۲۷ــ۴ــ الگوی آزمون نظری پایانی و احد یادگیری :

۱ با استفاده از اسیلوسکوپ می‌توانیم شکل موج را مشاهده‌کنیم و ..... و ..... و ..... موج را اندازه بگیریم.

۲ CRT اول کلمات انگلیسی .....

و LCD اول کلمات انگلیسی ..... است.

۳ کار ولوم INTEN ..... و کار ولوم FOCUS ..... است.

۴ برای تنظیم زاویه اشعه هنگامی که به‌صورت خط در می‌آید از ولوم Trace Rotation استفاده می‌کنیم.

صحیح ☐ غلط ☐

۵ اگر کلید AC ــ GND ــ DC روی AC قرار داشته باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱) سیگنال مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۲) جزء AC موج حذف و فقط DC موج اندازه‌گیری می‌شود.

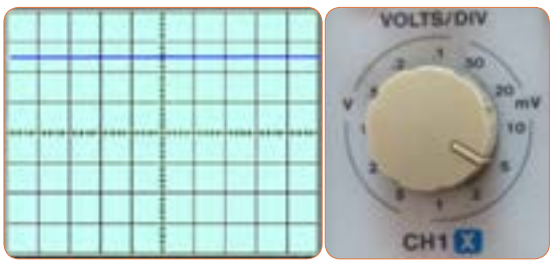
۳) فقط سیگنال AC موج وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۴) موج AC و DC هردو قابل اندازه‌گیری هستند.

۶ برای ظاهرنمودن موجی با فرکانس ۵۰ هرتز برق شهر کلید Source Trigger بهتر است در کدام وضعیت قرارگیرد؟

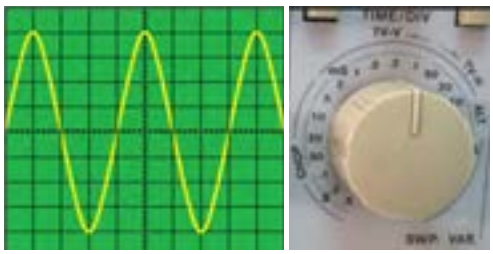
۱) CH۱ ۲) CH۲ ۳) LINE ۴) EXT

۷ مقدار ولتاژ DC نشان داده شده در شکل ۸۰ ــ ۴ چند ولت است؟



شکل ۸۰ ــ ۴

۸ زمان تناوب و فرکانس موج سینوسی شکل ۸۱ ــ ۴ را محاسبه کنید.

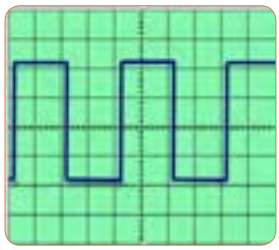


شکل ۸۱ــ۴

۹ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۸۲ــ۴ را محاسبه کنید.

$Time/DIV = ۰/۲\ \mu sec$

$VOLT/DIV = ۵۰\ mv$

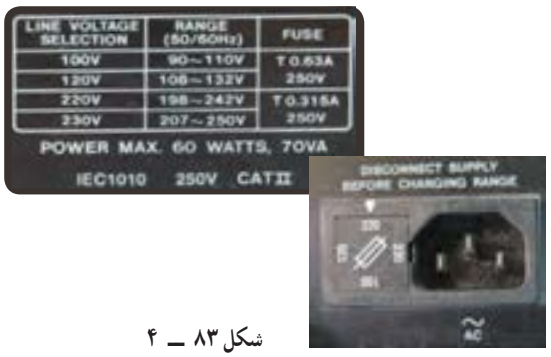


شکل ۸۲ــ۴

۱۰ با توجه به شکل ۸۳ ــ ۴ که در قاب پشت اسیلوسکوپ نوشته شده است به سؤالات پاسخ دهید.

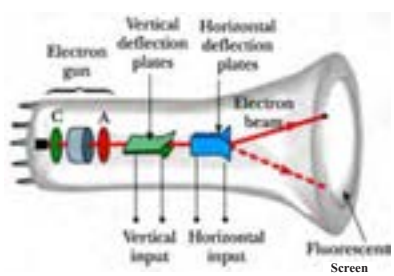
الف ــ کمترین و بیشترین ولتاژی که می‌توان به این دستگاه وصل نمود چند ولت است؟

ب ــ ماکزیمم توان مصرفی دستگاه چند وات است؟



شکل ۸۳ ــ ۴

۱۱ با توجه به شکل ۸۴ ــ ۴ اجزای لامپ CRT را به فارسی ترجمه کنید.



شکل ۸۴ ــ ۴

۱۲ هر یک از کلید یا ولوم نام برده شده در زیر را به کلید یا ولوم آن روی صفحه اسیلوسکوپ شکل ۸۵ ــ ۴ با خطوط رنگی اتصال دهید.

الف) ولوم INTENSITY

ب) خروجی موج مربعی کالیبره

پ) ولوم تنظیم موقعیت عمودی

ت ــ دگمه AC/DC

ث) ولوم FOCUS

شکل ۸۵ ــ ۴

۲۸ ــ ۴ ــ الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری

۱ نرم‌افزار مولتی‌سیم را راه اندازی کنید.

۲ فانکشن ژنراتور نرم‌افزار را روی میزکار ظاهر کنید.

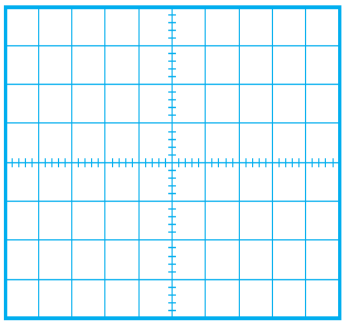
۳ فانکشن ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۱۰ ولت تنظیم کنید.

۴ به وسیلهٔ مولتی‌متر ولتاژ خروجی فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت ..... = V

۵ به وسیلهٔ فرکانس‌متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. F=.....Hz

۶ اسیلوسکوپ سه‌بعدی نرم‌افزار را به روی میز کار بیاورید و موج سیگنال ژنراتور را به ورودی اسیلوسکوپ وصل کنید.

۷ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۸۶ ــ ۴ رسم کنید.



$Time/DIV=$
$VOLT/DIV=$

شکل ۸۶ ــ ۴ــ محل ترسیم شکل موج

۸ دامنه پیک‌تاپیک موج را اندازه بگیرید.

V_{PP} = ( )×( ) V_{PP}= V

۹ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

T = ( )×( ) T= Sec

۱۰ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$F=\frac{1}{T}$ =..... = ...HZ

۲۹ ــ ۴ ــ الگوی آزمون عملی پایانی واحد یادگیری (با دستگاه واقعی)

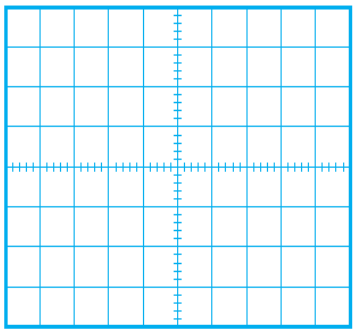
۱ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۳ ولت تنظیم کنید.

۲ به وسیله ولت‌متر ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. V= ..... ولت

۳ به وسیله فرکانس متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. F=.....Hz

۴ موج سیگنال ژنراتور را به ورودی کانال یک اسیلوسکوپ وصل کنید.

۵ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۸۷ ــ ۴ رسم کنید.



$Time/DIV=$
$VOLT/DIV=$

شکل ۸۷ ــ ۴ــ محل ترسیم شکل موج

۶ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$V_{pp}=$ (.....) × (.....) ..... $Vpp=$ V

۷ مقدار مؤثر ولتاژ را محاسبه‌کنید. V_e=.....V

۸ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

۹ فرکانس موج را محاسبه‌کنید.

T= (.....) × (.....) ..... T= ..... Sec

$F=\frac{۱}{T}=$ ..... = ... Hz

۱۰ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده انطباق دارد؟ بلی ☐ خیر ☐ چرا؟.....

.....

ارزشیابی شایستگی مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن

شرح کار:

۱. ترسیم انواع شکل موج‌ها (سینوسی، مربعی، دندانه‌اره‌ای) و مقایسه و تشریح انواع شکل موج‌ها
۲. استفاده و کاربرد دفترچه راهنمای دستگاه‌های مولد موج به زبان اصلی جهت آشنایی با عملکرد آنها
۳. استفاده از دفترچه راهنمای کاربرد اسیکوسکوپ و راه‌اندازی اسیلوسکوپ
۴. بستن یک مدار با قطعات الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار
۵. اندازه‌گیری دامنه، فرکانس و زمان تناوب سیگنال خروجی مدار با اسیلوسکوپ
۶. اندازه‌گیری صحیح فرکانس با فرکانس‌متر
۷. انتخاب، نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مرتبط
۸. بستن یک نمونه مدار در نرم‌افزار و اندازه‌گیری کمیت‌ها با دستگاه‌های نرم‌افزار

استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری و ترسیم شکل موج‌های مختلف با اسیلوسکوپ

شاخص‌ها:

۱ـ بستن صحیح یک نمونه مدار کاربردی الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار و اندازه‌گیری دامنه و فرکانس، زمان تناوب و سایر کمیت‌های مدار (۱۰ دقیقه)
۲ـ اندازه‌گیری دقیق و صحیح با فرکانس‌متر (۱۰ دقیقه)
۳ـ بستن یک نمونه مدار و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار مانند فرکانس، زمان تناوب و دامنه و اختلاف فاز با استفاده از نرم‌افزار (۱۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک 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 W۱۸۰×D۸۰×H۸۰ مجهز به فیوز حفاظت جان ـ رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ فرد با لباس کار ـ انجام کار در حال نشسته ـ ماسک ـ تهویه ـ نرم‌افزار خاص

ابزار و تجهیزات: قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف) ـ ابزار عمومی برق یا الکترونیک ـ شبکهٔ اینترنت ـ لوازم‌التحریر (خودکار ـ کاغذ) ـ ابزار تجهیزات تخصصی ـ فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی)

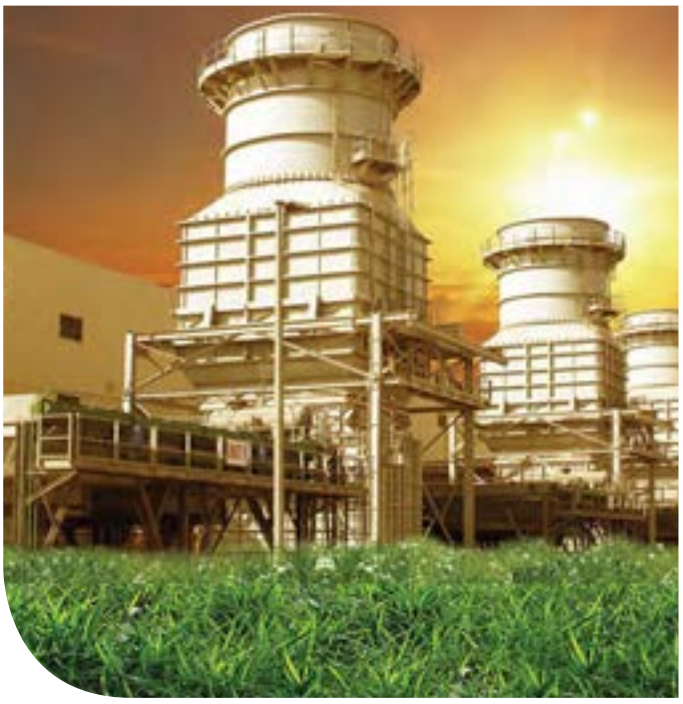
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	تشریح و ترسیم انواع شکل موج	۱	
۲	دستگاه‌های مولد انواع موج	۱	
۳	کار با اسیلوسکوپ	۲	
۴	اندازه‌گیری مشخصات شکل موج با اسیلوسکوپ	۲	
۵	استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط برای بندهای ۱ تا ۴	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: 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.

فصل چهارم

توان و ضریب توان



در دنیای امروز، انرژی از اهمیت بسیارزیادی برخوردار است. انرژی که عامل قدرت، حرکت و انجام کار است را همه‌ما می‌شناسیم. نیروی برق یکی از اصلی‌ترین منبع انرژی موردمصرف بشر است. در زندگی ما وسایل زیادی مانندلامپ، یخچال، کولر، تلویزیون و رایانه با برق کارمی‌کنند. تولید برق در نیروگاه‌هایی که از سوخت فسیلی استفاده‌می‌کنند، محیط زیست را آلوده می‌نماید و در ضمن غیر قابل تجدید و رو به اتمام است. ولی استفاده از نیروی باد، آب وانرژی‌های نوین مانند انرژی «زمین-گرمایی» و انرژی خورشیدی، سوخت‌های پاک و تمام‌نشدنی هستند. لذا شناخت انواع انرژی، توان، ضریب توان و اصلاح آن و کاهش تلفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. باید درجهت استفاده صحیح از انرژی، ذخیره‌سازی آن، کاهش آلایندگی و صرفه‌جویی در هزینه به شکل شایسته‌ای فرهنگ‌سازی شود. این امر تنها با کسب دانش مربوطه امکان‌پذیر است.

واحد یادگیری ۵

شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

آیا تا به‌حال پی برده‌اید :

- توان و انرژی و صرفه‌جویی در مصرف‌آن از چه اهمیتی برخوردار است؟
- استفاده از انرژی‌های نوین مانند انرژی خورشیدی در میزان مصرف و حفظ محیط‌زیست و منابع زیرزمینی چه نقشی دارد؟
- آیا در انتخاب یک دستگاه الکتریکی و الکترونیکی باید به برچسب انرژی توجه شود؟
- در مراکز صنعتی، ضریب توان و اصلاح آن چقدر اهمیت دارد؟
- از چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری توان و ضریب توان می‌توان استفاده‌کرد؟
- چه دستگاه‌هایی توان و ضریب توان را نشان می‌دهند و توانایی‌خواندن کاتالوگ‌این دستگاه‌ها چقدر مهم است؟

با عبور جریان از یک مدار شامل مقاومت، انرژی الکتریکی باتری به نوع دیگر انرژی مانند گرما تبدیل می‌شود. یکی از مسائل عمده و پیچیده در عصر حاضر موضوع صرفه‌جویی در انرژی است که براساس توان مصرفی دستگاه تعیین می‌شود. درصورتی‌که با توان الکتریکی آشنایی داشته باشیم، به آسانی می‌توانیم دستگاه مناسب را انتخاب و به حفظ محیط‌زیست کمک کنیم. دستگاه‌های پرمصرف و کم‌بازده موجب اتلاف توان و ازدیاد هزینه و آسیب به محیط‌زیست می‌شوند. از این رو دستگاه‌های الکتریکی را با برچسب انرژی دسته‌بندی می‌کنند. دراین واحد یادگیری، توان، انواع توان(DC و AC)، ضریب توان و چگونگی اصلاح ضریب توان را شرح می‌دهیم، همچنین با استفاده از مولتی‌متر، ضمن رعایت نکات‌ایمنی، با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ، مقدار توان را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط، به اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب قدرت می‌پردازیم. در مراحل انجام کار، توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند محاسبه، خلاقیت، مدیریت منابع، مدیریت کار و کیفیت، ارتباط مؤثر، کار تیمی، کاربرد فناوری و رعایت اخلاق حرفه‌ای و سایر مواردی که با موضوع مرتبط بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است، مطرح خواهد شد.

استاندارد عملکرد :

اندازه‌گیری توان و ضریب توان با مولتی متر با تولرانس حداکثر ۱۰ در صد و اجرای کار به صورت نرم‌افزاری

۱ــ۵ــ مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز و احدیادگیری

ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع‌تغذیه، مولتی‌متر، اسیلوسکوپ، رایانه و نرم افزارهای مناسب

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده‌است

فیلم ۱

فیلم مربوط‌به انواع برچسب انرژی دستگاه‌ها را مشاهده کنید.

پژوهش

درباره برچسب انرژی تحقیق کنید. برچسب انواع دستگاه‌های الکتریکی موجود در منزل خود را شناسایی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۲ــ۵ــ انرژی الکتریکی مصرفی در یک مقاومت

هنگام عبور جریان از یک مقاومت، دمای آن افزایش می‌یابد. انرژی دریافتی از منبع در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. انرژی گرمایی به عوامل زیر بستگی دارد.

۱ مقدار مقاومت الکتریکی (R)

۲ مجذور شدت جریان عبوری از مقاومت (I^2)

۳ مدت زمان عبور جریان از مقاومت (t)

انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت را با W نشان می‌دهند. W از رابطه $W=R.I^2.t$ به‌دست می‌آید. اگر R بر حسب اهم، I برحسب آمپر و t بر حسب ثانیه باشد، یکای انرژی (W) برحسب ژول (J) است.

۳ــ۵ــ توان الکتریکی در جریان DC (DC Electrical Power)

آهنگ تبدیل انرژی الکتریکی به نوع دیگر انرژی مانند انرژی گرمایی در مقاومت را توان الکتریکی گویند. آهنگ مصرف انرژی همان سرعت تبدیل انرژی است که به مقدار انرژی مصرف شده در مدت یک ثانیه گفته می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم که :

$$\text{توان الکتریکی} = \frac{\text{انرژی الکتریکی مصرف‌شده}}{\text{مدت زمان مصرف انرژی}} \qquad P=\frac{W}{t}$$

$$\text{توان الکتریکی} = \frac{W}{t} = \frac{RI^2t}{t} = RI^2$$

یکای توان ژول بر ثانیه ($\frac{J}{S}$) یا وات است. در مقادیر بالاتر، از کیلووات و مگاوات استفاده می‌شود. در شکل الف‌ــ۱ــ۵ ژنراتور با وات کم و در شکل ب‌ــ۱ــ۵ نیروگاه با توان تولیدی بالا را مشاهده می‌کنید.

$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$$

۱ کیلووات = ۱۰۰۰W = ۱KW

۱ مگاوات = ۱۰۰۰۰۰۰W = ۱MW

الف ــ مولد ۲/۵ کیلوواتی

ب ــ نیروگاه با توان بالا

شکل ۱ ــ ۵ــ مولد کوچک و یک نیروگاه

فکر کنید

به‌طورمتوسط میزان انرژی تولیدشده توسط بدن انسان به ازای هرکیلوگرم، چند وات است؟

فیلم ۲

فیلم مربوط به‌دستگاه‌های کم وات، پر وات، نیروگاه و برچسب انرژی را مشاهده کنید.

پژوهش

در مورد خورشید و انرژی تولیدی توسط آن و موارد مطرح شده در زیر پژوهش کنید و نتایج پژوهش را به کلاس ارائه دهید. (شکل ۲ــ۵)

۱ عمر خورشید چند میلیارد سال است؟

۲ دمای سطح و مرکز خورشید چقدر است؟

۳ چه فعل و انفعالاتی در مرکز خورشید انجام می‌گیرد که انرژی آن به نور و گرما تبدیل می‌شود؟

۴ خورشید در هر ثانیه چند تن مواد را به انرژی تبدیل می‌کند؟

۵ این میزان انرژی تولیدشده توسط خورشید در هر ثانیه چند وات است؟

۶ این سوخت تا چند میلیارد سال دیگر ادامه دارد؟

۷ میزان انرژی که هر منطقه مستقیماً تحت تأثیر تابش نور خورشید دریافت می‌کند چند وات به ازای هر متر مربع است؟

۴ ــ ۵ ــ رابطه‌های توان

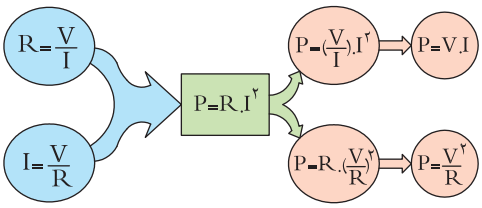
نمودار ۱ــ۵ چگونگی به دست آوردن دو رابطه دیگر توان الکتریکی را نشان می‌دهد. توان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسب بخار» (Horse Power = hp) نیز بیان

شکل ۲ــ۵ــ خورشید

می‌کنند. این واحد در سیستم‌های انگلیسی و آمریکایی به صورت زیر تعریف شده است.

۱ hp = ۷۳۶ w (یک اسب بخار در سیستم انگلیسی)

۱ hp = ۷۴۶ w (یک اسب بخار در سیستم آمریکایی)



نمودار ۱ ــ ۵ــ روابط توان

نرم‌افزار

از نرم‌افزار تعاملی برای بررسی عوامل مؤثر بر توان و محاسبه توان استفاده کنید.

مثال ۱ : مقدار توان و انرژی مصرفی یک موتور الکتریکی مانند شکل ۳ ــ ۵ با قدرت ۲ اسب بخار (انگلیسی) که در شبکه ۲۲۰ ولتی به مدت ۲۰ دقیقه کار می‌کند را حساب کنید. حل :

$P = ۲hp = ۲ \times ۷۳۶ = ۱۴۷۲W$

ثانیه $t = ۲۰ \text{ دقیقه} \Rightarrow t = ۲۰ \times ۶۰ = ۱۲۰۰$

ژول $w = P \times t = ۱۴۷۲ \times ۱۲۰۰ = ۱۷۶۶۴۰۰$

شکل ۳ ــ ۵ــ موتور

پژوهش

درباره برچسب انرژی و درجه‌بندی‌های آن تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

مثال ۲ : روی لامپی مانند شکل ۴ ــ ۵ نوشته شده است ۶ ولت ۳ وات، اگر لامپ با مقادیر نامی‌خود کار کند، جریان مصرفی ومقاومت لامپ را به‌دست آورید.

حل : در فرمول توان عددگذاری می‌کنیم و جریان را به‌دست می‌آوریم.

$$P = V \times I \quad \Rightarrow \quad I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{۳}{۶} = ۰/۵A$$

$$P = \frac{V^۲}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{V^۲}{P}$$

$$R = \frac{۶^۲}{۳} \quad \Rightarrow \quad R = ۱۲\Omega$$

شکل۴ ــ۵ــ لامپ ۶ ولت ۳ وات

الگوی پرسش

آیا می‌توانیم دو لامپ با توان مختلف و ولتاژ کار مساوی را با هم سری کنیم و ولتاژی دوبرابر ولتاژ نامی هر لامپ به مدار بدهیم؟

مثال ۳ : یک مقاومت ۱۰۰ اهم ۴ وات حداکثر چند آمپر رامی‌تواند تحمل کند؟

حل : از رابطه $P = RI^۲$ ، $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ را به‌دست می‌آوریم.

در رابطه عددگذاری می کنیم.

$$I = \sqrt{\frac{۴}{۱۰۰}} = ۰/۲\ A$$

نکته ایمنی

آیا عبور جریان بیش از اندازه سبب سوختن قطعات الکترونیکی برد شکل ۵ ــ ۵ شده است؟ همیشه باید به حداکثر جریان مجاز عبوری از قطعات توجه کنید.

شکل ۵ ــ ۵ ــ قطعاتی از برد سوخته است.

پژوهش

پژوهش‌های زیر را انجام دهید و به کلاس ارائه کنید.

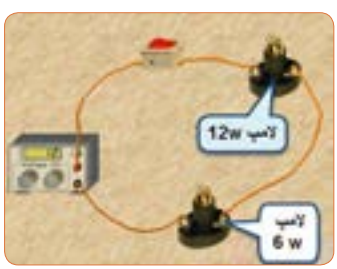
۱ الف) حداکثر ولتاژی که لامپ مثال ۲ می‌تواند تحمل کند چند ولت است؟

ب) در صورتی که به این لامپ ولتاژ بیشتر یا کمتر اعمال شود چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد؟ نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

۲ اگر یک لامپ۱۲ وات، ۶ ولت و یک لامپ ۶ وات، ۶ ولت را مطابق شکل ۶ ــ ۵ با هم سری کنیم :

الف) هر لامپ چه مقاومتی دارد؟

ب) اگر کلید را وصل کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ با محاسبه استدلال کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۶ ــ ۵ــ دو لامپ سری با توان مختلف

۳ درباره موارد زیر که با سلول‌های خورشیدی (Solar Cells) مانند شکل ۷ــ۵ مرتبط است، پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه نمایید. ساختمان سلول‌های خورشیدی ــ فناوری‌های ساخت انواع آن ــ آیا می‌توان انرژی مصرفی مورد نیاز منزل خود را توسط سلول‌های خورشیدی تأمین کرد؟

شکل ۷ــ۵ــ نمونه‌ای از سلول‌خورشیدی

بارش فکری

در ارتباط با موارد زیر که مربوط به کولر گازی است، با سایر هنرجویان بحث کنید و نظرات هر یک را روی تابلوی کلاس بنویسید، سپس مطالب را جمع‌بندی کنید.

۱ آیا گاز داخل کولرگازی قدیمی و جدید برای محیط زیست مضر است؟

۲ در کولر گازی مدرن از چه روشی برای کاهش مصرف انرژی استفاده می‌کنند؟

۳ چه رابطه‌ای بین ابعاد اتاق و قدرت کولرگازی وجود دارد؟

۴ آیا برای مناطق مختلف آب و هوایی (مناطق گرمسیر، معتدل و سردسیر) انواع متفاوتی از کولر وجود دارد؟ رعایت انتخاب یک دستگاه مناسب به کدام شایستگی غیرفنی اشاره دارد؟

پژوهش

با توجه به رابطه توان $P = R.I^2$ اگر R برابر صفر شود، توان تلفاتی صفر می‌شود. این پدیده در ابررساناها (Superconductor) به‌وجود می‌آید. در ارتباط با موارد زیر که مربوط به ابررساناها می‌باشد، تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

- تاریخچه کار روی تولید مواد با خاصیت ابررسانایی
- چه عناصری و در چه شرایطی به ابررسانا تبدیل می‌شوند؟
- ابررساناها چه خواصی دارند؟
- ابررساناها در صنعت برق و انرژی چه تحولی می‌توانند ایجاد کنند؟
- سایر موارد کاربرد ابررساناچیست؟
- یک آهنربا با استفاده از خاصیت ابررسانا در شکل ۸ــ۵ نشان‌داده شده است از این خاصیت در صنعت چه استفاده‌ای می‌شود؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.

شکل۸ــ۵ــ یک خاصیت ابررسانا

۵ــ۵ــ کار عملی ۱ــ اندازه‌گیری توان الکتریکی در مقاومت با استفاده از نرم‌افزار

هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان مقاومت به کمک نرم‌افزار

ابزار، مواد و تجهیزات موردنیاز : رایانه ــ نرم‌افزار مناسب

مراحل اجرای کار

نکته ایمنی

در هنگام کار با رایانه برای جلوگیری از آسیب رسیدن به بدن به نکات مهم زیر توجه کنید.

۱ از صندلی استاندارد استفاده کنید. صندلی باید به‌گونه‌ای باشد که با ارگونومی بدن شما سازگار باشد.

۲ ارتفاع میز و صندلی به‌گونه‌ای باشد که بالای نمایشگر تقریباً در راستای چشمان شما قرارگیرد.

۳ همواره نمایشگر و صفحه کلید کاملاً روبه‌روی شما قرار گیرد.

۴ به ازای هر ۴۵ دقیقه کار با رایانه، بدن شما نیاز به ۵ دقیقه نرمش دارد.

فکر کنید

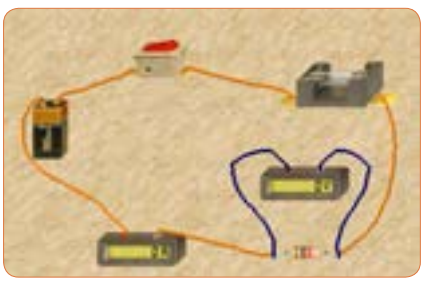
۵ شکل ۹ ــ ۵ چه پیام‌هایی برای شما دارد؟ به آن فکر کنید و همواره به آنها عمل کنید.

شکل ۹ ــ ۵ ــ پیام‌های HSE

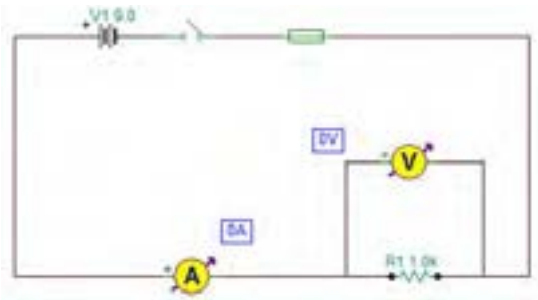
۶ نرم‌افزار ادیسون را راه‌اندازی کنید.

۷ مدار شکل الف ــ ۱۰ــ۵ را با استفاده از نرم افزار ببندید.

در شکل ب ــ ۱۰ــ۵ نقشه فنی مدار رسم شده است.



الف ــ مدار عملی محاسبه توان



ب ــ نقشه فنی مدار

شکل ۱۰ ــ ۵ــ مدار عملی محاسبه توان و نقشه فنی مدار

۸ مقدار مقاومت الکتریکی و توان مصرفی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده محاسبه کنید.

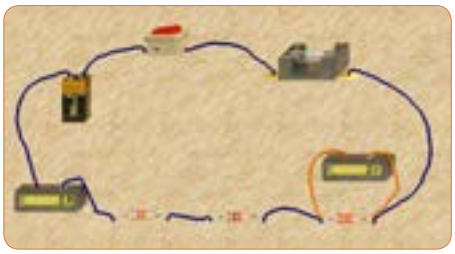
R =..... Ω P =..... W

۹ آیا می‌توانید با داشتن مقدار جریان عبوری از یک مقاومت و ولتاژ دو سر آن، توان مصرف شده در مقاومت را به دست آورید؟ این تجربه را در مورد مدار شکل ۱۰ ــ ۵ اجرا کنید و بطور کامل توضیح دهید.

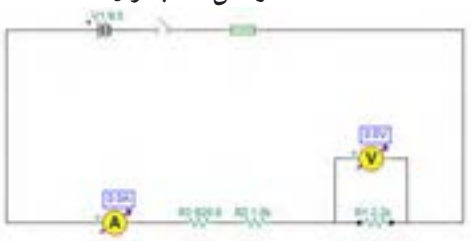
نکته

در نرم‌افزار ادیسون وات متر وجود ندارد، به همین علت برای اندازه‌گیری توان مصرفی قطعات از آمپرمتر و ولت متربه طور هم زمان استفاده می کنند.

۱۰ مدار شکل ۱۱ــ ۵ را ببندید.



الف ــ مدار عملی محاسبه توان



ب ــ نقشه فنی مدار محاسبه توان

شکل ۱۱ ــ ۵ ــ مدارعملی و نقشه فنی محاسبه توان

۱۱ کلید مدار را وصل کنید و توان مقاومت ۲۲۰۰ اهمی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده به دست آورید.

V_{R1} = ... V

I = ... mA

$P_{R1}=V\times I$ = ... = ... mW

۱۲ آیا می‌توانید توان مصرفی مقاومت‌های دیگر را به دست آورید؟ تجربه کنید و نتایج را بنویسید.

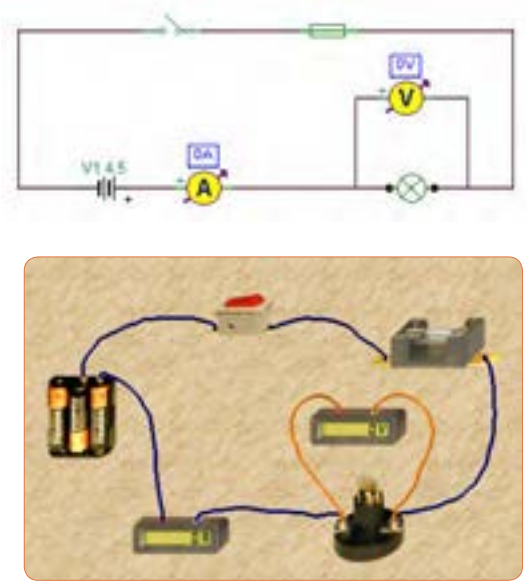
$P_{R2}=V\times I$ = ... = ... mW

$P_{R3}=V\times I$ = ... = ... mW

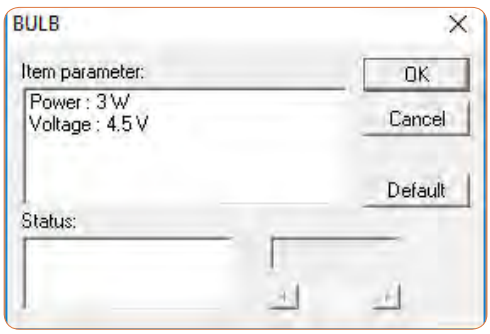
۱۳ مدار شکل ۱۲ــ۵ را ببندید. مقدار ولتاژ و توان لامپ را مطابق شکل ۱۳ ــ ۵ تنظیم کنید، کلید مدار را وصل کنید.

۱۴ با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده توسط آمپرمتر و ولت متر توان الکتریکی لامپ را به دست آورید.

P_{Lamp} = ... = ... mW

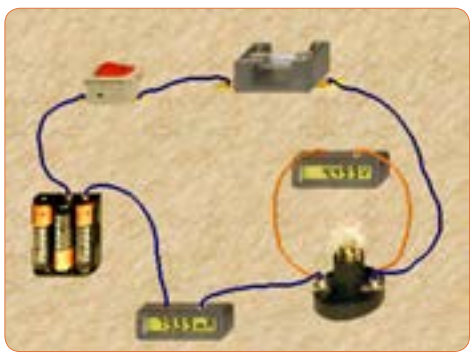


شکل ۱۲ــ۵ ــ مدار عملی و نقشه فنی آن



شکل ۱۳ــ۵ــ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۴/۵ ولت

۱۵ اگر توان مجاز مصرفی لامپ را با استفاده از تنظیم‌های موجود در قسمت مشخصات آن کاهش دهیم یا ولتاژ نامی لامپ را افزایش دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ مدار شکل ۱۴ ــ ۵ این وضعیت را نشان می‌دهد. در این مدار ولتاژ نامی لامپ را از ۴/۵ ولت به ۷/۵ ولت افزایش داده‌ایم.



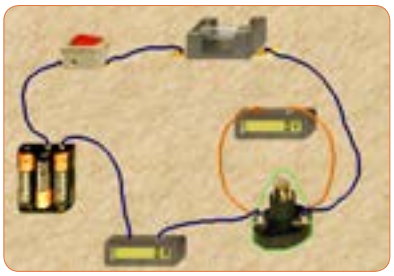
شکل ۱۴ــ۵ــ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۷/۵ ولت

نکته

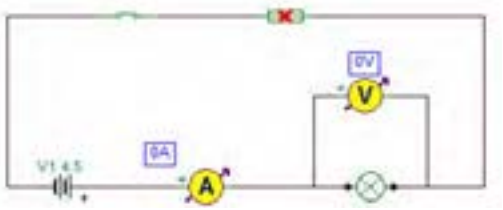
از آنجا که مدار در نرم‌افزار شبیه سازی شده است، عملاً تغییر توان نامی لامپ تأثیری روی نور آن نمی‌گذارد، اما از طریق افزایش ولتاژ نامی، با ثابت بودن ولتاژ منبع، توان مصرفی لامپ کاهش می‌یابد.

۱۶ چرا با افزایش ولتاژ کار لامپ در مدار شکل ۱۴ ــ ۵ نور لامپ کمتر شده است؟ توضیح دهید.

۱۷ در مدار شکل ۱۵ ــ ۵ توان لامپ را افزایش داده‌ایم. در این مدار توان لامپ ۱۰ وات است. چرا جریان مصرفی صفر شده و فیوز سوخته است؟ در شکل الف ــ ۱۵ ــ ۵ مدار عملی و در شکل ب ــ ۱۵ ــ ۵ نقشه فنی مدار را مشاهده می‌کنید.



الف ــ مدار عملی



ب ــ نقشه فنی

شکل ۱۵ــ۵ــ سوختن فیوز با افزایش توان لامپ

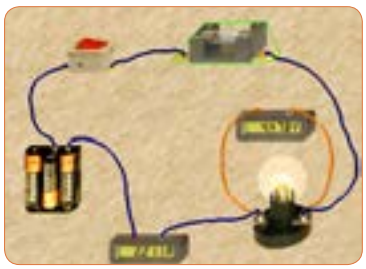
۱۸ در شکل الف ــ ۱۶ ــ ۵ مشخصات لامپ و در شکل ب ــ ۱۶ ــ ۵ مشخصات فیوز مدار را مشاهده می‌کنید با توجه به این مشخصات آیا لامپ می‌سوزد؟ شرح دهید.

الف ــ مشخصات لامپ

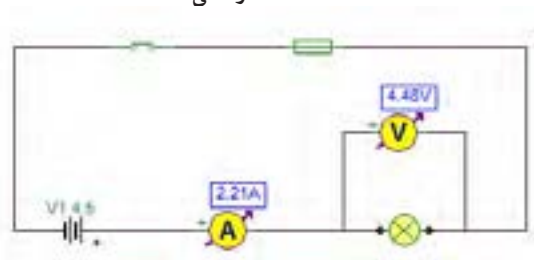
ب ــ مشخصات فیوز

شکل ۱۶ ــ ۵ــ مشخصات لامپ و فیوز

۱۹ با استفاده از رابطه $I=\frac{P}{V}$ جریان مدار را محاسبه‌کنید و سپس مشخصات فیوز را به مقدار مناسب تغییر دهید و پس از تعمیر فیوز با استفاده از گزینه Repair، کلید را روشن کنید. باید طبق شکل ۱۷ ــ ۵ لامپ روشن شود و جریان عبوری از مدار حدود ۲/۲ آمپر باشد.



الف ــ مدار عملی



ب ــ نقشهٔ فنی

شکل ۱۷ــ۵ــ مدار اصلاح شده

۲۰ توان لامپ را با استفاده از فرمول به‌دست آورید.

$P=v.i=(\ldots\ldots).(\ldots\ldots)=\ldots\ldots W$

۶ ــ ۵ کار عملی ۲ــ اندازه‌گیری توان DC به وسیله مولتی متر

هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان مقاومت از طریق اندازه‌گیری ولتاژ و جریان با مولتی‌متر

نکته مهم : باتوجه به امکانات موجود در آزمایشگاه می‌توانید مقادیر قطعات را تغییر دهید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت ۱kΩ، $\frac{1}{4}$ وات یک عدد ــ مقاومت ۱۰۰ اهم ۲ وات، یک عدد ــ مولتی‌متر دیجیتالی، یک دستگاه ــ بِردبُرد، یک قطعه ــ منبع تغذیه، یک دستگاه ــ سیم‌بِردبُرد، به تعداد مورد نیاز ــ سیم رابط

تغذیه به بِرِد بُرد یک سر موزی و یک سر سوسماری، از هر کدام دو عدد کلید قطع و وصل، یک عدد

توجه : هنگام کار در آزمایشگاه حتماً لباس کار به تن داشته باشید

مراحل اجرای کار

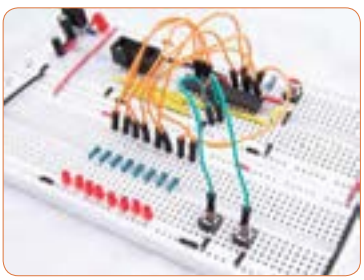
سؤال ایمنی

۱ برای اتصال نقاط مختلف بِرِد بُرد به یکدیگر، از سیم مخصوص آن استفاده کنید. اگر از سیم نامناسب و ضخیم استفاده شود، چه اشکالی به‌وجود می‌آید؟ شرح دهید.

شکل الف ــ ۱۸ــ۵ سیم مخصوص بِرِد بُرد و شکل ب ــ ۱۸ــ۵ اتصال آن را به مدار نشان می‌دهد.

(الف)

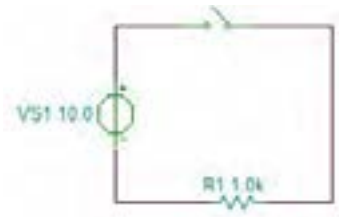
(ب)



شکل ۱۸ــ ۵ ــ سیم مخصوص بردبرد و اتصال آن به مدار

۲ مدار شکل۱۹ــ ۵ را روی بِرِد بُرد ببندید.

۳ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید.



شکل۱۹ــ ۵ ــ مدار آزمایش و نقشهٔ فنی آن

۴ فرض کنید کلید مدار بسته است. جریان عبوری از مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید. $I=\frac{V}{R}=$ ..... mA

۵ توان تلف‌شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P=v.i=($ ..... $).($ ..... $)$

$P=$ ..... mW

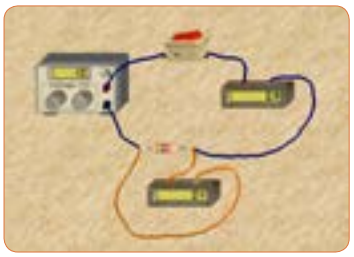
۶ کلید مدار را ببندید.

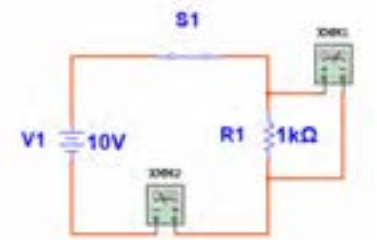
سؤال ایمنی

هنگام اندازه‌گیری ولتاژ و جریان باید به حوزه کار (رنج ــ RANGE) دستگاه دقت کنید و آمپرمتر را به صورت سری در مدار قراردهید، در صورتی که حوزهٔ کار ولت‌متر یا آمپرمتر کمتر از حد مورد اندازه گیری باشد، یا در اندازه‌گیری جریان زیاد، از ترمینال و سیم مخصوص استفاده نشود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ چرا به دستگاه شکل ۲۰ ــ ۵ آسیب وارد شده است؟ احتمالات ممکن را بررسی کنید.

شکل ۲۰ ــ ۵ ــ دستگاه در اثر عدم رعایت نکات ایمنی آسیب دیده است.

۷ آمپرمتر را مطابق شکل ۲۱ ــ ۵ به مدار وصل‌کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید. I = ... mA





شکل ۲۱ ــ۵ــ مدار آزمایش با آمپرمتر

۸ ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

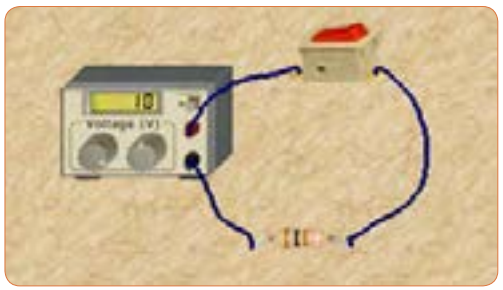
V = ... ولت

۹ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

P = v . i= (.....) . (.....) = ... mW

۱۰ توان به دست آمده را با توان محاسبه شده در مرحله ۴ مقایسه کنید. در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

۱۱ مقدار مقاومت را تغییر داده و مقاومت ۱۰۰ اهم را در مدار قرار دهید. (شکل ۲۲ــ۵)



شکل ۲۲ــ۵ ــ مدار آزمایش با مقاومت ۱۰۰ اهم

۱۲ جریان عبوری از مدار و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

I = ... mA، V= V

۱۳ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

P = v . i= (.....) . (.....) = ... mW

۱۴ مقاومت را با دست لمس کنید. آیا توان تلف شده را به صورت گرما احساس می‌کنید؟ شرح دهید .

الگوی پرسش

۱ توان را تعریف کنید و واحد آن را بنویسید.

۲ واحد توان $\left(\frac{\text{J}}{\text{S}}\right)$ $\frac{\text{ژول}}{\text{ثانیه}}$ یا وات است.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ فرمول‌های توان تلف شده در مقاومت را کامل کنید.

$P = (\quad) \times (I) = (\quad) \times (\quad)^{۲} = \frac{\quad}{R}$

۴ در رابطه $P = \frac{V^{۲}}{R}$ اگر مقاومت مدار ثابت باشد و مقدار ولتاژ را دو برابر کنیم، توان چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۵ در رابطه $P = \frac{V^{۲}}{R}$ اگر مقاومت مدار نصف شود و مقدار ولتاژ را چهار برابر کنیم، توان چند برابر می‌شود؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

۶ اگر مقاومت کربنی دارای توان ماکزیمم مجاز ۲ وات و مقدار مقاومت ۱۰۰ اهم باشد، حداکثر جریانی که بدون آسیب می‌توان از مقاومت عبور داد را محاسبه کنید.

۷ روی حباب یک لامپ رشته‌ای مانند شکل ۲۳ ــ ۵ دو عدد یکی برحسب ولت و دیگری برحسب وات نوشته شده است، (۱۲ ولت، ۶ وات). اگر لامپ با مقادیر اسمی (نامی) خود کار کند.

الف) جریان عبوری از لامپ را محاسبه کنید.

ب) مقدار مقاومت لامپ را محاسبه کنید.

شکل ۲۳ ــ۵ــ لامپ ۱۲ ولت، ۶ وات

۸ توان چند نمونه وسائل الکتریکی منزل خود را از روی پلاک اطلاعات آن یا از طریق پرسش از اشخاص مطلع یا کاتالوگ دستگاه پیدا کنید و یادداشت نمایید.

۹ یک موتور الکتریکی دارای قدرت $\frac{۴}{۵}$hp است. در سیستم انگلیسی و آمریکایی توان این موتور چند وات است؟

۱۰ جعبه یک لامپ کم‌مصرف LED را دراختیار بگیرید و مشخصات زیر را که روی آن نوشته شده است یادداشت کنید.

الف) توان مصرفی

ب) ولتاژ ورودی

پ) جریان ورودی

ت) فرکانس کار

ث) محدوده دمای کارکرد

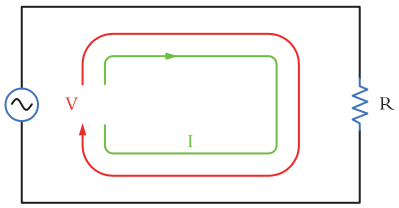
ج) طول عمر به ساعت

۱۱ قطعات روی بُرد مانند شکل ۲۴ــ ۵ دچار آسیب شده است. عوامل الکتریکی که ممکن است علت ایجاد این آسیب باشد را نام ببرید و درباره آن توضیح دهید.

شکل ۲۴ ــ ۵ــ آسیب قطعات در یک برد

۷ــ ۵ ــ مدارهای جریان متناوب

الف) مدارهای اهمی خالص : مدارهایی مانند شکل ۲۵ـ۵ را که شامل مولد و مقاومت اهمی است، مدارهایی با مصرف‌کننده «اهمی خالص» گویند. در این نوع مدارها هیچ گونه اختلاف فازی بین ولتاژ و جریان وجود ندارد و تغییرات شکل موج ولتاژ و جریان با زمان مشابه است به عبارت دیگر هر دو شکل موج با هم در یک نقطه به حداقل، حداکثر و صفر می‌رسند.

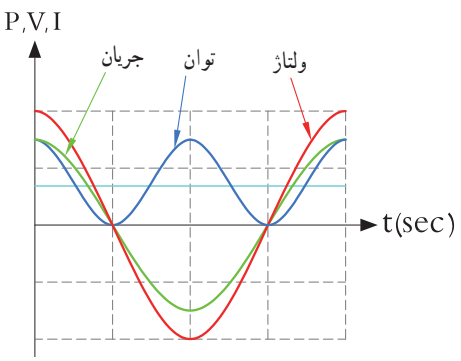


شکل ۲۵ ــ ۵ــ مدار اهمی خالص

ب) توان در مدار با مصرف‌کننده اهمی خالص :

همان‌طوری که می‌دانید توان از رابطه P=V.I به دست می‌آید. شکل موج‌های ولتاژ، جریان و توان این مدارها را در شکل ۲۶ــ۵ مشاهده می‌کنید. این توان که به صورت حرارت در مقاومت تلف می‌شود، توان مصرفی یا توان مؤثر نام دارد و آن را با علامت P یا P_e نشان می‌دهند. واحد توان مؤثر وات است. در محاسبات مدارهای جریان متناوب لازم است مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان درنظر گرفته شود تا توان برحسب وات به دست آید. رابطه توان مصرفی در این مدار برابر است با :

$$P=Ve.Ie \quad \text{یا} \quad P=R.I^{۲}e \quad \text{یا} \quad P=\frac{Ve^{۲}}{R}$$



شکل ۲۶ ــ ۵ــ شکل موج ولتاژ، جریان و توان در مدار اهمی خالص

جستجو کنید

کلمه Synchronization یا همزمانی را بیابید. این مفهوم با شکل موج جریان، ولتاژ در مدار با مصرف‌کننده اهمی شکل ۲۶ ــ ۵ چه ارتباطی می‌تواند داشته باشد؟ تشریح کنید.

توان مؤثر (توان حقیقی) از منبع به مصرف‌کننده (بار) منتقل می‌شود. این توان کار مفید انجام می‌دهد. به عبارتی دیگر انرژی گرفته شده ازمنبع را به شکل مطلوب انرژی که ممکن است مکانیکی یا گرمایی باشد، تبدیل می‌کند. لذا می‌توان گفت که این توان در طول یک دوره تناوب یکطرفه (یک‌سویه) و از سمت منبع به بار منتقل می‌شود. همچنین انرژی حاصل از این توان معمولاً ازحالت الکتریکی خارج شده و به نوع دیگر انرژی مانند نور،صدا، حرکت یا حرارت تبدیل می‌شود. در شکل ۲۷ ــ ۵ بخاری برقی، لامپ و بلندگو را مشاهده می‌کنید. که در آنها انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی، نورانی و صوت تبدیل می‌شود.

فیلم ۳

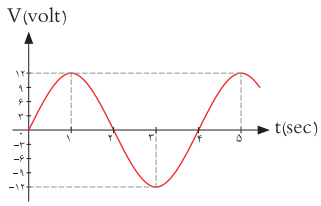
فیلم توان AC و اتصال واتمتر به مدار و اندازه‌گیری توان AC را مشاهده کنید.

شکل ۲۷ ــ ۵ ــ بخاری برقی،لامپ و بلندگو

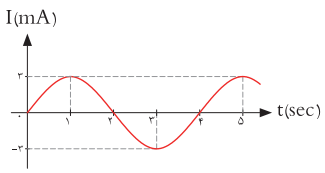
مثال۴ : اگر ولتاژی با مقدار ماکزیمم (بیشینه) ۱۲ ولت مانند شکل ۲۸ ــ ۵ را به یک مقاومت اهمی‌اتصال دهیم، دراین حالت جریان بیشینه‌ای برابر با ۳ آمپر مطابق شکل ۲۹ــ ۵ از مدار عبور می‌کند. توان مصرفی مقاومت را حساب کنید.

حل :

$$P = v_e.I_e = \frac{V_m}{\sqrt{۲}} \times \frac{I_m}{\sqrt{۲}} = \frac{۱۲}{\sqrt{۲}} \times \frac{۳}{\sqrt{۲}} = \frac{۳۶}{۲} = ۱۸$$ وات



شکل ۲۸ ــ ۵ــ شکل موج ولتاژ مدار



شکل ۲۹ ــ ۵ــ شکل موج جریان مدار

ب) مدارهای خازنی خالص :

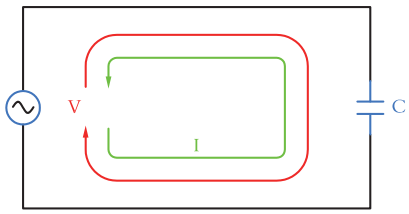
فیلم ۴

فیلم عملکرد خازن در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

مدارهایی مانند شکل ۳۰ ــ ۵ که در آنها فقط از خازن استفاده شود را مدارهای «خازنی خالص» می‌گویند.

در این مدار به خاطر وجود خاصیت خازنی، بین ولتاژ و جریان مدار ۹۰ درجه اختلاف فاز به وجود می‌آید. این اختلاف فاز به گونه‌ای است که در لحظاتی که جریان یا ولتاژ صفر است مقدارتوان به صفر می‌رسد. در زمان‌هایی که ولتاژ یا جریان منفی است توان نیز منفی می‌شود. توان منفی یا مثبت به‌این معنی است که در بازه زمانی معین خازن مقداری انرژی از مولد می‌گیرد و به‌صورت میدان

الکتریکی در خود ذخیـره می‌کند و در زمانی دیگر به مولد بازمی‌گرداند. بـه عبارت دیگر خازن، توانی را مصرف



شکل ۳۰ ــ ۵ ــ مدار خازنی خالص

الگوی پرسش

۱ در مدار خازنی خالص بین ولتاژ و جریان مدار ..... درجه اختلاف فاز وجود دارد و جریان نسبت به ولتاژ ..... فاز دارد.

۲ عملکرد خازن در مدار جریان متناوب به این صورت است که از مولد انرژی می‌گیرد و .....

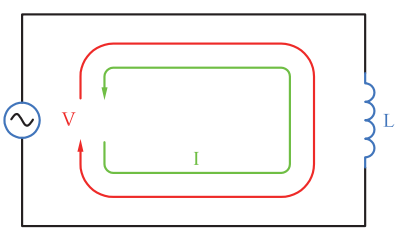
۱) مصرف می‌کند ۲) به حرارت تبدیل می‌کند

۳) در خود ذخیره می‌کند

۴) در خود ذخیره سپس به مدار بر می‌گرداند

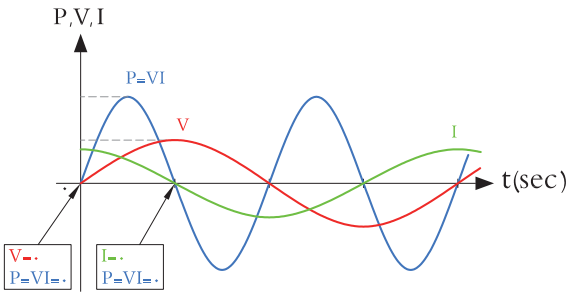
پ) مدارهای سلفی خالص :

مدارهایی مانند شـکل ۳۲ــ۵ که فقط از سیم پیچ (سلف) تشکیل شـده‌اند را مدار سلفی خالص گویند. سلف باعث می‌شود تا جریان به اندازه ۹۰ درجه از ولتاژ عقب (پس فاز) بیفتد. در شکل ۳۳ ــ ۵ منحنی ولتاژ، جریان و توان را در مدار سلفی خالص مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۲ــ۵ــ مدار سلفی خالص

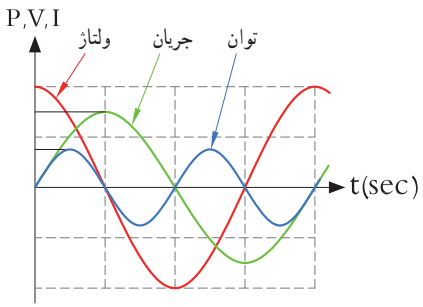
نمی‌کند. شکل ۳۱ ــ ۵ منحنی‌های ولتاژ، جریان و توان را در مدار خازنی خالص نشان می‌دهد.



شکل ۳۱ ــ ۵ ــ منحنی ولتاژ، جریان و توان درمدار خازنی خالص

پـویانمایی

پویانمایی مربوط به نمودارهای جریان، ولتاژ و توان دربارهای اهمی، سلفی و خازنی را مشاهده کنید.



شکل ۳۳ ــ ۵ ــ منحنی ولتاژ، جریان و توان در مدار سلفی خالص

خاصیت سلفی (اندوکتانس) یک سیم پیچ را با حرف L نشـان می‌دهند و آن را بر حسب هانری (H) می‌سنجند. سـلف از نظر توان مشابه خازن است با این تفاوت که انرژی را به میدان مغناطیسی تبدیل می‌کند. در مدار سلفی مقدار انرژی دریافت شـده و داده شـده به مولد در هر سیکل برابر اسـت به عبارت دیگر سلف در بازه زمانی معین، انرژی را از مولد می‌گیرد و سپس انرژی را به مولد پس می‌دهد. در واقع عملاً سـلف درمدار متناوب توانی را مصرف نمی‌کند.

بحث کنید

وجود خازن و سیم‌پیچ چه نوع اختلالی در شبکه به‌وجود می‌آورند؟ نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

۸ ــ ۵ــ توان راکتیو (غیر مؤثر ــ دِواته)

فیلم ۵

فیلم عملکرد سلف در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

توانی که در طی یک سیکل در سلف یا خازن ذخیره می‌شود و مجدداً به مدار بر می‌گردد، توان غیر مؤثر (دِواته یا راکتیو) نام دارد. این توان مرتباً بین منبع و سلف و خازن جابه جا شده و نقشی در تبدیل انرژی ندارد ولی در خط انتقال موجب تلفات می‌شود. ذخیره انرژی در سلف و خازن و برگشت انرژی به مولد، باعث گرم شدن سیم‌های رابط شده و انرژی تولید شده توسط نیروگاه را به هدر می‌دهد. لذا سیم‌های رابط و هادی‌ها باید طوری محاسبه شوند که بتوانند جریان کل را تحمل کنند. این جریان شامل جریان‌های مربوط به توان مفید و غیرمفید است.

۹ ــ ۵ــ توان ظاهری

معمولاً بارهای عملی (واقعی) مجموعه‌ای از مقاومت، سلف و خازن هستند، بنابراین دراین نوع عناصر هر دو نوع توان مفید و غیرمفید (راکتیو) وجود دارد. برآیند این دو نوع توان، توان ظاهری نام دارد که آن را با Ps یا S نشان می‌دهند. Ps از حاصلضرب ولتاژ مؤثر در جریان مؤثر به‌دست می‌آید. واحد توان ظاهری ولت ــ آمپر (V.A) است.

$$Ps = Ve.\ Ie$$

فکر کنید

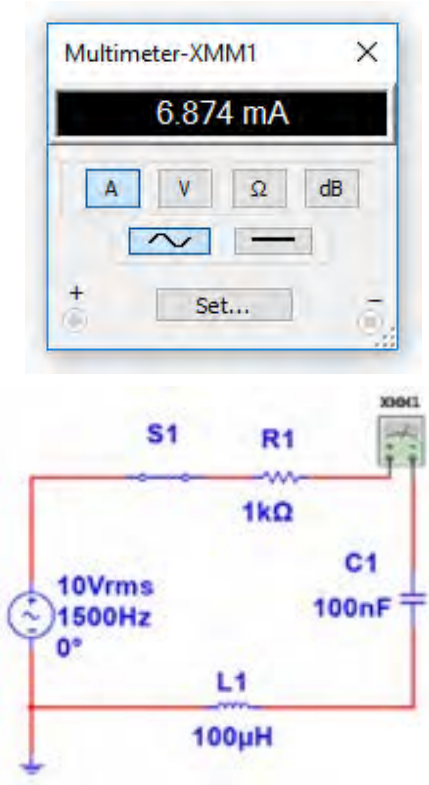
آیا می‌توان توان اکتیو(مؤثر) را به مسافری تشبیه نمود که در مبدأ سوار قطار شده و در مقصد پیاده می‌شود ولی توان راکتیو مسافریست که در انتهای مسیر پیاده نمی‌شود و دوباره با قطار به مبدأ برمی‌گردد؟

مثال ۵ : در مدار شکل ۳۴ ــ ۵، مقدار توان ظاهری را محاسبه کنید.

پاسخ : مدار معادل بار عملی (واقعی) است که شامل مقاومت، سلف و خازن است.

با معلوم بودن جریان مدار و عدد گذاری در رابطه زیر توان ظاهری به دست می‌آید.

$$P_s = V_e.I_e = ۱۰ \times (۶/۸۷۴) = ۶۸/۷۴\ mvA$$



شکل ۳۴ ــ ۵ ــ مدار R و L و C

بحث گروهی

در صورتی‌که مانند بند الف ۷ ــ ۵، مدار فقط مقاومتی باشد، توان ظاهری با توان مفید برابر می‌شود. چرا؟ موضوع را به بحث بگذارید و نتیجه‌گیری کنید.

۱۰ــ۵ــ ضریب توان (Power Factor)

نسبت توان مؤثر (توان واقعی P_e) به توان ظاهری (P_s) را ضریب توان می‌گویند.

$$\text{ضریب توان} = \cos\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{Pe}{Ps}$$

مقدار این ضریب می‌تواند بین صفر و یک تغییر کند. ضریب توان را با کسینوس فی ($\cos\varphi$) نشان می‌دهند. وجود توان راکتیو در مدار سبب می‌شود که توان واقعی از توان ظاهری کمتر شود. به‌این ترتیب ضریب توان مقداری کمتر از عدد یک را به خود می‌گیرد. برای دو سیستم انتقال با توان حقیقی یکسان، سیستمی که ضریب توان کوچک‌تر دارد، به علت دارا بودن توان راکتیو بالاتر، جریان گردشی بیشتری را در مدار ایجاد می‌کند، زیرا باید انرژی راکتیو (توان راکتیو) بیشتری را به منبع برگرداند. بنابراین جریان بیشترسبب تلفات توان بیشتر می‌شود و راندمان مدار را کاهش می‌دهد. در حالی که سیستم با ضریب توان بزرگتر ($\cos\varphi$ نزدیک ۱) تلفات کمتری در مدار ایجاد می‌کند. ازاین رو ضریب توان به عنوان شاخص و معیاری است که بیان می‌کند چه سهمی از توان دریافت شده از منبع در امر تبدیل انرژی مفید حضور دارد و کارمفید انجام می‌دهد. لذا اصلاح ضریب قدرت ($\cos\varphi$) در صنعت برق و انتقال انرژی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. اصلاح ضریب قدرت را به اختصار با نماد (Power Factor Correction) PFC نشان می‌دهند. از آنجایی‌که هدف از اصلاح ضریب توان نزدیک‌کردن‌این ضریب به عدد یک است و بار مدار همواره ثابت بوده و قابل تغییر توسط کاربر نیست، لذا برای اصلاح ضریب قدرت باید با توجه به بار موجود در شبکه از بار راکتیو مخالف آن استفاده شود. برای مثال اگر بار مدار یک موتور الکتریکی باشد جریان موتور دارای خاصیت القایی است، باید برای اصلاح ضریب قدرت از اتصال خازن به مدار استفاده شود. شکل ۳۵ــ۵ موتورالکتریکی که به دلیل داشتن سیم‌پیچ دارای بار القایی است را نشان می‌دهد. اصلاح ضریب قدرت در طول خطوط انتقال انرژی و در پست‌های تبدیل ولتاژ با استفاده از مدارهای الکترونیکی انجام می‌شود. فرایند اصلاح در مراکز مصرف به ویژه در واحدهای صنعتی نیز اجرا می‌شود، زیرا علاوه بر کاهش هزینه‌های مصرفی مربوط به انتقال انرژی (کابل)، تجهیزات مولد انرژی را نیز کاهش می‌دهد. در این مراکز از مجموعه‌ای از خازن‌ها (بانک خازنی) که به مدار کنترل خودکار الکترونیک اصلاح ضریب قدرت (رگولاتور خازنی) اتصال دارد، استفاده می‌کنند. در شکل ۳۶ــ۵ بانک خازنی و در شکل ۳۷ــ۵ دستگاه کنترل الکترونیکی ضریب قدرت را ملاحظه می‌کنید.

فیلم ۶

فیلم اصلاح ضریب قدرت در مراکز تولید، توزیع و مصرف را مشاهده کنید.

شکل ۳۵ــ۵

موتورالکتریکی با خاصیت القایی

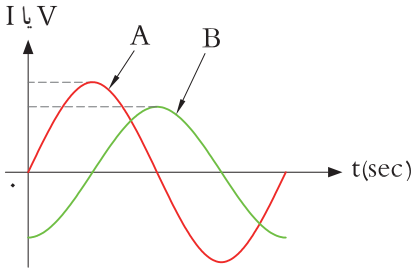
شکل ۳۶ــ۵

بانک خازنی

شکل ۳۷ــ۵

رگولاتور خازنی

الگوی پرسش



شکل ۳۸ ــ ۵ــ منحنی ولتاژ و جریان

۱ در شکل ۳۸ ــ ۵ منحنی A مربوط به ..... و منحنی B مربوط به ..... در یک مدار سلفی خالص است.

۲ ولتاژ در یک مدار سلفی خالص نسبت به جریان از نظر زاویه اختلاف‌فاز چه شرایطی دارد؟

۱) ۹۰ درجه پس فاز ۲) ۹۰ درجه پیش فاز ۳) هم فاز ۴) صفر تا ۹۰ درجه پیش فاز

۳ توانی که به‌وسیله منبع AC تولید و به مداری شامل سه عنصرمقاومت و سلف یا مقاومت و خازن متصل می‌شود توان ..... نام دارد.

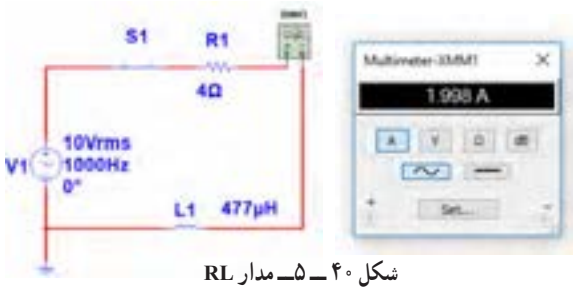
۱) ظاهری (P_s) ۲) اکتیو (P_e) ۳) راکتیو (P_d)

فکر کنید

در صورتی که در یک مدار بارهای القایی و خازنی داشته باشیم، آیا می‌توانیم رفتار آنها را مشابه رفتار نیروها در کشش طناب در مسابقه طناب کشی مانند شکل ۳۹ ــ ۵ بدانیم که دو گروه دو نیروی مخالف به هم وارد می‌کنند؟

شکل ۳۹ ــ ۵ ــ طناب‌کشی، دو نیروی مخالف هم

مثال ۶ : در مدار شکل ۴۰ ــ ۵ مطلوب است محاسبه : ۱) توان ظاهری ۲) توان مؤثر ۳) ضریب توان



شکل ۴۰ ــ ۵ــ مدار RL

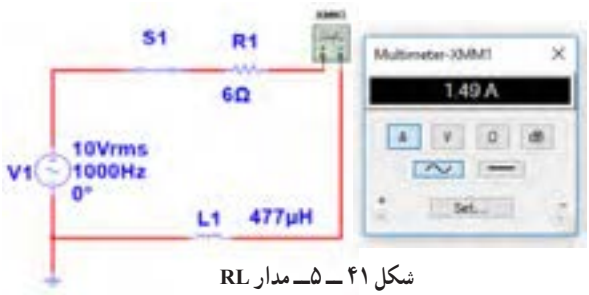
$P_s = V_e . I_e = ۱۰ \times ۲ = ۲۰ \ VA$

$P_e = R . I_e^{۲} = ۴ \times ۲^{۲} = ۱۶ \ W$

$\cos\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{۱۶}{۲۰} = ۰/۸$

مثال ۷ : در مدار شکل ۴۱ ــ ۵ مقدار R افزایش یافته ولی مشخصات سیم پیچ ثابت است. مطلوب است محاسبه :

۱) توان ظاهری ۲) توان مؤثر ۳) ضریب توان



شکل ۴۱ ــ ۵ــ مدار RL

$P_s = V_e . I_e = ۱۰ \times ۱/۵ = ۱۵ \ VA$

$P_e = R . I_e^{۲} = ۶ \times (۱/۵)^{۲} = ۱۳/۵ \ W$

$\cos\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{۱۳/۵}{۱۵} = ۰/۹$

مثال ۶ و ۷ را باهم مقایسه کنید و علت افزایش ضریب توان (قدرت) را توضیح دهید. آیا مدار اصلاح شده است یا وضعیت بدتری دارد؟

مثال ۸ : در مدارشکل ۴۲ــ۵ مقدار مقاومت ثابت و ۴ اهم است ولی مشخصات سیم پیچ تغییر نموده است. مطلوب است محاسبه : ۱) توان ظاهری ۲) توان مؤثر ۳) ضریب توان

شکل ۴۲ــ۵ــ مدار RL

$P_S = V_e \cdot I_e \quad ۱۰ \times ۲/۲ \quad = \quad ۲۲ \quad VA$

$P_e = R. \ I^۲ = ۴ \times (۲/۲)^۲ \quad = ۱۹/۳۶ \quad W$

$$\cos\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{۱۹/۳۶}{۲۲} = \quad ۰/۸۸$$

نتیجه مـــهم

مشاهده می شود در سه مثال۶ و۷ و۸ بدون تغییر مشخصات ولتاژ و فرکانس منبع AC، ضریب قدرت اصلاح و به عدد ۱ نزدیک شده است. این اصلاح با دو شیوه امکان پذیر است.

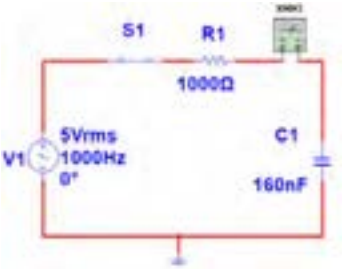
الف) افزایش مقدار مقاومت اهمی

ب) تغییر مشخصات سیم پیچ و کاهش مقدار مقاومت معادل آن

اکنون به مثالی از مدار خازنی توجه کنید.

مثال ۹ : در مدار شکل ۴۳ ــ ۵ آمپرمتر جریان مدار را نشان می‌دهد. مطلوب است محاسبه

۱) توان ظاهری ۲) توان مؤثر ۳) ضریب توان



شکل ۴۳ ــ ۵ــ مدار RL

$P_s = V_e . I_e = ۵ \times ۳/۵۵ \quad = ۱۷/۷۵ \quad mva$

$P_e = R. I_e^۲ = ۱ \times (۳/۵۵)^۲ \quad = \quad ۱۲/۶ \quad mW$

$$Cos\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} = \frac{۱۲/۶}{۱۷/۷۵} = \quad ۰/۷$$

۱۱ــ۵ــ کارعملی شماره۳ــ استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم یا نرم افزار مشابه دیگر برای اندازه گیری توان و ضریب توان

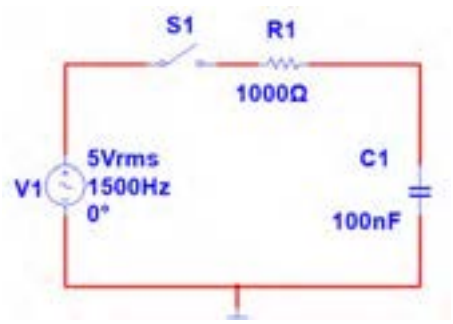
هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب توان به وسیله نرم‌افزار

ابزار، مواد و تجهیزات موردنیاز : رایانه ـ نرم‌افزار مناسب

مراحل انجام کار

۱ نرم‌افزار مولتی سیم یا نرم‌افزار مشابه دیگر را فعال کنید.

۲ مدار شکل ۴۴ ــ ۵ را ببندید.

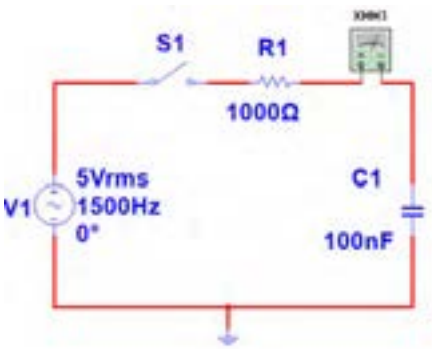


شکل ۴۴ ــ ۵ ــ مدار آزمایش

۳ فرکانس منبع را روی ۱۵۰۰ هرتز و مقدار ۵ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۴ آمپرمتر AC را مطابق شکل ۴۵ ــ ۵ با مدار سری کنید. پس از بستن کلید، جریان مدار را اندازه بگیرید.

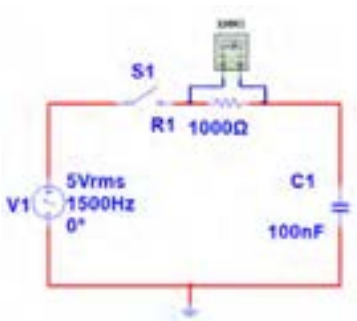
$I_e =$ mA



شکل ۴۵ ــ ۵ــ اندازه‌گیری جریان با آمپرمتر

۵ با ولت متر AC مانند شکل ۴۶ ــ ۵ ولتاژ مؤثر دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

$V_{eR} =$ V



شکل ۴۶ ــ ۵ــ اندازه‌گیری ولتاژ با ولت‌متر

۶ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$P_{e_R} = V_{e_R} \times I_e$

$= (\quad) \times (\quad) =$ W

۷ با معلوم بودن ولتاژ مؤثر مدار و جریان مؤثر مدار، توان ظاهری را محاسبه کنید.

$P_s = V_e \times I_e$

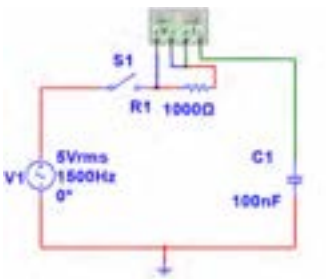
$= (\quad) \times (\quad) =$ VA

۸ ضریب قدرت را محاسبه کنید.

$\cos\varphi = \frac{p_e}{P_s} =$

۹ وات متر را مطابق شکل ۴۷ ــ ۵ به مدار وصل کنید و توان مؤثر مدار را اندازه بگیرید.

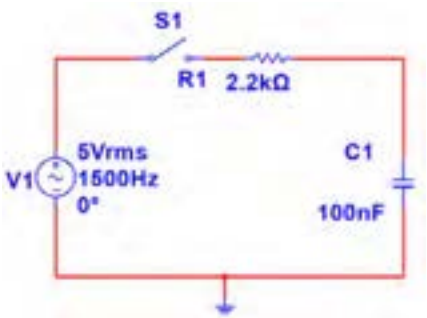
$P_{e_R} =$ W



شکل ۴۷ ــ ۵ــ اتصال وات‌متر به مدار

۱۰ آیا توان مؤثر که وات‌متر نشان‌می‌دهد با توان مؤثر محاسبه شده در مرحله ۶ یکسان است؟

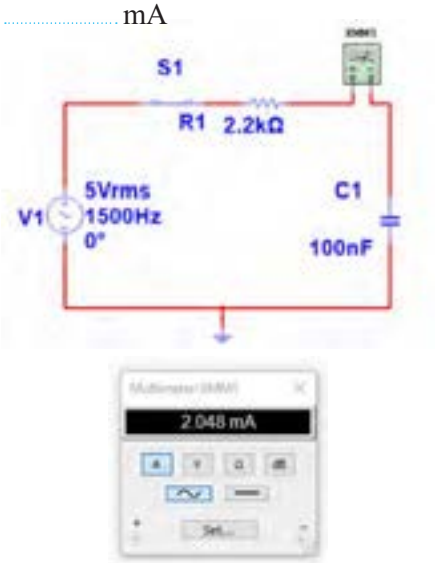
۱۱ مقاومت مدار را مطابق شکل ۴۸ ــ ۵ به ۲۲۰۰ اهم تغییر دهید.



شکل ۴۸ ــ ۵ــ مدار با مقاومت ۲۲۰۰ اهم

۱۲ آمپرمتر را مانند شکل ۴۹ ــ ۵ با مدار سری کنید و کلید مدار را ببندید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I_e = ... mA



شکل ۴۹ ــ ۵ــ مدار با آمپرمتر

۱۳ با اندازه گیری ولتاژ دو سر مقاومت توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$P_e = V_{eR} \times I_e =$ ( ) × ( ) = W

۱۴ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$P_S = V_e \times I_e =$ ( )× ( ) = VA

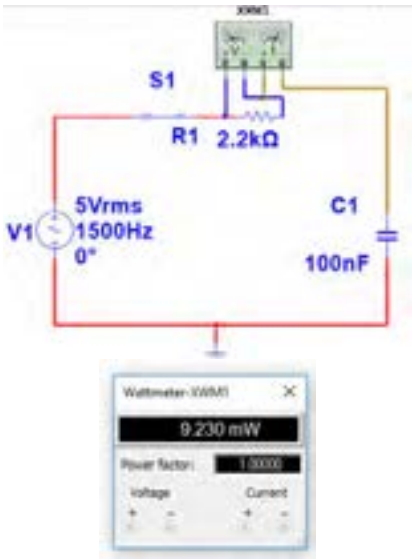
۱۵ ضریب قدرت را محاسبه کنید.

$\cos\varphi = \frac{p_e}{P_s} =$

۱۶ آیا ضریب قدرت اصلاح شده است؟ شرح دهید.

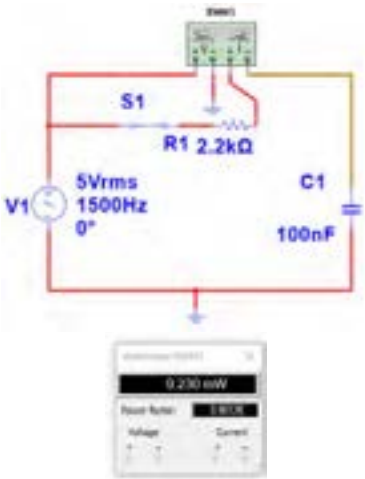
۱۷ با اتصال وات‌متر مطابق شکل ۵۰ ــ ۵ به مدار و اندازه‌گیری توان مؤثر و با معلوم بودن توان ظاهری، ضریب قدرت را مجدداً محاسبه کنید. نتیجه را با مرحله ۱۵ مقایسه کنید.

$\cos\varphi = \frac{p_e}{P_s} =$



شکل ۵۰ ــ ۵ــ مدار با وات‌متر

۱۸ وات‌متر را مطابق شکل ۵۱ــ۵ به مدار وصل کنید و به توان نشان داده شده توسط وات متر توجه کنید و عدد آن را با عدد مرحله ۱۴مقایسه کنید و حاصل مقایسه را یادداشت کنید.



شکل ۵۱ ــ ۵ــ مدار با وات‌متر

پژوهش

۱۹ چگونگی اتصال وار متر انبری را برای اندازه‌گیری توان راکتیو تحقیق کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۲۰ شکل ۵۲ــ۵ پلاک موتوری را نشان می‌دهد. در مورد اطلاعات درج شده در پلاک موتور و موارد زیر تحقیق کنید و موارد تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

الف) ولتاژ کار موتور

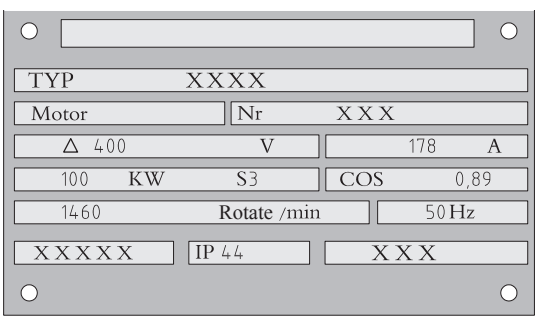
ب) جریان مصرفی موتور

پ) ضریب قدرت

ت) تعداد دور در دقیقه

ث) توان مؤثر

ج) آیا این موتور بدون خازن اصلاح‌کننده ضریب‌قدرت قابل استفاده است؟



شکل ۵۲ــ۵ــ پلاک موتور

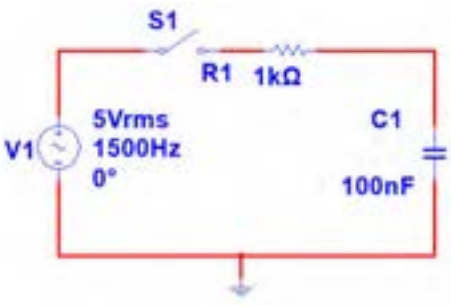
۱۲ــ ۵ ــ کارعملی شماره ۴ : محاسبه عملی ضریب قدرت

هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب توان

ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت ۱ kΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات یک عدد ــ خازن ۰/۱ μF یک عدد ــ اسیلوسکوپ یک دستگاه ــ بِرد بُرد یک قطعه ــ سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه ــ سیم‌های رابط به تعداد کافی

مراحل انجام کار

۱ مدار شکل ۵۳ــ۵ را روی بِرد بُرد ببندید.



شکل ۵۳ ــ ۵ ــ مدار RC

۲ سیگنال ژنراتور را روی ولتاژ ۵ ولت مؤثر و فرکانس ۱۵۰۰ هرتز تنظیم کنید.

۳ کلید مدار را وصل کنید.

۴ ولتاژ دو سر مقاومت را با اسیلوسکوپ اندازه گرفته و سپس مقدار مؤثر آن را محاسبه کنید.

$V_{eR} =$ V

۵ جریان مدار را محاسبه کنید.

$I_e = \frac{V_R}{R} =$ mA

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$P_s = V_e \times I_e = (\quad) \times (\quad) =$ mvA

۷ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$P_e = R \times I_e^2 = (\quad) \times (\quad) =$ mW

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

$$\cos\varphi = \frac{p_e}{P_s} =$$

۱۳ــ۵ــ کار عملی شماره ۵ : محاسبه ضریب قدرت (اصلاح ضریب توان)

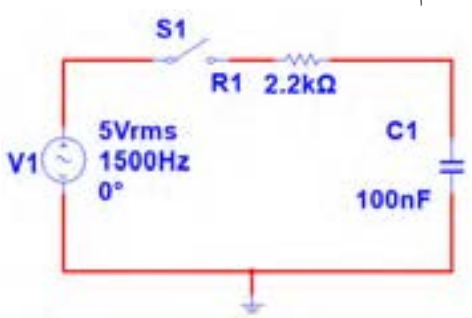
هدف : کسب مهارت در اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب توان و اصلاح آن

ابزار و تجهیزات مورد نیاز : مقاومت ۲/۲ kΩ ۱/۴ وات، یک عدد ــ خازن ۰/۱ µF، یک عدد ــ اسیلوسکوپ، یک دستگاه ــ برِد بُرد، یک قطعه ــ سیگنال ژنراتور AF، یک دستگاه

مراحل انجام کار

۱ مدار شکل ۵۴ ــ ۵ را روی برِد بُرد ببندید.

۲ سیگنال ژنراتور را روی ۵ ولت مؤثر و فرکانس ۱۵۰۰ هرتز تنظیم کنید.



شکل ۵۴ ــ ۵ــ مدار RC

۳ کلید مدار را وصل کنید.

۴ ولتاژ دو سر مقاومت را با اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و سپس مقدار مؤثر آن را محاسبه کنید.

V_{eR} = ... ولت

۵ جریان مدار را محاسبه کنید.

$I_e = \frac{V_R}{R} = (\quad) =$ mA

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه کنید.

$P_s = V_e \times I_e = (\quad) \times (\quad) =$ mvA

۷ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

$P_e = R \times I_e^2 = (\quad) \times (\quad) =$ mW

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه کنید.

$\text{Cos}\varphi = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P_e}{P_s} =$ .....

۹ آیا ضریب قدرت اصلاح شده است؟ توضیح دهید.

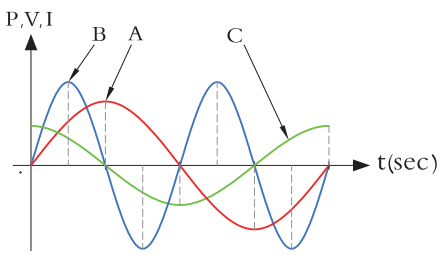
۱۴ ــ ۵ ــ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار :

۱ یک میکروواوت (µw) برابر 10^{-x} وات است، x کدام گزینه است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۹

۲ در شکل ۵۵ ــ ۵ که کمیت‌ها مربوط به مدار با خازن خالص است :

منحنی A مربوط به ..... ، منحنی B مربوط به ..... و منحنی C مربوط به ..... است.



شکل ۵۵ ــ ۵

۳ یک لامپ ۲۲۰ ولت ۱۰۰ وات را به ولتاژ ۱۱۰ ولت وصل می‌کنیم.

الف) جریان عبوری از لامپ را محاسبه کنید.

ب) توان مصرفی لامپ را در این حالت حساب کنید.

پ) با نصف شدن ولتاژ کار لامپ، توان مصرفی نسبت به توان نامی آن چند برابر کم شده است؟

۴ روی واتمتر شکل ۵۶ــ۵ دو ترمینال برای جریان قرار دارد که با بار به صورت ..... و دو ترمینال برای ولتاژ قرار دارد که با بار به صورت ..... قرار می‌گیرد.

شکل ۵۶ ــ ۵ــ واتمتر عقربه‌ای

۵ در واتمتر شکل ۵۶ ــ ۵ کلید سلکتور آمپر روی عدد ۱۰ آمپر و کلید سلکتور ولتاژ روی عدد ۴۸۰ ولت قرار دارد، این واتمتر حداکثر چند وات را اندازه می‌گیرد؟

۶ در مدار شکل ۵۷ ــ ۵ مطلوب است :

الف) توان مؤثر ب) توان ظاهری پ) ضریب قدرت

شکل ۵۷ ــ ۵

۷ اگر توان ظاهری مداری ۵۰۰ VA و توان اکتیو آن ۴۰۰ W باشد، ضریب قدرت مدار چقدر است؟

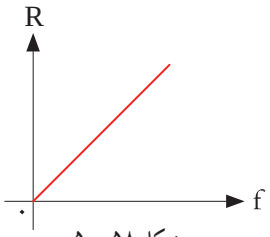
۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۶

۸ اگر ضریب قدرت مداری برابر ۰/۸ و توان حقیقی مدار ۱۰۰۰w باشد توان ظاهری چند ولت آمپر(VA) است؟

۹ منحنی شکل ۵۸ ــ ۵ تغییرات مقدار مقاومت اهمی خالص را در مقابل تغییرات ..... نشان می‌دهد؟

۱) ولتاژ ۲) جریان

۳) فرکانس ۴) توان



شکل ۵۸ ــ ۵

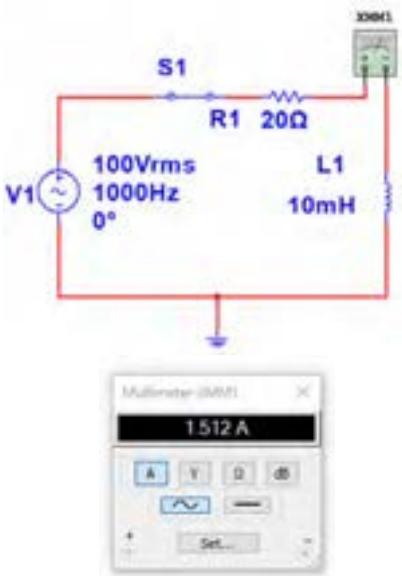
۱۰ توان راکتیو (غیر مؤثر) چه اثر نامطلوبی در مدار و شبکه دارد؟ شرح دهید.

۱۱ کدام گزینه واحد توان راکتیو (غیر مؤثر) را بیان می کند؟

۱ــ وات ۲ــ ولت. آمپر

۳ ــ وار ۴ ــ ژول

۱۲ با توجه به مشخصات مدارشکل ۵۹ ــ ۵ توان ظاهری، توان مؤثر و ضریب قدرت (Cos φ) را محاسبه کنید.



شکل ۵۹ ــ ۵

۱۳ اطلاعات زیر را از پلاک موتور شکل ۶۰ ــ۵ استخراج کنید.

۱ــ قدرت برحسب اسب بخار ۲ــ ولتاژ کار

۳ ــ مقدار جریان ۴ ــ تعداد دور در دقیقه ۵ ــ فرکانس کار

PE.21 PLUS™			PREMIUM EFFICIENCY		
ORD.NO.	XXXXXX				
TYPE	XXX		FRAME	XXX	
H.P.	30.00		SERVICE FACTOR	1.15	3 PH
AMPS	34.9		VOLTS	460	
R.P.M.	1765		HERTZ	60	
DUTY	CONT 40°C AMB.				
CLASS	F	B	G		93.6
	XXXXXX		XXXXXX		

شکل ۶۰ ــ ۵ــ پلاک موتور

۱۴ برای اصلاح ضریب قدرت (Cosφ) در یک مدار جریان متناوب (AC) چه روش‌هایی وجود دارد؟ شرح دهید (بدون تغییر مشخصات منبع AC مانند فرکانس).

۱۵ــ۵ــ الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد کار :

۱ نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

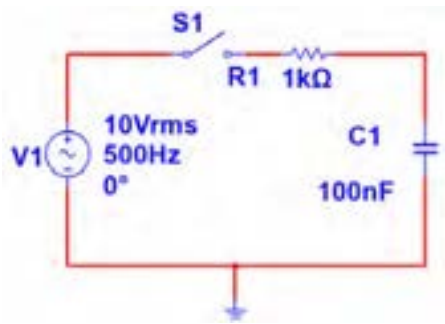
۲ مدار شکل ۶۱ ــ ۵ را ببندید.

۳ جریان مؤثر مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I_e = ... mA

۴ توان مؤثر مدار را محاسبه‌کنید.

P_e = ... mW



شکل ۶۱ ــ ۵ــ مدار آزمایش

۵ وات‌متر نرم‌افزار را روی میز کار آورده و توان مؤثر مدار را اندازه بگیرید. P_e = ... mW

۶ پاسخ مرحله ۵ را با مرحله ۴ مقایسه‌کنید. آیا اختلافی وجود دارد؟ علت را توضیح دهید.

.....

۷ توان ظاهری مدار را محاسبه‌کنید.

$P_S = V_e \times I_e =$ VA

۸ ضریب قدرت مدار را محاسبه‌کنید.

۱۶ــ۵ــ الگوی آزمون عملی در مدار واقعی پایان واحد کار :

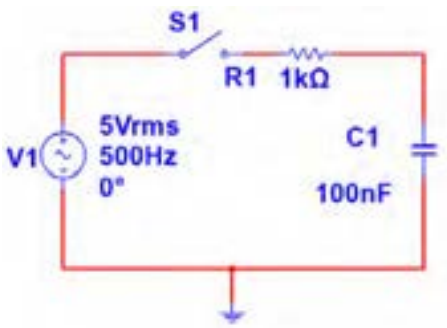
۱ مدار شکل ۶۲ ــ ۵ را روی بردبرد ببندید.

۲ کلید مدار را وصل کنید.

۳ ولتاژ مؤثر دو سر مقاومت را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. V_e = ... V

۴ جریان مؤثر مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

I_e = ... mA



شکل ۶۲ــ۵ــ مدار آزمایش

۵ توان مؤثر مدار را محاسبه کنید.

P_e = ... mW

۶ توان ظاهری مدار را محاسبه‌کنید.

P_s = ... mVA

۷ ضریب قدرت مدار را محاسبه‌کنید.

Cosφ = ...

ارزشیابی شایستگی اندازه‌گیری توان و ضریب قدرت

شرح کار:

۱ـ کسب دانش لازم جهت مقایسه توان در AC و DC و مقایسه ضریب قدرت دربارهای مختلف

۲ـ بستن یک نمونه مدار کاربردی الکترونیکی و اندازه‌گیری دقیق ولتاژ، جریان و نهایتاً توان با استفاده از مولتی‌متر

۳ـ نصب نرم‌افزار مرتبط در رایانه و بستن یک نمونه مدار و انتخاب دستگاه‌های اندازه‌گیری از جمله آمپرمتر، ولت‌متر و دستگاه اندازه‌گیری توان (وات‌متر)

۴ـ اندازه‌گیری دقیق توان با استفاده از نرم‌افزار

استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری توان با مولتی‌متر با تُلرانس حداکثر ۱۰ درصد ـ اندازه‌گیری توان و ضریب توان با نرم‌افزار

شاخص‌ها:

۱ـ اندازه‌گیری دقیق و صحیح توان DC در یک مدار با مولتی‌متر با تلرانس حداکثر ۱۰ درصد (۱۵ دقیقه)

۲ـ اندازه‌گیری دقیق و صحیح توان AC دریک مدار با مولتی‌متر با تلرانس حداکثر ۱۰ درصد (۵ دقیقه)

۳ـ اندازه‌گیری صحیح و دقیق توان و ضریب توان AC و DC در یک مدار با استفاده از نرم‌افزار مرتبط (۲۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک 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 H۸۰×D۱۸۰×W۱۸۰مجهز به فیوز حفاظت جان ـ رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ فرد با لباس کار ـ انجام کار در حال نشسته ـ نرم‌افزار خاص

ابزار و تجهیزات: قطعات (مقامت ـ سلف ـ خازن)ـ ابزار عمومی برق یا الکترونیک ـ ابزار و تجهیزات تخصصی ـ رایانه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	تشریح مفاهیم توان و ضریب قدرت	۱	
۲	اندازه‌گیری توان	۲	
۳	اندازه‌گیری ضریب قدرت و اصلاح آن با نرم‌افزار	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ حفاظت از قطعات دستگاه‌ها ۲ـ رعایت نکات ایمنی مربوط به هر دستگاه 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.

رشته : الکترونیک　　درس : عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی　　واحد یادگیری ۵