

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# راهنمای هنر آموز

دانش فنی تخصصی

رشته الکتروتکنیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز دانش فنی تخصصی (رشته الکتروتکنیک) - ۲۱۲۸۰۶

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش  
علی‌اکبر مطیع بیرجندی، شهرام خدادادی، امیرحسین ترکمانی، محمدحسن  
اسلامی، علیرضا حجرگشت، مجتبی انصاری پور و نقی اصغری آقاباقر (اعضای شورای  
برنامه‌ریزی)

امیرحسین ترکمانی، نقی اصغری آقاباقر، مجتبی انصاری پور و شبنم رهبر (اعضای  
گروه تألیف) - امیرحسین ترکمانی، نقی اصغری آقاباقر (ویراستار فنی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  
جواد صفری (مدیر هنری) - سورش سعادتمندی (صفحه‌آرا) - فاطمه رئیسبان  
فیروزآباد (رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

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

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص  
کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰  
صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ اول ۱۳۹۷

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۱.....	<b>فصل اول: کلیات روش تدریس</b>
۲.....	آشنایی با کتاب درسی.....
۳.....	زمان آموزش پودمان‌ها.....
۴.....	مسیر یادگیری درس دانش فنی تخصصی.....
۴.....	اهداف پودمان‌ها.....
۹.....	بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی سالانه درس دانش فنی تخصصی.....
۱۲.....	بودجه‌بندی زمانی پودمان‌ها و روش تدریس آن.....
۱۹.....	الگوی ارزشیابی پودمان‌های کتاب دانش فنی تخصصی.....
۲۵.....	اشتباهات رایج هنرجویان.....
	<b>فصل دوم: دانش افزایی واحدهای یادگیری درس دانش فنی تخصصی به تفکیک</b>
۲۹.....	<b>واحدهای یادگیری و پاسخ به فعالیت‌ها و تمرین‌ها</b>
۳۰.....	پودمان اول: تحلیل مدارهای الکتریکی.....
۴۳.....	پودمان دوم: ماشین‌های الکتریکی (ترانسفورماتورهای تک‌فاز).....
۴۵.....	پودمان سوم: تحلیل ماشین‌های الکتریکی (موتورهای القایی).....
۴۹.....	پودمان چهارم: کاربرد اتوماسیون صنعتی (اینورتر).....
۵۲.....	پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی (زبان فنی).....
۶۱.....	<b>فصل سوم: ترجمه دروس زبان فنی</b>
۷۷.....	<b>منابع و مآخذ</b>

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه دانش‌آموز/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و... می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است. در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌های اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه‌صدر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**



## فصل ۱

# کلیات روش تدریس

## آشنایی با کتاب درسی

محتوای کتاب دانش فنی تخصصی به گونه‌ای انتخاب شده است که علاوه بر پوشش دانش تخصصی لازم در دروس کارگاهی پایه دوازدهم، بستر ساز دروس دانشی در دوره کاردانی (تکنسین) نیز باشد. این کتاب شامل پنج پودمان است.

**پودمان اول:** این پودمان به تجزیه و تحلیل مدارهای الکتریکی متناوب می‌پردازد. رویکرد کتاب با نگاه کاربردی مدارهای الکتریکی پر کاربرد در برق انتخاب شده است. به همین منظور ابتدا بردار به عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات در مدارات متناوب آموزش داده شده است و در ادامه مدارات سری اهمی، سلفی و خازنی انتخاب و تحلیل شده است. در انتها نیز مدارات الکتریکی سه فاز تجزیه و تحلیل شده است. شاید از نظر مقایسه حجمی این پودمان سهم بیشتری از حجم صفحات کتاب را در بر گرفته باشد. لذا ذکر این نکته ضرورت دارد که موضوعات درسی که نیاز به حل، فرایند محاسبه و تجزیه و تحلیل دارند معمولاً تعداد صفحات بیشتری را برای مراحل پاسخ‌گویی در برمی‌گیرد و در نتیجه نگرانی بابت اختصاص زمان بیشتر از سهم پودمان‌های دیگر وجود ندارد. تعدد صفحات فقط به خاطر تحلیل مرحله به مرحله و یاد دادن روش حل مسئله مدارهای الکتریکی به هنرجویان است. یادگیری حل مسئله یک مهارت بسیار مهم است.

**پودمان دوم:** پودمان دوم به تحلیل رفتار ترانسفورماتورهای تک‌فاز می‌پردازد. اگر چه در سال گذشته در درس کارگاهی کابل‌کشی و سیم‌پیچی ماشین‌های الکتریکی به شایستگی‌های فنی و مهارت‌های این موضوع اشاره شده است ولی در اینجا هدف تحلیل رفتار ترانسفورماتورهای تک‌فاز در حالات مختلف بار داری، بی‌باری، ترانسفورماتور ایده‌آل و نظایر آن است.

**پودمان سوم:** ساختمان موتورهای القایی، تشکیل میدان دوار، تأثیر تغییر بار بر لغزش و روش‌های راه‌اندازی موتورهای القایی از مهم‌ترین عناوین آورده شده در پودمان سوم کتاب دانش فنی تخصصی است. هنرجویان در سال گذشته سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی القایی را فرا گرفتند و در اینجا تحلیلی رفتار موتور را در حالات مختلف فرا می‌گیرند.

**پودمان چهارم:** پودمان چهارم ابتدا مفاهیمی از الکترونیک نظیر یکسوسازی را آموزش می‌دهد و پس از معرفی قطعات نیمه‌هادی صنعتی، ذهن هنرجو را برای ورود به درایو (اینورتر) آماده می‌کند. در این قسمت اصول کار اینورتر تشریح می‌شود و مزایای کاربرد این وسیله در صنعت بیان می‌شود.

**پودمان پنجم:** کسب اطلاعات فنی یا زبان فنی با هدف آشنایی و کسب مهارت خواندن متون فنی رشته برق در این پودمان آورده شده است. اندازه‌گیری الکتریکی،



ولتاژ مستقیم و متناوب و انواع کاتالوگ سه بخش اصلی این پودمان را تشکیل می‌دهد. هنرجویان باید قادر باشند تا علاوه بر درک مفاهیم مربوط به بروشورها و کاتالوگ‌های فنی تجهیزات برقی، برای رشد و توسعه دانش فنی خود، متون فنی را مطالعه و ترجمه نمایند. اگر چه سعی شده است تا در این پودمان از متون ساده و مرتبط با موضوعاتی که تا به حال هنرجویان خوانده‌اند استفاده شود ولی از سه موضوع آورده شده، بخش دوم با عنوان ولتاژ مستقیم و متناوب نیمه تجویزی ارائه شده است. در صورتی که هنرآموزان محترم با کسری بودجه‌بندی زمانی مواجه شدند می‌توانند قسمت اندازه‌گیری الکتریکی و انواع کاتالوگ را تدریس نموده و قسمت دوم را برای تلاش بیشتر هنرجویان در نظر بگیرند.

### آشنایی با دیگر اجزای بسته آموزشی

اجزای بسته آموزشی شامل کتاب درسی، راهنمای هنرآموز، همراه هنرجو و فیلم آموزشی است. کتاب راهنمای هنرآموز با هدف آموزش روش‌ها و فنون تدریس پودمان‌ها نظیر بودجه‌بندی زمانی و بهره‌گیری هم‌زمان از اجزای بسته آموزشی برای همکاران تدوین شده است. کتاب راهنمای هنرآموز دانش فنی تخصصی سعی دارد تا علاوه بر آموزش روش تدریس کتاب درسی، موضوعاتی نظیر بدفهمی‌های رایج، روش طرح موقعیت‌های جدید یاددهی - یادگیری، بودجه‌بندی سالانه و دانش‌افزایی مفاهیم جدید را ارائه نماید. یادآور می‌شود هنرجویان برای پاسخ به سؤالات تحلیلی این کتاب از کتاب همراه هنرجو می‌توانند استفاده کنند. کتاب همراه هنرجو شامل جداول، روابط، نمودارها و نقشه‌ها و واژگان تخصصی است که هنرجو در انجام فعالیت‌ها و کارهای عملی و رسیدن به شایستگی به آنها نیاز دارد و همچنین در ارزشیابی این درس مجاز به استفاده از آن است. به عبارت دیگر برای اجتناب از بخاطر سپردن روابط و استرس ناشی از آنها، همراه داشتن کتاب همراه هنرجو در کلیه آزمون‌ها بلامانع است.

### زمان آموزش پودمان‌ها

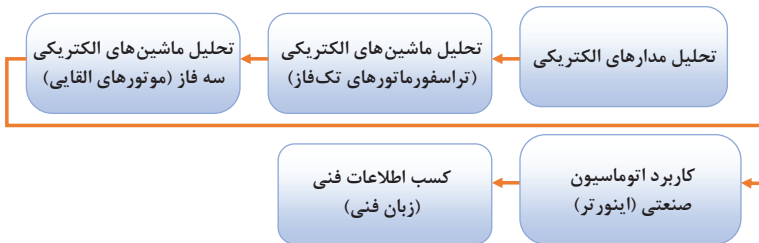
زمان کل آموزش کتاب درسی دانش فنی تخصصی ۴ ساعت در هفته نظر گرفته شده است. با توجه به دروس هشت ساعته کارگاهی زمان در نظر گرفته شده برای این درس در طول سال تحصیلی معادل ۱۵۰ ساعت خواهد بود. این زمان با توجه به محتوا و متناسب با پودمان‌ها بودجه‌بندی شده است (جدول ۱).

## جدول ۱- پودمان‌های درس دانش فنی تخصصی

ردیف	جدول ارائه پودمان	زمان بر حسب ساعت
۱	تحلیل مدارهای الکتریکی	۳۰
۲	تحلیل ماشین‌های الکتریکی (ترانسفورماتورهای تک‌فاز)	۳۰
۳	تحلیل ماشین‌های الکتریکی سه فاز (موتورهای القایی)	۳۰
۴	کاربرد اتوماسیون صنعتی (اینورتر)	۳۰
۵	کسب اطلاعات فنی (زبان فنی)	۳۰
	مجموع	۱۵۰

### مسیر یادگیری درس دانش فنی تخصصی

مسیر یادگیری ارتباط طولی و متوالی پودمان‌های کتاب درسی دانش فنی تخصصی در شکل ۱ نشان داده شده است. معمولاً پودمان‌ها از نظر محتوا استقلال موضوعی دارند.



شکل ۱- مسیر یادگیری درس دانش فنی تخصصی

### اهداف پودمان‌ها

برای اطلاع دقیق از اهداف موجود در کتاب دانش تخصصی اهداف هر پودمان به تفکیک موضوعات آورده شده آن پودمان در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- اهداف پودمان‌ها

الف) اهداف اصلی پودمان یک	
بردار و توان‌های الکتریکی	۱. کمیت‌های برداری را می‌شناسد.
	۲. عملیات جمع و تفریق کمیت‌های برداری را انجام دهد.
	۳. توان‌های الکتریکی را تعریف کند.
	۴. روابط توان‌های الکتریکی را استفاده کند.
	۵. توان در شبکه‌های الکتریکی را تحلیل کند.
	۶. شبکه‌های الکتریکی را به کمک مثلث توان تحلیل کند.
	۷. تمرین‌های بردار، توان الکتریکی و توان شبکه‌های الکتریکی را حل کند.
مدارهای سری RL	۱. مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ (RL سری) را رسم کند.
	۲. اجزای مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ را بشناسد.
	۳. کمیت‌های الکتریکی مدار RL سری را بشناسد.
	۴. قانون اهم را به مدار RL سری اعمال کند.
	۵. دی‌گرام برداری جریان و ولتاژهای مدار RL سری را رسم کند.
	۶. مقاومت ظاهری مدار RL سری را به دست آورد.
	۷. توان الکتریکی مدار RL سری را محاسبه کند.
	۸. مثلث توان الکتریکی مدار RL سری را رسم کند.
	۹. مدار الکتریکی RL سری را تحلیل کند.
	۱۰. تمرین‌های مدارهای RL سری را حل کند.
مدارهای RC سری	۱. مدار الکتریکی معادل خازن (RC سری) را رسم کند.
	۲. اجزای مدار الکتریکی معادل خازن را بشناسد.
	۳. کمیت‌های الکتریکی مدار RC سری را بشناسد.
	۴. قانون اهم را به مدار RC سری اعمال کند.
	۵. دی‌گرام برداری جریان و ولتاژهای مدار RC سری را رسم کند.
	۶. مقاومت ظاهری مدار RC سری را به دست آورد.
	۷. توان الکتریکی مدار RC سری را محاسبه کند.
	۸. مثلث توان الکتریکی مدار RC سری را رسم کند.
	۹. مدار الکتریکی RC سری را تحلیل کند.
	۱۰. تمرین‌های مدارهای RC سری را حل کند.
مدارهای RLC سری	۱. مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ و خازن با اتصال (RLC سری) را رسم کند.
	۲. اجزای مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ و خازن با اتصال سری را بشناسد.
	۳. کمیت‌های الکتریکی مدار RLC سری را بشناسد.
	۴. قانون اهم را به مدار RLC سری اعمال کند.
	۵. دی‌گرام برداری جریان و ولتاژهای مدار RLC سری را رسم کند.
	۶. مقاومت ظاهری مدار RLC سری را به دست آورد.
	۷. توان الکتریکی مدار RLC سری را محاسبه کند.
	۸. مثلث توان الکتریکی مدار RLC سری را رسم کند.
	۹. مدار الکتریکی RLC سری را تحلیل کند.
	۱۰. تمرین‌های مدارهای RLC سری را حل کند.
مدارهای سه فاز	۱. شبکه الکتریکی سه فاز را تعریف کند.
	۲. منحنی ولتاژهای سه فاز را رسم کند.
	۳. کمیت‌های الکتریکی شبکه‌های سه فاز را تعریف کند.
	۴. نحوه اتصال مصرف‌کننده‌های الکتریکی به شبکه‌های سه فاز را بشناسد.
	۵. مدار الکتریکی با اتصال مثلث را ترسیم کند.
	۶. کمیت‌ها الکتریکی مدار با اتصال مثلث را به دست آورد.
	۷. مدار الکتریکی با اتصال ستاره را ترسیم کند.
	۸. کمیت‌های الکتریکی مدار با اتصال ستاره را به دست آورد.
	۹. توان مدار الکتریکی سه فاز را به دست آورد.
	۱۰. مثلث توان مدار الکتریکی سه فاز را ترسیم کند.
	۱۱. مدارهای الکتریکی سه فاز را تحلیل کند.
	۱۲. تمرین‌های مدار الکتریکی سه فاز را حل کند.

## ب) اهداف اصلی پودمان دوم

- ۱ ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۲ کاربرد ترانسفورماتور در شبکه‌های الکتریکی را توضیح دهد.
- ۳ ساختمان ترانسفورماتور تک‌فاز را شرح دهد.
- ۴ وظیفه اجزای ساختمان ترانسفورماتور را شرح دهد.
- ۵ طرز کار ترانسفورماتور تک‌فاز را شرح دهد.
- ۶ رابطه نیروی محرکه القایی سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور را بنویسد.
- ۷ نسبت تبدیل و ضریب تبدیل ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۸ رابطه نسبت تبدیل و ضریب تبدیل را بنویسد.
- ۹ افت ولتاژهای داخلی ترانسفورماتور را شرح دهد.
- ۱۰ رابطه افت ولتاژ کلی ترانسفورماتور تک‌فاز را بنویسد.
- ۱۱ افت ولتاژ کلی ترانسفورماتور را محاسبه کند.
- ۱۲ تلفات ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۱۳ انواع تلفات ترانسفورماتور را نام ببرد.
- ۱۴ انواع تلفات ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۱۵ هدف از انجام آزمایش بی‌باری ترانسفورماتور را بیان کند.
- ۱۶ نحوه انجام آزمایش بی‌باری ترانسفورماتور را توضیح دهد.
- ۱۷ مدار آزمایش بی‌باری ترانسفورماتور را رسم کند.
- ۱۸ هدف از انجام آزمایش اتصال کوتاه ترانسفورماتور را بیان کند.
- ۱۹ نحوه انجام آزمایش اتصال کوتاه ترانسفورماتور را توضیح دهد.
- ۲۰ مدار آزمایش اتصال کوتاه را رسم کند.
- ۲۱ تلفات مسی را در بارهای غیرنامی به‌دست آورد.
- ۲۲ تلفات مسی را با استفاده از روابط محاسبه کند.
- ۲۳ راندمان ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۲۴ رابطه راندمان ترانسفورماتور را بنویسد.
- ۲۵ راندمان ترانسفورماتور را به ازای بارهای مختلف محاسبه کند.
- ۲۶ راندمان حداکثر ترانسفورماتور را به‌دست آورد.
- ۲۷ ترانسفورماتور تک‌فاز را تحلیل کند.
- ۲۸ تمرین‌های ترانسفورماتور تک‌فاز را حل کند.
- ۲۹ ترانسفورماتور ایده‌آل را تعریف کند.
- ۳۰ رابطه اساسی ترانسفورماتور ایده‌آل را بنویسد.
- ۳۱ ترانسفورماتور ایده‌آل را تحلیل کند.
- ۳۲ تمرین‌های ترانسفورماتور ایده‌آل را حل کند.
- ۳۳ اتوترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۳۴ کاربرد اتوترانسفورماتور را بیان کند.
- ۳۵ ساختمان اتوترانسفورماتور را شرح دهد.
- ۳۶ انواع اتوترانسفورماتور را تعریف کند.
- ۳۷ روابط الکتریکی اتوترانسفورماتور را بنویسد.
- ۳۸ اتوترانسفورماتور را تحلیل کند.
- ۳۹ تمرین‌های اتوترانسفورماتور را حل کند.

پ) اهداف اصلی پودمان سوم

- ۱ ماشین‌های الکتریکی را تعریف کند.
- ۲ انواع ماشین‌های الکتریکی را نام ببرد.
- ۳ ساختمان موتورهای القایی آسنکرون سه فاز را توضیح دهد.
- ۴ میدان دوار مغناطیسی را تعریف کند.
- ۵ نحوه تولید میدان دوار مغناطیسی را شرح دهد.
- ۶ تغییر جهت گردش میدان دوار مغناطیسی را بیان کند.
- ۷ عوامل مؤثر در سرعت میدان دوار را توضیح دهد.
- ۸ رابطه سرعت میدان دوار را بنویسد.
- ۹ طرز کار موتور القایی آسنکرون رتور قفسی را شرح دهد.
- ۱۰ لغزش موتور القایی آسنکرون رتور قفسی را تعریف کند.
- ۱۱ لغزش موتور القایی آسنکرون رتور قفسی را محاسبه کند.
- ۱۲ محدوده تغییرات لغزش موتور القایی آسنکرون را توضیح دهد.
- ۱۳ مشخصه گشتاور و دور موتور القایی را رسم کند.
- ۱۴ نقاط مهم مشخصه گشتاور دور را تعیین کند.
- ۱۵ مشخصه گشتاور لغزش موتور القایی را رسم کند.
- ۱۶ نقاط مهم مشخصه گشتاور لغزش موتور القایی را تعیین کند.
- ۱۷ رتور قفسی موتور القایی را طبقه‌بندی کند.
- ۱۸ محدوده تغییرات ضریب توان مؤثر موتور القایی را بیان کند.
- ۱۹ محدوده تغییرات جریان موتور القایی را بیان کند.
- ۲۰ راه‌اندازی موتور القایی آسنکرون را تعریف کند.
- ۲۱ روش‌های راه‌اندازی موتور القایی آسنکرون را نام ببرد.
- ۲۲ روش‌های راه‌اندازی موتور القایی آسنکرون را شرح دهد.
- ۲۳ ترمز موتور القایی آسنکرون را تعریف کند.
- ۲۴ روش‌های ترمز موتور القایی آسنکرون را نام ببرد.
- ۲۵ روش‌های ترمز موتور القایی آسنکرون را شرح دهد.
- ۲۶ راندمان را تعریف کند.
- ۲۷ رابطه راندمان را بنویسد.
- ۲۸ دیگرام توازن توان موتور القایی آسنکرون را رسم کند.
- ۲۹ راندمان موتور القایی آسنکرون را محاسبه کند.
- ۳۰ پلاک موتور القایی آسنکرون را بخواند.
- ۳۱ موتور القایی آسنکرون را تحلیل کند.
- ۳۲ تمرین‌های موتور القایی آسنکرون را حل کند.

## ت) اهداف اصلی بودمان چهارم

- ۱ نیمه‌هادی‌ها را تعریف کند.
- ۲ طرز ساخت قطعه P را توضیح دهد.
- ۳ طرز ساخت قطعه N را توضیح دهد.
- ۴ اتصال PN را توضیح دهد.
- ۵ دیود را تعریف کند.
- ۶ علامت اختصاری دیود را ترسیم کند.
- ۷ تغذیه پایه‌های دیود را توضیح دهد.
- ۸ نقش دیود در مدارهای الکتریکی را بیان کند.
- ۹ آزمایش سالم بودن دیود را شرح دهد.
- ۱۰ یکسوسازی را تعریف کند.
- ۱۱ یکسوسازی نیم موج تک‌فاز را تعریف کند.
- ۱۲ مدار یکسوساز نیم موج تک‌فاز را رسم کند.
- ۱۳ طرز کار یکسوساز نیم موج تک‌فاز را توضیح دهد.
- ۱۴ روابط الکتریکی یکسوساز نیم موج را بنویسد.
- ۱۵ یکسوسازی تمام موج تک‌فاز را تعریف کند.
- ۱۶ مدار یکسوسازی تمام موج تک‌فاز را رسم کند.
- ۱۷ طرز کار یکسوسازی تمام موج تک‌فاز را توضیح دهد.
- ۱۸ روابط الکتریکی یکسوسازی تمام موج تک‌فاز را بنویسد.
- ۱۹ یکسوسازی تمام موج سه فاز را تعریف کند.
- ۲۰ مدار یکسوساز تمام موج سه فاز را رسم کند.
- ۲۱ صافی خازنی و سلفی را تعریف کند.
- ۲۲ مدار صافی خازنی و سلفی را رسم کند.
- ۲۳ دیود نوردهنده را تعریف کند.
- ۲۴ طرز کار دیود نوردهنده را توضیح دهد.
- ۲۵ مدار یکسوسازی نیم موج و تمام موج تک‌فاز را تحلیل کند.
- ۲۶ تمرین‌های یکسوسازی نیم موج و تمام موج را حل کند.
- ۲۷ ترانزیستور را تعریف کند.
- ۲۸ علامت اختصاری ترانزیستور را رسم کند.
- ۲۹ تغذیه پایه‌های ترانزیستور را توضیح دهد.
- ۳۰ کاربرد ترانزیستور به‌عنوان سوئیچ را شرح دهد.
- ۳۱ آزمایش سالم بودن ترانزیستور را شرح دهد.
- ۳۲ ترانزیستور را تعریف کند.
- ۳۳ علامت اختصاری ترانزیستور را رسم کند.
- ۳۴ کاربرد ترانزیستور را توضیح دهد.
- ۳۵ تغذیه پایه‌های ترانزیستور را توضیح دهد.
- ۳۶ آزمایش سالم بودن ترانزیستور را توضیح دهد.
- ۳۷ IGBT را تعریف کند.
- ۳۸ علامت اختصاری IGBT را رسم کند.
- ۳۹ راه‌اندازی IGBT را شرح دهد.
- ۴۰ آزمایش سالم بودن IGBT را شرح دهد.
- ۴۱ درایو فرکانس متغیر را تعریف کند.
- ۴۲ کاربرد درایو فرکانس متغیر را شرح دهد.
- ۴۳ اصول کار اینورتر را بیان کند.
- ۴۴ مزایای اینورتر را بیان کند.

### ث) اهداف اصلی بودمان پنجم

۱. معادل فارسی واژگان تخصصی دستگاه‌های اندازه‌گیری را بیان کند.
۲. معادل فارسی قسمت‌های مختلف یک دستگاه مولتی متر را بیان کند.
۳. کاتالوگ یک دستگاه مولتی متر را مطالعه و شرح دهد.
۴. معادل انگلیسی ابزار اندازه‌گیری پر کاربرد را بیان کند.
۵. تعاریف ولتاژ، جریان و مقاومت را به زبان انگلیسی بیان کند.
۶. معادل فارسی واژگان تخصصی در زمینه ولتاژ متناوب و مستقیم را بیان کند.
۷. معادل فارسی واژگان تخصصی ترانسفورماتور را بیان کند.
۸. کاتالوگ یک نمونه ترانسفورماتور را مطالعه و توضیح دهد.
۹. ولتاژ مستقیم و متناوب را به انگلیسی به صورت مختصر بیان کند.
۱۰. مشخصات ترانسفورماتور را از پلاک آن بتواند استخراج کند.
۱۱. قسمت‌های کاربردی در کاتالوگ‌ها را تشخیص دهد.
۱۲. معادل فارسی واژگان تخصصی رایج در کاتالوگ‌ها را بیان کند.
۱۳. اجزای یک سیستم فتولتائیک را بیان کند.
۱۴. معادل فارسی قسمت‌های مختلف یک دستگاه کنترل شارژ را بیان کند.
۱۵. تبدیل واحد اسب بخار و کیلو وات را به یکدیگر توضیح دهد.
۱۶. انواع پمپ‌های آب خورشیدی را توضیح دهد.
۱۷. مشخصات موتور الکتریکی را از پلاک آن بتواند استخراج کند.
۱۸. انواع کلید خودکار مینیاتوری را از روی منحنی مشخصه آن توضیح دهد.

کسب اطلاعات فنی (زبان فنی)

### بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی سالانه درس دانش فنی تخصصی

بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی در کتاب درسی یکی از نکات مهم برای اجرای دقیق و به موقع محتوای درسی است. این بودجه‌بندی در جدول ۳ برای هنرآموزان محترم ارائه شده است. در این جدول تقسیم‌بندی موضوعات درسی به تفکیک هفته‌های آموزشی ارائه شده است. این جدول برای ترسیم طرح درس سالانه مفید است.

### جدول ۳- بودجه‌بندی سالانه دانش فنی تخصصی

عناوین	هفته
آشنایی با محتوای درس و اهداف - یادآوری مفاهیم پیش‌نیاز اشاره شده در کتاب دانش فنی پایه - رفع اشکال	اول
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ توان‌های مدار و نمایش برداری آنها</li> <li>۲ مثلث توان</li> <li>۳ اثبات رابطه توان ظاهری</li> <li>۴ توان ظاهری بار شبکه</li> </ol>	دوم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ</li> <li>۲ افت ولتاژهای مدار وترسیم دیاگرام برداری</li> <li>۳ محاسبه مقاومت ظاهری</li> <li>۴ توان‌های مدار</li> </ol>	سوم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مدار الکتریکی معادل خازن</li> <li>۲ افت ولتاژهای مدار وترسیم دیاگرام برداری</li> <li>۳ محاسبه مقاومت ظاهری</li> <li>۴ توان‌های مدار</li> </ol>	چهارم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مدار الکتریکی معادل یک سیم‌پیچ سری با خازن</li> <li>۲ افت ولتاژهای مدار وترسیم دیاگرام برداری</li> <li>۳ محاسبه مقاومت ظاهری</li> <li>۴ توان‌های مدار</li> </ol>	پنجم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ ترسیم شکل موج سه فاز</li> <li>۲ معرفی شبکه سه فاز</li> <li>۳ روابط ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره و مثلث</li> <li>۴ تحلیل مصرف‌کننده‌های سه فاز</li> <li>۵ توان مصرف‌کننده سه فاز</li> </ol>	ششم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مرور و رفع اشکال</li> <li>۲ ارزشیابی پودمان یک</li> </ol>	هفتم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مقدمه</li> <li>۲ ترانسفورماتور</li> <li>۳ ساختمان ترانسفورماتور</li> <li>۴ انواع ترانسفورماتور</li> </ol>	هشتم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ طرز کار ترانسفورماتور</li> <li>۲ محاسبه نیروی محرکه القایی</li> </ol>	نهم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ نسبت تبدیل</li> <li>۲ افت ولتاژ</li> </ol>	دهم



تلفات ترانسفور تور	یازدهم
۱ آزمایش ترانسفور ماتور ۲ راندمان ترانسفور ماتور	دوازدهم
۱ ترانسفور ماتور ایده آل ۲ اتوترانسفور ماتور	سیزدهم
ارزشیابی پودمان دوم	چهاردهم
۱ مقدمه ۲ ساختمان	پانزدهم
۱ میدان دوار مغناطیسی ۲ تغییر جهت چرخش میدان دوار ۳ عوامل مؤثر بر سرعت میدان دوار	شانزدهم
۱ طرز کار موتور آسنکرون ۲ لغزش موتورهای القایی ۳ رفتار ماشین در لغزشهای مختلف	هفدهم
۱ مشخصه گشتاور دور موتورهای القایی ۲ دسته بندی رتورهای قفسی ۳ ضریب توان مؤثر موتورهای القایی ۴ جریان موتور	هجدهم
۱ روش های راه اندازی موتورهای القایی ۲ کنترل سرعت موتورهای القایی ۳ ترمز موتورهای القایی	نوزدهم
تلفات و راندمان موتورهای القایی	بیستم
ارزشیابی پودمان سوم	بیست و یکم
۱ مقدمه ۲ نیمه هادی ها ۳ دیود ۴ بایاس دیود	بیست و دوم
۱ آزمایش دیود ۲ پارامترهای دیود ۳ یکسوسازی نیم موج	بیست و سوم
۱ یکسوسازی تمام موج ۲ یکسوسازی تمام موج سه فاز ۳ صافی ۴ دیود نوردهنده	بیست و چهارم
۱ ترانزیستور ۲ آزمایش ترانزیستور	بیست و پنجم

<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. تریستور</li> <li>۲. آزمایش تریستور</li> <li>۳. ترانزیستور دو قطبی با گیت عایق شده</li> <li>۴. آزمایش IGBT</li> </ol>	بیست و هشتم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. درایورفرکانسی متغیر</li> <li>۲. اصول کار اینورتر</li> <li>۳. مزایای اینورتر</li> </ol>	بیست و هفتم
ارزشیابی پودمان چهارم	بیست و هشتم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. مقدمه (آشنایی با ولتاژ، جریان و مقاومت و نحوه اندازه گیری آنها)</li> <li>۲. تعاریف واژگان تخصصی</li> <li>۳. مکالمه (بررسی دستگاه مولتی متر)</li> </ol>	بیست و نهم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. تاریخچه ایجاد دستگاه های اندازه گیری</li> <li>۲. درک مطلب (بررسی قانون اهم)</li> <li>۳. فعالیت</li> </ol>	سی ام
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. مقدمه (آشنایی با میدان مغناطیسی)</li> <li>۲. تعاریف واژگان تخصصی</li> <li>۳. مکالمه (بازدید از کارخانه ایران ترانسفو)</li> </ol>	سی و یکم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. تاریخچه ایجاد مغناطیس</li> <li>۲. درک مطلب (DC&amp;AC)</li> <li>۳. پلاک خوانی ترانسفورماتور</li> </ol>	سی و دوم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. مقدمه (آشنایی با انواع کاتالوگ)</li> <li>۲. تعاریف واژگان تخصصی</li> <li>۳. مکالمه (پنل های خورشیدی)</li> </ol>	سی و سوم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. تاریخچه ایجاد اسب بخار و کیلو وات</li> <li>۲. درک مطلب (پمپ آب خورشیدی)</li> <li>۳. پلاک خوانی موتور الکتریکی</li> <li>۴. انواع MCB</li> </ol>	سی و چهارم
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱. مرور و رفع اشکال</li> <li>۲. ارزشیابی پودمان پنجم</li> </ol>	سی و پنجم

## بودجه بندی زمانی پودمان ها و روش تدریس آن

برای تهیه طرح درس روزانه نیاز به بودجه بندی زمانی در هر جلسه است. بدین منظور تقسیم بندی زمانی محتوای هر جلسه هم در تنظیم مدیریت زمان و اتمام به موقع کتاب درسی مفید خواهد بود. جدول ۴ یک بودجه بندی زمانی پودمان های کتاب دانش تخصصی را پیشنهاد می دهد. این تقسیم بندی برای ترسیم طرح درس هفتگی و روزانه مفید است.

## جدول ۴- بودجه‌بندی زمانی پودمان ۱

روش تدریس	زمان	عناوین	هفته
روش تدریس	معرفی هدف کتاب و پودمان	حضور و غیاب	اول
	۱ تعریف و کاربرد بردار	۱ تعریف بردار	
	۲ تبدیل معادلات زمانی ولتاژ و جریان به بردار و بالعکس	۲ شکل برداری معادلات زمانی	
	۳ یادآوری و تأکید بر کاربرد نسبت‌های مثلثاتی و رابطه فیثاغورس	۳ نسبت‌های مثلثاتی - رابطه فیثاغورس	
	۴ تجزیه بردار با استفاده از نسبت‌های مثلثاتی	۴ تجزیه بردار	
	۵ برآیند بردارها با استفاده از تجزیه بردارها	۵ برآیند بردارها به روش تحلیلی	
۶ برآیند بردارها به روش هندسی	۶ برآیند بردارها به روش هندسی	دوم	
	حضور و غیاب		
۱ تعریف توان‌ها و نمایش بردار آنها	۱ توان‌های مدار و نمایش برداری آنها		
۲ ترسیم مثلث توان به کمک بردارهای توان و به کارگیری نسبت‌های مثلثاتی و رابطه فیثاغورس	۲ مثلث توان		
۳ اثبات رابطه توان ظاهری به کمک رابطه فیثاغورس	۳ اثبات رابطه توان ظاهری		
۴ ترسیم مثلث توان و تحلیل هر مصرف‌کننده و تحلیل و ترسیم مثلث توان بار شبکه	۴ توان ظاهری بار شبکه		
روش تدریس	نحوه به دست آوردن مدار الکتریکی معادل سیم پیچ	حضور و غیاب	سوم
	۱ محاسبه افت ولتاژ و کمک قانون اهم و ترسیم دیگرام برداری ولتاژها و جریان مدار به کمک تعریف اختلاف فاز هر المان	۱ مدار الکتریکی معادل سیم پیچ	
	۲ محاسبه مقاومت ظاهری با استفاده از قانون اهم و رابطه	۲ افت ولتاژهای مدار ترسیم دیگرام برداری	
	۳ محاسبه توان‌های هر المان و توان منبع و ترسیم مثلث توان	۳ محاسبه مقاومت ظاهری	
	۴ محاسبه توان‌های هر المان و توان منبع و ترسیم مثلث توان	۴ توان‌های مدار	

چهارم	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱ مدار الکتریکی معادل خازن	۱۵ دقیقه	۱ نحوه به دست آوردن مدار الکتریکی معادل خازن
پنجم	۲ افت ولتاژهای مدار و ترسیم دیگرام برداری	۶۵ دقیقه	۲ محاسبه افت ولتاژ با کمک قانون اهم و ترسیم دیگرام برداری ولتاژها و جریان مدار به کمک تعریف اختلاف فاز هر المان
	۳ محاسبه مقاومت ظاهری	۴۵ دقیقه	۳ محاسبه مقاومت ظاهری با استفاده از قانون اهم و رابطه
	۴ توان های مدار	۴۵ دقیقه	۴ محاسبه توان های هر المان و توان منبع و ترسیم مثلث توان
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
ششم	۱ مدار الکتریکی معادل یک سیم پیچ سری با خازن	۱۵ دقیقه	۱ نحوه به دست آوردن مدار الکتریکی معادل یک سیم پیچ سری با خازن
	۲ افت ولتاژهای مدار و ترسیم دیگرام برداری	۶۵ دقیقه	۲ محاسبه افت ولتاژ با کمک قانون اهم و ترسیم دیگرام برداری ولتاژها و جریان مدار به کمک تعریف اختلاف فاز هر المان
	۳ محاسبه مقاومت ظاهری	۴۵ دقیقه	۳ محاسبه مقاومت ظاهری با استفاده از قانون اهم و رابطه
	۴ توان های مدار	۴۵ دقیقه	۴ محاسبه توان های هر المان و توان منبع و ترسیم مثلث توان
هفتم	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱ ترسیم شکل موج سه فاز	۱۰ دقیقه	۱ آموزش ترسیم شکل موج سه فاز
	۲ معرفی شبکه سه فاز	۲۰ دقیقه	۲ ترسیم شبکه سه فاز و تعریف ولتاژ خطی و ولتاژ فاز
	۳ روابط ولتاژهای خطی و فاز	۵۰ دقیقه	۳ تحلیل و محاسبه جریان فاز و خطی در اتصال ستاره و مثلث
	۴ تحلیل مصرف کننده های سه فاز	۴۵ دقیقه	۴ کاربرد روابط جریان فاز و خطی تحلیل مصرف کننده های سه فاز
۵ توان مصرف کننده سه فاز	۴۵ دقیقه	۵ محاسبه توان مصرف کننده سه فاز با استفاده از ولتاژ و جریان	
هفتم	۱ مرور و رفع اشکال	۵۹ دقیقه	۱ پاسخ به پرسش ها
	۲ ارزشیابی پودمان یک	۵۹ دقیقه	۲ برگزاری آزمون بر مبنای گوی ارزشیابی

بودجه‌بندی زمانی بودمان ۲

هفته	عناوین	زمان	روش تدریس
اول	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	معرفی هدف کتاب و بودمان
	۱ مقدمه	۴۰ دقیقه	۱ لزوم استفاده از ترانسفورماتور
	۲ ترانسفورماتور	۴۰ دقیقه	۲ تعریف ترانسفورماتور
	۳ ساختمان ترانسفورماتور	۸۰ دقیقه	۳ وظیفه اجزای ترانسفورماتور
دوم	۴ انواع ترانسفورماتور	۱۰ دقیقه	۴ ترانسفورماتور افزاینده، کاهنده و یک به یک
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
سوم	۱ طرز کار ترانسفورماتور	۸۰ دقیقه	۱ طرز کار ترانسفورماتور از دیدگاه انرژی، القا و القای متقابل و خود القایی و پراکندگی
	۲ محاسبه نیروی محرکه القایی	۹۰ دقیقه	۲ ارائه رابطه نیروی محرکه القایی و تحلیل و کاربرد آن
چهارم	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱ نسبت تبدیل	۸۰ دقیقه	۱ به دست آوردن نسبت تبدیل و ضریب تبدیل و تحلیل و کاربرد آن
پنجم	۲ افت ولتاژ	۹۰ دقیقه	۲ بررسی افت ولتاژ و ارائه رابطه افت ولتاژ به همراه تحلیل و کاربرد
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
ششم	۱ تلفات ترانسفورماتور	۸۰+۹۰ دقیقه	بررسی تلفات، تعریف تلفات از دیدگاه انرژی، دسته‌بندی تلفات، رابطه تلفات، عوامل مؤثر در تلفات و روش‌های کاهش تلفات
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
هفتم	۱ ترانسفورماتور ایده‌آل	۴۰ دقیقه	۱ بررسی ترانسفورماتور ایده‌آل و ارائه روابط همراه کاربرد و تجزیه و تحلیل
	۲ اتوترانسفورماتور	۴۰+۹۰ دقیقه	۲ بررسی اتو ترانسفورماتور، ارائه روابط به همراه تجزیه و تحلیل
	ارزشیابی بودمان دوم	۹۰+۹۰ دقیقه	مرور و رفع اشکال، پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون بر مبنای الگوی ارزشیابی

### بودجه‌بندی زمانی بودمان ۳

روش تدریس	زمان	عناوین	هفته
روش تدریس	معرفی هدف بودمان	حضور و غیاب	هفته اول
	۱. بررسی موتور القایی از دیدگاه انرژی و توان و طبقه‌بندی آنها	۱. مقدمه	
	۲. تشریح ساختمان موتور القایی، وظیفه اجزا و انواع رنور	۲. ساختمان	
		حضور و غیاب	
	۱. بررسی میدان مغناطیسی ثابت، ضریب و دوار، ترسیم میدان دوار در لحظات مختلف	۱. میدان دوار مغناطیسی	دوم
	۲. بررسی اثر تعویض جای دوه فاز بر میدان دوار	۲. تغییر جهت چرخش میدان دوار	
	۳. بررسی اثر تعداد قطب و فرکانس بر سرعت میدان دوار	۳. عوامل مؤثر بر سرعت میدان دوار	
		حضور و غیاب	
	۱. تشریح طرز کار موتور القایی	۱. طرز کار موتور آسکرون	سوم
	۲. تشریح لغزش	۲. لغزش موتورهای القایی	
۳. بررسی مقادیر لغزش در حالاتهای مختلف ماشین	۳. رفتار ماشین در لغزش های مختلف		
	حضور و غیاب		
چهارم	۱. تشریح منحنی گشتاور دور و بررسی نقاط مهم و تشریح منحنی گشتاور لغزش و بررسی نقاط مهم و بررسی نقاط کار در بارهای مختلف	۱. مشخصه گشتاور دور موتورهای القایی	
	۲. دسته‌بندی تورهای قفسی و بررسی ویژگی‌های آنها	۲. دسته‌بندی تورهای قفسی	
	۳. بررسی ضریب قدرت مؤثر موتور القایی در سرعت‌های مختلف	۳. ضریب توان مؤثر موتورهای القایی	
	۴. بررسی جریان موتور القایی در سرعت‌های مختلف	۴. جریان موتور	
	حضور و غیاب		
پنجم	۱. بررسی راه‌اندازی موتورهای آسکرون و ارائه روش‌های راه‌اندازی و تحلیل روش‌ها	۱. روش‌های راه‌اندازی موتورهای القایی	
	۲. بررسی کنترل سرعت موتورهای آسکرون و ارائه روش‌های کنترل سرعت و تحلیل روش‌ها	۲. کنترل سرعت موتورهای القایی	
	۳. بررسی ترمز موتورهای آسکرون و ارائه روش‌های ترمز و تحلیل روش‌ها	۳. ترمز موتورهای القایی	
	حضور و غیاب		
ششم	تحلیل توان و تلفات و راندمان موتور آسکرون	تلفات و راندمان موتورهای القایی	
	مورور و رفع اشکال، پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون بر مبنای الگوی ارزشیابی	ارزشیابی بودمان سوم	هفتم

بودجه‌بندی زمانی پودمان ۴

هفته	عناوین	زمان	روش تدریس
اول	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱. مقدمه	۲۰ دقیقه	کاربرد الکترونیک
	۲. نیمه‌هادی‌ها	۶۰ دقیقه	نحوه تولید قطعات P و N
	۳. دیود	۴۰ دقیقه	آشنایی با اتصال PN و پایه‌های آن
دوم	۴. بایاس دیود	۵۰ دقیقه	طرز کار دیود
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱. آزمایش دیود	۳۰ دقیقه	تشخیص سالم بودن دیود
	۲. پارامترهای دیود	۳۰ دقیقه	تعریف پارامترهای دیود
سوم	۳. یکسو سازی نیم موج	۹۰+۲۰ دقیقه	آشنایی با یکسو سازی نیم موج تک فاز ترسیم مدار الکتریکی آن و تجزیه و تحلیل یکسو سازی نیم موج تک فاز
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱. یکسو سازی تمام موج	۸۰ دقیقه	آشنایی با یکسو سازی تمام موج تک فاز ترسیم مدار الکتریکی آن و تجزیه و تحلیل یکسو سازی تمام موج تک فاز
	۲. یکسو سازی تمام موج سه فاز	۷۰ دقیقه	آشنایی با یکسو سازی تمام موج سه فاز ترسیم مدار الکتریکی آن
چهارم	۳. صافی	۷۰ دقیقه	آشنایی با صافی‌های خازنی و سلفی و کاربرد آن در یکسو سازی
	۴. دیود نورددهنده	۷۰ دقیقه	آشنایی با دیود نورددهنده و کاربرد آن
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱. ترانزیستور	۸۰ دقیقه	بررسی ساختمان ترانزیستور و پایه‌های آن و کاربرد آن به عنوان سوئیچ الکتریکی
پنجم	۲. پارامترهای ترانزیستور	۵۰ دقیقه	تعریف پارامترهای ترانزیستور
	۳. آزمایش ترانزیستور	۵۰ دقیقه	تشخیص سالم بودن ترانزیستور
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
	۱. ترانزیستور	۸۰ دقیقه	بررسی ساختمان ترانزیستور و پایه‌های آن و کاربرد آن به عنوان سوئیچ الکتریکی
ششم	۲. آزمایش ترانزیستور	۷۰ دقیقه	تشخیص سالم بودن ترانزیستور
	۳. ترانزیستور ده قطبی با گیت عایق شده	۵۰ دقیقه	معرفی IGBT و طرز کار، مزایا و مدار راه‌اندازی آن
	۴. آزمایش IGBT	۵۰ دقیقه	تشخیص سالم بودن IGBT
	حضور و غیاب	۱۰ دقیقه	
هفتم	۱. درایور کانس متغیر	۶۰ دقیقه	معرفی درایور کانس متغیر و کاربرد آن
	۲. اصول کار اینورتر	۶۰+۴۰ دقیقه	تجزیه و تحلیل اصول کار اینورتر
	۳. مزایای اینورتر	۳۰ دقیقه	آشنایی با مزایای اینورتر
	ارزشیابی پودمان چهارم	۹۰+۹۰ دقیقه	مرور و رفع اشکال. پرسش و پاسخ و برگزای آزمون بر مبنای الگوی ارزشیابی

## بودجه‌بندی زمانی بودمان ۵

روش تدریس	زمان	عناوین	هفته
معرفی هدف کتاب و بودمان	۱۰ دقیقه	حضور و غیاب	اول
۱ آشنایی با ولتاژ، جریان و مقاومت و نحوه اندازه‌گیری آنها	۵۵ دقیقه	۱ مقدمه	
۲ بررسی و مطالعه واژگان تخصصی کاربردی	۵۰ دقیقه	۲ تعاریف واژگان تخصصی	
۳ بررسی دستگاه مولتی متر و کاتالوگ آن	۷۵ دقیقه	۳ مکالمه	دوم
۱ مطالعه و بررسی متن مربوط به تاریخچه ساخت اولین دستگاه‌های اندازه‌گیری	۱۰ دقیقه	حضور و غیاب	
۲ آشنایی با المان ولتاژ، جریان و مقاومت و قانون اهم	۵۰ دقیقه	۱ تاریخچه	
۳ بررسی و انجام فعالیت‌ها	۸۰ دقیقه	۲ درک مطلب	سوم
۱ آشنایی با مغناطیس و میدان مغناطیسی	۴۰ دقیقه	۳ فعالیت	
۲ بررسی و مطالعه واژگان تخصصی کاربردی	۱۰ دقیقه	حضور و غیاب	
۳ بررسی ترانسفورماتور و انواع آن و بررسی	۵۰ دقیقه	۱ مقدمه	چهارم
۱ مطالعه و بررسی متن مربوط به تاریخچه کشف مغناطیس و میدان مغناطیسی	۷۰ دقیقه	۲ تعاریف واژگان تخصصی	
۲ بررسی ولتاژ AC و DC و نحوه تولید آنها	۱۰ دقیقه	۳ مکالمه	
۳ بررسی پلاک ترانسفورماتور و نحوه استخراج اطلاعات از آن	۴۵ دقیقه	حضور و غیاب	پنجم
۱ آشنایی با انواع کاتالوگ و اطلاعات موجود در کاتالوگ‌ها	۴۵ دقیقه	۱ تاریخچه	
۲ بررسی و مطالعه واژگان تخصصی کاربردی	۸۰ دقیقه	۲ درک مطلب (DC&AC)	
۳ بررسی ساختار سیستم تولید برق از پیل خورشیدی	۴۵ دقیقه	۳ پلاک خوانی ترانسفورماتور	ششم
۱ آشنایی با انواع کاتالوگ (مقدمه)	۱۰ دقیقه	حضور و غیاب	
۲ تعاریف واژگان تخصصی	۳۵ دقیقه	۱ تاریخچه	
۳ مکالمه (پنل‌های خورشیدی)	۸۵ دقیقه	۲ درک مطلب (پمپ آب خورشیدی)	هفتم
۱ بررسی انواع MCBها	۱۰ دقیقه	۳ پلاک خوانی موتور الکتریکی	
۲ پاسخ به پرسش‌ها	۱۵ دقیقه	۴ انواع MCB	
۳ برگزاری آزمون بر مبنای الگوی ارزشیابی	۹۰ دقیقه	۱ مرور وزغ اشکال	
	۹۰ دقیقه	۲ ارزشیابی بودمان پنجم	



## الگوی ارزشیابی پودمان‌های کتاب دانش فنی تخصصی

برای ارزشیابی از پودمان‌های کتاب به دو روش می‌توان عمل کرد. روش اول اینکه مثلاً تعداد ده سؤال که از نظر ارزش برابر و بارم ۲ نمره هستند ارائه شود و هنرجویان با پاسخ کامل به تعدادی از آنها (تعدادی که به مرز شایستگی برسند) شایستگی لازم در آن پودمان را کسب کنند. روش دیگر می‌تواند ترکیبی از سؤالات پایین‌تر از حد انتظار، در حد انتظار و فراتر از حد انتظار باشد و شرط شایستگی پاسخ به ترکیبی از این نوع سؤالات باشد.

ایرادی که می‌توان به روش دوم گرفت این است که ممکن است هنرجو به تعدادی سؤال پایین‌تر از حد انتظار پاسخ دهد و در نظر خود کمیت تعداد سؤال پاسخ داده را ملاک شایستگی قرار دهد. به عبارت دیگر تعداد سؤال پاسخ داده را برای خود ملاک قرار دهد و نه سطح انتظار. هنرآموز سه سطح سؤال طراحی می‌نماید.

**۱** سؤالات کمتر از سطح انتظار، به تعداد سه سؤال که با رجوع به همراه هنرجو پاسخ داده می‌شود.

**۲** سؤالات در سطح انتظار به تعداد (۳-۵) که با یک رابطه حل شود یا دارای یک تعریف باشد.

**۳** سؤالات فراتر از سطح انتظار به تعداد یک سؤال که با دو رابطه حل شود یا دارای دو تعریف پی‌درپی باشد.

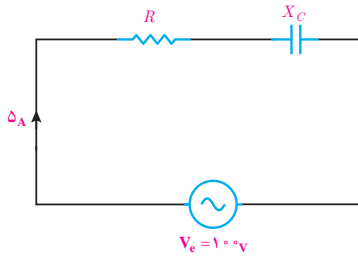
برای آشنایی بیشتر با نحوه ارزشیابی نمونه سؤالاتی در حد انتظار، پایین‌تر و فراتر از حد انتظار در جدول ۵ نشان داده شده است. یادآوری این نکته نیز اهمیت دارد که در ارزشیابی شایستگی درس دانش تخصصی همراه داشتن کتاب همراه هنرجو الزامی است.

### الگوی ارزشیابی پایانی پودمان یک

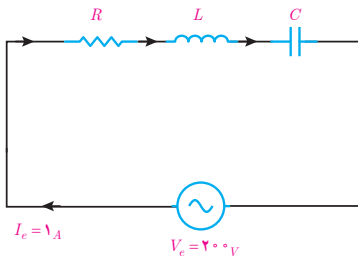
#### جدول ۵- الگوی ارزشیابی

سؤالات کمتر از حد انتظار	<p>۱ رابطه جمع دو بردار به روش هندسی را بنویسید؟</p> <p>۲ رابطه توان ظاهری را بنویسید.</p> <p>۳ رابطه مقاومت ظاهری مدار RLC سری را بنویسید.</p> <p>۴ رابطه ضریب توان مؤثر در مدار RL سری کدام است؟</p> <p>الف) <math>\cos\phi = \frac{Z}{R}</math>    ب) <math>\cos\phi = \frac{R}{Z}</math>    ج) <math>\cos\phi = \frac{X_L}{R}</math>    د) <math>\cos\phi = \frac{Z}{X_L}</math></p> <p>۵ رابطه جریان فازی و خطی در اتصال مثلث <math>I_L = \sqrt{3} I_p</math> می‌باشد.</p> <p><input type="checkbox"/> صحیح    <input type="checkbox"/> غلط</p>
--------------------------	--

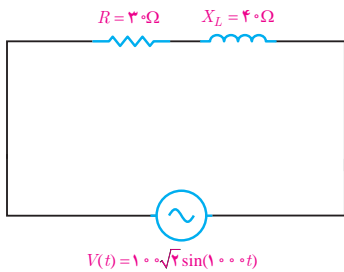
۲ دو بردار جریان  $I_1 = 6A$  و  $I_2 = 8A$  با زاویه بین  $90^\circ$  مفروض است. برآیند آنها چند آمپر است؟  
 ۷ مدار الکتریکی RL سری را تعریف کنید.



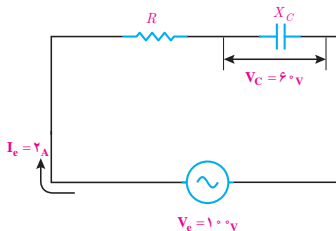
۸ توان ظاهری مدار شکل مقابل چند ولت آمپر است؟



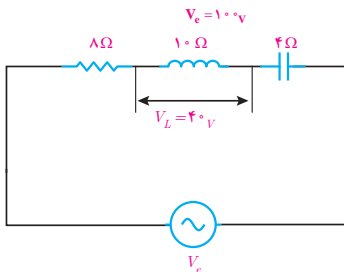
۴ مقاومت ظاهری مدار RLC شکل مقابل را به دست آورید.  
 ۵ ولتاژ فازی شبکه سه فاز که ولتاژ خط آن  $400V$  است را به دست آورید.



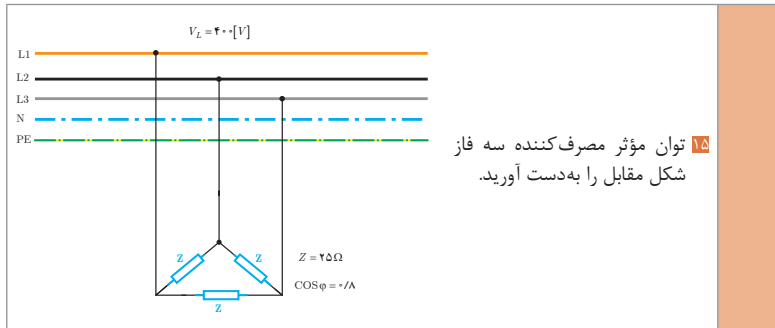
۱۱ مؤلفه‌های افقی و عمودی بردار  $I = 10 \angle 37^\circ$  را به دست آورید.  
 ۱۲ جریان مؤثر مدار شکل مقابل چند آمپر است؟



۱۲ مقدار R در مدار شکل مقابل چند اهم است؟



۱۳ در مدار شکل زیر ولتاژ منبع چند ولت است؟






### الگوی ارزشیابی پایانی پودمان دوم

سوالات کمتر از حد انتظار	<p>۱. رابطه نیرو محرکه القایی سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور را بنویسید.</p> <p>۲. ضریب تبدیل ترانسفورماتور کدام است؟</p> <p>الف) <math>K = \frac{N_2}{N_1}</math>      ب) <math>K = \frac{N_1}{N_2}</math>      ج) —      د) <math>a = \frac{N_1}{N_2}</math></p> <p>۳. راندمان ترانسفورماتور از رابطه <math>\eta = \frac{P_{in}}{P_{out}}</math> به دست می‌آید. <input type="checkbox"/> صحیح      <input type="checkbox"/> غلط</p> <p>۴. رابطه اساسی ترانسفورماتور ایده‌آل <math>\frac{V_1}{\dots} = \frac{\dots}{N_2} = \frac{\dots}{\dots}</math> می‌باشد.</p> <p>۵. رابطه توان تیپ اتوترانسفورماتور را بنویسید.</p>
سوالات در حد انتظار	<p>۶. وظیفه هسته در ترانسفورماتور را شرح دهید.</p> <p>۷. تلفات آهنی را تعریف کنید.</p> <p>۸. یک ترانسفورماتور با تعداد حلقه‌های اولیه ۱۰۰۰ و ثانویه ۲۰۰ دور مفروض است. نسبت تبدیل ترانسفورماتور را به دست آورید.</p> <p>۹. یک ترانسفورماتور ایده‌آل <math>\frac{220V}{110V}</math> با جریان ثانویه ۵ آمپر مفروض است. جریان اولیه آن چند آمپر است؟</p> <p>۱۰. اتو ترانسفورماتور کاهنده را رسم کنید.</p>
سوالات فراتر از حد انتظار	<p>۱۱. طرز کار ترانسفورماتور تک‌فاز را شرح دهید.</p> <p>۱۲. افت ولتاژ داخلی ترانسفورماتور تک‌فاز ۲۲۰/۱۱۰ ولت با افت ولتاژ اهمی ۴ ولت و پراکندگی ۱۰ ولت به ازای بار پس فاز با ضریب توان مؤثر ۰/۸ چند ولت است؟</p> <p>۱۳. نحوه انجام آزمایش اتصال کوتاه به همراه رسم مدار آزمایش توضیح دهید.</p> <p>۱۴. یک ترانسفورماتور تک‌فاز ۵KVA در آزمایش بی‌باری ۱۰۰w و در آزمایش اتصال کوتاه ۴۰۰w مصرف کرده است. تلفات ترانسفورماتور در نصف بار نامی چند وات است؟</p> <p>۱۵. ساختمان اتو ترانسفورماتور را شرح دهید.</p>

## الگوی ارزشیابی پایانی پودمان سوم

<p>۱ رابطه سرعت میدان دوار را بنویسید.</p> <p>۲ رابطه لغزش در موتورهای القایی کدام است؟</p> <p>الف) <math>S = \frac{ns + nr}{ns}</math>    ب) <math>S = \frac{ns}{ns + nr}</math>    ج) <math>S = \frac{ns - nr}{ns}</math>    د) <math>S = \frac{nr - ns}{ns}</math></p> <p>۳ سرعت رتور موتورهای القایی از رابطه <math>nr = (s-1)ns</math> به دست می آید.  <input type="checkbox"/> صحیح    <input type="checkbox"/> غلط</p> <p>۴ رابطه تلفات در موتورهای القایی <math>\Delta P = \dots\dots\dots</math> می باشد.</p> <p>۵ رابطه راندمان در موتورهای القایی را بنویسید.</p>	<b>سؤالات کمتر از حد انتظار</b>
<p>۶ میدان دوار مغناطیسی را تعریف کنید.</p> <p>۷ سرعت میدان دوار یک ماشین القایی ۴ قطب در فرکانس ۵۰ هرتز چند دور بر دقیقه است؟</p> <p>۸ مشخصه گشتاور دور موتور القایی را رسم کنید.</p> <p>۹ راه اندازی موتور القایی آسنکرون را تعریف کنید.</p> <p>۱۰ دیاگرام توازن توان موتور القایی آسنکرون را رسم کنید.</p>	<b>سؤالات در حد انتظار</b>
<p>۱۱ طرز کار موتور القایی آسنکرون رتور قفسی را شرح دهید.</p> <p>۱۲ محدوده تغییرات لغزش موتور القایی آسنکرون را توضیح دهید.</p> <p>۱۳ نحوه راه اندازی نرم موتورهای القایی آسنکرون را شرح دهید.</p> <p>۱۴ مشخصه گشتاور دور و منحنی مکانیکی دو بار مکانیکی مختلف یک موتور القایی در شکل زیر نشان داده شده است. کدام یک از نقاط A یا B به عنوان نقطه کار موتور قابل قبول است؟ چرا؟</p>	<b>سؤالات فراتر از حد انتظار</b>
<div style="text-align: center;"> </div> <p>۱۵ یک موتور القایی آسنکرون ۵HP ۴۰۰V چهار قطب با سرعت ۱۴۴۰ RPM می گردد. اگر تلفات مکانیکی ۵۰۰w باشد تلفات مسی رتور چند وات است؟</p>	

## الگوی ارزشیابی پایانی پودمان چهارم

<p>۱ رابطه ولتاژ dc خروجی یکسوساز نیم موج را بنویسید.</p> <p>۲ رابطه ولتاژ dc خروجی یکسوساز تمام موج کدام است.</p> <p>الف) <math>V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}</math>      ب) <math>V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi}</math>      ج) <math>V_{dc} = 2V_m</math>      د) <math>V_{dc} = V_m</math></p> <p>۳ علامت اختصاری دیود کدام است؟</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ب)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>الف)</p> </div> </div> <p>۴ علامت اختصاری IGBT به صورت  می باشد. <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/> صحیح</p>	<p>سوالات کمتر از حد انتظار</p>
<p>۵ نیمه‌هادی را تعریف کنید.</p> <p>۶ در یک مدار الکتریکی دیود را در بایاس مستقیم رسم کنید.</p> <p>۷ مدار یکسوساز نیم موج را ترسیم کنید.</p> <p>۸ تغذیه پایه‌های ترانزیستور را توضیح دهید.</p> <p>۹ درایو فرکانس متغیر را تعریف کنید.</p>	<p>سوالات در حد انتظار</p>
<p>۱۰ کاربرد ترانزیستور به‌عنوان سوئیچ را شرح دهید.</p> <p>۱۱ اصول کار اینورتر را بیان کنید.</p>	<p>سوالات فراتر از حد انتظار</p>

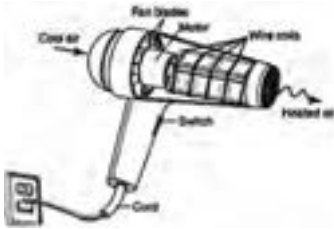
## الگوی ارزشیابی پایانی پودمان پنجم

1 معادل فارسی لغات زیر را بنویسید.

Screw driver	Wire cutter	Winding	Troubleshooting
--------------	-------------	---------	-----------------

2 متن زیر را ترجمه کنید.

Electrician uses many tools on his job. A few of these are screwdrivers, knives, pliers, and wire cutters. Electricians' tools have special insulation on them. This means they have a coating that prevents him from getting hurt by the electricity.

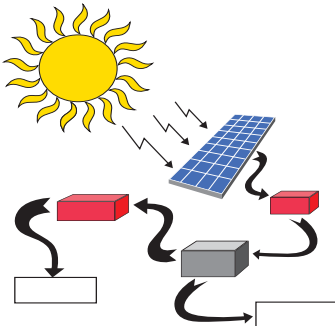


3 معادل فارسی عبارات تصویر را بنویسید.

4 پارامترهای زیر را از روی پلاک ترانسفورمر استخراج و بنویسید.



Serial number: .....  
 Frequency: .....  
 Voltage rating: .....  
 KVA Rating: .....  
 Type of insulating liquid: .....



5 قسمت‌های مختلف شکل زیر را به صورت مختصر به انگلیسی شرح دهید.

سوالات کمتر از حد انتظار

سوالات در حد انتظار

<p>۶ با توجه به متن زیر سؤالات را پاسخ دهید.</p> <p>Solar pumps are divided into two groups of direct and alternating current. Because the output voltage of the solar module is Direct, direct current pumps are more common. Certainly, the ability of pumps is less than that of alternating current pumps. If used with alternating electro_pumps, this power will be higher than ۱۰ horsepower. But, in this last model, you should use a direct voltage converter to the alternating voltage (inverter). Although the price of an alternating electromotor is cheaper than direct, the price of the converter will also be expensive.</p> <p>a Which pump is used with inverter?  b Which type of solar pumps is more common?  c What types of solar pumps are there?</p>	
<p>۷ واژگان زیر را به صورت مختصر به انگلیسی توضیح دهید.</p> <p>Safety information:  Magnetic field:  Transistor:  Capacitor:</p> <p>۸ متن زیر را ترجمه کنید.</p> <p>The term 'horse power' is largely credited to James Watt, in the late 1700s. Watt was a Scottish engineer who invented a number of improvements to steam engines, which he then (in partnership) began to manufacture and sell. Most of Watt's potential clients were using horses, so he soon found that in order to market his engines, he needed to express the power of his engines in terms of how many horses a given engine would replace. For this purpose, he first calculated the average power of a horse, which he termed 'horsepower'. He then specified for each of his engines how much 'horsepower' it had (i.e. of how many horses it had the equivalent power of).</p>	سؤالات فراتر از حد انتظار

## اشتباهات رایج هنرجویان

اشتباهات رایج هنرجویان، شامل برداشت‌های اشتباه، انتقال منفی و یادگیری‌هایی است که هنرجو را به غلط از مسیر درست تجزیه و تحلیل دور می‌کند. ممکن است این برداشت اشتباه ریشه در آموزش‌های گذشته او داشته باشد. نمونه‌های آورده شده در جدول ۶ رایج‌ترین اشتباهات هنرجویان در محتوای مطالب دانش فنی تخصصی است. طبیعی است که باید در رفع این اشتباهات رایج و راهنمایی هنرجویان اهتمام ورزید.

## جدول ۶- اشتباهات رایج هنرجویان اشتباهات رایج هنرجویان در پودمان یک

<p>۸ به جهت مثلثاتی توجه ندارد.</p> <p>۹ علامت زاویه را به درستی انتخاب نمی‌کند.</p> <p>۱۰ روابط نسبت‌های مثلثاتی را به درستی به کار نمی‌برد.</p> <p>۱۱ علامت (جبری) را با توجه به جهت مؤلفه‌های بردار اختصاص نمی‌دهد.</p> <p>۱۲ روابط توان‌ها را از یکدیگر تمییز دهد.</p> <p>۱۳ علامت جبری توان‌های غیرمؤثر را به درستی لحاظ نمی‌کند.</p>	<b>بردار و توان</b>
<p>۱۱ کمیت‌های الکتریکی به درستی از معادلات زمانی استخراج نشود.</p> <p>۱۲ واحدهای کمیت‌های الکتریکی را از یکدیگر تمییز ندهد.</p> <p>۱۳ تبدیل واحدهای الکتریکی را مسلط نمی‌باشد.</p> <p>۱۴ ویژگی‌های مدارهای سری را از یکدیگر تشخیص ندهد.</p> <p>۱۵ به تقسیم ولتاژ منبع بین عناصر مدارهای سری توجه ندارد.</p> <p>۱۶ قانون اهم را به درستی به کار نمی‌برد.</p> <p>۱۷ تعاریف هم فاز، پس فاز و پیش فاز را به درستی نمی‌داند.</p> <p>۱۸ تعاریف کمیت‌های الکتریکی سه فاز را به درستی نمی‌داند.</p> <p>۱۹ اتصال ستاره و مثلث را از یکدیگر تشخیص نمی‌دهد.</p> <p>۲۰ روابط الکتریکی سه فاز از تک فاز را تمییز نمی‌دهد.</p>	<b>مدار RC و RL و سری</b>
<p>راه حل مناسب:</p> <p>۱ مفاهیم علمی پودمان دقیق ارائه شود.</p> <p>۲ مفاهیم علمی پیش‌نیاز یادآوری شود.</p> <p>۳ با مثال و تمرین روابط علمی تکرار شود.</p>	

## اشتباهات رایج هنرجویان در پودمان دوم

<p>۲۰ تسلط لازم بر تبدیل واحدهای فیزیکی و الکتریکی را ندارد.</p> <p>۲۱ تسلط لازم بر تحلیل معادلات ریاضی را ندارد.</p> <p>۲۲ در محاسبات افت ولتاژ کلی بار سلفی و خازنی را از یکدیگر تمییز نمی‌دهد.</p> <p>۲۳ در محاسبات تلفات مسی تغییر بار را لحاظ نمی‌کند.</p> <p>۲۴ در محاسبه راندمان توان ورودی و خروجی را از یکدیگر تمییز نمی‌دهد.</p> <p>۲۵ در محاسبه راندمان ماکزیمم برابر و تلفات آهنی و مسی را نداند.</p> <p>۲۶ در محاسبه راندمان ماکزیمم قادر به تعیین بار ترانسفورماتور نباشد.</p>	<b>ترانسفورماتور</b>
<p>راه حل مناسب:</p> <p>۱ مفاهیم علمی پودمان دقیق ارائه شود.</p> <p>۲ مفاهیم علمی پیش‌نیاز یادآوری شود.</p> <p>۳ با مثال و تمرین روابط علمی تکرار شود.</p>	



### اشتباهات رایج هنرجویان در پودمان سوم

ماشین‌های الکتریکی	۲۳ تسلط لازم در تحلیل معادلات ریاضی را ندارد.
	راه‌حل مناسب: ۱ با مثال و تمرین روابط علمی تکرار شود.

### اشتباهات رایج هنرجویان در پودمان چهارم

کاربرد اتوماسیون صنعتی	۲۴ تسلط لازم در تحلیل معادلات ریاضی را ندارد.
	راه‌حل مناسب: ۱ با مثال و تمرین روابط علمی تکرار شود.



## فصل ۲

دانش‌افزایی واحدهای یادگیری درس دانش فنی تخصصی به تفکیک واحدهای یادگیری و پاسخ به فعالیت‌ها و تمرین‌ها

## تحلیل مدارهای الکتریکی

### طراحی موقعیت‌های جدید یادگیری

مطالب پودمان اول متناسب با اهداف توانمندسازی تنظیم شده است. لازم است مبنای روش تدریس منطبق بر مطالب کتاب باشد لذا طراحی موقعیت‌های جدید یادگیری باید مکمل روش یادگیری کتاب باشد.

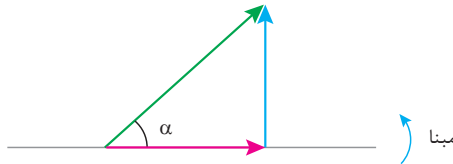
### بردار

تجزیه بردار: علاوه بر روش پیشنهادی کتاب می‌توان با استفاده از رابطه فیثاغورث مؤلفه‌ها را به دست آورد.

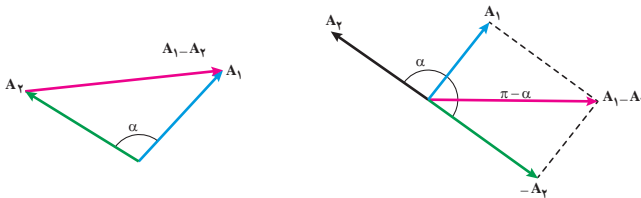
$$I = \sqrt{I_X^2 + I_Y^2}$$

$$I_Y = I \sin \alpha = \sqrt{I^2 - I_X^2}$$

$$I_X = I \cos \alpha = \sqrt{I^2 - I_Y^2}$$



تفاضل بردار: رابطه محاسباتی تفاضل دو بردار به روش هندسی با مفهوم برآیند بردارها به دست می‌آید.



$$\vec{A}_1 - \vec{A}_r = \vec{A}_1 + (-\vec{A}_r)$$



$$\vec{A}_1 - \vec{A}_r = \sqrt{A_1^2 + A_r^2 + 2A_1A_r \cos(\pi - \alpha)}$$

$$\vec{A}_1 - \vec{A}_r = \sqrt{A_1^2 + A_r^2 - A_1A_r \cos \alpha}$$

بردار  $-\vec{A}_r$  خلاف جهت بردار  $A_r$  است و اندازه بردار  $-\vec{A}_r$  با بردار  $A_r$  برابر است.



### مدارهای RL سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک سیم‌پیچ می‌باشد. هدف معادل‌سازی یک سیم‌پیچ با مدار RL سری است. و باید تأکید شود مدار RL سری یک مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ است که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی سیم‌پیچ به کار می‌رود.

توصیه می‌شود در تحلیل مدار با کمک از شکل‌های  و  هنرجو به خلق فرمول پردازد و نیاز به حفظ کردن فرمول نداشته باشد.

### مدارهای RC سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک خازن می‌باشد. هدف معادل‌سازی یک خازن با مدار RC سری است. و باید تأکید شود مدار RC سری یک مدار الکتریکی معادل خازن است که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی خازن به کار می‌رود.

توصیه می‌شود در تحلیل مدار با کمک از شکل‌های  و  هنرجو به خلق فرمول پردازد و نیاز به حفظ کردن فرمول نداشته باشد.

### مدارهای RLC سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک اتصال سری سیم‌پیچ با خازن می‌باشد به طوری که نشان داده می‌شود می‌توان یک سیم‌پیچ و خازن سری را با مدار RLC سری معادل کرد.

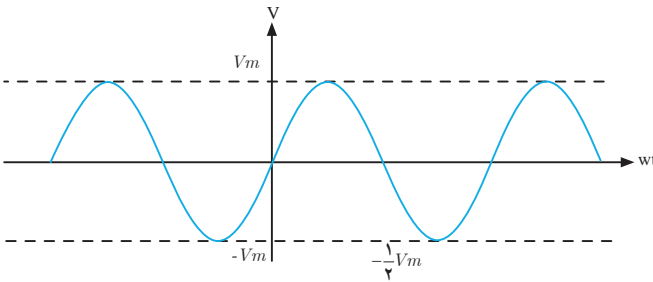
تأکید می‌شود مدار RLC سری یک مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ و خازنی است که با یکدیگر سری شده‌اند که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی به کار می‌رود. توصیه: در حل مدارهای الکتریکی به کمک قانون اهم فرمول بسازید و از حفظ کردن فرمول اجتناب شود.

توصیه: در اثبات روابط نسبت‌های مثلثاتی از مثلث بردار ولتاژها استفاده کند.

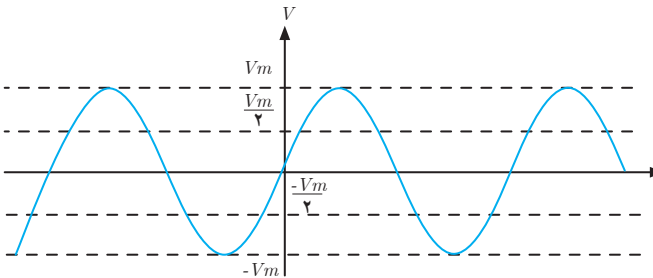
## مدارهای الکتریکی سه فاز

### ۱ نحوه ترسیم منحنی های سه فاز

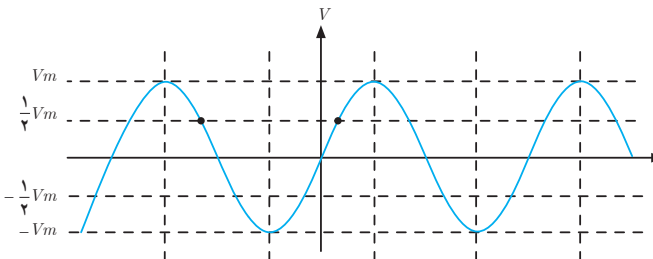
مرحله اول: موج متناوب تک فاز سینوسی را ترسیم کنید.



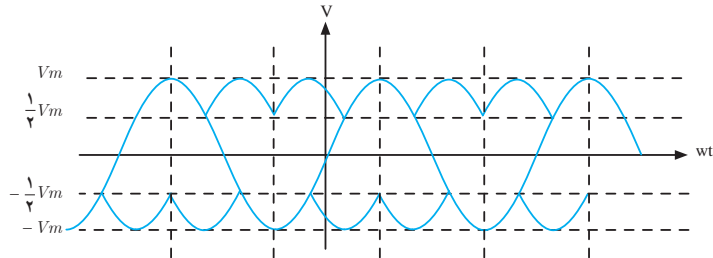
مرحله دوم: با خط چین  $\frac{1}{\sqrt{3}}V_m$  و  $-\frac{1}{\sqrt{3}}V_m$  را روی شکل مشخص نمایید.



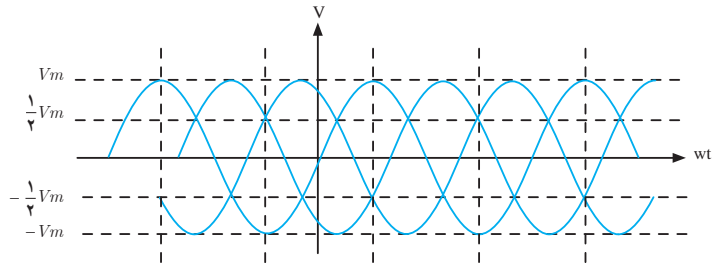
مرحله سوم: از هر پیک منحنی خط چینی عمود ترسیم می شود.



مرحله چهارم: پیک‌های منحنی دوم و سوم را مطابق شکل زیر ترسیم نمایید.



مرحله پنجم: منحنی سه فاز مطابق شکل تکمیل شود.



موارد زیر در تکمیل بارهای سه فاز تأکید شود.

**از دیدگاه شبکه سه فاز:**

- الف) ولتاژ خطی اختلاف پتانسیل میان دو فاز می‌باشد.
- ب) ولتاژ فازی اختلاف پتانسیل میان هر فاز با سیم نول است.

**از دیدگاه مصرف‌کننده سه فاز:**

- الف) در اتصال ستاره متعادل هر امپدانس ولتاژ فازی را تحمل می‌نماید.
- ب) در اتصال مثلث هر امپدانس ولتاژ خطی را تحمل می‌نماید. در اتصال مثلث ولتاژ فازی حضور ندارد.

## پاسخ به فعالیت و تمرین‌ها

کلیه فعالیت‌های پودمان حل شده است و به حل نمونه‌هایی از تمرین‌های هر بخش اکتفا شده است.

- تجزیه بردار

تمرین ۱- صفحه ۱۶

$$\begin{array}{ll} \text{الف) } I = 4 \angle 0 & \text{ب) } V = 100 \angle +90 \\ \text{ج) } I = 6 \angle -90 & \text{د) } V = 200 \angle +53 \end{array}$$

نکته



مقادیر بر حسب ماکزیمم می‌باشد.

تمرین ۳- صفحه ۱۶

$$\begin{array}{ll} \text{الف) } 3 \angle -30 & \text{ب) } 220 \angle +30 \\ \text{ج) } 1 \angle 0 & \text{د) } 100 \angle -90 \end{array}$$

تمرین ۴- صفحه ۱۷

$$I_X = 3\sqrt{2} \cos 45^\circ \quad \text{الف)}$$

$$I_Y = 3\sqrt{2} \sin 45^\circ$$

$$V_X = 200 \cos 53^\circ = 120 \quad \text{ب)}$$

$$V_Y = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160$$

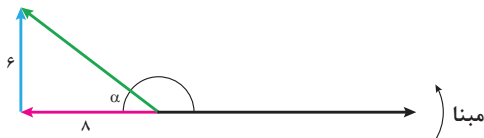
تمرین ۵- صفحه ۱۷

$$I = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$$

$$\cos \alpha = \frac{8}{10} = 0.8 \rightarrow \alpha = 37^\circ$$

$$\theta = \pi - \alpha = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ \quad \text{فاز جریان}$$

$$I = 10 \angle +143^\circ$$



نکته



فاز بردار نسبت به مبنا در نظر گرفته می‌شود.



– برآیند بردار به روش تحلیلی

تمرین ۱ – صفحه ۲۲

(الف)

$$V_{1X} = +100 \cos 30^\circ = +50\sqrt{3}$$

$$V_{2X} = +100\sqrt{3} \cos 60^\circ = +50\sqrt{3}$$

$$V_X = 50\sqrt{3} + 50\sqrt{3} = +100\sqrt{3}$$

$$V_{1Y} = +100 \sin 30^\circ = +50$$

$$V_{2Y} = -100\sqrt{3} \sin 60^\circ = -150$$

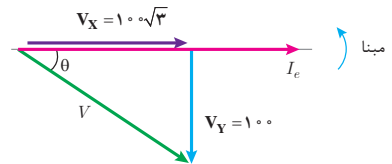
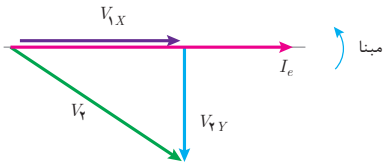
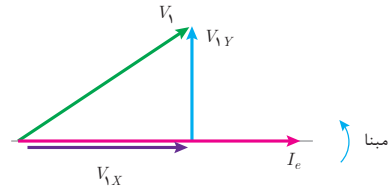
$$V_Y = +50 - 150 = -100$$

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = 200$$

$$\cos \theta = \frac{V_X}{V} = \frac{100\sqrt{3}}{200} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$V = 200 \angle -30^\circ$$



نکته

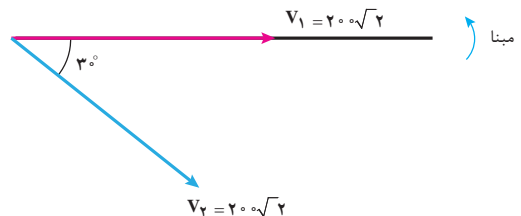


مقادیر بر حسب مقدار ماکزیمم می باشد.

تمرین ۴ – صفحه ۲۳

$$V_1 = 220\sqrt{2} \angle 0^\circ$$

$$V_2 = 220\sqrt{2} \angle -30^\circ$$



$$V_{1X} = 200\sqrt{2}$$

$$V_{1Y} = 0$$

$$V_{rX} = 200\sqrt{2} \cos 30^\circ = 100\sqrt{6}$$

$$V_{rY} = 200\sqrt{2} \sin 30^\circ = 100\sqrt{2}$$

$$V_X = V_{1X} + V_{rX} = 527/8$$

$$V_Y = V_{1Y} + V_{rY} = 141/4$$

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = 546/4 \text{ برآیند}$$

مقادیر بر حسب مقدار ماکزیمم می باشد.

نکته



### تمرین ۷- صفحه ۲۴

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_r^2 + 2V_1V_r \cos \alpha}$$

$$400 = \sqrt{(200)^2 + (200\sqrt{3})^2 + 2(200)(200\sqrt{3}) \cos \alpha}$$

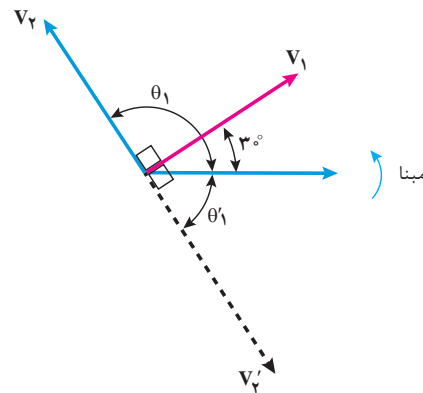
$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta_1 = 90 + 30 = 120^\circ$$

$$\theta_1' = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$V_r = 200\sqrt{3} \angle 120^\circ \text{ و یا}$$

$$V_r = 200\sqrt{3} \angle -60^\circ$$



تمرین ۷ - صفحه ۲۶

$$\vec{I}_r = \vec{I} - \vec{I}_1$$

$$I_r = \sqrt{I_1^2 + I^2 - 2I_1 I \cos \alpha}$$

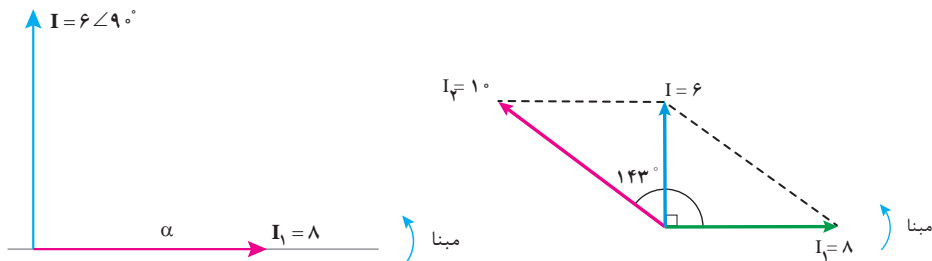
$$I_r = \sqrt{8^2 + 6^2 - 2(8)(6) \cos 90^\circ}$$

$$I_r = 10$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_r^2 + 2I_1 I_r \cos \alpha}$$

$$6 = \sqrt{8^2 + 10^2 + 2(8)(10) \cos \alpha}$$

$$\alpha = 143^\circ$$



- توان

تمرین ۱ - صفحه ۳۵

(الف) جریان مؤثر

(ج) Yها - منفی

تمرین ۲ - صفحه ۳۵

تمرین ۳ - صفحه ۳۵

(الف) پس فاز

(ب) ضریب کیفیت

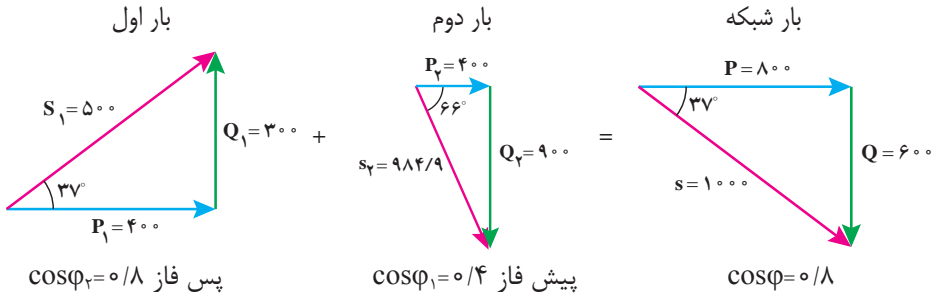
(د) توان مؤثر - وات

$$S = 100\sqrt{2} \angle 45^\circ$$

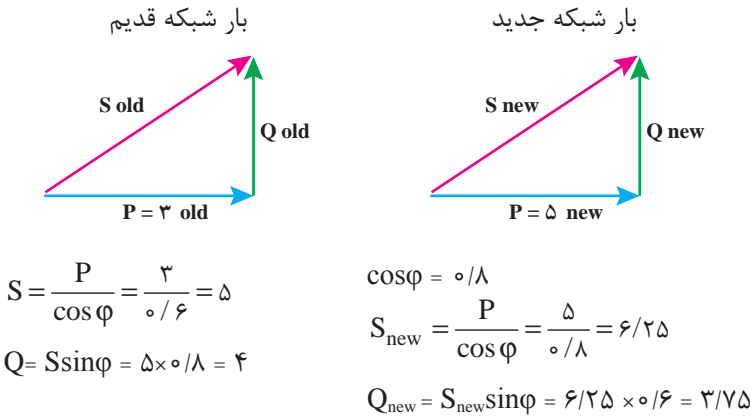
(ج) ۰/۶

$$S = 250 \text{ VA (ب)}$$

تمرین ۶- صفحه ۳۶



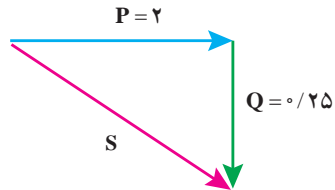
تمرین ۷- صفحه ۳۶



بار دوم:

$$Q_{load} = Q_{new} - Q_{old} = 3/75 - 4 = -0/25$$

$$\text{بار } S_{load} = \sqrt{P_L^2 + Q_L^2} = \sqrt{2^2 + 0/25^2} = 2/0.1$$



– مدار RL سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۴۳

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$V_e = \sqrt{(RI_e)^2 + (X_L I_e)^2}$$

$$V_e = I_e \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\frac{V_e}{I_e} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{V_R}{V_e} = \frac{RI_e}{ZI_e} = \frac{R}{Z}$$

تمرین ۱۰ – صفحه ۴۸

$$Z = \frac{V_m}{I_m} = \frac{200\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 50 \Omega$$

$$\varphi = \theta_v - \theta_i = 0 - (-53^\circ) = +53^\circ \text{ پس فاز } +53^\circ$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow R = Z \cos \varphi = 50 \times 0.6 = 30$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 30^2} = 40 \Omega$$

– مدار RC سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۵۵

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$V_e = \sqrt{(RI_e)^2 + (X_C I_e)^2}$$

$$V_e = I_e \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\frac{V_e}{I_e} = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{V_R}{V_e} = \frac{RI_e}{ZI_e} = \frac{R}{Z}$$

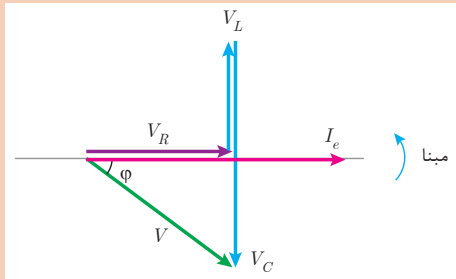
## – مدار RLC سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۶۶

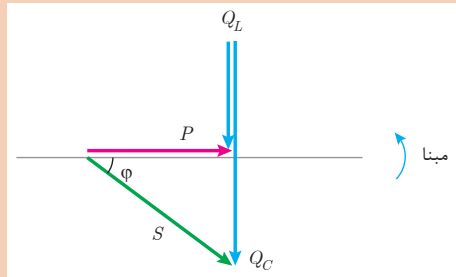
جریان منبع  $\varphi^\circ$  از ولتاژ منبع جلوتر است لذا مدار پیش فاز می باشد.



فعالیت



فعالیت: صفحه ۷۴



تمرین ۳- صفحه ۷۶

$$Z = \frac{V_m}{I_m} = \frac{200\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 50 \Omega$$

$$\varphi = \theta_v - \theta_i = 0 - (-37) = +37^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100 \times 10^{-6} \times 1000} = 10 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow R = Z \cos \varphi = 50 \times 0.8 = 40 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\begin{aligned} 50 &= \sqrt{40^2 + (X_L - 10)^2} \\ 2500 &= 1600 + (X_L - 10)^2 \\ (X_L - 10)^2 &= 900 \\ X_L - 10 &= \pm 30 \\ X_L = 10 \pm 30 &\rightarrow \begin{array}{l} X_L = 40 \quad \text{قابل قبول} \quad X_L > X_C \\ X_L = -20 \quad \text{غیر قابل قبول} \quad 40 > 10 \end{array} \end{aligned}$$

تمرین ۴ - صفحه ۷۷

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow Z = \frac{R}{\cos \varphi} = \frac{12}{0.6} = 20 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$20 = \sqrt{12^2 + (20 - X_C)^2}$$

$$(20 - X_C)^2 = 256$$

$$20 - X_C = \pm 16$$

$$X_C = 20 \pm 16 \rightarrow \begin{array}{l} \text{اگر مدار پیش فاز باشد آنگاه } X_C > X_L \quad \text{جواب: } X_C = 36 \\ \text{اگر مدار پس فاز باشد آنگاه } X_C < X_L \quad \text{جواب: } X_C = 4 \end{array}$$

تمرین ۶ - صفحه ۷۷

$$V_R = RI_e = 30 \times 2 = 60$$

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$100 = \sqrt{60^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$(V_L - V_C)^2 = 6400$$

$$V_L - V_C = \pm 80$$

$$\Delta V_L - V_C = +80$$

چون  $V_L = \Delta V_C$  لذا  $V_L > V_C$  می باشد و  $+80$  جواب است.

$$V_C = 20 [V]$$

$$V_L = \Delta V_C = 100 [V]$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_e} = \frac{100}{2} = 50 \Omega \rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{50}{1000} = 0.05 [H]$$

$$X_C = \frac{V_C}{I_e} = \frac{20}{2} = 10 \Omega \rightarrow C = \frac{1 \times 10^6}{\omega \times C} = \frac{10^6}{1000 \times 10} = 100 [\mu F]$$

## مدارهای الکتریکی سه فاز

فعالیت



$$S_{r\phi} = 3V_P I_P$$

در اتصال مثلث هر امپدانس ولتاژ خطی را تحمل می‌کند.

$$S_{r\phi} = 3V_L I_P$$

و جریان هر امپدانس برابر با  $I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$  می‌باشد.

$$S_{r\phi} = 3V_L \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

$$S_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L$$

در اتصال ستاره هر امپدانس ولتاژ فازی را تحمل می‌کند و  $V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$

$$S_{r\phi} = 3V_P I_P$$

$$S_{r\phi} = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_P$$

و جریان هر امپدانس برابر با  $I_P = I_L$  است.

$$S_{r\phi} = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L$$

$$S_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L$$

نتیجه می‌شود که رابطه  $P_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \phi$  برای اتصال ستاره و مثلث قابل استفاده است.



## ماشین های الکتریکی (ترانسفورماتورهای تک فاز)

حل فعالیت ماشین های الکتریکی (ترانسفورماتور تک فاز)  
 کلیه فعالیت های پودمان حل شده است و به حل نمونه هایی از تمرین های هر بخش اکتفا شده است.

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۰۱

$$E_r = 4/44 N_r B_m A f \quad \text{و} \quad E_1 = 4/44 N_1 B_m A f$$

$$\frac{E_1}{E_r} = \frac{4/44 N_1 B_m A f}{4/44 N_r B_m A f} \rightarrow \frac{E_1}{E_r} = \frac{N_1}{N_r} = a$$

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۰۵

- ۱ ورقه های هسته مرتب در کنار یکدیگر قرار گیرد.
- ۲ ورقه های هسته توسط پیچ های عایق و یا عایق شده به یکدیگر محکم شوند به طوری که ارتباط الکتریکی بین ورقه های هسته ایجاد نشود.

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۱۱

در ترانسفورماتور ایده آل توان ورودی با توان خروجی برابر است همچنین نیروی محرکه القایی سیم پیچ ها با ولتاژ آنها برابر می باشد

$$S_1 = S_r \rightarrow V_1 I_1 = V_r I_r \rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{I_r}{I_1} \quad (1)$$

$$E_1 = V_1 \quad \text{و} \quad E_r = V_r$$

$$\frac{E_1}{E_r} = \frac{N_1}{N_r} = a \rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{N_1}{N_r} = a \quad (2)$$

از برابری روابط ۱ و ۲ خواهیم داشت:

$$\frac{V_1}{V_r} = \frac{I_r}{I_1} = \frac{N_1}{N_r} = a$$

تمرین ۱ صفحه ۱۱۶

$$S_r = \frac{1}{r} S_n \rightarrow S_r = \frac{1}{r} \times 2 = 1 \text{ [KVA]}$$

$$\frac{P_{CU_{in}}}{P_{cu}} = \left( \frac{S_n}{S_r} \right)^2 \rightarrow \frac{100}{P_{cu}} = \left( \frac{2}{1} \right)^2 \rightarrow P_{cu} = 25 \text{ [W]}$$

$$\Delta P = P_{cu} + P_{core} = 25 + 100 = 125 \text{ [W]}$$

تمرین ۶ صفحه ۱۱۶

با پیش فرض اینکه راندمان ماکزیمم در توان نامی رخ داده است و توجه به اینکه شرط راندمان ماکزیمم برابری تلفات مسی با تلفات هسته  $P_{cu} = P_{core}$  می باشد.

$$P_{out} = S_r \cos \phi_r = 1000 \times 0.9 = 900 \text{ [W]}$$

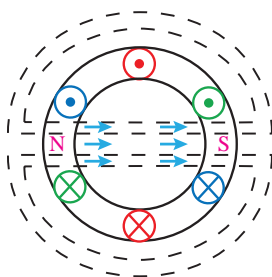
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \rightarrow P_{in} = \frac{900}{0.8} = 1125 \text{ [W]}$$

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} = 1125 - 900 = 225 \text{ [W]}$$

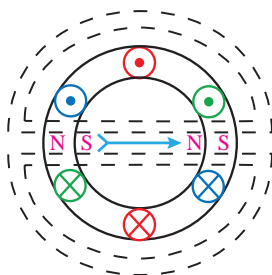
$$P_{cu} = P_{core} = \frac{\Delta P}{2} = \frac{225}{2} = 112.5 \text{ [W]}$$

## تحلیل ماشین‌های الکتریکی (موتورهای القایی)

### پدیده میدان دوار



محل خروج خطوط میدان مغناطیسی از استاتور را با قطب N نشان می‌دهند و محل ورود خطوط میدان مغناطیسی به استاتور را با قطب S نشان داده می‌شود.



با قرار دادن عقربه مغناطیسی درون استاتور قطب S عقربه نشان‌دهنده قطب N میدان استاتور می‌باشد. همچنین قطب N عقربه نشان‌دهنده قطب S میدان استاتور است.

### سرعت میدان دوار

سرعت گردش میدان دوار تابع تعداد قطب‌های استاتور و فرکانس جریان الکتریکی سیم‌پیچ‌های استاتور است. با افزایش تعداد قطب در فرکانس ثابت سرعت میدان دوار کاهش می‌یابد. بین سرعت زاویه‌ای مکانیکی میدان دوار با سرعت زاویه‌ای الکتریکی رابطه زیر برقرار است:

$$\omega_m = \frac{P}{\gamma} \omega_e$$

## ترسیم مشخصه گشتاور - لغزش

مشخصه گشتاور - لغزش موتورهای القایی از رابطه زیر ترسیم می‌شود:

$$T = K \frac{E_r^2 R_r S}{R_r^2 + (SX_r)^2}$$

در لحظه راه‌اندازی به ازای  $S = 1$  گشتاور راه‌اندازی  $T_s$  خواهد شد:

$$T_s = K \frac{E_r^2 R_r}{R_r^2 + X_r^2}$$

گشتاور ماکزیمم به ازای  $S_m = \frac{R_r}{X_r}$  خواهد شد:

$$T_m = K \frac{E_r^2}{2X_r}$$

## کلاس‌های رتور قفسی

شیارهای بزرگ هادی‌های با مقطع بزرگ را در خود جای می‌دهد لذا مقاومت اهمی هادی‌ها کاهش می‌یابد.

در شیارهای عمیق به دلیل احاطه هادی توسط هسته، خودالقایی بیشتر خواهد شد. لذا راکتانس رتور افزایش می‌یابد.

امپدانس رتور از رابطه  $Z = \sqrt{R_r^2 + (SX_r)^2}$  قابل محاسبه می‌باشد.

## ضریب توان مؤثر رتور

ضریب توان مؤثر رتور از رابطه  $\cos \varphi = \frac{R_r}{\sqrt{R_r^2 + (SX_r)^2}}$  قابل محاسبه می‌باشد.

در لحظه راه‌اندازی  $S=1$  و ضریب توان مؤثر رتور کمترین مقدار را دارد در  $S=0$  ضریب توان رتور یک خواهد شد اما چون موتور به بی‌باری ایده‌آل رسیده است ضریب توان مؤثر فقط شامل ضریب توان استاتور خواهد شد که مقدار ناچیزی دارد.

## پاسخ به فعالیت و تمرین‌ها

کلیه فعالیت‌های پودمان حل شده است و به حل نمونه‌هایی از تمرین‌ها اکتفا شده است.

فعالیت



### فعالیت صفحه ۱۲۲

ارائه جدول توان‌های موتور بر حسب اسب بخار و کیلووات

اسب بخار (hp)	کیلووات (kW)
۵	۳/۷۳
۱۰	۷/۴۶
۱۵	۱۱/۱۹
۲۵	۱۸/۶۵
۵۰	۳۷/۳

### تمرین صفحه ۱۳۵

جدول ۲

فرکانس برق شهر	تعداد قطب	تعداد زوج قطب $\frac{P}{۲}$	سرعت میدان دوار RPM
۵۰ HZ	۲	۱	۳۰۰۰
	۴	۲	۱۵۰۰
	۶	۳	۱۰۰۰
	۸	۴	۷۵۰
	۱۰	۵	۶۰۰
	۱۲	۶	۵۰۰

### پرسش ۱ صفحه ۱۳۷

$$E = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = ۵۰۰ \times \frac{۲۰۰}{۴۰۰} = ۲۵۰ [V]$$

۱

### پرسش ۱ صفحه ۱۶۰

۱ جریان راه‌اندازی موتور القایی ۵ تا ۸ برابر جریان نامی است لذا  $I_s = ۶I_n$  در این محدوده قرار دارد.

تمرین ۴ صفحه ۱۶۱

$$\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \rightarrow P_{out} = 80\% \times 60 = 48 \text{ KW}$$

$$P_C = P_{out} + P_{new} = 48 + 2 = 50 \text{ KW}$$

$$n_r = 0.9 \Delta n_s \rightarrow S = 0.05$$

$$P_e = P_C + P_{cur}$$

$$P_e = P_C + S P_e \rightarrow P_C = (1 - S) P_e$$

$$P_e = \frac{P_C}{1 - S} = \frac{50}{1 - 0.05} = 52.63 \text{ KW}$$

$$P_{cur} = S P_e = 0.05 \times 52.63 = 2.63 \text{ KW}$$

و یا

$$P_{cur} = P_e - P_C = 52.63 - 50 = 2.63 \text{ KW}$$

تمرین ۷ صفحه ۱۶۲

$$P_{in} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi = \sqrt{3} \times 380 \times 50 \times 0.8 = 26400 \text{ [W]}$$

$$\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{32 \times 746}{26400} \times 100 = 90\%$$

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} = 26400 - 23872 = 2528 \text{ [W]}$$

$$n_s = \frac{f}{P} = \frac{50 \times 120}{8} = 750 \text{ [RPM]}$$

$$\% S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100 = \frac{750 - 710}{750} \times 100 = 5.3\%$$

$$P_C = P_{out} + P_{mec} = 23872 + 448 = 24320 \text{ [W]}$$

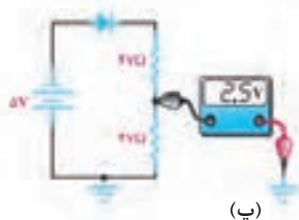
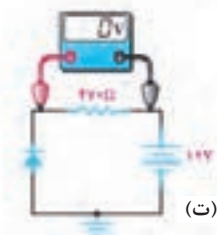
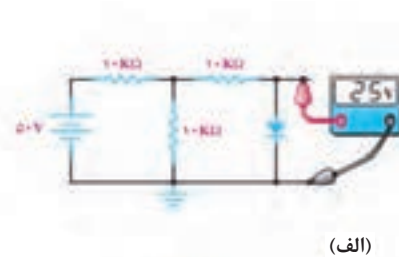
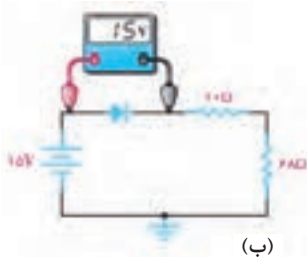
$$P_e = \frac{P_C}{1 - S} = \frac{24320}{1 - 0.053} = 25681 \text{ [W]}$$

## کاربرد اتوماسیون صنعتی (اینورتر)

**سؤال:** باتوجه به عدد نوشته شده در صفحه نمایش ولت متر بیان کنید که دیودها سالم یا معیوب هستند؟

**پاسخ**

الف) دیود در بایاس موافق می باشد و باید هادی شود اما قطع است زیرا ولتاژ دو سر آن ۲۵۷ شده است لذا دیود قطع و معیوب است.  
 ب) دیود در بایاس مستقیم است و باید وصل باشد اما ولت متر ولتاژ منبع را نشان می دهد یعنی دیود قطع می باشد لذا دیود معیوب است.  
 پ) دیود در بایاس معکوس است و باید قطع باشد و ولت متر صفر نشان می دهد اما ولت متر ۲/۵۷ را نشان می دهد یعنی دیود هادی است لذا دیود معیوب است و اتصال کوتاه می باشد.  
 ت) دیود در بایاس معکوس است لذا قطع می باشد و جریانی در مدار جاری نیست به همین دلیل ولت متر صفر نشان می دهد پس دیود می تواند سالم باشد. (حداقل ولتاژ معکوس دیود ۵۰۷ است)



- مشخصه‌های فنی دیود در جدول نشان داده شده است.

TYPE	Manufacturer	Germanium Silicon	$V_R$	$I_F$	$I_{FRM}$	$T_j$	$R_{thj-a}$	$I_{F\ at}$	$V_F$	$C_D$	$V_R$	$t_{rr}$	$I_F$	$V_R$	$R_L$	USE	CASE
			V	mA	mA	$^{\circ}C$	$^{\circ}C/W$	mA	V	PF	V	sec	mA	V	$\Omega$		
1N91	Ge	G	۶۵	۱۵۰	۲۵۸	۱۰۵		۱۰۰	۰.۳۸							۸	
شماره دیود																	
نام کارخانه سازنده																	
جنس دیود																	
S سیلیسیم																	
G ژرمانیم																	
ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز																	
مقدار متوسط جریان مجاز																	
مقدار ماکزیمم جریان مجاز تکراری																	
ماکزیمم درجه حرارت قابل تحمل محل پیوند PN																	
مقاومت حرارتی دیود از محل پیوند PN به محیط																	
به ازای عبور این جریان از دیود																	
افت ولتاژ دو سر دیود به وجود می‌آید.																	
			این مقدار ولتاژ معکوس														
			ظرفیت خازن محل اتصال PN به ازای مقدار ولتاژ معکوس ردیف بالا														
			مقاومت بار														
			ولتاژ معکوس														
			جریان عبوری از مدار														
			زمان بازیابی دیود														
			شکل ظاهری و ابعاد دیود														
			کاربرد														



مشخصه‌های فنی دیودهای ۱N۴۰۰۱ و ۱N۴۰۰۷ در جدول نشان داده شده است.

واحد	IN4001	IN4002	IN4003	IN4004	IN4005	IN4006	IN4007	حروف اختصاری
ولت V	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	$V_{RRM}$ حداکثر ولتاژ معکوس تکراری $V_{RWM}$ حداکثر ولتاژ معکوس در حال کار $V_R$ حداکثر ولتاژ معکوس DC
ولت V	۶۰	۱۲۰	۲۴۰	۴۸۰	۷۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	$V_{RSM}$ ولتاژ ماکزیمم معکوس غیر تکراری
ولت V	۳۵	۷۰	۱۴۰	۲۸۰	۴۲۰	۵۶۰	۷۰۰	$V_{R(mss)}$ ولتاژ معکوس مؤثر
آمپر A	۱/۰							$I_F$ معدل جریان یکسو شده در بایاس موافق در درجه حرارت محیط $T_A = ۲۵^{\circ}C$
آمپر A	۳۰ (for 1 cycle)							$I_{FSM}$ حداکثر جریان لحظه‌ای غیر تکراری
$^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد	-۶۵ to + ۱۷۵							$T_j$ درجه حرارت پیوند



برای آزمایش سالم بودن فیوز اتومبیل از مدار شکل زیر می‌توان استفاده کرد.  
 مدار با فیوز موازی می‌شود اگر فیوز سالم باشد LED خاموش است اگر فیوز قطع باشد یکی از LEDها روشن می‌شود.

## کسب اطلاعات فنی (زبان فنی)

این پودمان شامل سه قسمت می‌باشد که در هر قسمت به یک موضوع پرداخته است و در خلال درس، فعالیت‌هایی در نظر گرفته شده است. پاسخ فعالیت‌ها به شرح زیر است:

### پاسخ به فعالیت‌های زبان فنی

فعالیت صفحه ۲۰۳ کتاب

Activity:

Determine the Persian equivalents of the following technical terms and write them.



**A.** read each statement and decide whether it is true or false.

Write T before true statement and F before false statements.

... **F** ... **1** Neutrons have positive and negative electrical charges.  
Neutrons have no electrical charge

... **F** ... **2** Voltage that varies periodically with time is called an DC voltage.

A constant voltage source is called a DC Voltage with a voltage that varies periodically with time is called an AC voltage.

... **T** ... **3** Electrons flow from the negative (-ve) terminal to the positive (+ve) terminal of the supply .

The actual current flowing in an electrical circuit is composed of electrons that flow from the negative pole of the battery (the cathode) and return back to the positive pole (the anode) of the battery.

... **T** ... **4** We decrease the resistance the current goes up.  
if we increase the resistance, the current goes down for a given voltage and if we decrease the resistance the current goes up.

... **F** ... **5** For ease of circuit understanding conventional current flow assumes that the current flows from the negative to the positive terminal.

The flow of electrons around the circuit is opposite to the direction of the conventional current flow being negative to positive.

... **F** ... **6** Current is measured in Amps and an amp or ampere is defined as the number of protons.

Current is measured in Amps and an amp or ampere is defined as the number of electrons or charge passing a certain point in the circuit in one second.



**B.** Answer the following questions orally.

**1 when atom is stable?** When these protons, neutrons and electrons are together within the atom they are stable.

**2 what is a voltage drop?** Then the difference in voltage between any two points, connections or junctions (called nodes) in a circuit is known as the Potential Difference, commonly called the Voltage Drop.

**3 How does the current and resistance change, when voltage rises?** In a linear circuit of fixed resistance, if we increase the voltage, the current goes up.

**4 what is the resistance?** Resistance, (R) is the capacity of a material to resist or prevent the flow of current or, more specifically, the flow of electric charge within a circuit.

**5 how does the electrical flow change with the change resistance?** if we increase the resistance, the current goes down for a given voltage and if we decrease the resistance the current goes up.

**C.** Please define the words according to the text.

**Voltage** (V) is the potential energy of an electrical supply stored in the form of an electrical charge.

**Electrical Current** This flow of electrons is called an electrical current.

**Electron Flow** if we create a closed circuit these loose electrons will start to move and drift back to the protons due to their attraction creating a flow of electrons.

**Resistance** The electrons do not flow freely through the circuit as the material they move through creates a restriction to the electron flow. This restriction is called resistance.

**Potential Difference** if we separate them from each other they want to reform and start to exert a potential of attraction called a potential difference.

ترجمه کنید (صفحه ۲۰۹)

Read and practice and translate the Persian.

### Where Does an Electrician Work?

Electrician work in many different places. Manuel works with electricity where people are building new businesses. These are called commercial buildings. These are called commercial buildings. He also works in new homes that are being built.

Other electricians work in maintenance. Has a big storm ever stopped the electricity in your neighborhood? A maintenance electrician probably fixed the power lines to bring back the electricity.

### What Does an Electrician Need to Do the job?

Manuel uses many tools on his job. A few of these are screwdrivers, knives, pliers, and wire cutters. Electrician tools have special insulation on them. This means they have a coating that prevents Manuel from getting hurt by the electricity. Think of all the thing in a home that use electricity. It takes a lot of electrical power to make all of those things work. Homes with electricity depend on **circuit breakers**.

### ◀ یک تکنسین برق کجا کار می کند؟

برقکاران در مکان های مختلفی کار می کنند. مانوئل در مکان هایی که مردم ساختمان هایی جهت شغل های جدید می سازند، کارهای برقی انجام می دهد. این مکان ها را، ساختمان های تجاری می نامند. او همچنین در خانه های جدیدی که در حال ساخت هستند کار می کند.

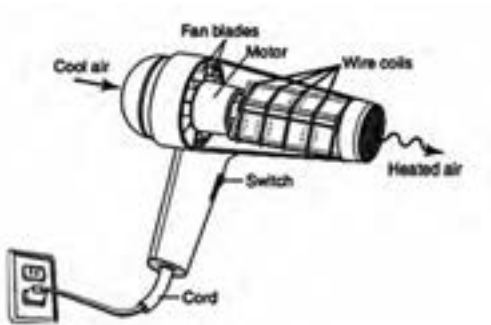
سایر تکنسین های برق، تعمیر و نگهداری انجام می دهند. آیا یک طوفان بزرگ برق را در محله شما قطع کرده است؟ احتمالاً، یک برقکار تعمیر و نگهداری، خطوط برق را برای برگرداندن برق، تعمیر می کند.

### ◀ یک تکنسین برق در شغلش به چه چیزی نیاز دارد؟

مانوئل برقکار از تعداد زیادی ابزار در کار استفاده می کند. تعدادی از اینها، پیچ گوشتی ها، انواع تیغه ها، انبر دست و سیم چین است. ابزارهای برقکاران دارای عایق ویژه ای بر روی آنها است. به این معنی آنها دارای پوششی هستند که مانوئل را از برق گرفتگی محافظت می کنند. همه وسایلی که از برق استفاده می کند را در خانه در نظر بگیرید. قدرت الکتریکی بالایی نیاز است که بتواند همه آنها کار کنند. خانه ها دارای برق به قطع کننده های مدار الکتریکی وابسته اند.

## پاسخ به فعالیت صفحه ۲۱۰ کتاب

- cool air: هوای سرد
- fan blades: پره‌های فن
- motor: موتور
- wire coils: سیم پیچ
- heated air: هوای گرم
- switch: کلید
- cord: محافظ سیم



Nose pliers



Pliers



Screw driver



Wire cutter



Mains tester



Toolbox

## ترجمه کنید و پاسخ دهید صفحه ۲۱۶ کتاب

Explain DC and AC electricity how produced!

DC electricity comes from sources such as batteries, photovoltaic modules, and DC generators. DC voltage doesn't change polarity. Alternating current (AC) electricity is produced from rotating generators and can now be synthesized by inverters and variable-speed motor drives.

### DC vs. AC

Direct current (DC) electricity comes from sources such as batteries, photovoltaic (PV) modules, and DC generators. DC voltage doesn't change polarity - the positive pole always has a positive voltage with respect to the negative pole.

since charges flow from a higher potential (voltage) to a lower potential, DC provides a constant, unidirectional flow.

Alternating current (AC) electricity is produced from rotating generators and can now be synthesized by inverters and variable - speed motor drives. The familiar AC voltage takes the form of a sine wave, with the voltage's magnitude constantly changing and reversing polarity. The current also changes constantly and reverses direction each cycle. (For more information about AC and DC electricity, see the two - part article in HP52 and HP53, "Basics of Alternating Current Electricity," and Word Power in HP85 and HP86.)

How is generating one cycle of AC?

.....

What is a commutator?

.....

How to minimize ripple in the DC generator output voltage?

.....

How flow charges in DC voltage?

.....

### HOW DC & AC Generators Work

Both DC and AC generators use Faraday's principle of inductance, which says that when a conductor moves through a magnetic field, a voltage is induced. A rotating loop of wire (armature) cuts and stretches the magnetic lines of force, as the conductors pass the field face, generating voltage.

At other times during the rotation, when the loop is traveling parallel to the magnetic lines of force, no voltage is generated. The polarity of the voltage induced in the left and right segments depends on whether they are traveling down through the field, and then traveling up a half - turn later. With each rotation, the voltage reverses, generating one cycle of AC.

When scientists first sought to generate electricity from machines, they wanted the same steady flow that batteries provided. American blacksmith Thomas Davenport invented the commutator, a mechanical device to make an alternator's current unidirectional. The commutator acts like a high - speed switch, switching the load just as the generator's voltage drops to zero, ensuring that the load's current and voltage do not reverse.

Practical DC generators use many armature windings and commutator segments to minimize ripple in the output voltage.

**A.** read each statement and decided whether it is true or false. Write **T** before true statement and **F** before false statements.

... **F** ... **1** Just DC generators use Faraday's principle of induction.

... **F** ... **2** AC electricity can now be synthesized by invertors and fix-speed motor drive.

... **T** ... **3** In DC voltage, the positive pole always has a positive voltage with respect to the negative pole.

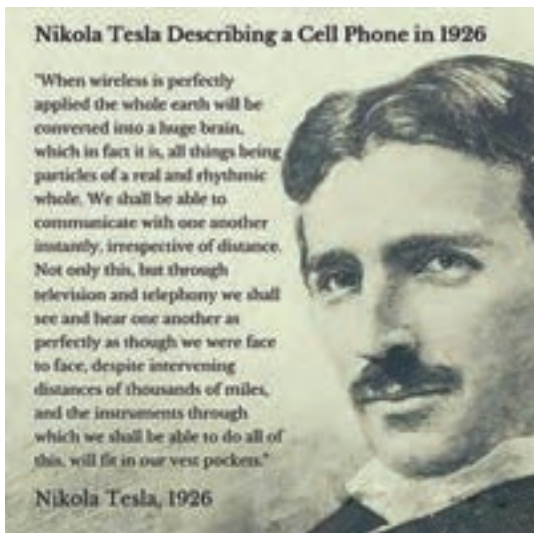
... **T** ... **4** AC voltage takes the form of sine wave.

... **T** ... **5** when the conductor moves through a magnetic field, voltage is induced.

**D. Read and practice and write summary of the text.**

For example:

When wireless is perfectly applied the whole earth will be converted into a huge brain. We may be able to communicate face to face with all parts of world at the same time and at any distance. All of this feature will fit into the device in our pocket.





پاسخ به فعالیت صفحه ۲۲۴ کتاب

ترمینال فتوولتاییک	1 PV Terminals	6 Load Switch Button	دکمه سوئیچ بار
ترمینال باتری	2 Battery Terminals	7 Battery status LED indicator	نشانگر LED وضعیت باتری
ترمینال (ورودی) بار	3 Load Terminals	8 Load status LED indicator	نشانگر LED وضعیت بار
رابط خروجی USB	4 USB output interface (LS E series only)	9 Charging status LED indicator	نشانگر LED وضعیت شارژ
	5 Mounting Hole $\phi$ 4.5		

پاسخ به فعالیت صفحه ۲۲۵ کتاب

hp (horsepower)	kW (kilowatts)
۵	۳/۷۳
۱۰	۷/۴۶
۱۵	۱۱/۱۹
۲۵	۱۸/۶۵
۵۰	۳۷/۳

پاسخ به سوالات صفحه ۲۲۷ کتاب

**A.** read each statement and decided whether it is true or false. Write **T** before true statement and **F** before false statements.

... **F** ... **1** Solar system water pumps have a short life and expensive maintenance cost.

... **F** ... **2** These pumps when maintained well last for more than 25 years on the field.

... **T** ... **3** The ability of direct current pumps is less than that of alternating current pumps.

... **T** ... **4** In this AC electropump, you should use a direct voltage converter to the alternating voltage.

... **F** ... **5** The price of a direc telectromotor is cheaper than alternating electropump.

... **T** ... **6** In the AC electromotor, the price of inverter will be so expensive.

**B:** please answer the questions (questions: Q answers:A)

Q: What are the benefits of using a solar pump?

A: Lower maintenance costs, longer life and, most importantly, the cost of free source solar system water pumps increase its cost - effectiveness.

Q: What types of solar pumps are there?

A: Solar pumps are divided into two groups of direct and alternating current.

Q: Which type of solar pumps is more common?

A: Direct current pumps are more common.

Q: What type of solar pump is economically better? Why?

A: Direct current pumps, because the price of an alternating electromotor is cheaper than direct but the price of the converter will also be expensive.

Q: Which pump is used with inverter?

A: The alternating electromotor.

پاسخ به سوالات صفحه ۲۳۱ کتاب

Type C MBC trips between 5-10 times full load current.

Type D MBC trips between 10-20 times full load current.

Type B MBC trips between 3-5 times full load current.

همکاران گرامی، برای تلفظ و خواندن متون فنی می‌توانید از نرم‌افزار Google translate که برای اندروید و ios وجود دارد به راحتی بهره‌گیری کنید.

## فصل ۳

### ترجمه دروس زبان فنی

## اندازه‌گیری الکتریکی

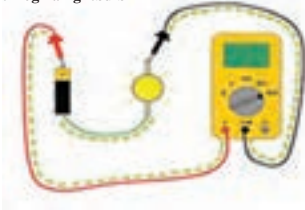
مولتی‌متر یک ابزار مفید برای اندازه‌گیری الکتریسیته است. تقریباً همه مولتی‌مترها می‌توانند ولتاژ، جریان و مقاومت را اندازه بگیرند. اغلب آنها از پیشوندهای متریک استفاده می‌کنند. پیشوندهای متریک همان‌طور که برای کمیت‌های دیگر مانند جرم و مسافت به کار می‌رود برای واحدهای الکتریسیته هم استفاده می‌شوند. به عنوان مثال شما می‌دانید واحد مسافت (فاصله) متر است. یک کیلومتر هزار متر و یک میلی‌متر  $0/001$  متر است. واحدهای فرعی برای ولتاژ، جریان و مقاومت هم هستند برای مثال  $200$  کیلو اهم معادل  $200/000$  اهم است. ولتاژ، جریان و مقاومت مطابق شکل نشان داده شده اندازه‌گیری می‌شوند.

۱ برای اندازه‌گیری جریان، مولتی‌متر را سری وصل کنید.

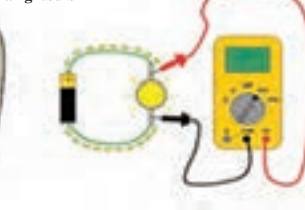
۲ برای اندازه‌گیری ولتاژ، مولتی‌متر را موازی وصل کنید.

۳ برای اندازه‌گیری مقاومت، منبع را از مدار جدا کنید.

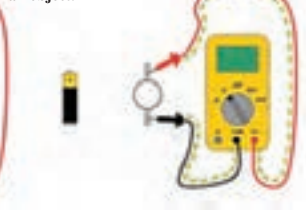
Connect a multimeter in series to measure the current flow through a lightbulb



Connect a multimeter in parallel to measure the voltage drop across a lightbulb



Disconnect the power supply to measure the resistance of an object.



## مکالمه

A: خوش آمدید، آیا می‌توانم به شما کمک کنم؟

B: سلام، من نیاز به یک وسیله برای اندازه‌گیری ولتاژ و جریان دارم، آیا شما پیشنهادی دارید؟

A: بله، مولتی‌متر را پیشنهاد می‌کنم. مولتی‌متر دستگاهی کاربردی برای اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت و نظایر آن است. همان‌طور که می‌بینید، قسمت‌های مختلف دستگاه مشخص شده است.

- صفحه نمایش: جایی که مقادیر اندازه‌گیری شده را می‌توان مشاهده کرد.
- دکمه‌ها: برای انتخاب کارهای مختلف؛
- انتخاب کردن (کلید گردان): برای انتخاب اندازه‌گیری اولیه (ولتاژ، آمپر، اهم).
- ترمینال ورودی: جایی که پراب ورودی به آن وارد می‌شوند.

A: آیا می‌توان با آن ولتاژ AC را اندازه‌گیری کرد؟

B: بله، لطفاً دستگاه را ببینید.

A: عالی! آیا می‌توانید بیشتر در مورد ترمینال

ورودی دستگاه توضیح دهید؟

B: بله



### ۱ آمپر

ورودی تست قرمز: - اندازه‌گیری تا جریان ۱۰ آمپر - اندازه‌گیری جریان فرکانس و چرخه کار

### ۲ میلی آمپر و میکروآمپر

اندازه‌گیری جریان از ۰ میکروآمپر تا ۴۰۰ میلی آمپر. - اندازه‌گیری جریان فرکانس و چرخه کار - خروجی جریان برای اندازه‌گیری تا ۶۰۰ آمپر AC

### ۳ مشترک

### فیش مشکی ورودی برای

- همه اندازه‌گیری‌ها
- اتصال منفی مشترک مدارهای اندازه‌گیری یا جانبی
- معمولاً می‌دانند ترمینال برگشت com به طور اختصار برای common است.

### ۴ ولتاژ (V)، مقاومت ( $\Omega$ )، آزمایش دیود، ظرفیت خازن، دما

### فیش قرمز ورودی برای:

- اندازه‌گیری برای ولتاژ، مقاومت، دیود، ظرفیت، فرکانس و چرخه کار.
- B: خیلی ممنون چگونه می‌توان ولتاژ و جریان یا مقاومت را با این دستگاه اندازه‌گیری کرد؟
- A: برای اندازه‌گیری جریان مولتی‌متر را به صورت سری به مدار وصل کنید.
- برای اندازه‌گیری ولتاژ مولتی‌متر را به صورت موازی به مدار وصل کنید.
- برای اندازه‌گیری مقاومت منبع تغذیه را جدا کنید.

B: من می‌خواهم دستگاه را خریداری کنم.  
A: آیا پول نقد می‌دهید یا کارت می‌کشید؟  
B: بفرمایید، کارت مرا بکشید.  
A: لطفاً اینجا را امضا کنید.  
B: البته، بفرمایید.  
A: این هم رسید شما. لطفاً کاتالوگ دستگاه را برای استفاده بهینه مطالعه کنید.  
روز خوبی داشته باشید.

## تاریخچه

بعد از اینکه باتری ولتا در سال ۱۶۰۰ اختراع شد، اولین استفاده از برق در ارتباطات تلگراف بود. چه نوع ابزار اندازه‌گیری برای ارتباطات تلگرافی مورد نیاز بود؟ احتمالاً، ولتاژ و جریان نباید به طور مرتب اندازه‌گیری شوند. اندازه‌گیری فقط در زمان خرابی یا آماده‌سازی لازم بود. هنگامی که ارتباطات تلگراف trans - Atlantic با موفقیت در سال ۱۸۶۶ تکمیل شد، گالوانومتر آینه‌ای کلونین به عنوان یک ابزار دریافت تلگراف مورد استفاده قرار گرفت. به عبارت دیگر ابزار اندازه‌گیری به عنوان جزء الکتریکی به طور مستقل مورد استفاده قرار نمی‌گرفت. هنگامی که صنعت برق در نیمه دوم قرن نوزدهم شروع به توسعه کرد، جریان و ولتاژ باید به طور منظم اندازه‌گیری می‌شد. یکی از مهندسان که آمپر متر DC را برای استفاده عملی معرفی کرد، ادوارد وستون (۱۸۵۰-۱۹۳۶) بود. او این اندازه‌گیر را دستگاه قابل حمل نامگذاری کرد. به عنوان اندازه‌گیر الکتریکی تا آن زمان می‌توانست فقط در آزمایشگاه استفاده شود و نمی‌توانست هر جا برای اندازه‌گیری حمل شود.

در سال ۱۸۸۶، وستون یک آمپر متر DC قابل حمل با دقت  $\pm 0.5\%$  را تکمیل کرد، و سپس هدف آن ایجاد یک آمپر متر برای جریان‌های بزرگ و AC بود. برای این منظور، مقاومت پایدار را اختراع کرد. در واقع، عنصر کلیدی اندازه‌گیر، یک آهنربا دائم و با مکانیسم قاب گردان بود.

## درک مطلب

**تئوری مدار DC:** رابطه اساسی بین ولتاژ، جریان و مقاومت در یک مدار الکتریکی یا الکترونیکی قانون اهم است.

تمام مواد از اتم ساخته شده‌اند و تمام اتم‌ها از پروتون، نوترون و الکترون تشکیل شده‌اند. پروتون‌ها دارای بار الکتریکی مثبت هستند. نوترون‌ها بار الکتریکی ندارند، الکترون‌ها بار الکتریکی منفی دارند. اتم‌ها توسط نیروهای قدرتمند جاذبه موجود بین هسته اتم و الکترون در پوسته بیرونی آنها متصل می‌شوند.

هنگامی که این پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها در داخل اتم هستند، آنها خوشحال و پایدار هستند. اما اگر ما آنها را از یکدیگر جدا کنیم، آنها می‌خواهند که تغییر فرم دهند و شروع به استفاده از پتانسیل جاذبه به نام اختلاف پتانسیل کنند. اکنون، اگر یک مدار بسته ایجاد کنیم، الکترون‌های آزاد شروع به حرکت می‌کنند و از پروتون‌ها رانده شده و با یکدیگر جریانی از الکترون‌ها ایجاد می‌شود. جاری شدن الکترون‌ها جریان الکتریکی نامیده می‌شود. الکترون‌ها از طریق مدار به طور آزاد جریان نمی‌یابند زیرا موادی که آنها از طریق آن حرکت می‌کنند محدودیتی برای جریان الکترون ایجاد می‌کنند. این محدودیت به نام مقاومت است. بنابراین تمام مدارهای الکتریکی و الکترونیکی اولیه شامل سه مقدار الکتریکی جداگانه اما بسیار مرتبط با نام ولتاژ، (V)، جریان، (i) و مقاومت ( $\Omega$ ) می‌باشد.

**ولتاژ الکتریکی:** ولتاژ، (V) انرژی بالقوه یک منبع برق ذخیره شده در شکل بار الکتریکی است. ولتاژ را می‌توان به عنوان نیرویی که الکترون‌ها را از طریق یک هادی به حرکت درمی‌آورد در نظر گرفت و ولتاژ بزرگ‌تر توانایی بیشتری در هل دادن الکترون‌ها در مدار دارد. به عنوان انرژی توانایی انجام کار، این انرژی بالقوه را می‌توان به عنوان کار مورد نیاز بر حسب ژول برای حرکت الکترون به شکل جریان الکتریکی در یک مدار از یک نقطه یا گره به دیگری توصیف کرد.

پس اختلاف ولتاژ بین هر دو نقطه، اتصالات، پیوندها (گره نامیده می‌شود) در یک مدار به عنوان اختلاف پتانسیل شناخته می‌شود، که معمولاً «افت ولتاژ» نامیده می‌شود.

یک منبع ولتاژ ثابت، ولتاژ DC نامیده می‌شود و ولتاژی که با گذشت زمان دوره‌ای، متغیر است ولتاژ AC نامیده می‌شود.

باتری‌ها یا منبع تغذیه بیشتر برای تولید یک منبع ولتاژ (جریان مستقیم) مانند 5V، 12V، 24V و غیره در مدارهای الکترونیکی و سیستم‌ها استفاده می‌شود. در حالی که منبع ولتاژ A.C. (جریان متناوب) برای خانه و برق صنعتی و روشنایی و همچنین انتقال قدرت در دسترس است.

**علائم ولتاژ:** یک رابطه ساده می‌تواند بین یک مخزن آب و یک منبع ولتاژ ایجاد نمود. مخزن آب بالاتر فشار آب خروجی بالاتری دارد و انرژی بیشتری آزاد می‌کند. ولتاژ بالاتر، انرژی پتانسیل بیشتری در آزادسازی الکترون دارد.



Single Cell



Multiple Cells (Battery)



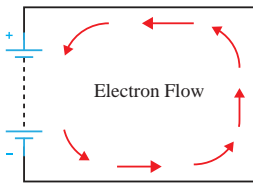
DC Voltage Source



AC Voltage Source

**جریان الکتریکی (I):** حرکت یا جریان بارالکتریکی است و با آمپر اندازه‌گیری می‌شود و با علامت I نشان داده می‌شود. این جریان پیوسته و یکنواخت (به نام رانش) الکترون (ذرات منفی یک اتم) در اطراف یک مدار که در حال تحت فشار توسط منبع ولتاژ است. به طور کلی در نمودار مدار جریان از طریق مدار معمولاً فلش مربوط به نماد، I یا حروف کوچک I برای نشان دادن مسیر واقعی جریان است. با این حال، این فلش معمولاً جهت جریان متداول را نشان می‌دهد و لزوماً جهت جریان واقعی نیست.

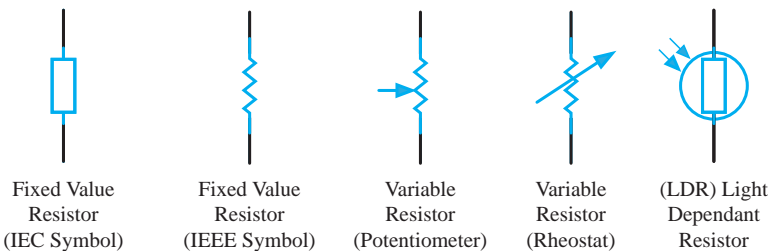
جریان الکترون‌ها در اطراف مدار مخالف جهت جریان قراردادی است که منفی به مثبت است. جریان واقعی جریان در یک مدار الکتریکی متشکل از الکترون‌هایی است که از قطب منفی باتری (کاتد) جریان می‌یابد و به قطب مثبت (آند) باتری باز می‌گردد.



این به این دلیل است که بار الکترون منفی است و بنابراین جذب ترمینال مثبت می‌شود. این جریان الکترون‌ها «شارجریان الکتریکی» نامیده می‌شود. بنابراین، الکترون‌ها در واقع در مدار از ترمینال منفی به مثبت جاری می‌شوند. جریان با آمپر اندازه‌گیری می‌شود و یک آمپر به عنوان تعداد الکترون‌ها و یا بار عبوری یک نقطه خاص در مدار در یک ثانیه تعریف می‌شود.

**مقاومت (R):** ظرفیت یک ماده برای مقاومت یا جلوگیری از عبور جریان یا به ویژه جریان بار الکتریکی درون یک مدار است. عنصر مدار که این را کاملاً انجام می‌دهد، «مقاومت» نامیده می‌شود. مقاومت یک جز مدار است که با اهم اندازه‌گیری می‌شود و با علامت یونانی امگا  $\Omega$  نشان داده می‌شود. توجه داشته باشید که مقاومت نمی‌تواند منفی باشد در ارزش تنها مثبت است.

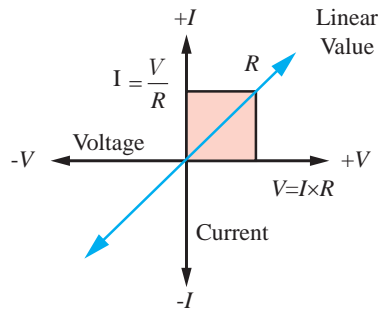
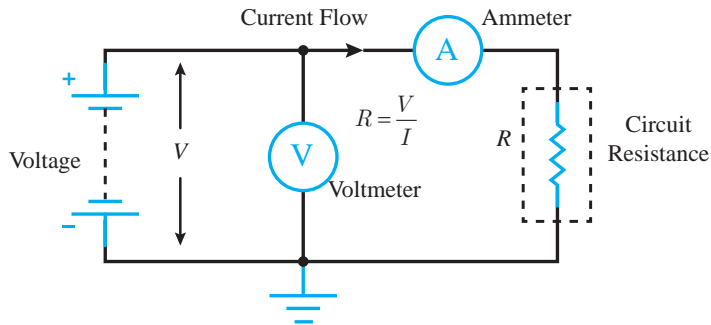
**علامت مقاومت:** مقدار یک مقاومت به وسیله نسبت ولتاژ به جریان تعریف می‌شود که تعیین می‌کند یک عنصر مدار هادی خوب است - مقاومت پایین یا هادی بد است - مقاومت بالا. مقاومت کم، به عنوان مثال  $1 \Omega$  یا کمتر است، مداریک هادی خوب ساخته شده از مواد مانند مس، آلومینیوم یا کربن است در حالت مقاومت بالا،  $1 M\Omega$  یا بیشتر می‌باشد مدار یک هادی بد ساخته شده از مواد عایق مانند شیشه، چینی یا پلاستیک است.





رابطه ولتاژ ( $V$ ) و جریان ( $i$ ) در یک مدار مقاومت ثابت ( $R$ ) یک رابطه خطی  $V-I$  را با شیب برابر مقدار مقاومت نشان می‌دهد.

**خلاصه‌ای از ولتاژ، جریان و مقاومت:** حالا شما ایده اینکه مقاومت و ولتاژ و جریان به هم مرتبط هستند را دارید. رابطه ولتاژ، جریان و مقاومت بر اساس قانون اهم است. در مدار خطی مقاومت ثابت، اگر ما ولتاژ را افزایش دهیم، جریان افزایش می‌یابد، به همین ترتیب، اگر ما ولتاژ را کاهش دهیم، جریان کاهش می‌یابد. این به این معنی است که اگر ولتاژ بالا باشد جریان بالا است و اگر ولتاژ پایین باشد جریان کم است. به همین ترتیب، اگر ما مقاومت را افزایش دهیم، جریان برای یک ولتاژ مشخص کاهش می‌یابد و اگر مقاومت را کاهش دهیم، جریان افزایش می‌یابد.



## مقدمه

## میدان مغناطیسی

همان طور که می‌توان دید با جذب و تحریک قطب‌های مغناطیسی، نیروهای خارج از قطب‌های مغناطیسی برای این کار وجود دارند. این فعالیت‌ها فقط در قطب‌ها انجام نمی‌شود، بلکه نیروهای مغناطیسی کل میدان را احاطه کرده است. این را می‌توانید زمانی ببینید که قطب‌نما اطراف یک نوار مغناطیسی حرکت می‌کند. در هر جای اطراف نوار مغناطیسی یک انتهای سوزن قطب‌نما به قطب مخالف در نوار اشاره می‌کند.

قطب‌نما می‌تواند برای نشان دادن فاصله تا میدان مغناطیسی استفاده شود. با دور شدن قطب‌نما به آهستگی، به نقطه‌ای می‌رسیم که سوزن قطب‌نما دیگر تحت تأثیر میدان مغناطیسی آهنربا قرار نگرفته است، اما دوباره توسط قطب مغناطیسی شمال زمین جذب می‌شود.



A: سلام دوستان. به شرکت ایران ترانسفو خوش آمدید. امروز ما در حال بازدید از خط تولید ترانسفورماتور و صحبت در مورد ترانسفورماتور هستیم. هر سؤالی دارید بپرسید.

ب) ترانسفورماتور چیست؟

A: ترانسفورماتور یک دستگاه ساکن الکترومغناطیسی است که برای انتقال انرژی الکتریکی از یک سطح به سطح دیگری بدون تغییر فرکانس استفاده می‌شود. این دستگاه می‌تواند افزایش یا کاهش ولتاژ متناسب با کاهش و افزایش جریان را در توان ثابت انجام دهد. ترانسفورماتور می‌تواند ولتاژ بالا را به ولتاژ پایین و ولتاژ پایین را به ولتاژ بالا تغییر دهد اما در هر دو حالت فرکانس بدون تغییر باقی می‌ماند.

C: ببخشید، ترانسفورمر از چه قسمت‌هایی است؟

A: همان‌طور که می‌بینید، ترانسفورماتور متشکل از یک هسته آهنی است که دو سیم پیچ روی آن است. این دو سیم پیچ از یکدیگر و هسته آهنی عایق‌بندی شده و بین آنها اتصال الکتریکی وجود ندارد. با تشکر از شما برای سؤالات خوبتان، سؤال بعدی.

B: ترانسفورماتورها بر چند نوع هستند؟

A: ترانسفورماتور افزایشنده، اگر ترانسفورماتور ولتاژ پایین را به ولتاژ بالا تغییر دهد، به عنوان ترانسفورماتور افزایشنده شناخته می‌شود. ترانسفورماتور کاهشنده، ترانسفورماتوری است که ولتاژ بالا را به ولتاژ پایین تغییر می‌دهد، به عنوان ترانسفورماتور کاهشنده شناخته می‌شود.

D: انواع اتصالات ترانسفورماتور چیست؟

A: سه حالت اتصال وجود دارد: ممکن است مثلث، ستاره و زیگزاگ باشد.

خوب، حالا من یک سؤال دارم. کارکرد روغن در ترانسفورماتور چیست؟

آیا کسی می‌داند که چیست؟ هیچ‌کس نظر ندارد؟

خوب، من به شما می‌گویم

روغن در ترانسفورماتور دو کارکرد دارد، خنک‌کننده و عایق‌کننده.





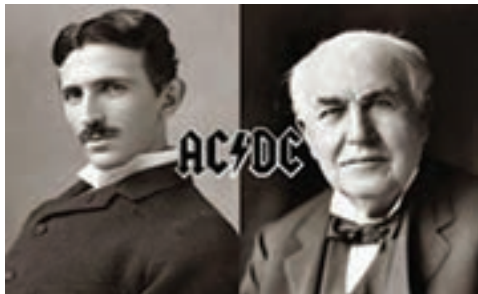
در مورد تولیدات ایران ترانسفو تحقیق کنید.  
در رابطه با دلیل ثابت ماندن فرکانس در ترانسفورماتور مطالعه کنید.

## تاریخچه

مغناطیس اولین بار توسط یونانیان باستان بیش از ۲۰۰۰ سال پیش کشف شد، هنگامی که آنها متوجه شدند که نوع خاصی از سنگ، آهن را جذب می‌کند. از آنجا که این سنگ اولین بار در مگنزییا در آسیای صغیر یافت شد، این سنگ مگنتیت نامگذاری شد. بعدها، زمانی که کشف شد که سنگ به سمت شمال و جنوب در هنگام رها کردن به حالت تعلیق درآمده است، این سنگ خود را به عنوان سنگ پیشتاز یا سنگ آهن مغناطیسی معرفی می‌کند. بنابراین سنگ آهن مغناطیسی یک آهنربای طبیعی است که مواد مغناطیسی را جذب می‌کند.

## درک مطلب

یکی از سه مرد مشهور، ادیسون، نخستین لامپ با کاربرد روشنایی در جهان را در اواخر دهه ۱۸۷۰ توسعه داد و سپس یک سیستم تولید و توزیع برق ایجاد کرد تا مشاغل و خانه‌ها بتوانند از این اختراع جدید استفاده کنند. او اولین نیروگاه خود را در شهر نیویورک در سال ۱۸۸۲ افتتاح کرد. دو سال بعد، تسلا، مهندس جوان صربستانی، به آمریکا مهاجرت کرد و برای ادیسون کار کرد. تسلا در بهبود ژنراتورهای DC ادیسون کمک کرد و همچنین تلاش کرد که رئیس خود را به یک موتور AC که او در حال ساخت بود مورد علاقه قرار دهد. با این حال، منلو پارک، شرکت طرفدار DC، ادعا کرد که AC هیچ آینده‌ای ندارد. تسلا در سال ۱۸۸۵ کار خود را ترک کرد و چند سال به چندین اختراع برای فناوری AC خود رسید. او در سال ۱۸۸۸، اختراع خود را به جورج وستینگهاوس فروخت و شرکت صنعتی وستینگهاوس الکتریک، به سرعت به یک رقیب برای ادیسون تبدیل شد.



## AC در مقابل DC

جریان الکتریکی مستقیم از منابعی مثل باتری، ماژول فتو ولتاییک و ژنراتور DC تولید می‌شود. ولتاژ DC پلاریته تغییر نمی‌کند. قطب مثبت همواره ولتاژ مثبت نسبت به قطب منفی دارد. از آنجا که بارها از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر جریان می‌یابد، جریان DC یک‌طرفه و ثابت است.

جریان الکتریکی AC از ژنراتورهای گردان تولید می‌شود و هم‌اکنون می‌تواند از طریق اینورترها و موتورهای سرعت متغیر ترکیب شود. ولتاژ AC به فرم موج سینوسی با مقدار متغیروپلاریته‌های برگشت پذیر است. جریان نیز به طور مداوم تغییر می‌کند و جهت آن در هر سیکل معکوس می‌شود.

### ژنراتورهای AC و DC چگونه کار می‌کنند؟

هر دو ژنراتور AC و DC از اصل بقای فارادی استفاده می‌کنند این اصل بیان می‌کند وقتی یک هادی در درون میدان مغناطیسی حرکت می‌کند در آن ولتاژ القا می‌شود. حلقه چرخشی سیم‌ها (آرمیچر) خطوط میدان مغناطیسی را قطع کرده و نیرو خطوط مغناطیسی را گسترش می‌دهد و با حضور هادی در میدان، ولتاژ تولید می‌شود.

در دیگر زمان‌ها، هنگامی که حلقه در جهت خطوط نیروی میدان مغناطیسی حرکت کند، ولتاژ تولید نمی‌شود. قطبیت ولتاژ القا شده در بخش‌های چپ و راست بستگی به این دارد که آیا آنها از طریق میدان حرکت می‌کنند یا خیر و سپس به نیم سیکل بعدی حرکت می‌کنند. با هر چرخش، ولتاژ برعکس می‌شود و یک سیکل AC تولید می‌شود.

هنگامی که دانشمندان اولین بار دنبال تولید برق از ماشین‌ها بودند، آنها خواستار همان جریان مداوم که باتری‌ها تولید می‌کردند بودند. آهنگر آمریکایی، توماس داونپورت، یک کموتاتور، دستگاه مکانیکی که جریان متناوب یک طرفه تولید می‌کند، اختراع کرد. کموتاتور مانند یک کلید (سوئیچ) با سرعت بالا عمل می‌کند، زمانی که ولتاژ ژنراتور به زیر صفر افت می‌کند روی بار سوئیچ می‌کند تا ولتاژ و جریان بار معکوس نشوند. ژنراتورهای DC کاربردی، از تعداد زیادی سیم پیچ‌های آرماتور و بخش‌های کموتاتور برای به حداقل رساندن ریپل در ولتاژ خروجی استفاده می‌کنند.

### پلاک ترانسفورماتور

پلاک‌های ترانسفورماتور دارای چندین آیتم استاندارد اطلاعات و سایر اطلاعات اختیاری هستند. پلاک ترانسفورماتور باید پارامترهای زیر را مشخص کند:

- ولت آمپر (VA) یا کیلوولت آمپر (KVA)
- ولتاژ مدارهای اولیه و ثانویه
- امپدانس ترانسفورماتور (به طور معمول به ۲۵ کیلو ولت آمپر یا بیشتر محدود می‌شود)
- محدوده مورد نیاز برای ترانسفورماتور با دهانه تهویه
- مقدار و نوع مایع عایق که در آن استفاده می‌شود.
- در ترانسفورماتورهای خشک (بدون مایع خنک‌کننده یا عایق)، فهرستی از درجه حرارت کلاس عایقی سیم‌پیچ‌ها باید باشد.
- موارد دیگر که ممکن است بر روی پلاک باشد عبارت‌اند از تعداد فازها، نمودار سیم‌کشی و اطلاعات تغییر شارژ.

## انواع کاتالوگ

برای استفاده بهینه از یک دستگاه، اولین قدم این است که کاتالوگ آن دستگاه را مطالعه کنید. در کاتالوگ‌ها، اطلاعات و مشخصات فنی، ایمنی و نگهداری و همچنین نحوه نصب و استفاده از دستگاه به خوبی شرح داده شده است. با مطالعه کاتالوگ، تکنسین برق اطلاعات قسمت‌های مختلف دستگاه، عملکرد و استفاده مناسب را به دست می‌آورد. همچنین بسته به نوع دستگاه، خطرات و هشدارها نیز در کاتالوگ بیان شده است. در دستگاه‌های الکتریکی، کاتالوگ‌ها دارای چندین نوع هستند، معمولاً برچسب‌ها، پلاک‌ها، کتابچه راهنمای کاربر، دیتاشیت‌ها و... به عنوان مثال، بخشی از دیتاشیت دستگاه کنترل شارژ خورشیدی نشان داده شده است. در این بخش سیم‌کشی نشان داده شده است، گام به گام نحوه سیم‌کشی و اتصال اجزا به دستگاه نشان داده شده است.

### مکالمه

ما به بندرعباس، به خانه خانم محمدی می‌رویم. او یکی از کارآفرینان موفق در ایران است.



خبرنگار: خوبید؟ لطفاً در مورد کار خود توضیح دهید خانم محمدی: من سیستم فتوولتائیک را نصب کرده‌ام. این سیستم از انرژی خورشیدی برق تولید می‌کند.

خبرنگار: بسیار عالی، چقدر از این سیستم هر ماه درآمد کسب می‌کنید؟ خانم محمدی: حدود ۷۵۰/۰۰۰ تا ۸۰۰/۰۰۰ تومان. شرکت توزیع هر کیلووات ساعت برق را ۸۳۲ تومان خرید می‌کند.

خبرنگار: ظرفیت تولید برق سیستم چیست؟ خانم محمدی: ظرفیت سیستم فتوولتائیک نصب شده ۵ کیلووات است. سالانه ۹۰۰۰ کیلووات (۹ مگا وات) برق تولید می‌کند.

خبرنگار: هزینه خرید و نصب این سیستم چقدر است؟ خانم محمدی: هزینه این سیستم حدود ۲۵ میلیون تا ۲۷ میلیون است. خبرنگار: پس، چند سال اول این سیستم سودآور نیست. درست است؟

خانم محمدی: بله، عمر سیستم خورشیدی ۲۰ سال است. چهار سال اول بازپرداخت سرمایه و ۱۶ سال سودآوری دارد.

خبرنگار: سیستم خورشیدی از چه اجزایی تشکیل شده است؟

خانم محمدی: برای نصب یک سیستم خورشیدی، ما به این اجزا نیاز داریم:

پنل خورشیدی، شارژکنترل، باتری، اینورتر.

خبرنگار: لطفاً یک توضیح مختصر برای هر قسمت به ما بدهید.

پنل خورشیدی: انرژی خورشید را برای تولید انرژی الکتریکی جذب می‌کند.

خانم محمدی: بله

کنترل‌کننده شارژ: یک کنترل‌کننده شارژ مقدار جریان ماژول‌های PV را برای بانک باتری تنظیم می‌کند.

باتری: باتری‌ها برای تأمین برق در نبود آفتاب نیاز هستند.

اینورتر: میدلهایی هستند که برق DC تولید شده از پانل‌های خورشیدی را به

برق AC تبدیل می‌کنند که توسط لوازم‌الکتریکی قابل استفاده باشد.

## تاریخچه

اصطلاح «اسب بخار» به طور عمده به جیمز وات، در اواخر ۱۷۰۰ میلادی برمی‌گردد. وات یک مهندس اسکاتلندی بود که تعدادی موتورهای بخار پیشرفته اختراع کرد، سپس او (مشارکتی) شروع به ساخت و فروش نمود (اولین آنها در سال ۱۷۷۶ بود).



بیشتر مشتریان بالقوه وات از اسب استفاده می‌کردند، بنابراین او خیلی زود متوجه شد که برای فروش موتورهای خود، نیاز به این دارد که قدرت این موتورها را به گونه‌ای بیان کند که یقین

کند جایگزین چند اسب است. برای این منظور، او برای اولین بار قدرت متوسط اسب را محاسبه کرد که آن را اسب بخار نامید. سپس مشخص کرد هر کدام از موتورها معادل چند «اسب بخار» است (یعنی قدرت آن معادل چه تعداد اسب است).

با توجه به موفقیت کسب و کار موتور بخار او، اصطلاح «اسب بخار» به رسمیت شناخته شد. رقبای او و سایر تولیدکنندگان ماشین، روش او را کپی کرده و قدرت موتورهای خود را بر اساس اسب بخار بیان کردند و این باعث شد اسب بخار واحد استاندارد اندازه‌گیری توان شود.



## درک مطلب

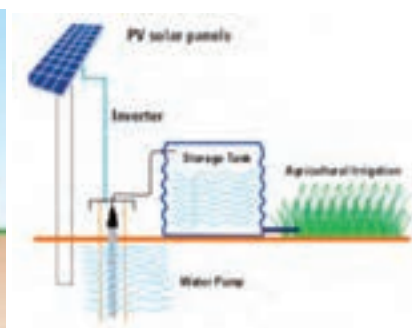
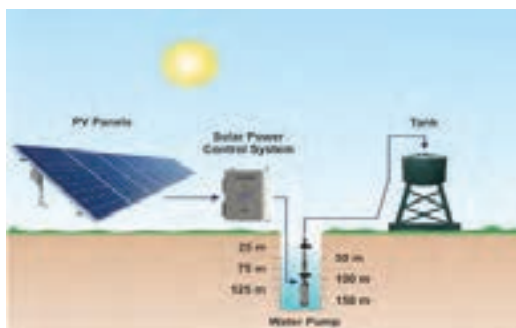
سیستم پمپ آب خورشیدی برای کشاورزی: یکی از مشکلات عمده پمپ‌های کشاورزی عمومی برای استخراج آب از مزارع کشاورزی، دوری از شبکه برق اصلی است. از سوی دیگر، هزینه بالای انتقال برق و نگهداری خطوط توزیع برق و هزینه خرید ژنراتورهای دیزلی و سوخت و نگهداری آنها منجر به استفاده از پمپ‌های خورشیدی شده است که یک راه حل مناسب برای جایگزینی موارد اعلام شده است.

هزینه‌های پایین نگهداری، عمر طولانی‌تر، و مهم‌تر از همه هزینه پمپ آبی با سیستم خورشیدی استفاده از منبع رایگان، هزینه به بازدهی آن را افزایش داده است.

پمپ‌های خورشیدی اساساً مجموعه‌ای از پانل‌های خورشیدی PV، پمپ‌های AC یا DC با سیستم الکترونیکی مربوطه هستند که برای عملیات با کارایی بالا بهینه‌سازی شده‌اند. این پمپ‌ها وقتی خوب نگهداری شوند بیش از ۱۵ سال در مزرعه کار می‌کنند. دیاگرام آنالیز و عملکرد یک پمپ در زیر نشان داده شده است.

پمپ‌های خورشیدی به دو گروه جریان مستقیم و متناوب تقسیم می‌شوند. از آنجا که ولتاژ خروجی ماژول خورشیدی مستقیم است، پمپ‌های جریان مستقیم عمومی‌تر است. قطعاً توانایی این پمپ‌ها کمتر از پمپ‌های جریان متناوب فعلی است.

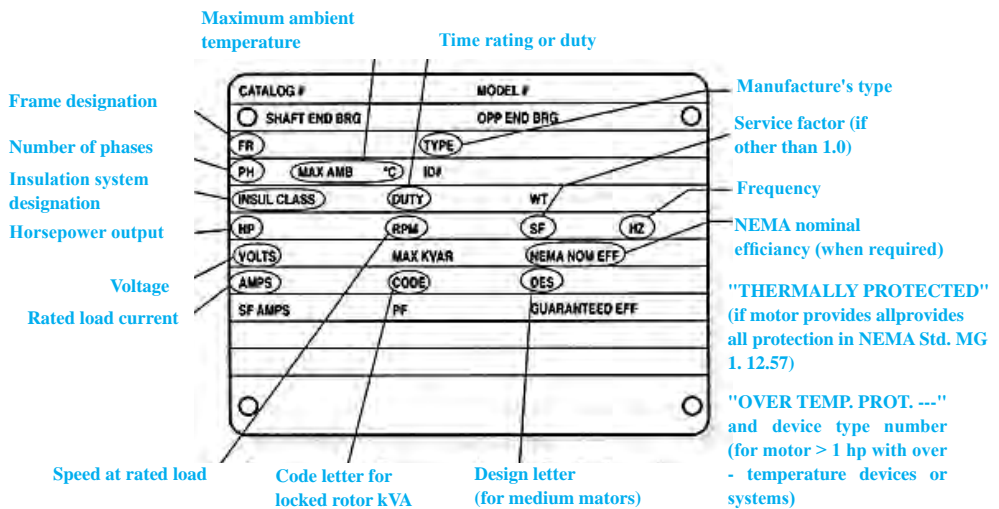
به طور کلی، الکتروپمپ‌های خورشیدی می‌توانند برای الکتروموتورهای مغناطیسی تا ۱۳ اسب بخار و برای موتورهای معمولی ۳ تا ۱۰ اسب بخار استفاده شوند. اگر با الکتروپمپ‌های متناوب مورد استفاده قرار گیرد، این قدرت بالاتر از ۱۰ اسب بخار خواهد بود. اما، در این آخرین مدل، شما باید از یک مبدل ولتاژ مستقیم به ولتاژ متناوب (اینورتر) استفاده کنید. اگرچه قیمت موتور الکتریکی متناوب ارزان‌تر از مستقیم است، قیمت مبدل آنها گران خواهد بود.



## پلاک موتور الکتریکی

پلاک موتور الکتریکی معمولاً بر روی تمام موتورهای تولید شده قرار دارد. درک جزئیات اطلاعات پلاک موتور گاهی اوقات سخت است، اما ضروری است. در اکثر کشورها، تولیدکنندگان نمایش همه اطلاعات در پلاک موتور، الزامی است اما اغلب این گونه نیست.

بسیاری از اطلاعات ضروری در پلاک موتور وجود دارد:



## منابع و مآخذ

- ۱ راهنمای برنامه درسی رشته الکتروتکنیک، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سال ۱۳۹۴.
- ۲ برنامه درسی درس دانش فنی تخصصی رشته الکتروتکنیک، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سال ۱۳۹۴.
- ۳ مبانی ماشین‌های الکتریکی، پ.س.سن، مهرداد عابدی و محمدتقی نبوی، نشر بصیر.
- ۴ مدارهای الکتریکی، سری شوم
- ۵ کاتالوگ و دستورالعمل بهره‌برداری اینورتر، ولت‌متر، تجهیزات فتوولتائیک
- ۶ الکترونیک صنعتی، لندرسریل، معتمدی‌نژاد و...، نشر خراسان، ۱۳۷۵.
- ۷ متون و کتاب‌های فنی برق به زبان انگلیسی



هنرآموزان محترم، می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران -

صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دکترتالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش