

۷ اگر قطب‌های باتری را در اتصال به موتور تعویض کنیم، چه تغییری در عملکرد موتور ایجاد می‌شود؟ آیا جریان موتور با مقدار ولتاژ دو سر آن تغییرمی‌کند؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج را یادداشت نمایید.

۱۱ــ۲ــکار عملی ۳ : ترسیم موج DC و AC سینوسی

هدف : کسب مهارت لازم در ترسیم موج DC و AC

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : خط کش، پاک کن، مداد

نکات ایمنی و بهداشتی : هنگام ترسیم شکل موج باید موارد ارگونومی مانند درست نشستن روی صندلی را رعایت کنید در ضمن از مصرف بی رویه کاغذ خود داری و مواد زائد را در مکان مخصوص جمع آوری کنید.

۱ ولتاژ DC ناشی از یک باتری قلمی ۱/۵ ولتی را با مقیاس صحیح در نمودار شکل ۵۳ــ۲ رسم کنید.

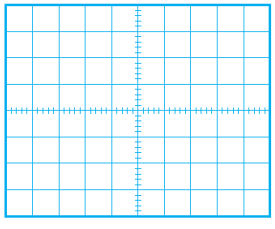
۲ ولتاژ DC ناشی از یک باتری اتومبیل ۱۲ ولتی را با مقیاس هر خانه عمودی معادل ۲ ولت در نمودار شکل ۵۴ــ۲ رسم کنید.

۳ یک سیکل از موجی سینوسی با دامنه پیک تا پیک ۸ ولت و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز را در نمودار شکل ۵۵ــ۲ ترسیم کنید.

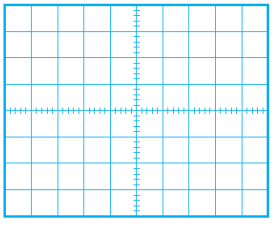
۴ دو سیکل از موجی سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۱۰ ولت را در نمودار شکل ۵۶ــ۲ رسم کنید.

نکته

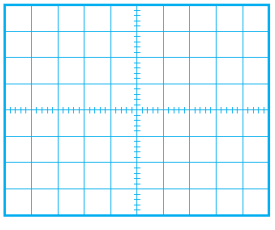
مقیاس را مناسب انتخاب کنید به طوری که در ۱۰ خانه افقی ۲ سیکل موج ترسیم شود.



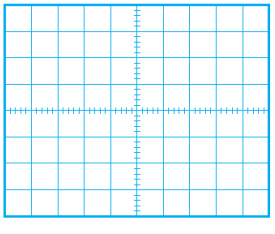
شکل ۵۳ــ۲



شکل ۵۴ــ۲



شکل ۵۵ــ۲



شکل ۵۶ــ۲

۱۲ــ۲ ــ کار عملی ۴ : اندازه گیری مقادیر ولتاژ و جریان DC و AC

هدف : کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مولتی متر دیجیتالی ۱ دستگاه، منبع تغذیه DC یک دستگاه، بِرِد بُرد یک قطعه، سیم بِرِد بُرد به مقدار کافی، سیم یک سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲ عدد، مقاومت، ۴۷۰ Ω، ۱KΩ $\frac{۱}{۲}$ وات از هر کدام یک عدد.

۱ در صورتی که در دفترچه راهنمای دستگاهی برچگونگی قرارگرفتن دستگاه روی میز کار تأکید شود، اگر دستگاه را به درستی (افقی ــ عمودی یا با زاویه) روی میز قرار ندهید چه اشکالی در اندازه‌گیری پیش می‌آید؟

نکته

قبل از استفاده از منبع تغذیه دفترچه راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و نکات ایمنی کار با آن را رعایت نمایید.

سؤال ایمنی

۲ اگر رنج مولتی‌متر را به درستی انتخاب نکنیم مثلاً کلید سلکتور را به جای جریان‌های DC، روی اندازه‌گیری اهم قرار دهیم چه اتفاقی ممکن است بوجود آید؟

۳ اطلاعات روی باتری قلمی۱/۵ولتی را استخراج نموده و یادداشت کنید. V=..... , ...

۴ مولتی‌متر را در وضعیت ولتاژ DC قرار دهید و ولتاژ باتری را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۵ مولتی متر را در وضعیت جریان DC قرار دهید و رنج آن را برای اندازه گیری جریان آمپر تنظیم کنید.

۶ برای لحظه‌ای بسیار کوتاه مولتی متر را به دو سر باتری وصل کنید و جریان باتری را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
I = ...A

سؤال ایمنی

۷ اگر مقدار جریان DC نامشخص است و دستگاه دارای حالت رنج اتوماتیک Auto Range نیست، رنج را در چه حالت باید قرار دهیم :
الف) در بالاترین مقدار ب) در کمترین مقدار

۸ چرا اندازه‌گیری جریان باتری باید در زمان بسیار کوتاه اتفاق بیفتد؟ شرح بدهید.

۹ باتری‌های قلمی۱/۵ولتی در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ تولید می‌شوند. این باتری‌ها چه تفاوت‌هایی باهم دارند؟ شرح دهید.

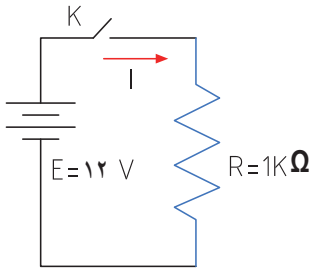
۱۰ اگر یک باتری قلمی فرسوده شود، کدام کمیت‌های آن افت می‌کند؟ آیا صرفاً با اندازه‌گیری ولتاژ آن می‌توان به فرسوده شدن آن پی برد؟

۱۳ــ۲ــکار عملی ۵ : اندازه گیری ولتاژ و جریان در مدار مقاومتی

هدف : کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ در مدار مقاومتی

مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز : مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه، منبع تغذیه DC یک دستگاه، بِرِد بُرد یک قطعه، سیم بِرِد بُرد به مقدار کافی، سیم یک سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲عدد، مقاومت،۱KΩ، ۴۷۰Ω و $\frac{۱}{۲}$ وات از هر کدام یک عدد.

۱ مدار شکل۵۷ــ ۲ را روی بِرِد بُرد ببندید.



شکل ۵۷ ــ ۲

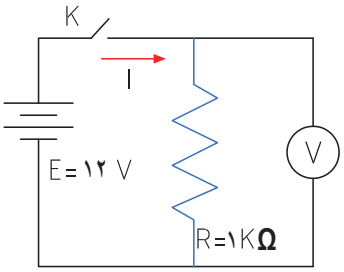
۲ منبع تغذیه را روی ۱۲ولت تنظیم کنید.

سؤال ایمنی

۳ اگر منبع تغذیه در مقابل اتصال کوتاه محافظت نمی‌شود، منبع را اتصال کوتاه کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

۴ آیا قرار دادن منبع تغذیه در مکانی که مستقیماً نور خورشید به آن می‌تابد یا در مکانی که به حرارت نزدیک است (مثلاً کنار رادیاتور شوفاژ) صحیح است؟ حرارت چه اشکالی برای دستگاه ایجاد می‌کند؟

۵ مولتی متر را برای اندازه‌گیری ولتاژ DC آماده کنید، سپس رنج آن را مناسب انتخاب کرده و آن را مطابق شکل ۵۸ ــ ۲ به دو سر مقاومت وصل کنید.



شکل ۵۸ ــ ۲ــ اتصال ولت متر به مدار

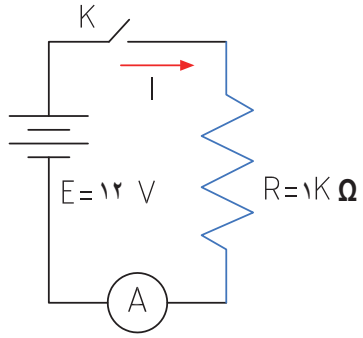
۶ کلید مدار را وصل کنید و ولتاژ دو سرمقاومت را اندازه بگیرید.

ولت ..... = V

۷ آیا ولتاژ دو سر مقاومت با ولتاژ منبع تغذیه برابر است؟

۸ کلید مدار را قطع کنید.

۹ مولتی متر را برای اندازه گیری جریان تنظیم کنید و سپس آمپر متر را مطابق شکل ۵۹ ــ ۲ــ در مدار سری کنید.



شکل ۵۹ ــ ۲ ــ مدار با آمپرمتر

۱۰ جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \ldots\ldots mA$ mA

۱۱ در صورتی که آمپرمتر دارای انتخاب رنج خودکار (اتوماتیک) نیست، رنج آمپرمتر را مناسب انتخاب کنید وسپس کلید مدار را وصل کنید و جریان عبوری از مدار را اندازه گرفته و یادداشت کنید. I = mA

۱۲ آیا جریان اندازه‌گیری شده با جریان محاسبه شده در مرحله ۱۰ تفاوتی دارد؟ علت را توضیح دهید.

۱۳ کلید منبع تغذیه را قطع کنید و مقدار مقاومت مدار را به ۴۷۰ Ω تغییر دهید.

۱۴ جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$I = \frac{V}{R} = \frac{\quad}{\quad} = \ldots\ldots mA \ldots mA$

۱۵ پس از تنظیم کلید رنج آمپر متر، کلید مدار را وصل کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید. I = ... mA

۱۶ آیا جریان اندازه‌گیری شده با جریان محاسبه شده در مرحله ۱۴ برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح دهید.

۱۷ اگر مقاومت مدار نصف شود، با ولتاژ ثابت جریان مدار دو برابر می‌شود.

☐ صحیح ☐ غلط

۱۴ــ۲ــ کار عملی ۶ : اندازه‌گیری ولتاژ و جریان AC

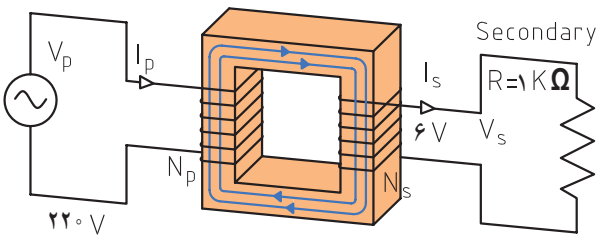
هدف : کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری کمیت‌های جریان و ولتاژ در مدار مقاومتی

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه، بِرِد بُرد یک قطعه، سیم بِرِدبُرد به مقدار کافی، سیم یک سر فیش موزی و یک سر سوسماری ۲عدد، ترانسفورماتور ۲۲۰ ولت به ۶ ولت یک عدد، مقاومت، ۴۷۰Ω ،۱KΩ، $\frac{۱}{۲}$ وات از هر کدام یک عدد.

سؤال ایمنی بسیار مهم

چرا در اتصال ترانسفورماتور به برق شهر باید سیم اولیه ترانسفورماتور را به دقت مورد بازبینی قرار دهید تا سیم لخت و یا دو شاخه دارای شکستگی نباشد؟ اگر این نکته ایمنی را رعایت نکنیم چه اتفاقی ممکن است پیش بیاید؟

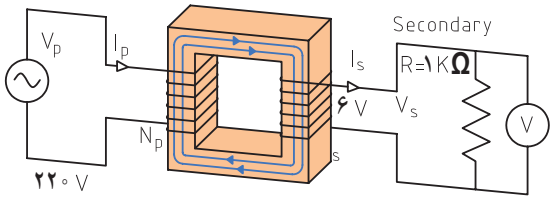
۱ مدار شکل ۶۰ ــ ۲ را روی بِرِد بُرد ببندید.



شکل ۶۰ ــ ۲

۲ مولتی متر را برای اندازه‌گیری ولتاژ AC تنظیم کنید. در صورتی که انتخاب رنج آن اتوماتیک نیست، رنج آن را برای اندازه‌گیری ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور تنظیم کنید.

۳ ولت متر را مطابق شکل ۶۱ ــ ۲ به دو سر مقاومت وصل کنید و سپس کلید مدار را وصل نموده و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید. ولت ..... = V



شکل ۶۱ ــ ۲

سؤال ایمنی

اگر برحسب اشتباه دو سر ثانویه ترانسفورماتور را اتصال کوتاه کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ شرح دهید.

۴ آیا ولتاژ اندازه گیری شده با ولتاژی که روی ترانسفورماتور نوشته شده است، برابر است؟ در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

۵ ولتاژ پیک و ولتاژ پیک تا پیک ثانویه ترانسفورماتور را با فرمول محاسبه کنید.

$V_p = \sqrt{۲} V_{eff}$ = ... ولت

$V_{VP} = ۲V_P$ = ... ولت

۶ اگر مولتی‌متر جریان AC را اندازه نمی‌گیرد، جریان مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید.

$I = \frac{Ve}{R}$ = ... = mA

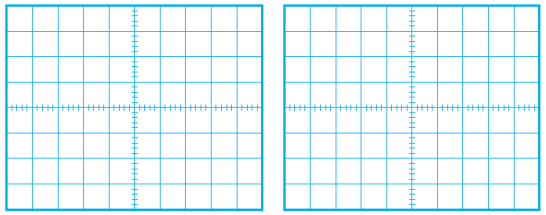
۷ در صورت امکان، جریان مدار را با آمپرمتر AC اندازه بگیرید.

I = ... mA

۱۵ ــ ۲ ــ الگوی آزمون نظری پایانی

۱ DC اول کلمات انگلیسی ..... و AC اول کلمات انگلیسی ..... است.

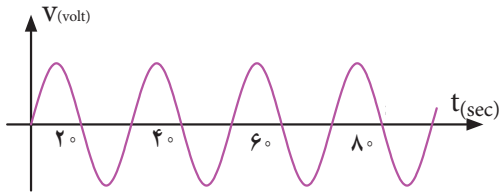
۲ شکل یک جریان مستقیم ثابت و یک جریان مستقیم متغیر را در نمودارهای ۶۲ ــ ۲ــ الف و ب رسم کنید.



ب الف

شکل ۶۲ ــ ۲

۳ زمان تناوب و فرکانس و مقدار مؤثر شکل ۶۳ ــ ۲ را محاسبه کنید.



شکل ۶۳ ــ ۲

۴ اگر مقدار مؤثر موج سینوسی ۱۲ ولت باشد مقدار پیک تا پیک آن چقدر است؟

۵ موجی که مقدار آن تغییر می کند ولی جهت آن ثابت است یک موج متناوب (AC) است؟

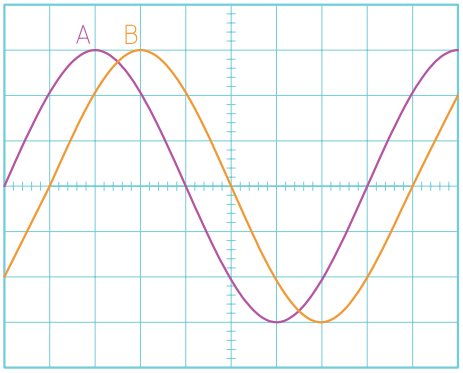
صحیح ☐ غلط ☐

۶ طول موج یک سیگنال رادیویی با فرکانس ۲۵۰۰ هرتز را محاسبه کنید.

$C = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{sec}$ (سرعت امواج رادیویی)

۷ طول موج یک سیگنال رادیویی ۳۰ متر است، اگر سرعت انتشار امواج $C = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{sec}$ باشد، فرکانس موج را محاسبه کنید.

۸ بین دو موج A و B در شکل ۶۴ــ۲ ..... درجه اختلاف فاز وجود دارد و موج A نسبت به B ..... فاز دارد.



شکل ۶۴ــ۲

۹ مقدار متوسط یک موج سینوسی متقارن در یک سیکل کامل صفر است.

صحیح ☐ غلط ☐

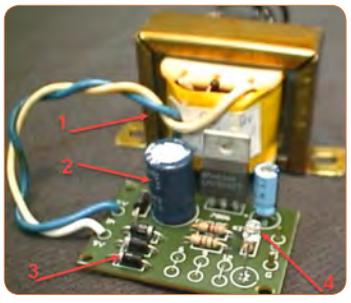
۱۰ اگر روی باتری اتومبیل ۱۲ ولتی نوشته شده باشد Ah ۶۰، اگر مصرف کننده از باتری به‌طور مداوم ۴ آمپر جریان بکشد، بعد از چند ساعت باتری تخلیه می‌شود؟

۱۱ اگر تعداد دور ثانویه ترانسفورماتور بیشتر از اولیه باشد ترانسفورماتور را ..... گویند. در این حالت جریان ثانویه از جریان اولیه ..... است.

۱ــ افزاینده ــ کمتر ۲ــ افزاینده ــ بیشتر

۳ــ کاهنده ــ کمتر ۴ــ کاهنده ــ بیشتر

۱۲ روی بُرد منبع تغذیه شکل ۶۵ ــ ۲ چه قطعاتی به‌کار رفته‌است؟ نام قطعات را بنویسید.



شکل ۶۵ــ۲

۱۶ــ۲ ــ الگوی آزمون پایانی عملی (نرم‌افزاری)

۱ نرم‌افزار ادیسون یا هر نرم‌افزار مشابه دیگر را فعال کنید.

۲ موتور الکتریکی را روی میزکار ظاهر کنید.

۳ مشخصات فنی موتور را روی توان ۲ وات و ولتاژ ۱۲ ولت تنظیم کنید.

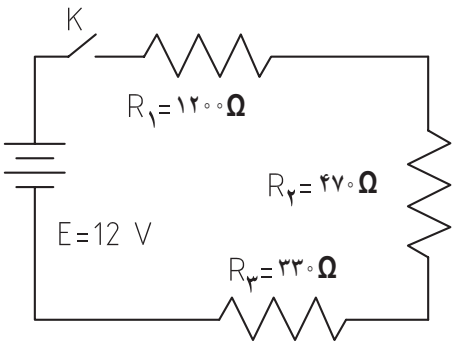
۴ منبع تغذیه را به موتور وصل نمایید و جریان موتور و ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I_{motor}= .....

V_{motor}= .....

۱۷ــ۲ ــ الگوی آزمون پایانی عملی (سخت‌افزاری)

۱ مدار شکل ۶۶ ــ ۲ را روی بِرِد بُرد ببندید.



شکل ۶۶ــ۲

۲ آمپرمتر را برای اندازه‌گیری جریان در مدار قراردهید.

۳ کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I = ...

۴ با ولت‌متر DC ولتاژ دوسر مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

VR_1= .....

VR_2= .....

VR_3= .....

۵ کلید مدار را باز کنید و ولتاژ دو سر کلید را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

کلید باز V = ...

ارزشیابی شایستگی اندازه‌گیری ولتاژ و جریان AC و DC

شرح کار:

۱. ترسیم انواع شکل موج‌های DC و AC و محاسبه مؤلفه‌های شکل موج‌ها
۲. استفاده از منابع ولتاژ DC و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ DC با مولتی‌متر
۳. استفاده از منابع ولتاژ DC و اندازه‌گیری دقیق جریان DC با مولتی‌متر
۴. کاربرد منابع ولتاژ AC جهت تأمین ولتاژهای AC و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ AC با مولتی‌متر
۵. کاربرد منابع ولتاژ AC در تأمین ولتاژهای AC و اندازه‌گیری دقیق جریان AC با مولتی‌متر
۶. نصب نرم‌افزارهای مرتبط در رایانه و انتخاب منابع تغذیه DC و AC و مولتی‌متر
۷. اندازه‌گیری صحیح ولتاژ DC و AC با مولتی‌متر به کمک نرم‌افزار

استاندارد عملکرد:

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

شاخص‌ها:

۱ـ ترسیم صحیح و دقیق دو نمونه شکل موج‌های AC و DC و محاسبهٔ مؤلفه‌های شکل موج‌ها و اختلاف فاز و زاویه فاز در AC(دو نوع شکل موج)(۵ دقیقه)
۲ـ اندازه‌گیری صحیح ولتاژ و جریان AC و DC با مولتی‌متر (۱۵ دقیقه)
۳ـ اندازه‌گیری صحیح دو نمونه ولتاژ و جریان AC و DC با مولتی‌متر در نرم‌افزار مرتبط (۲۰ دقیقه)

شرایط انجام کار:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف(مونتاژکاری) ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع ـ دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد ۱۸۰W×۱۸۰D×۸۰H مجهز به فیوز حفاظت جان ـ رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ فرد با لباس کار ـ انجام کار در حال نشسته و یا ایستاده ـ ماسک ـ تهویه ـ نرم‌افزار خاص

ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی برق یا الکترونیک ـ ابزار و تجهیزات تخصصی ـ شبکهٔ اینترنت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	تشریح ولتاژهای AC و DC	۱	
۲	منابع و کاربرد ولتاژهای AC و DC	۲	
۳	اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DC به وسیله مولتی‌متر	۲	
۴	استفاده از نرم‌افزار در اندازه‌گیری کمیت‌ها	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات ۴ـ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

رشتهٔ : الکترونیک و مخابرات دریایی درس : عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی واحد یادگیری :۲

فصل سوم

موج و کمیت‌های آن

امواج در عصر حاضرکه عصر ارتباطات و انتقال اطلاعات نام‌گرفته است، نقش حیاتی برای بشر امروزی دارد. اطلاعات، سوار براین امواج، فضا را در نوردیده و در اختیار صنایع و اشخاص قرارمی‌گیرد. اندازه‌گیری کمیت‌های امواج دریافتی، اهمیت تعیین‌کننده‌ای دارد زیرا فقط با اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف است که می‌توان هر علم و عملی را مورد بررسی دقیق قرارداد و از آن نتیجه مطلوب را به دست آورد. در صنایع برق، الکترونیک، حوزه پزشکی، صنعت خودرو، صنایع‌نظامی و سایر صنایع، بدون استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری، عملاً توانایی انجام وظیفه به‌طور مطلوب امکان‌پذیر نیست. لذا دستگاه‌های مولد امواج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن نظیر سیگنال‌ژنراتور، فرکانس‌متر و اسیلوسکوپ نقش مهم و وسیعی دارند، زیرا این دستگاه‌ها قادر هستند کمیت‌های فیزیکی را که قابل رؤیت نیستند، آشکار نموده و اندازه‌گیری لازم را انجام دهند. در این راستا آموزش به کارگیری از این دستگاه‌ها چه از طریق نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری اهمیت ویژه‌ای دارد.

واحد یادگیری ۳
شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین کمیت‌های موج

آیا تا به‌حال پی برده‌اید :

- آیا در عصر حاضر بدون دستگاه‌های الکترونیکی به راحتی می‌توان زندگی کرد؟
- امواج چه نقشی در انتقال اطلاعات دارند؟
- اگر اختلالی در مقدار کمیت‌های امواج ارسالی از طرف فرستنده‌ها رخ دهد، چه اتفاقی می‌افتد؟
- چه دستگاه‌هایی کمیت‌های موج را نشان می‌دهند؟
- دستگاه‌هایی که امواج مغز یا قلب را نشان می‌دهند با دستگاه‌های‌اندازه گیری الکترونیکی چه شباهتی دارند؟
- چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری کمیت‌های موج وجود دارد؟
- راهنمای کاربرد دستگاه‌ها چه کاربردی دارد؟

اسیلوسکوپ شاخص‌ترین دستگاه در میان دستگاه‌های الکترونیکی است که برای مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن به‌کار می‌رود. در این واحد یادگیری، ابتدا به شرح انواع شکل موج متداول و کمیت‌های مربوط به هر شکل‌موج می‌پردازیم، سپس طرزکار با دستگاه مولد موج (سیگنال‌ژنراتور) تشریح خواهد شد. برای بررسی کمیت‌های موج باید شکل‌موج به درستی روی صفحه اسیلوسکوپ ترسیم شود، لذا کار با اسیلوسکوپ اهمیت ویژه‌ای دارد که به تفصیل شرح داده می‌شود. در فرایند آموزش، توجه به نکات ایمنی و شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها باید همواره مدنظر باشد.