

هدف کلی کتاب

روش تدریس کتاب مدارهای الکتریکی

بخش الف

راهنمای برنامه درسی و راهنمای ارزشیابی درس مدارهای الکتریکی



الف - ۱ - مقدمه

محاسبه تجهیزات الکتریکی در بخش‌های مختلف تولید، انتقال، توزیع و پخش انرژی الکتریکی و همچنین آنالیز مدارهای الکترونیکی مستلزم دانش فنی کافی در تحصیل مدارهای الکتریکی است. این درس به عنوان یک درس تخصصی از آن جهت مورد اهمیت بیشتری قرار دارد که در سیستم‌های الکتریکی می‌توانیم برای همه مصرف‌کننده‌ها، مولدها و خطوط انرژی الکتریکی، معادل الکتریکی آنها را در نظر گرفته و با اصول منطقی که در تحلیل مدارها یاد گرفته‌ایم رفتار آنها را مورد بررسی قرار دهیم. این درس چهار واحد درسی و چهار ساعت آموزشی را به خود اختصاص می‌دهد. در کتاب درسی مدارهای الکتریکی، مدارها، چه از مبحث جریان مستقیم و چه در مبحث جریان متناوب در حالت ماندگار یا پایدار بررسی شده است. هدف کلی درس، تحلیل مدارهای جریان مستقیم و مدارهای R-L-C در جریان متناوب یک فاز و مدارهای سه فاز ساده است. هنرجویان ابتدا در فصل مقدماتی کتاب درسی مروری بر ساخت مبانی برق سال گذشته داشته و سپس در فصل اول با مدارات جریان مستقیم و انواع عناصر فعال و غیرفعال آشنا و سپس به تحلیل‌های جمع آثار، پتانسیل‌گره و جریان حلقه پرداخته و تبدیل منابع را آموزش می‌بینند. در ادامه فصل مدار معادل تونن و نورتن و شرط انتقال ماکزیمم به بار را بررسی می‌کنند و در انتهای فصل رفتار سلف و خازن در جریان مستقیم در حالت ماندگار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فصل اول از جهت نوع منبع ولتاژ و جریان و کاربرد بیشتر اتصالات سری موازی مقاومت‌ها با فصول دیگر کتاب کمی متفاوت بوده و شاید بتوان گفت محتوی آن با بخشی از درس مبانی برق بیشتر متناسب است و همچنین زمان تدریس آن برای هنرجویان رشته الکتروتکنیک برخلاف رشته الکترونیک بعد از فصل هفتم کتاب پیشنهاد شده است.

دلیل ارائه این پیشنهاد برای رعایت ارتباط افقی، عمودی مباحث این درس با دروس تخصصی دیگر است. مثلاً در رشته الکتروتکنیک به دلیل استفاده از موضوعاتی نظیر مدار $R-L$ موازی در مدار معادل ترانسفورماتور و جمع برداری جریان‌ها و همچنین مبحث بردار در همین کتاب درسی که در فصل اول کتاب مطرح می‌گردد، لازم است هنرجو این مطالب را سریع‌تر یاد بگیرد تا در تفهیم مطالب مربوط به مدار معادل ترانسفورماتور دچار مشکل نشود بنابراین بهتر است برای تدریس کتاب مدار از ابتدای سال تحصیلی، از فصل دوم کتاب مدار یعنی بردارها آغاز نماییم.

بعد از اتمام فصل هفتم یعنی مدارهای سه فاز تا این قسمت کتاب به دلیل تسلسل مطالب یک روند یکنواختی از محتوی به هم پیوسته برای هنرجویان رقم خواهد خورد و سپس با پایان یافتن این فصل می‌توانیم فصل اول یعنی مدارهای جریان مستقیم را شروع نماییم که به زعم هنرجویان ارتباط چندانی هم با بقیه مطالب کتاب ندارد. حسن این کار در این است که اولاً ریتم آموزش مطالب دارای یک هارمونی مناسبی است و ثانیاً مطالب فصل اول به‌خاطر مستقل بودن مطالب در طول سال تحصیلی دستخوش فراموشی و کمرنگی نمی‌گردد.

جدول زمان پیشنهادی برای تدریس کتاب

فصل	عنوان فصل	زمان تدریس (ساعت)
اول	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	۲۸
دوم	بردار	۱۲
سوم	مدارهای $R-L$ جریان متناوب	۱۶
چهارم	مدارهای $R-C$ جریان متناوب	۱۶
پنجم	مدارهای $L-C$ جریان متناوب	۱۲
ششم	مدارهای $R-L-C$ جریان متناوب	۲۰
هفتم	جریان‌های سه‌فازه	۱۶
کل کتاب		۱۲۰

در فصل دوم، بردار و برابری بردار بررسی و از آن در تحلیل شبکه‌های الکتریکی با مصرف‌کننده‌های مختلف استفاده می‌شود.

فصول سوم تا ششم به بررسی عناصر سلف و خازن و مقاومت در مدارهای جریان متناوب می‌پردازد. تأثیر خاصیت اهمی، سلفی و خازنی را بررسی کرده و همچنین اثر فرکانس و تغییر رفتار مدار را تحلیل می‌کند و در نهایت در فصل آخر کتاب مدارهای سه‌فاز و اتصالات ستاره و مثلث با بار متعادل بررسی می‌شود.

یکی از خصوصیات این کتاب محاسباتی بودن آن است و در ارزشیابی‌ها بیشتر سؤالات مربوط به محاسبه و تحلیل مدارهای الکتریکی است. بنابراین ارزشیابی مستمر این درس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از نرم‌افزار مناسب نیز می‌تواند در عمق‌دهی فرایند یاددهی - یادگیری نقش بسزایی داشته باشد، در ضمن وجود کتاب کار دانش‌آموز به عنوان یک منبع دیگر جهت حل تمرین و ممارست بیشتر و حس اعتماد به نفس هنرجویان را در حل تمرین افزایش می‌دهد خصوصاً حل تمرین‌هایی که ناقص حل شده‌اند و هنرجو را به تکمیل آن تشویق می‌کند. بنابراین به همکاران محترم توصیه می‌شود هنرجویان به کاربر کتاب کار دانش‌آموز در خارج ساعت آموزشی تشویق شوند به هر حال جهت رسیدن به کیفیت مناسب در فرایند یادگیری تمرین و تکرار نقش بسزایی دارد. در ضمن به تجربه می‌توان دریافت هنرجویانی که اصول مقدماتی را در درس مبانی برق به خوبی فراگرفته باشند در این درس نتیجه بهتری می‌گیرند.

کتاب راهنمای معلم مدار در ۲ بخش اصلی تدوین شده است بخش اول راهنمای برنامه درسی و ارزشیابی درسی مدارهای الکتریکی خواهد بود و در بخش دوم راهنمای تدریس فصل به فصل کتاب مدارهای الکتریکی ارائه شده است.

الف-۲- پیش‌نیازهای لازم برای درس مدارهای الکتریکی

همکاران محترم همان‌طور که اطلاع دارید میزان محاسبات ریاضی در درس مدارهای الکتریکی موارد زیر را شامل می‌شود:

● محاسبات اصلی ریاضی (چهار عمل اصلی)، جذر، کسرها، متعارفی، حل دستگاه معادلات

دو مجهولی

● توابع مثلثاتی و محاسبه کمان‌ها مخصوصاً $\sin\alpha$ ، $\cos\alpha$ ، $\tan\alpha$

● آشنایی با ترسیم منحنی‌ها و اختلاف فاز

● بحث بردار که قبلاً در درس ریاضی سال دوم بوده است لیکن بعد از حذف آن از سال دوم، برای اولین بار هنرجو در این کتاب با آن برخورد می‌کند.

تذکر: جهت سهولت بیشتر هنرجویان در این کتاب بخشی را با عنوان ضمائمه به آموزش ماشین حساب اختصاص داده‌ایم تا بتوانیم استفاده از آن را در محاسبات پیچیده آموزش دهیم. در بخش محتوی درسی نیز پیش‌نیاز این درس، درس مبانی برق سال دوم متوسطه فنی و حرفه‌ای است که مفاهیم اولیه و مبانی در آن کتاب آموزش داده می‌شود.

الف-۳- اهداف درس مدارهای الکتریکی

هنرآموزان گرامی همان‌طور که در ابتدای هر فصل یادآور شده‌ایم کاربرد عملی مطالب ارائه شده می‌تواند جهت انگیزه بهتر هنرجویان در پیگیری دقیق‌تر مطالب هر فصل مؤثر باشد.

در همه سطوح رشته برق، درس مدار الکتریکی جهت تحلیل رفتار قسمت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به توانایی و تخصصی که در خود سراغ دارید و با گستردگی مباحث برق در صنایع می‌توانید مثال‌های متنوعی در این خصوص برای آنها چه در برق صنعتی و یک‌فاز و شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و چه در رشته‌های الکترونیک، مخابرات و رادیو بیان نمایید. این مهم باعث می‌شود تا یک دید کاربردی نسبت به مطالب درسی داشته باشند و یادگیری عمیق‌تری پیدا نمایند.

در جدول زیر، سرفصل‌ها و مطالب ارائه شده در هر فصل کتاب مدارهای الکتریکی به تفکیک هر فصل ارائه شده است (جدول ۱).

جدول ۱- سرفصل‌ها و عناوین کتاب درسی مدارهای الکتریکی

نام درس	شماره درس	کد کتاب	پایه تحصیلی	نوع درس	تعداد واحد	زمان آموزش در هفته	زمان آموزش در سال
مدارهای الکتریکی	۲۰۷۲	۴۸۷/۸	سال سوم	نظری	۴ واحد	۴ ساعت	۱۲۰ ساعت

فصل اول: مدارهای الکتریکی جریان مستقیم

مقدمه: عناصر مدار - تحلیل مدار به روش جریان حلقه - تحلیل مدار به روش پتانسیل‌گره - تحلیل مدار به روش اصل جمع آثار - تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یک‌دیگر - تبدیلات تونن و تورتن - مدارهای الکتریکی - انتقال ماکزیم توان به بار - مدارهای شامل سلف و خازن - تمرین‌ها - تمرین‌های مکمل

ادامهٔ جدول ۱

<p>فصل دوم : بردار</p> <p>مقدمه : بردار چیست؟ هم‌سنگ (هم‌ارز) یک بردار - برابند دو یا چند بردار (روش ترسیمی) - حاصل جمع بردارها - تفاضل دو بردار - تجزیهٔ یک بردار به دو راستای معین - ضرب بردارها - نمایش برداری امواج متناوب سینوسی - توان الکتریکی - تمرین‌ها</p>
<p>فصل سوم : مدارهای R-L جریان متناوب</p> <p>مقدمه : مدار معادل الکتریکی یک سلف حقیقی - محاسبهٔ امپدانس مدار - R-L سری - اختلاف فاز و ضریب توان مدار R-L سری - توان‌های مدار R-L سری - ضریب کیفیت مدار R-L سری (Quality Factor) - مدار R-L موازی - اثر فرکانس شبکه بر مدارهای R-L - اثر فرکانس شبکه بر مدارهای R-L - تبدیل مدارات سری به موازی و بالعکس - تمرین‌ها</p>
<p>فصل چهارم : مدارهای R-C جریان متناوب</p> <p>مقدمه : مدار R-C سری - مدار R-C موازی - تأثیر فرکانس بر مدارهای R-C - تمرین‌ها</p>
<p>فصل پنجم : مدارهای L-C جریان متناوب</p> <p>مقدمه : مدار L-C سری - مدار L-C موازی - تمرین‌ها</p>
<p>فصل ششم : مدارهای R-L-C جریان متناوب</p> <p>مقدمه : مدارهای R-L-C سری - مدارهای R-L-C موازی - مدارهای R-L-C مختلط (سری، موازی) - رزونانس در مدارهای R-L-C سری - رزونانس در مدارهای R-L-C موازی - تمرین‌ها</p>
<p>فصل هفتم : جریان‌های سه‌فازه</p> <p>مقدمه : تولید جریان متناوب سه‌فاز - اتصال ستاره - اتصال مثلث - اثر قطع یک فاز از خطوط انتقال بر مصرف‌کننده‌ها - اثر تعویض دو فاز بر کمیت‌های الکتریکی مصرف‌کننده‌ها - اثر قطع سیم نول در بار نامتعادل سه فاز اتصال ستاره - تمرین‌ها</p>

الف-۴- ارتباط عمودی و افقی این درس با سایر دروس تخصصی رشته الکترونیک و الکتروتکنیک

در ادامه سرفصل‌ها جدول ارتباط عمودی و افقی درس مدار الکتریکی با سایر دروس تخصصی رشته الکترونیک و الکتروتکنیک آورده شده است (جدول ۳ و ۲).

جدول ۲- ارتباط افقی و عمودی رشته الکترو تکنیک (بایه سوم)

ماه	هفته	مدارهای الکتریکی	ماشین های الکتریکی DC	ماشین های الکتریکی AC	الکترونیک کاربردی	تکنولوژی و کارگاه سیم پیچی	تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی	ریاضی ۳*
مهر	۱	بردارها	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	مقدمه و اجزاء ساده مدار RLC	اجزای ترانسفورماتور + محاسبه عملی ترانسفورماتور + تئوری سیم پیچی ترانسفورماتور با استفاده از جدول ها و منحنی ها	معرفی اجزای شبکه های الکتریکی سه فاز	ریاضی ۳*
	۲	بردارها	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	مقدمه و اجزاء ساده مدار RLC	مطابقه و طراحی ترانسفورماتور با چند سیم پیچ در اولیه و ثانویه + ابو ترانسفورماتور	معرفی اجزای شبکه های الکتریکی سه فاز + اجرای کار عملی	تابع
	۳	بردارها	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	مقدمه و اجزاء ساده مدار RLC	اجرای کار عملی	معرفی اجزای شبکه های الکتریکی سه فاز + اجرای کار عملی	تابع
	۴	مدار RL	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	مقدمه و اجزاء ساده مدار RLC	اجرای کار عملی	کابل ها و کابل کشی + اجرای کار عملی	تابع
	۵	مدار RL	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	آشنایی با مدارهای منطقی	اجرای کار عملی	کابل ها و کابل کشی + اجرای کار عملی	تابع
	۶	مدار RL	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	آشنایی با مدارهای منطقی	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی	تابع
	۷	مدار RC	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	آشنایی با مدارهای منطقی	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کابلهای دستی	تابع
	۸	مدار RC	الکترومغناطیس	ترانسفورماتور و تکناز	آشنایی با مدارهای منطقی	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کابلهای دستی	تابع

* ریاضی ۳ : تابع جزء صحیح حذف شده است، حد و پیوستگی تمرینات و مثال های مربوط به جزء صحیح حذف شده است. بخش ۳ فصل ۳ و چهارم حذف شده است.

ادامه جدول ۲

تابع	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی	تجدید سیم پیچی موتورهای جریان متناوب	آشنایی با مدارهای منطقی	ترانسفورماتور تک فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	RC مدار	۹	آذر
تابع	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی	تجدید سیم پیچی موتورهای جریان متناوب	آشنایی با مدارهای منطقی	ترانسفورماتور تک فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	LC مدار	۱۰	
تابع	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	ترسیم نقشه های سیم پیچی موتورها	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	LC مدار	۱۱	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	ترسیم نقشه های سیم پیچی موتورها	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	LC مدار	۱۲	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	ترسیم نقشه های سیم پیچی موتورها	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	RLC مدار	۱۳	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	تغییر سیم پیچی	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	RLC مدار	۱۴	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	تغییر سیم پیچی	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مبانی ماشین های الکتریکی جریان مستقیم	RLC مدار	۱۵	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلید معنایطبیعی	اجرای کار عملی	دیود - نیمه هادی	ترانسفورماتورهای سه فاز	مولد جریان مستقیم	RLC مدار	۱۶	

دی

ادامه جدول ۲

حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	ترازیستور	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	RLC مدار	۱۷	بهمن	
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	ترازیستور	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	RLC مدار	۱۸		
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	ترازیستور	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۱۹		
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	ترازیستور	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۲۰		
حد و پیوستگی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	ترازیستور	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۲۱		
مشتق و کاربردهای آن	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	عناصر نیمه‌هادی خاص	موتورهای الکتریکی سه فاز	مولد جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۲۲		
مشتق و کاربردهای آن	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	عناصر نیمه‌هادی خاص	موتورهای الکتریکی سه فاز	موتور جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۲۳		
مشتق و کاربردهای آن	راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیه منطاطیسی	اجرای کار عملی	عناصر نیمه‌هادی خاص	موتورهای الکتریکی سه فاز	موتور جریان مستقیم	جریان‌های سه فاز	۲۴		
اسفند									

ادامه جدول ۲

فور دین	۲۵	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی سه فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن
	۲۶	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی تک فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن
اردبیلیست	۲۷	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی تک فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن
	۲۸	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی تک فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	اجرای کار عملی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن
	۲۹	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی تک فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	عباسی موتورهای الکتریکی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن
	۳۰	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	موتور جریان مستقیم	موتورهای الکتریکی تک فاز	عناصر نیمه‌هادی خاص	عباسی موتورهای الکتریکی	راه اندازی موتورهای الکتریکی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	مشتق و کاربردهای آن

جدول ۳- ارتباط افقی و عمودی دروس تخصصی رشته الکترونیک (پایه سوم)

ماه	هفته	مدارهای الکتریکی (۱)	الکترونیک عمومی ۲	کارگاه الکترونیک عمومی	مبانی دیجیتال و مبانی دیجیتال	مبانی مختارات و رادیو	آزمایشگاه مبانی مختارات و رادیو	ریاضی ۳
مهر	۱	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	تقویت کننده‌های ترانزیستوری	نمونه مدارهای کاربردی بررسی و آزمایش عملی چند	مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد	دسته بندی فرکانس ها و طیف فرکانسی	شناسایی المان های به کار رفته در گزیده رادیویی AM/FM	تابع
	۲	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	تقویت کننده‌های ترانزیستوری	مدارهای کاربردی دیود منبع تغذیه مقارن و دو برابر کننده ولتاژ	مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد	دسته بندی فرکانس ها و طیف فرکانسی	شناسایی المان های به کار رفته در گزیده رادیویی AM/FM	تابع
مهر	۳	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	تقویت کننده‌های ترانزیستوری	مدارهای ترانزیستور و آمپلی فایدری دیود و ترانزیستور و آمپلی فایدری دیود و ترانزیستور	مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد	خطوط انتقال آنتن و انتشار امواج	شناسایی المان های به کار رفته در گزیده رادیویی AM/FM (نصب دستگاه را ادوبیش توپیل یا نصب یک نمونه دزدگر یا نصب آنتن مرکزی یا تلفن الکترونیکی رومیزی همراه) طبق دستورالعمل اجرایی تئوری تمام موارد و فقط اجرایی عملی دو مورد از موارد ذکر شده در کادر	تابع
	۴	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	مشخصات ویژه تقویت کننده‌ها	مدارهای ترانزیستور و محدود کننده منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور	ساختن مدارهای مبتنی دروازه‌های منطقی پایه	خطوط انتقال آنتن و انتشار امواج	اجرای فقط دو مورد از موارد ذکر شده داخل کادر در ردیف بالا	تابع

ادامه جدول ۳

تابع	اجرای فقط دو مورد از موارد ذکر شده داخل کادر در ردفیل بالا	مدولاسیون و انواع آن	ساختمان دروازه‌های منطقی پایه	منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور	مشخصات ویژه تقویت کننده‌ها	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	۵	آبان
تابع	اجرای فقط دو مورد از موارد ذکر شده داخل کادر در ردفیل بالا	مدولاسیون و انواع آن	ساختمان دروازه‌های منطقی پایه	منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور	مشخصات ویژه تقویت کننده‌ها	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	۶	
تابع	اجرای فقط دو مورد از موارد ذکر شده داخل کادر در ردفیل بالا	مدولاسیون و انواع آن	جبر بول	تقویت کننده‌های سیگنال کوچک	مشخصات ویژه تقویت کننده‌ها	مدارهای الکتریکی جریان مستقیم	۷	
تابع	اجرای فقط دو مورد از موارد ذکر شده داخل کادر در ردفیل بالا - کار با سیگنال ترانزیستور RF	فیلترها	جبر بول	تقویت کننده‌های سیگنال کوچک - دروازه‌های منطقی کوچک	مشخصات ویژه تقویت کننده‌ها	بردارها	۸	
تابع	کار با سیگنال ترانزیستور RF	فیلترها	جبر بول	دروازه‌های منطقی	ترانزیستورهای اثر میدان	بردارها	۹	
تابع	فیلترها	فیلترها	جبر بول	دروازه‌های منطقی - تعریف پروژه	ترانزیستورهای اثر میدان	بردارها	۱۰	
تابع	فیلترها	نوسان‌سازها	جبر بول	ترانزیستورهای اثر میدان FET یونیدی	ترانزیستورهای اثر میدان	مدارهای RL	۱۱	
محد و پیوستگی	فیلترها - عیب‌یابی	نوسان‌سازها	مدارهای ترکیبی	ترانزیستورهای اثر FET میدان یونیدی - تقویت کننده‌های چند طبقه	ترانزیستورهای اثر میدان	مدارهای RL	۱۲	

ادامه جدول ۳

حد و پیوستگی	صیب‌یابی یک تقویت کننده امپتر مشترک	نوسان سازها	مدارهای ترکیبی	تقویت کننده‌های چند طبقه	تقویت کننده‌های چند طبقه	RL مدارهای	۱۳	دی	
حد و پیوستگی	نوسان سازها	نوسان سازها - آزمون	مدارهای ترکیبی	تقویت کننده‌های قدرت	تقویت کننده‌های چند طبقه	RL مدارهای	۱۴		
حد و پیوستگی	نوسان سازها	فرستنده‌های رادیویی	مدارهای ترکیبی	تقویت کننده‌های قدرت	تقویت کننده‌های چند طبقه	RC مدارهای	۱۵		
حد و پیوستگی	نوسان سازها	فرستنده‌های رادیویی	مدارهای ترکیبی	تقویت کننده‌های تقاضایی و جدا کننده فاز	تقویت کننده‌های قدرت	RC مدارهای	۱۶		
حد و پیوستگی	نوسان سازها	فرستنده‌های رادیویی	مدارهای ترکیبی	تقویت کننده‌های تقاضایی و جدا کننده فاز - تقویت کننده‌های عملیاتی	تقویت کننده‌های قدرت	RC مدارهای	۱۷		
حد و پیوستگی	تغییب پروژ + مدولاتور و آشکار سازی AM	فرستنده و گیرنده رادیویی FM	مدارهای ترکیبی - قلب فلاپ‌ها	تقویت کننده‌های عملیاتی	تقویت کننده‌های قدرت	RC مدارهای	۱۸		بهمین
حد و پیوستگی	مدولاتور و آشکار سازی AM - مخلوط کننده	فرستنده و گیرنده رادیویی FM	مدارهای ترکیبی - قلب فلاپ‌ها	تنظیم کننده‌های ولتاژ در مدارهای مجتمع سه سر	تقویت کننده‌های تقاضایی	LC مدارهای	۱۹		
حد و پیوستگی	مخلوط کننده	فرستنده و گیرنده رادیویی FM	مداری ترکیبی - قلب فلاپ‌ها	تنظیم کننده‌های ولتاژ در مدارهای مجتمع سه سر	تقویت کننده‌های تقاضایی	LC مدارهای	۲۰		

ادامه جدول ۳

حد و پیوستگی	تقویت کننده IF و آنالک رانر AM	با AM/FM یا استفاده از مدارهای مجتمع IC	مدارهای تزئینی - فلپ فلاپ ها	قطعات الکترونیک صنعتی	تقویت کننده های عملیاتی	LC مدارهای	۲۱	اسفند
مشقی و کاربردهای آن	تقویت کننده IF و آنالک رانر AM	گیرنده های رادیویی AM/FM با استفاده از مدارهای مجتمع IC	مدارهای تزئینی - فلپ فلاپ ها	قطعات الکترونیک صنعتی	تقویت کننده های عملیاتی	RLC مدارهای	۲۲	
مشقی و کاربردهای آن	آشنایی با تکنیک های عیب یابی	فصل هشتم، اصول کار تلفن های الکترونیکی ثابت و همراه	شيفت رجیسترها و شمارنده ها	قطعات الکترونیک صنعتی - ارائه پروژه	تنظیم کننده های ولتاژ	RLC مدارهای	۲۳	
مشقی و کاربردهای آن	عیب یابی - پخش صوت	اصول کار تلفن های الکترونیکی ثابت و همراه	شيفت رجیسترها و شمارنده ها	ارائه پروژه	تنظیم کننده های ولتاژ	RLC مدارهای	۲۴	
مشقی و کاربردهای آن	سیگنال ژنراتور RF به عنوان فرستنده مدولاسیون FM	اصول کار تلفن های الکترونیکی ثابت و همراه	شيفت رجیسترها و شمارنده ها	ارائه پروژه	تنظیم کننده های ولتاژ	RLC مدارهای	۲۵	
مشقی و کاربردهای آن	مدولاسیون FM	اصول کار تلفن های الکترونیکی ثابت و همراه	شيفت رجیسترها و شمارنده ها	فلپ فلاپ ها	الکترونیک صنعتی	RLC مدارهای	۲۶	

فروردین

ادامه جدول ۳

منتق و کاربردهای آن	مدولاسیون FM - ارائه پروژه	ادامه فصل نهم + مختارات نوین	شیفت رجسترها و شمارنده‌ها	غالب فالابها - مدارهای جمع گر و تفریق گر	الکترونیک صنعتی	مدارهای سه فازه	۲۷	ارادیه‌بشت
منتق و کاربردهای آن	ارائه پروژه - تلفن الکترونیکی رومیزی و همراه	مختارات نوین	مدارهای منطقی پیشرفته	سازهای جمع گر و تفریق گر - شیفت رجسترها	الکترونیک صنعتی	مدارهای سه فازه	۲۸	
منتق و کاربردهای آن	تلفن الکترونیکی رومیزی و همراه	مختارات نوین	مدارهای منطقی پیشرفته	شیفت رجسترها و شمارنده‌ها	الکترونیک صنعتی	مدارهای سه فازه	۲۹	
منتق و کاربردهای آن	تلفن الکترونیکی رومیزی و همراه	مختارات نوین	مدارهای منطقی پیشرفته	مرور	الکترونیک صنعتی	مدارهای سه فازه	۳۰	

الف-۵- ارزشیابی درس مدارهای الکترونیک

در جدول ۴ نحوه ارزشیابی درس مدارهای الکترونیک ارائه شده است، یادآور می‌شود مدل

ارزشیابی این درس که به عنوان یک درس با آزمون نهایی است به صورت مدل ۱-۲-۱-۶ می باشد.

جدول ۴- الف : راهنمای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی درس مدارهای الکتریکی

نام کتاب : مدارهای الکتریکی کد کتاب : ۲۸۷۸/۱		چاپ معتبر : ۱۳۹۰		واحد : ۴ نظری : ۴ عملی : ۰		مدل ارزشیابی : ۱-۲-۱-۶ نمره قبولی : ۱۰		نوع آزمون داخلی □ نهایی ■																																								
زمینه : صنعت		درس : مدارهای الکتریکی		پایه : سوم		رشته : الکترونیک (سال تحصیلی ۹۱-۹۰)																																										
نمره	عنوان																																															
	مستمر (تربیتی) (۱)	<p>حیطه شناختی : اهداف رفتاری در حیطه شناختی مربوط به فصل های ۱ تا ۵ کتاب، که در ابتدای هر فصل آورده شده است به عنوان شاخص های اصلی ارزشیابی در حیطه شناختی تلقی می شود که با استفاده از ابزارهای سنجش و اندازه گیری آموزشی می توان آنها را ارزشیابی کرد برخی از این ابزارها عبارتند از : ۱- آزمون پاسخ کوتاه ۲- آزمون چندگزینه ای (چهار جوابی) ۳- آزمون دوگزینه ای (۵۰ درصدی) ۴- آزمون های جورکردنی ۵- آزمون های تشریحی ۶- دریافت پاسخ های شفاهی در کلاس درس ۷- انجام پروژه های تحقیقاتی، تکالیف و ...</p> <p>حیطه عاطفی : برخی از شاخص های اندازه گیری در حیطه عاطفی عبارتند از : میزان ذوق فراگیری، آمادگی پاسخ به پرسش های کلاسی، حضور به موقع، فعال و با آراش در کلاس، اعتماد به نفس و ارابه و فراگیری مطالب، علاقه مندی به شرکت در فعالیت های گروهی، حل تمرین و انجام به موقع تکالیف، استفاده از ابزارهای آموزشی مرتبط، استفاده از سایر منابع درسی، داشتن برنامه درسی در منزل، روحیه کمک به همکلاسی ها، مراقبت و نگهداری و استفاده مناسب از ابزار و تجهیزات</p>																																														
		جمع نمرات ارزشیابی مستمر نوبت اول																																														
نوبت اول	بایانی (تربیتی) (۲)	<p>فصل ۲ : ● بردار : تفریق و جمع کردن چند بردار و بدست آوردن بردار برابریه ، محاسبه مقادیر لحظه ای، متوسط و مؤثر موج سینوسی - تجزیه و ضرب بردارها - مثلث توان ها</p> <p>فصل ۳ : ● مدارهای RL جریان متناوب : - حل مدارهای RL موازی و سری شامل محاسبه توان ولتاژ، جریان و رسم بردار و بررسی اثر فرکانس روی مدار و محاسبه امپدانس - محاسبه اختلاف فاز، ضریب توان و ضریب کیفیت در مدار RL تبدیل مدارات سری به موازی و بالعکس.</p> <p>فصل ۴ : ● مدارهای RC جریان متناوب : - حل مدارهای RC سری و موازی و تأثیر فرکانس بر این مدارها</p> <p>فصل ۵ : ● مدارهای LC جریان متناوب : رسم بردار، محاسبه ولتاژ، جریان، موج سینوسی - بررسی اثر فرکانس در امپدانس فرکانس روی مدار - حل مسایل مربوط به حالت رزونانس در مدارهای سری و موازی - بررسی منحنی حالت رزونانس - محاسبه فرکانس تشدید، قطع بالا و قطع پایین</p>																																														
		جمع نمرات بایانی نوبت اول																																														
		<p>حیطه شناختی : شاخص های ارزشیابی از فصل ۱ و فصل ۶ و ۷ مانند نوبت اول عمل نمود.</p> <p>حیطه عاطفی : شاخص های ارزشیابی مانند نوبت اول عمل نمود.</p>																																														
جمع نمرات ارزشیابی مستمر نوبت دوم																																																
نوبت دوم	بایانی (تربیتی) (۳)	<p>فصل ۲ : از شاخص های ارزشیابی بایانی نوبت اول</p> <p>فصل ۳ : از شاخص های ارزشیابی بایانی نوبت اول</p> <p>فصل ۴ : از شاخص های ارزشیابی بایانی نوبت اول</p> <p>فصل ۵ : از شاخص های ارزشیابی بایانی نوبت اول</p> <p>فصل ۶ : ● مدارهای RLC : حل مدارهای RLC در جریان متناوب شامل بردارها، محاسبه مقاومت، ولتاژ و جریان در مدارهای سری، موازی و ترکیبی - محاسبه Q در مدارهای رزونانس سری و موازی</p> <p>فصل ۷ : ● جریان های سه فاز : حل مدارهای جریان سه فاز شامل بارهای متعادل در اتصال مثلث و ستاره - رسم بردارهای ولتاژ و جریان در اتصال ستاره و مثلث - اثر قطع یک فاز، قطع نول و تعویض دو فاز بر کمیت های مدار در اتصال ستاره و مثلث</p> <p>فصل ۱ : ● مدارهای الکتریکی جریان مستقیم حل مدار از طریق جمع آثار، پائسیل گره، جریان حلقه شامل نوشتن معادلات، حل معادلات، محاسبه مقادیر مجهول، تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یکدیگر - تبدیلات تون و نورتن، حل مسئله در مورد تطابق و انتقال توان، جریان و ولتاژ ماکزیم به بار، حل مدارهای DC با وجود خازن و سلف</p>																																														
		جمع نمرات بایانی نوبت دوم																																														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>فصل</th> <th>نمره</th> <th>فصل</th> <th>نمره</th> <th>فصل</th> <th>نمره</th> <th>فصل</th> <th>نمره</th> <th>فصل</th> <th>نمره</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>۶</td> <td>۴</td> <td>۱</td> <td>۷</td> <td>۴</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>۱</td> <td>۵</td> <td>۲</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>۱</td> <td>۶</td> <td>۵</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	۱	۶	۴	۱	۷	۴					۲	۱	۵	۲							۳	۱	۶	۵				
فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره																																							
۱	۶	۴	۱	۷	۴																																											
۲	۱	۵	۲																																													
۳	۱	۶	۵																																													
نوبت شهریور	بایانی *																																															
نکات مهم بایانی	<p>توصیه می شود تا :</p> <ul style="list-style-type: none"> - پس از پایان هر فصل، موضوع درسی با آزمایش از خروجیون یک امتحان پایان فصل به عمل آید. - هر هفته فعالیت کلاسی خروجیون ارزشیابی شده و در دفتر مخصوص ثبت گردد. - طرح درس مناسب برای سهولت تدریس و دریافت بازخورد از خروجیون تهیه نمود. - اهداف رفتاری مندرج در ابتدای هر فصل مبنای تدریس و ارزشیابی هنرموزان محترم باشد. - از قسمت های که برای مطالعه آزاد در نظر گرفته شده است سوال امتحانی طرح نشود. ● نمره هر درس در دوره تابستانی از میانگین نمره ارزشیابی مستمر با ضریب ۱ و نمره ارزشیابی بایانی با ضریب ۴ محاسبه می گردد. ● نمره هر درس غیر حضوری و دروسی که تابستان برای آنها کلاس تشکیل نمی شود، در شهریور و دی ماه بدون ضریب محاسبه می گردد. 																																															

جدول ۴- ب: راهنمای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی دروس نظری

رشته: الکترونیک
(سال تحصیلی ۹۰-۹۱)

پایه: سوم
شاخه: فنی و حرفه‌ای

درس: مدارهای الکتریکی
زیمته: صنعت

نام کتاب: مدارهای الکتریکی کد کتاب: ۴۸۷/۸ چاپ معتبر: ۱۳۹۰ به بعد		واحد: ۴ نظری: ۴ : عملی : ۰		مدل ارزشیابی: ۱-۲-۳ نمره قبولی: ۱۰		نوع آزمون <input type="checkbox"/> داخلی <input checked="" type="checkbox"/> نهایی			
نمره	عنوان								
	مستمر (تقریباً ۱)	<p>حیطه شناختی: اهداف رفتاری در حیطه شناختی مربوط به فصل‌های ۱ تا ۳ کتاب، که در ابتدای هر فصل آورده شده است به عنوان شاخص‌های اصلی ارزشیابی در حیطه شناختی تلقی می‌شود که با استفاده از ابزارهای سنجش و اندازه‌گیری آموزشی می‌توان آنها را ارزشیابی کرد برخی از این ابزارها عبارتند از: ۱- آزمون پاسخ کوتاه. ۲- آزمون چندگزینه‌ای (چهارگزینه‌ای). ۳- آزمون دوگزینه‌ای (۵۰ درصدی). ۴- آزمون‌های جوهر کرمی. ۵- آزمون‌های تشریحی. ۶- دریافت پاسخ‌های شفاهی در کلاس درس. ۷- انجام پروژه‌های تحقیقاتی، تکالیف و ...</p> <p>حیطه عاطفی: برخی از شاخص‌های اندازه‌گیری در حیطه عاطفی عبارتند از: میزان ذوق فراگیری، آمادگی پاسخ به پرسش‌های کلامی، حضور به موقع، فعال و آراش در کلاس، اعتماد به نفس در ارائه و فراگیری مطالب، علاقه‌مندی به شرکت در فعالیت‌های گروهی، حل تمرین و انجام به موقع تکالیف، استفاده از نرم افزارهای آموزشی مرتبط، استفاده از سایر منابع درسی، داشتن برنامه درسی در منزل، روحیه کمک به همکلاسی‌ها، مراقبت و نگهداری و استفاده مناسب از ابزار و تجهیزات</p>							
		جمع نمرات ارزشیابی مستمر نوبت اول							
		۲۰							
نوبت اول	بایانی (تقریباً ۳)	<p>فصل ۱: مدارهای الکتریکی جریان مستقیم</p> <p>● مدارهای الکتریکی جریان مستقیم</p> <p>● حل مدار از طریق جمع آثار، پائسل گره، جریان حلقه شامل نوشتن معادلات، حل معادلات، محاسبه مقادیر مجهول، تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یکدیگر - تبدیلات تون و نورتن، حل مسئله در مورد تطابق و انتقال توان، جریان و ولتاژ ماکزیم به بار، حل مدارهای DC با وجود خازن و سلف</p> <p>فصل ۲: بردار</p> <p>● تفریق و جمع کردن چند بردار و بدست آوردن بردار برابند - محاسبه مقادیر لحظه‌ای، متوسط و مؤثر موج سینوسی - تجزیه و ضرب بردارها</p> <p>فصل ۳: مدارهای RL جریان متناوب:</p> <p>● حل مدارهای RL موازی و سری شامل محاسبه توان ولتاژ، جریان و رسم بردار و بررسی اثر فرکانس روی مدار و محاسبه امپدانس</p> <p>● محاسبه اختلاف فاز، ضریب توان و ضریب کیفیت در مدار RL تبدیل مدارات سری به موازی و بالعکس.</p>							
		جمع نمرات بایانی نوبت اول							
		۲۰							
مستمر (تقریباً ۱)	<p>حیطه شناختی: شاخص‌های ارزشیابی از فصل ۲: تا فصل ۷ مانند نوبت اول عمل شود.</p> <p>حیطه عاطفی: شاخص‌های ارزشیابی مانند نوبت اول عمل شود.</p>								
	جمع نمرات ارزشیابی مستمر نوبت دوم								
	۲۰								
نوبت دوم	بایانی (تقریباً ۵)	<p>فصل ۱: از شاخص‌های نوبت اول</p> <p>فصل ۲: از شاخص‌های نوبت اول</p> <p>فصل ۳: از شاخص‌های نوبت اول</p> <p>فصل ۴: ادامه حل مدارهای RL</p> <p>● مدارهای RC جریان متناوب:</p> <p>● حل مدارهای RC سری و موازی و تأثیر فرکانس بر این مدارها</p> <p>فصل ۵: مدارهای LC جریان متناوب:</p> <p>● رسم بردار، محاسبه ولتاژ، جریان، موج سینوسی - بررسی اثر فرکانس در امپدانس</p> <p>● فرکانس روی مدار - حل مسایل مربوط به حالت رزونانس در مدارهای سری و موازی - بررسی منحنی حالت رزونانس - محاسبه فرکانس تشدید، قطع بالا و قطع پایین</p> <p>● مدارهای RLC</p> <p>● حل مدارهای RLC در جریان متناوب شامل بردارها، محاسبه مقاومت، ولتاژ و جریان در مدارهای سری، موازی و ترکیبی - محاسبه Q در مدارهای رزونانس</p> <p>● سری و موازی</p> <p>● جریان‌های سه فاز:</p> <p>● حل مدارهای جریان سه فاز شامل بارهای متعادل در اتصال مثلث و ستاره - رسم بردارهای ولتاژ و جریان در اتصال ستاره و مثلث - اثر قطع یک فاز، قطع نول و تعویض دو فاز بر کیفیت‌های مدار در اتصال ستاره و مثلث</p>							
		جمع نمرات بایانی نوبت دوم							
		۲۰							
		فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره	فصل	نمره
		۱	۲/۵	۳	۱	۶	۵		
		۲	۱/۵	۴	۲	۷	۳/۵		
		۳	۱	۵	۳/۵				
توضیح می‌شود تا: <p>- پس از پایان هر فصل یا موضوع درسی از هنرجویان یک امتحان پایان فصل به عمل آید.</p> <p>- در پایان هر هفته فعالیت کلاسی از هنرجویان ارزشیابی به عمل آید و در دفتر مخصوص ثبت گردد.</p> <p>- طرح درس متناسب برای سهولت تدریس و دریافت بازخورد از هنرجویان تهیه نمود.</p> <p>- اهداف رفتاری مندرج در ابتدای هر فصل مبنای تدریس و ارزشیابی هنرآموزان محترم باشد.</p> <p>برای اجرای فعالیت‌های نرم افزاری از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد دوم استفاده شود.</p>									
<p>توضیح می‌شود تا:</p> <p>- پس از پایان هر فصل یا موضوع درسی از هنرجویان یک امتحان پایان فصل به عمل آید.</p> <p>- در پایان هر هفته فعالیت کلاسی از هنرجویان ارزشیابی به عمل آید و در دفتر مخصوص ثبت گردد.</p> <p>- طرح درس متناسب برای سهولت تدریس و دریافت بازخورد از هنرجویان تهیه نمود.</p> <p>- اهداف رفتاری مندرج در ابتدای هر فصل مبنای تدریس و ارزشیابی هنرآموزان محترم باشد.</p> <p>برای اجرای فعالیت‌های نرم افزاری از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد دوم استفاده شود.</p>									

همکار گرامی در ارزشیابی درس مدارهای الکتریکی ارزشیابی تکوینی نقش مهمی دارد و چنانچه هنرجویان بتوانند با راهنمایی شما در ارزشیابی مستمر به حد مطلوبی از یادگیری برسند قطعاً راحت تر خواهند توانست در ارزشیابی نهایی که با مدل ۶-۱-۲-۱ مورد سنجش قرار می گیرند امتیاز لازم را بگیرند.

این قضیه از آن جهت مهم است که امکان دارد هنرجو در آزمون پایانی اول و دوم به دلایلی نتوانسته باشد در آزمون خوب ظاهر شود در این صورت ارزشیابی مستمر می تواند نمره کل سالیانه هنرجو را تا حدی ارتقا ببخشد.

مثال : نمره مستمر ۱ : ۱۱/۵ نمره مستمر ۲ : ۱۳/۵

نمره پایانی ۱ : ۱۰/۵ نمره پایانی ۲ : ۹

$$۱ \times ۱۱/۵ + ۲ \times ۱۰/۵ + ۱ \times ۱۳/۵ + ۶ \times ۹ = ۱۰۰$$

بخش ب

راهنمای تدریس کتاب مدارهای الکتریکی



با ارائه یادآوری مباحث مبانی برق که در این کتاب از صفحه ۳ تا ۶ آورده شده است، ذهنیت هنرجویان برای شروع این فصل شکل می‌گیرد و می‌توانند آمادگی بیشتری برای یادگیری این فصل داشته باشند.

پیشنهاد می‌گردد چنانچه هنرجویان در مطالب یادآوری شده نقطه ضعف دارند زمان بیشتری در این قسمت صرف نمایند و با درخواست تمرین بیشتر آنها خارج از ساعت کلاسی و رفع اشکال در کلاس درس پایه آنها را برای مطالب جدید این فصل تقویت نمایید. زیرا هنرجویان همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد اگر پایه علمی مناسبی در محتوی درس مبانی برق کسب نکرده باشند در این درس با مشکل مواجه می‌شوند.

یادآوری

به منظور هماهنگی درس مدار با درس ماشین‌های الکتریکی AC، این فصل برای هنرجویان رشته الکتروتکنیک بعد از فصل هفتم آموزش داده شود.

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- مفهوم تحلیل مدارهای الکتریکی را بیان کند.
- ۲- عناصر فعال و غیرفعال مدار را تعریف کند و مشخصات آنها را شرح دهد.
- ۳- مدارهای جریان مستقیم را به روش اصل جمع آثار تحلیل کند.
- ۴- مدارهای جریان مستقیم را به روش پتانسیل گره حل کند.
- ۵- مدارهای جریان مستقیم را به روش جریان حلقه حل کند.
- ۶- منابع ولتاژ و جریان را به یکدیگر تبدیل کند.
- ۷- معادل تونن و نورتن مدارهای جریان مستقیم را به دست آورد.
- ۸- شرایط انتقال ماکزیمم توان را به بار شرح دهد و ماکزیمم توان انتقالی را محاسبه کند.
- ۹- رفتار سلف و خازن را در جریان dc در حالت ماندگار بیان کند.

۱-۱- تحلیل در مدار

هدف از بیان بخش مقدمه و معرفی عناصر مدار بیان مفهوم کلمه تحلیل برای هنرجویان و شناخت جایگاه تحلیل در حل مسأله است. مسائل مدار به دلیل تنوع می‌توانند از راه‌حل‌های متفاوتی آنالیز شوند ولی شناخت مناسب‌ترین روش برای حل مسأله مهم است بنابراین هنرجو باید عناصر مدار را بشناسد و سپس با تحلیل‌های مختلف معرفی شده در صفحه ۱۶ کتاب بتواند مناسب‌ترین آن را در حل مسأله استفاده نماید. هدف از تحلیل مدار پیدا کردن جریان-ولتاژ و توان هر مصرف‌کننده یا منبع ولتاژ و جریان و به دست آوردن توان تولیدی یا مصرفی در آن المان‌هاست.

۱-۲- عناصر مدار

هدف: آشنایی هنرجویان با عناصر فعال و عناصر غیرفعال در مدار الکتریکی می‌باشد.

۱-۲-۱- عناصر غیرفعال مدار: شامل مقاومت، سلف و خازن است که انرژی الکتریکی را یا

به مصرف رسانده و به صورت‌های دیگر انرژی تبدیل می‌کنند و یا در خود ذخیره می‌کنند.

می‌کنند یا آن را در خود ذخیره می‌سازند. این عناصر عبارت‌اند از: مقاومت‌های اهمی، سلف‌ها و خازن‌ها.

مقاومت اهمی: عنصری است که جریان آن با ولتاژ دوسر آن متناسب است.

سلف: عنصری است که ولتاژ دوسر آن با تغییرات جریان نسبت به زمان در آن متناسب است.

خازن: عنصری است که جریان آن با تغییرات ولتاژ دوسر نسبت به زمان متناسب است.

البته با توجه به این که سلف در جریان مستقیم اتصال کوتاه و خازن در جریان مستقیم به صورت یک مدار باز عمل می‌کند، مدارهایی که در این فصل مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند پیش‌تر دارای مقاومت‌های اهمی هستند.

عناصر فعال: به عناصری گفته می‌شود که انرژی مدار را تأمین می‌کنند. این عناصر عبارت‌اند از: منابع ولتاژ و منابع جریان. هر یک از این عناصر فعال به دو گروه ایده‌آل و حقیقی تقسیم می‌شوند.

منبع ولتاژ ایده‌آل: منبعی است که در بارهای مختلف ولتاژ ثابتی به مدار می‌دهد.

منبع ولتاژ حقیقی: منبعی است که با افزایش جریان بار (کاهش مقاومت مدار)، ولتاژ خروجی آن کاهش می‌یابد. منبع ولتاژ حقیقی را می‌توان منبع ولتاژ ایده‌آل دانست که یک مقاومت اهمی کوچک با آن سری شده است. منابع تغذیه در صنعت منابع ولتاژ حقیقی هستند و منابع ایده‌آل وجود خارجی ندارند ولی با تقریباً می‌توان منابع ولتاژ با انرژی بسیار بزرگ را ایده‌آل فرض کرد (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱

منابع جریان ایده‌آل، منابعی هستند که در بارهای مختلف جریان ثابتی به مدار می‌دهند. به عبارت دیگر، اگر مقاومت بار تغییر کند ولتاژ آن تغییر نمی‌کند ولی جریان آن ثابت می‌ماند. منابع جریان بیشتر در مدارهای الکترونیک دیده می‌شوند و به صورت ایده‌آل وجود ندارند.

منابع جریان واقعی: منابع جریان ایده‌آل هستند که با یک مقاومت بزرگ اهمی به صورت

الف) مقاومت : عنصری از مدار که جریان عبوری از آن با ولتاژ دو سر مقاومت متناسب است.

$$I = \frac{V}{R}$$

ب) سلف : عنصری از مدار که ولتاژ دو سر آن با تغییرات جریان نسبت به زمان متناسب است.

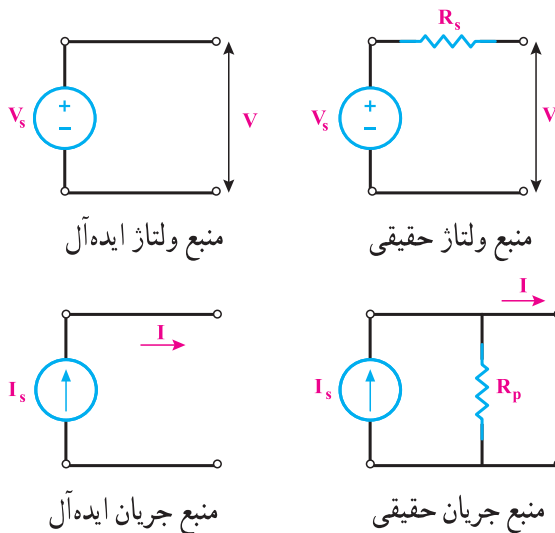
$$V = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ج) خازن : عنصری از مدار که جریان آن با تغییرات ولتاژ دو سرش نسبت به زمان متناسب است.

$$I = C \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

۲-۱-۲-۱- آشنایی با منبع ولتاژ و جریان ایده‌آل و حقیقی: به هنرجویان تأکید شود که منبع ولتاژ

و جریان ایده‌آل وجود ندارد ولی می‌توان منابع با انرژی بسیار بزرگ را ایده‌آل فرض کرد (شکل ۱-۱).

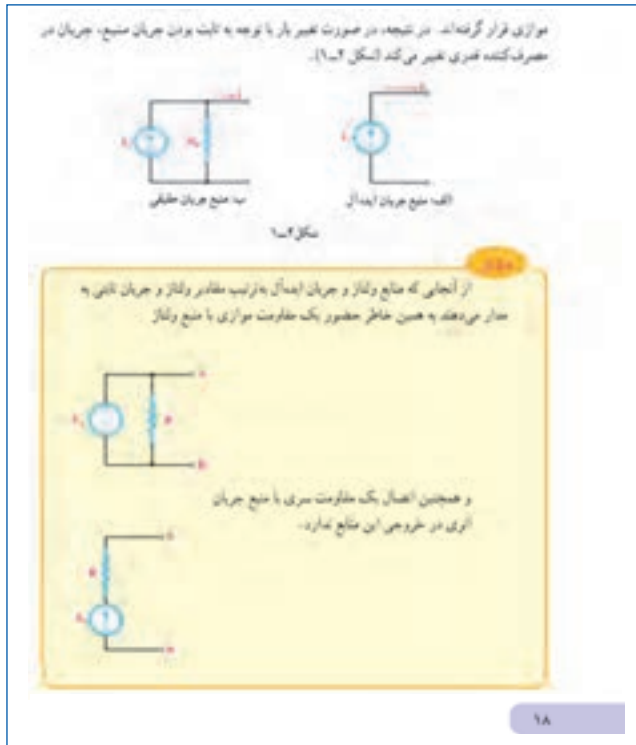


شکل ۱-۱

۳-۱- مقاومت سری و موازی با منبع جریان و ولتاژ

هدف از آموزش این صفحه توضیح پیرامون مقاومت سری با منبع جریان و مقاومت موازی با

منبع ولتاژ و عدم تأثیر در جریان و ولتاژ این دو منبع می‌باشد.



تذکره: ذکر این نکته تکمیل‌کننده این بحث کتاب درسی است :

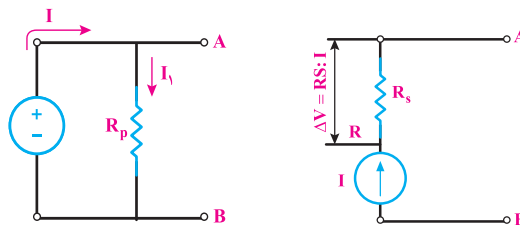
الف) مقاومت موازی با منبع ولتاژ در بقیه مدار بی‌تأثیر است ولی اگر خواسته سؤال در مورد توان خود منبع ولتاژ بود نمی‌توان از مقاومت گفته شده صرف نظر کرد.

ب) مقاومت سری با منبع جریان تأثیری در بقیه مدار ندارد ولی اگر خواسته سؤال در مورد توان منبع جریان بود نمی‌توان از مقاومت گفته شده صرف نظر کرد.

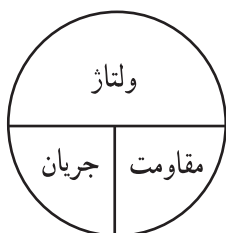
الف-۱) در مدارهای نشان داده شده تأثیر مقاومت موازی و سری نشان داده شده است (شکل ۱-۲).

ب-۱) بخشی از جریان منبع ولتاژ وارد مقاومت موازی با آن می‌شود.

ب-۲) بخشی از ولتاژ مدار در مقاومت R افت می‌کند.



شکل ۱-۲



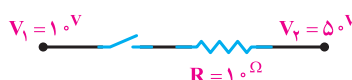
شکل ۱-۳

تذکره ۱: قبل از ورود به روش‌های تحلیل مدار لازم است که باز به هنرجویان تأکید شود که هر جا ولتاژ مقاومتی خواسته شد یا هر جا جریان عبوری از مقاومتی مورد سؤال قرار گرفت اولین مفهومی که به ذهن ما باید خطور نماید قانون اهم است (شکل ۱-۳).

تذکره ۲: در اینجا منظور از ولتاژ به خوبی بیان شود که همان اختلاف پتانسیل است. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

مثال ۱: با وصل کلید جریان مقاومت R در شکل ۱-۴ چقدر می‌شود؟

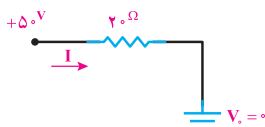
$$I = \frac{V}{R} = \frac{50 - 10}{10} = 4A \quad \leftarrow$$



شکل ۱-۴

مثال ۲: مقدار جریان I چند آمپر است؟ (شکل ۱-۵)

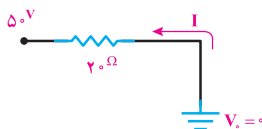
$$I = \frac{V}{R} = \frac{50 - 0}{20} = 2.5A \quad \rightarrow$$



شکل ۱-۵

مثال ۳: مقدار جریان I چند آمپر است؟ (شکل ۱-۶)

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0 - 50}{20} = -2.5A \quad \leftarrow$$



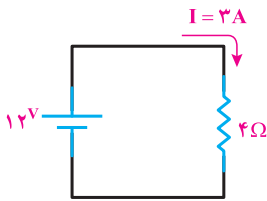
شکل ۱-۶

۱-۴ - مقدمه روش حلقه

در یک مدار ساده دارای یک حلقه ولتاژهای مورد نیاز مصرف‌کننده یا افت ولتاژهای ایجادشده در مدار توسط منبع تولید می‌شود.

$$KVL: \text{مجموع افت ولتاژهای مدار} = \text{ولتاژ تولیدی منبع}$$

۱-۴-۱- اگر ولتاژ منبع را مثبت بگیریم باید افت‌ها را منفی بگیریم و اگر ولتاژ منبع را منفی بگیریم باید افت‌های ولتاژ را مثبت لحاظ کنیم (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷

-۱۲ : ولتاژ منبع

+۱۲ یا 3×4 : افت ولتاژ

جمع جبری ولتاژها صفر است $-12 + 12 = 0$

با این توضیح قانون K.V.L را در مدارهای داده‌شده کتاب استفاده می‌کنیم.

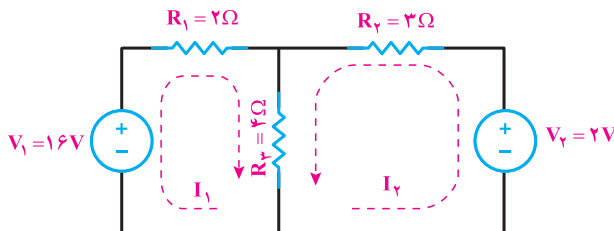
یادآوری

به هنرجویان گفته شود که شما حق دارید مدار داده شده را تا حد امکان ساده‌سازی کنید (به اتصال مقاومت‌ها (سری و اتصال موازی) توجه شود) مگر حالتی که خواسته سؤال در مورد مقاومت خاص بررسی شود در این صورت نباید آن مقاومت را در ساده‌سازی از بین ببریم.

۱-۵- تحلیل مدار به روش جریان حلقه

در مرحله (۲) این صفحه کتاب درسی برای سادگی کار جهت جریان‌ها را در یک جهت در نظر گرفته می‌شود در صورتی که می‌توان جهت جریان‌ها را دلخواه فرض نمود. در مثال صفحه (۲۰) جهت I_1 و I_2 در جهت عقربه‌های ساعت است در صورتی که می‌توانیم مثلاً I_1 را عکس عقربه‌های ساعت در نظر بگیریم. در مرحله (۴) وقتی به شاخه مشترک بین دو حلقه برخورد نمودیم طبق گفته بالا اگر جهت I_1 را عکس عقربه‌های ساعت در نظر گرفته باشیم جریان‌ها در شاخه وسط با هم جمع می‌شوند.

۱-۵-۱- مثال ۱ صفحه ۲۰ کتاب درسی: در این مثال با فرض جهت I_1 در خلاف جهت عقربه‌های ساعت خواسته‌های مسئله را به دست می‌آوریم (شکل ۱-۸).



شکل ۱-۸

مرحله ۱ در صورت نیاز و به طوری که پارامترهای مجهول مدار از بین برونه ابتدا مدار را تا حد ممکن ساده می‌کنیم.

مرحله ۲ برای هر حلقه، یک جریان حلقه را جهت دلخواه منظور می‌کنیم. برای سادگی کار و کپی نماند اشتباهات، جهت استریم‌های حلقه‌ها را در یک جهت فرض کنیم. ما در این قسمت، جریان حلقه‌ها را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت فرض می‌کنیم.

مرحله ۳ با حرکت در جهت جریان انتخابی در هر حلقه، با استفاده از قانون ولتاژهای کیرشهف (KVL)، معادله‌ی ولتاژها را برای هر حلقه می‌نویسیم. نقطه شروع حرکت مهم نیست!

مرحله ۴ در هنگام حرکت در یک حلقه اگر به عنصری رسیدیم که با حلقه‌ی دیگری مشترک است، جریان آن عنصر از جمع جبری جریان دو حلقه‌ی طرفین آن به دست می‌آید.

مرحله ۵ با توجه به این‌که در مصرف‌کننده‌ها جریان به پلاریته‌ی مثبت وارد می‌شود و ما در هنگام نوشتن معادلات در جهت جریان حرکت می‌کنیم، پس ولتاژ‌های مصرف‌کننده‌ها مثبت است. طبیعی است که ولتاژ منابع تعریفی با توجه به پلاریته‌ی آن‌ها در معادلات نوشته می‌شود. یعنی اگر در جهت حرکت به مثبت منبع برسیم، ولتاژ آن را با علامت مثبت و اگر به منفی منبع برسیم، ولتاژ آن را با علامت منفی در معادله منظور می‌کنیم.

مرحله ۶ در این روش به تعداد حلقه‌های انتخابی شده در مدار، معادله تشکیل می‌دهیم. پس ۳ معادله با ۳ مجهول به دست می‌آید. مجهولات ۱ جریان‌های حلقه‌ها هستند و با حل معادله‌ها جریان‌ها به دست می‌آید. در نتیجه، ولتاژها و توان‌های ناشی عناصر مدار محاسبه خواهد شد.

5 - Kirchhoff's Voltage Law

۱۹

$$KVL1) -16 + 2I_1 + 4(I_1 + I_2) = 0$$

$$6I_1 + 4I_2 = 16$$

$$\boxed{3I_1 + 2I_2 = 8}$$

$$KVL2) -2 + 3I_2 + 4(I_2 + I_1) = 0$$

$$\boxed{4I_1 + 7I_2 = 2}$$

$$\begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 8 \\ 4I_1 + 7I_2 = 2 \end{cases}$$

$$-4 \times \begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 8 \\ 4I_1 + 7I_2 = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -12I_1 - 8I_2 = -32 \\ 12I_1 + 28I_2 = 8 \end{cases}$$

$$\hline 13I_2 = -26$$

$$I_2 = -2A$$

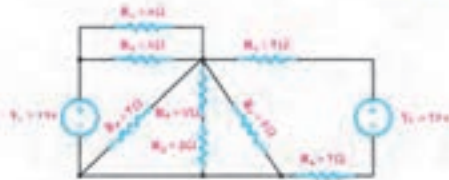
$$I_2 = -2A \Rightarrow I_1 = 4A$$

$$P_{R_6} = R_6 \cdot I_1^2 = 2 \times (2)^2 = 8 \text{ W}$$

$$P_{R_7} = R_7 \cdot I_2^2 = 2 \times (2)^2 = 8 \text{ W}$$

$$P_{R_8} = R_8 \cdot I_3^2 = 2 \times (2)^2 = 8 \text{ W}$$

مسئله ۱۲: در مدار شکل ۱-۸ توانی را که هر منبع به مدار می‌دهد حساب کنید.



شکل ۱-۸

حل: در این مدار چون تعداد مقاومت‌ها زیاد است و امکان ساده‌سازی را نیز دارد به همین دلیل ابتدا مدار را بر بادی قواعد سری و موازی تا حد امکان ساده می‌کنیم.

$$R_{T1} = R_1 \parallel R_2 = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$

$$R_{T2} = R_3 + R_4 = 2 + 2 = 4 \Omega$$

$$R_{T3} = R_7 \parallel R_8 \parallel R_6 = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{2}{3 + 1 + 2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \Omega$$

$$R_{T4} = R_5 + R_{T3} = 2 + \frac{1}{3} = \frac{7}{3} \Omega$$

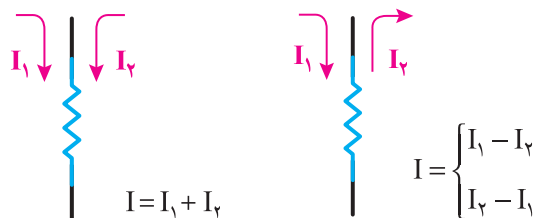
شکل مدار پس از ساده‌سازی به صورت شکل زیر است.



۱۱

با مقایسه مثال حل شده در مثال کتاب این واقعیت مشخص می‌شود که با عوض کردن جهت جریان فقط علامت I_2 عوض شده و در مقدار آن تغییر ایجاد نشد.

تذکره: هنگام محاسبه جریان شاخه مشترک به جهت جریان‌ها دقت شود (شکل ۱-۹).



شکل ۱-۹

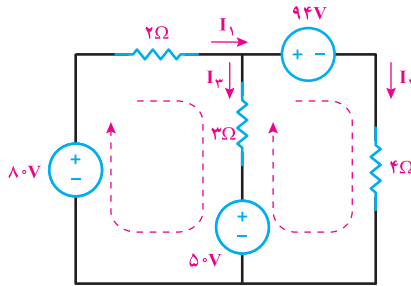
۲-۵-۱- مثال ۲ صفحه ۲۱ کتاب درسی: در این مثال به مبحث ساده‌سازی مقاومت‌های موازی اشاره شده است. $(R_3 || (R_4 + R_5) || R_6)$ و در شاخه دیگر $R_1 || R_2$ که بعد از به دست آوردن مقاومت معادل این شاخه‌ها مدار ساده‌تری از دو حلقه تشکیل می‌شود توجه به این نکته ضروری است که هنرجویان به ساده‌سازی در همه تحلیل‌ها توجه داشته باشند.

یادآوری

مقاومت معادل در مقاومت‌های مساوی موازی شده از رابطه $R_T = \frac{R}{n}$ که در این رابطه تعداد مقاومت‌های مشابه است به دست می‌آید.

۳-۵-۱- حل تمرین ۱ صفحه ۴۷ کتاب درسی

هدف: یافتن توان مصرفی در مقاومت ۳ اهمی (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۰

گام ۱) تشخیص حلقه‌ها و نام‌گذاری جریان‌های مربوط به هر حلقه، مانند شکل بالا

گام ۲) نوشتن KVL

$$KVL_1) -80 + 2I_1 + 3I_1 - 3I_2 + 50 = 0$$

$$KVL_2) +94 + 4I_2 - 50 + 3I_2 - 3I_1 = 0$$

$$I_2 = -5A$$

$$\begin{cases} 5I_1 - 3I_2 = 30 \\ -3I_1 + 7I_2 = -44 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 5I_1 - 3I_2 = 30 \\ -3I_1 + 7I_2 = -44 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 15I_1 - 9I_2 = 90 \\ -15I_1 + 35I_2 = -220 \end{cases}$$

$$\hline 26I_2 = -130$$

$$I_2 = -5A \longrightarrow I_1 = 3A$$

$$I_2 = -5A$$

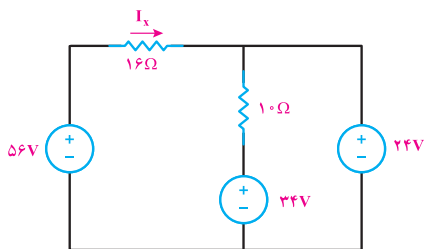
برای محاسبه توان مقاومت ۳ اهمی با مشخص بودن مقدار جریان مقاومت از رابطه $P=RI^2$ مقدار توان محاسبه می‌شود:

$$P_{r\Omega} = 3 \times (-5 - 3)^2 = 192W$$

۴-۵-۱- حل تمرین شماره ۹ صفحه ۴۹ کتاب درسی

هدف: محاسبه مقدار جریان I_x و توان مصرفی مقاومت 1Ω و توان منبع ولتاژ ۲۴ ولتی

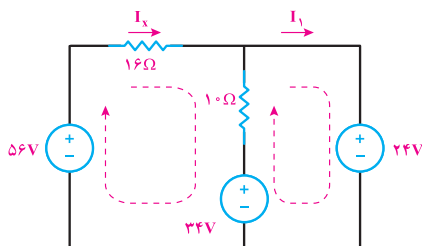
(شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱

گام ۱) تعیین جریان شاخه‌ها

ابتدا مطابق شکل ۱-۱۲ جهت جریان‌ها شبیه شکل در دو حلقه ترسیم می‌کنیم.



شکل ۱-۱۲

گام ۲) نوشتن kvl در حلقه‌ها

$$KVL(1) - 56 + 16I_x + 10(I_x - I_1) + 34 = 0$$

$$KVL(2) - 34 + 10(I_1 - I_x) + 24 = 0$$

$$\begin{cases} 26I_x - 10I_1 = 22 \\ -10I_x + 10I_1 = 10 \end{cases}$$

گام ۳) محاسبه دستگاه به دست آمده و تعیین مقادیر جریان‌ها

$$16I_x = 32, \quad I_x = 2A, \quad I_1 = 3A$$

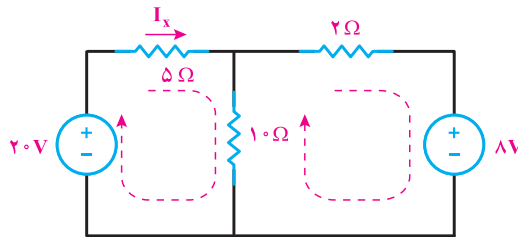
گام ۴) با توجه به فرمول توان مانند زیر، توان مقاومت و منبع ولتاژ را می‌یابیم.

$$P_{1\Omega} = 1 \times (I_x - I_1)^2 = 1 \times (2 - 3)^2 = 1 \text{ W}$$

$$P_{24V} = V \cdot I_1 = 24 \times 3 = 72 \text{ W}$$

۵-۵-۱- حل تمرین: جریان I_x را از روش جریان حلقه به دست آورید (شکل ۱-۱۳).

هدف: محاسبه I_x با استفاده از روش جریان حلقه



شکل ۱-۱۳

گام ۱) تعیین جریان حلقه‌ها

گام ۲) با استفاده از تحلیل جریان خانه I_x را می‌یابیم.

$$\text{KVL ۱)} -20 + 5I_x + 1 \cdot (I_x - I_1) = 0$$

$$\text{KVL ۲)} 1 \cdot (I_1 - I_x) + 2I_1 + 8 = 0$$

$$\begin{cases} 15I_x - 1 \cdot I_1 = 20 \\ -1 \cdot I_x + 12I_1 = -8 \end{cases}$$

$$I_x = 2 \text{ A}$$

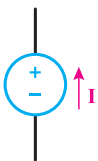
نذکره: برای محاسبه توان منبع باید از فرمول $P = V \cdot I$ استفاده شود و سپس مشخص شود توان

محاسبه شده، تولیدی یا مصرفی است.

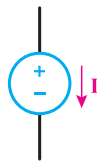
یادآوری

هرگاه جریان به قطب مثبت منبع وارد شود، توان مصرفی و اگر به قطب منفی وارد شود،

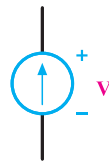
توان تولیدی است (شکل ۱-۱۴).



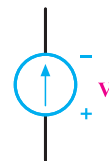
توان تولیدی



توان مصرفی



توان تولیدی



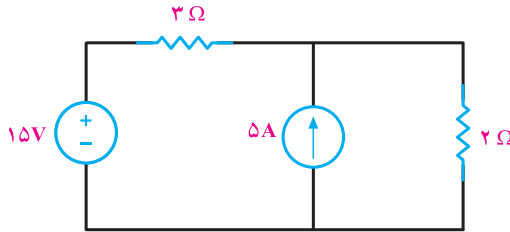
توان مصرفی

شکل ۱-۱۴

۶-۵-۱- در تحلیل به روش جریان حلقه اگر در مسأله منبع جریان وجود داشته باشد، می توانیم به صورت های زیر آن را در نظر بگیریم :

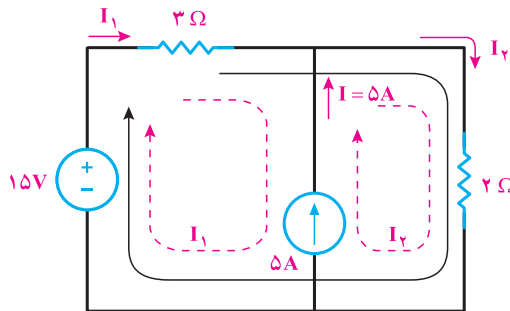
- ۱- منبع جریان در شاخه وسط
- ۲- منبع جریان در شاخه های کناری (مجاور)

۱- اگر منبع جریان در شاخه وسط باشد، مسیر عبور جریان حلقه را به نحوی انتخاب می کنیم که از منبع جریان عبور نکند، چون هدف ما نوشتن مجموع ولتاژها است و ما ولتاژ منبع جریان را نداریم. **مثال:** در شکل زیر توان مقاومت 3Ω را به دست آورید. (از روش جریان حلقه، شکل ۱۵-۱)



شکل ۱۵-۱

حل: برای هر شاخه جریانی تعریف کرده و جریان حلقه ها را مشخص می کنیم (شکل ۱۶-۱).



شکل ۱۶-۱

هنگام نوشتن KVL باید دقت شود تا زمانی که در حلقه ۱ هستیم I_1 و وقتی وارد حلقه ۲ شدیم

$$\text{KVL)} -15 + 3I_1 + 2I_2 = 0 \quad \text{از } I_2 \text{ استفاده می کنیم.}$$

برای حل این معادله نیاز به رابطه دیگری بین I_1 و I_2 داریم و در شاخه وسط چون I_2 با $5A$

$$I_2 - I_1 = 5A \quad \text{هم جهت است :}$$

$$\begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 15 \\ -I_1 + I_2 = 5 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I_2 : 6A \\ I_1 : 1A \end{cases} \rightarrow P_{r\Omega} = RI_1^2 = 3(1)^2 = 3W$$

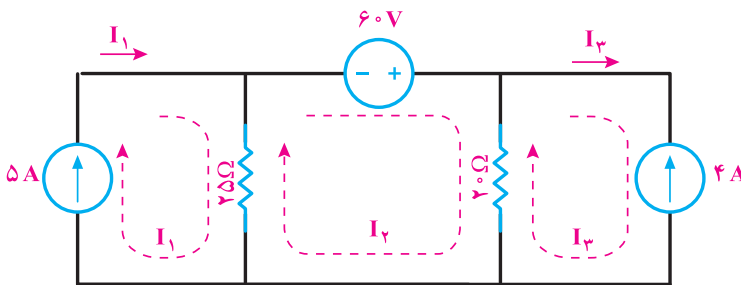
۲- اگر منبع جریان در شاخه‌های کناری باشد :

نوشتن KVL برای حلقه‌هایی که منبع جریان دارند، لازم نیست، زیرا جریان آنها معلوم است.

۷-۵-۱- حل تمرین شماره ۲ صفحه ۴۷ کتاب درسی (شکل ۱-۱۶)

هدف : محاسبه توان منبع ولتاژ ۶۰ ولتی با استفاده از روش جریان حلقه

گام ۱) تعیین جریان مربوط به حلقه‌ها



شکل ۱-۱۷

برای حلقه وسط یک KVL می‌نویسیم :

$$I_1 = 5A, \quad I_3 = -4A \quad (I_3 \text{ به جهت قراردادی با جهت مخالف بودن})$$

$$\text{KVL} \quad 25(I_2 - I_1) - 60 + 2(I_2 - I_3) = 0$$

$$25I_2 - 125 - 60 + 2I_2 + 8 = 0, \quad 45I_2 = -105, \quad I_2 = \frac{-7}{3}$$

جریان I_2 و I_3 دقیقاً برابر جریان منابع ۴A و ۵A می‌باشد.

گام ۲ : محاسبه توان منبع با استفاده از فرمول زیر

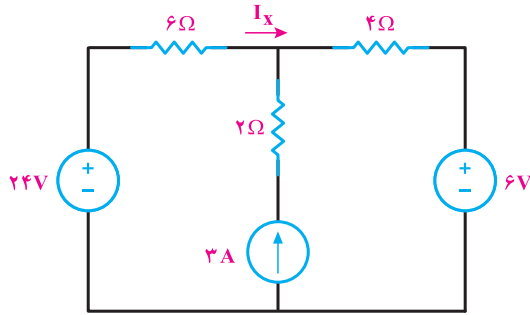
چون علامت جریان I_2 در حلقه وسط منفی است، پس جهت جریان واقعی I_2 از (+) منبع ۶۰

ولتی به طرف (-) است و منبع ۶۰ ولتی توان ۱۶۰ وات مصرف می‌کند.

$$P_{60V} = 60 \times \frac{7}{3} = 140W$$

۸-۵-۱- حل تمرین شماره ۱۱ صفحه ۴۹ کتاب درسی از راه جریان حلقه (شکل ۱-۱۷)

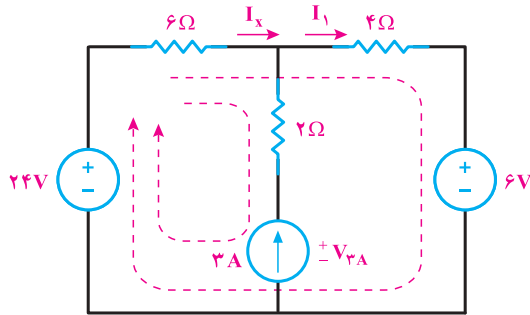
مثال : محاسبه جریان I_X و توان منبع جریان ۳A



شکل ۱-۱۷

گام ۱) تعیین جریان شاخه‌ها

در مسیر حلقه بزرگ‌تر که منبع جریان وجود ندارد، یک KVL می‌نویسیم (شکل ۱-۱۸).



شکل ۱-۱۸

گام ۲) نوشتن در kvl در حلقه‌ها

$$\text{KCL}) I_x + 3 = I_1$$

$$\text{KVL در حلقه بزرگ}) -24 + 6I_x + 4I_1 + 6 = 0, \quad -24 + 6I_x + 4I_x + 12 + 6 = 0$$

$$\text{KVL}) -24 + 6I_x + 2(-3) - V_{3A} = 0$$

$$\begin{cases} 1 \cdot I_x = 6, & I_x = 6/1 \\ V_{3A} = -26/4 \end{cases}$$

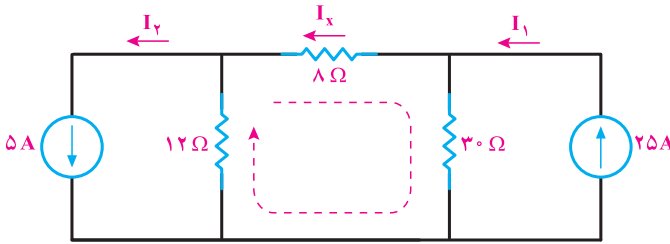
گام ۳) محاسبه توان منبع جریان ۳A

$$P_{3A} = V \cdot I = -26/4 \times 3 = -79/2 \text{ W}$$

۹-۵-۱- حل تمرین شماره ۶ صفحه ۴۸ کتاب درسی از روش جریان حلقه (شکل ۱-۱۹)

هدف: محاسبه جریان I_x با استفاده از روش جریان حلقه

گام ۱) تعیین جریان حلقه‌ها



شکل ۱-۱۹

گام ۲) با استفاده از تحلیل جریان خانه I_x را می‌یابیم.

$$\begin{cases} I_y = 25A \\ I_y = 5A \end{cases}$$

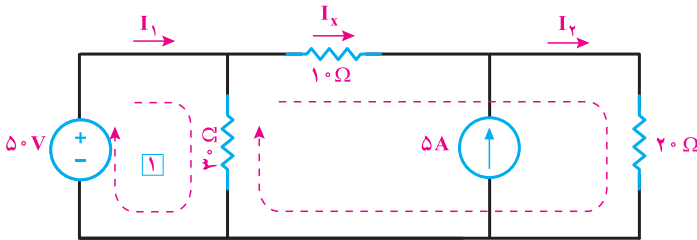
$$\text{KVL} \quad 3 \cdot (I_x - I_y) + 8I_x + 12(I_x - I_y) = 0$$

$$3 \cdot (I_x - 25) + 8I_x + 12(I_x - 5) = 0$$

$$5 \cdot I_x = 81 \Rightarrow I_x = 16/2 A$$

۱-۵-۱۰- حل تمرین شماره ۷ صفحه ۴۹ کتاب درسی، (شکل ۱-۲۰)

هدف: محاسبه جریان I_x به روش جریان حلقه



شکل ۱-۲۰

با استفاده از تحلیل جریان حلقه I_x را می‌یابیم.

$$\text{KVL} \quad 3 \cdot (I_x - I_1) + 10 \cdot I_x + 20 \cdot I_y = 0 \quad \text{در حلقه بزرگ}$$

$$\text{KVL} \quad -50 + 3 \cdot (I_1 - I_x) = 0$$

$$\text{KCL} \quad I_x + 5 = I_y$$

$$\begin{cases} 3 \cdot I_1 - 3 \cdot I_x = 50 \\ -3 \cdot I_1 + 6 \cdot I_x = -100 \end{cases}$$

$$I_x = -1/6 VA$$