

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيمِ

دانش فنی پایه

رشته الکترونیک
گروه برق و رایانه
شاخه فنی و حرفه‌ای
پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



دانش فنی پایه (رشته الکترونیک) - ۲۱۰۲۷۵

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارданش

سید محمد صموطی، رسول ملک محمد، شهرام نصیری سوادکوهی، مهین طریفیان جولای،

فرشتہ داودی لعل آبادی، سهیلا ذوالفقاری و محمود شبانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

سید محمود صموطی، شهرام نصیری سوادکوهی، مهین طریفیان جولای (اعضای گروه تألیف) -

رسول ملک محمد (ویراستار فنی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - صبا کاظمی (طرح جلد) - مجتبی احمدی (صفحه آرا) -

گروه مؤلفین (رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسی)

تلفن: ۰۹۱۶۱-۸۸۸۳۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱

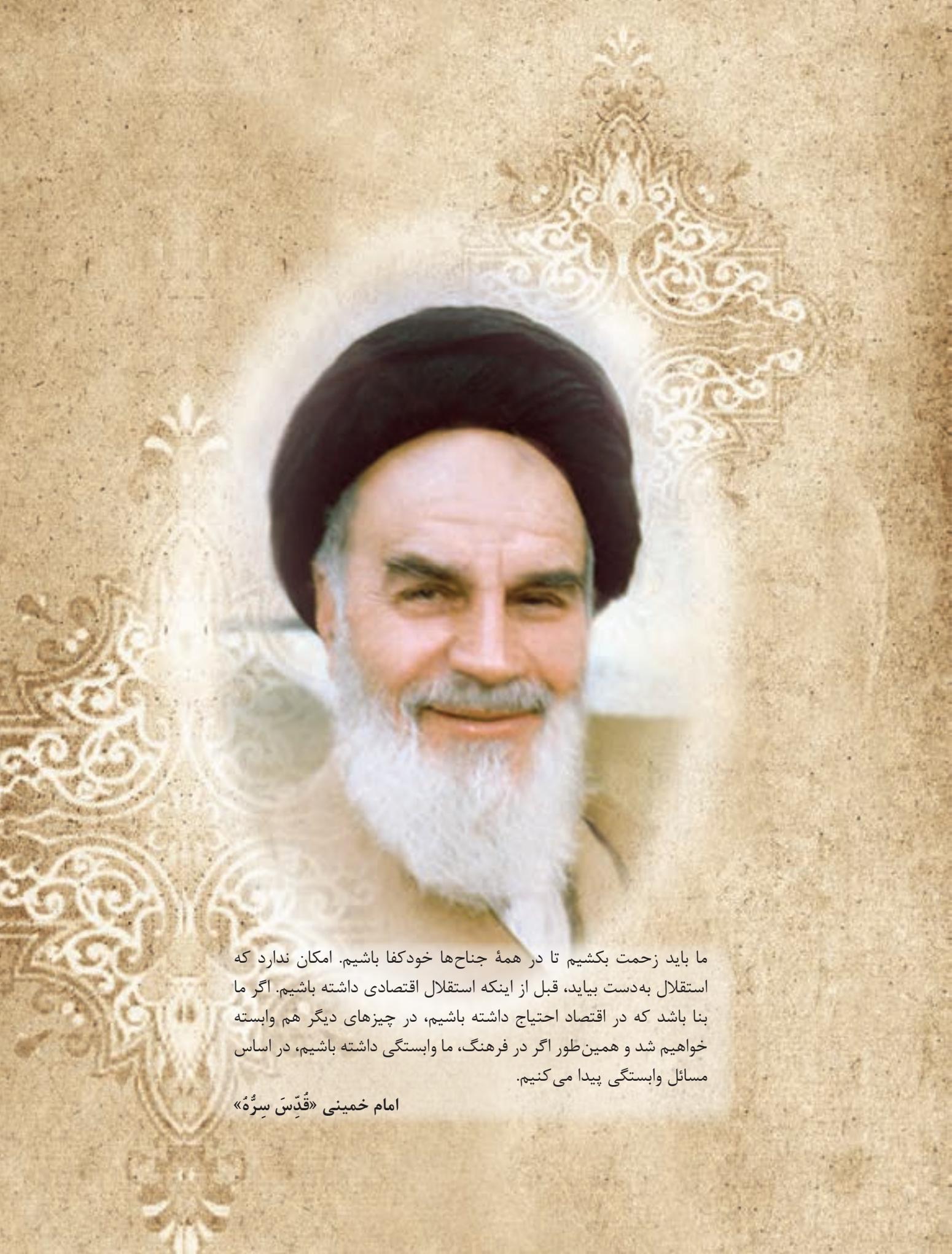
(دارو پخش) تلفن: ۰۹۱۶۱-۴۴۹۸۵۱۶۰، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ چهارم ۱۳۹۸

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.



ما باید زحمت بکشیم تا در همه جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به دست بباید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی «قدس سرہ»

فهرست

پومنا اول - مبانی الکتریسیته	۹
کلیات	۹
واحدیادگیری ۱: تاریخچه و معرفی دانشمندان	۹
۱-۱- تاریخچه	۱۰
واحدیادگیری ۲: ضرورت‌ها و نکات مرتبط با آموزش رشته	۱۲
۲-۱- ضرورت آموزش رشته الکترونیک	۱۲
۲-۲- الهام از طبیعت	۱۲
۲-۳- مشاغل، توصیف شغلی و وظایف شاغلین	۱۳
۲-۴- توجه به محیط‌زیست	۱۳
۲-۵- روش‌های استفاده مجدد از ضایعات	۱۶
۲-۶- شایستگی‌های غیرفنی و بهداشت و ایمنی	۱۶
۲-۷- محتوای کتاب دانش فنی	۱۶
کمیت‌ها و مفاهیم الکتریکی	۲۱
واحدیادگیری ۳: کمیت‌ها و یکاها (واحدها)	۲۲
۳-۱- استاندارد و یکاها	۲۲
۳-۲- یکاهای بین‌المللی استاندارد	۲۲
۳-۳- تبدیل یکاها (واحدها)	۲۵
۳-۴- روش تبدیل یکاها (واحدها)	۲۷
۴-۱- واحد یادگیری ۴: قوانین الکتریسیته	۳۰
۴-۲- مدار الکتریکی	۳۰
۴-۳- قانون اهم	۳۰
۴-۴- یادآوری اتصال سری مقاومت اهمی	۳۲
۴-۵- جریان، ولتاژ، و مقاومت معادل در مدار سری	۳۳
۴-۶- اثبات مقاومت معادل در مدار سری	۳۳
۴-۷- تقسیم ولتاژ بین دو مقاومت سری	۳۴
۴-۸- کاربرد بستن مقاومت‌ها به صورت سری	۳۵
۴-۹- رئوستا و پانسیومتر	۳۶
۴-۱۰- کاربرد مقاومت‌های متغیر	۳۸
۴-۱۱- اتصال مقاومت‌ها به طور موازی	۳۹
۴-۱۲- ولتاژها در مدار موازی	۳۹
۴-۱۳- جریان در مدار موازی	۴۰
۴-۱۴- مقاومت در مدار موازی	۴۰
پومنا دوم - مدارهای الکتریکی DC	۴۵
واحد یادگیری ۵: مدارهای "سری - موازی" و ترکیبی	۴۶
۵-۱- مدارهای ترکیبی (سری - موازی)	۴۶
واحد یادگیری ۶: قوانین حاکم بر مدارهای الکتریکی	۵۱
۶-۱- قوانین کیرشوف	۵۱
۶-۲- قانون ولتاژها (KVL)	۵۳
۶-۳- قانون جریان‌ها (KCL)	۵۴
واحد یادگیری ۷: پیل و باتری	۶۰
۷-۱- تعریف پیل و باتری	۶۰
۷-۲- اتصال پیل‌ها	۶۱
۷-۳- مقاومت داخلی پیل‌ها (باتری)	۶۳
۷-۴- اتصال متقابل پیل‌ها	۶۵
واحد یادگیری ۸: سلف و خازن در جریان مستقیم	۶۷
۸-۱- ذرات و میدان‌های مغناطیسی	۶۷

۶۹	۸-۲- روش های به وجود آوردن خاصیت مغناطیسی آهن ربا (آهن ربای مصنوعی)
۷۰	۸-۳- روش های از بین بردن خاصیت مغناطیسی آهن ربا
۷۰	۸-۴- پوشش مغناطیسی
۷۱	۸-۵- میدان مغناطیسی
۷۱	۸-۶- میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان
۷۳	۸-۷- اثر الکترومغناطیسی در پیچه
۷۵	۸-۸- ژنراتور ساده
۷۶	۸-۹- میدان مغناطیسی حاصل از یک جریان مستقیم و متناوب
۷۷	۸-۱۰- خودالقائی
۷۸	۸-۱۱- مقدار نیروی محرکه خودالقاء
۷۸	۸-۱۲- جهت نیروی محرکه خودالقاء
۷۹	۸-۱۳- قانون لنز
۷۹	۸-۱۴- اندوکتانس یا ضریب خودالقاء
۸۰	۸-۱۵- عوامل مؤثر در ضریب خودالقاء یا (اندوکتانس)
۸۱	۸-۱۶- ثابت زمانی
۸۳	۸-۱۷- خازن
۸۳	۸-۱۸- میدان الکتریکی
۸۳	۸-۱۹- شارژ خازن با ولتاژ DC
۸۴	۸-۲۰- دشارژ (تخلیه) خازن
۸۴	۸-۲۱- ظرفیت خازن
۸۵	۸-۲۲- عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن
۸۶	۸-۲۳- نشت در خازن ها
۸۶	۸-۲۴- ثابت زمانی خازن
۸۷	۸-۲۵- انرژی ذخیره شده در خازن
۸۸	۸-۲۶- اتصال خازن ها
۹۰	۸-۲۷- جمع بندی ویژگی ها و قوانین سری و موازی در مدارهای DC

پومن سوم - مدارهای الکتریکی AC

۹۵	واحد یادگیری ۹: مقاومت و بوبین در جریان متناوب
۹۶	۹-۱- مقاومت در جریان متناوب
۹۶	۹-۲- بوبین در جریان متناوب
۹۶	۹-۳- مقاومت القابی
۹۷	۹-۴- اتصال بوبین ها
۹۸	۹-۵- القاء متقابل
۹۸	۹-۶- منحنی تغییرات جریان و ولتاژ بوبین در جریان متناوب
۹۸	۹-۷- انرژی ذخیره شده در سلف
۱۰۰	واحد یادگیری ۱۰: خازن در جریان متناوب
۱۰۰	۱۰-۱- مدارهای جریان متناوب خازنی
۱۰۰	۱۰-۲- عوامل مؤثر بر عکس العمل خازنی
۱۰۱	۱۰-۳- نحوه محاسبه مقاومت خازنی معادل

پومن چهارم - کار و توان الکتریکی

۱۰۷	واحد یادگیری ۱۱: انرژی و توان
۱۰۸	۱۱-۱- کار الکتریکی
۱۰۸	۱۱-۲- توان الکتریکی
۱۰۸	۱۱-۳- ضریب بهره (راندمان الکتریکی)
۱۱۱	۱۱-۴- محاسبه هزینه برق مصرفی
۱۱۳	

۱۱۵	واحد یادگیری ۱۲: انرژی‌های نو
۱۱۵	۱۲-۱- انرژی‌های نو
۱۱۵	۱۲-۲- انرژی خورشیدی
۱۱۸	۱۲-۳- انرژی باد
۱۱۹	۱۲-۴- انرژی زمین گرمایی
۱۲۱	۱۲-۵- انرژی زیست توده
۱۲۲	۱۲-۶- انرژی آبی

پومنان پنجم-الکترونیک و کاربرد آن

۱۲۷	واحد یادگیری ۱۳: دیود
۱۲۸	۱۳-۱- نیمه‌هادی‌ها
۱۲۸	۱۳-۲- ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم
۱۲۸	۱۳-۳- پیوند اشتراکی (کووالانس) در اتم‌های سیلیکون و ژرمانیوم
۱۲۹	۱۳-۴- ایجاد حفره
۱۲۹	۱۳-۵- جریان الکترون‌های آزاد
۱۲۹	۱۳-۶- جریان حفره‌ها
۱۲۹	۱۳-۷- افزودن ناخالصی به کریستال نیمه‌هادی
۱۳۰	۱۳-۸- ناخالص کردن کریستال نیمه‌هادی با اتم پنج ظرفیتی
۱۳۱	۱۳-۹- اتصال PN (دیود پیوندی)
۱۳۱	۱۳-۱۰- ولتاژبندی یا بایاس (Bias) دیود
۱۳۲	۱۳-۱۱- رفتار دیود در بایاس مستقیم
۱۳۲	۱۳-۱۲- منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در بایاس مستقیم
۱۳۳	۱۳-۱۳- منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در بایاس معکوس
۱۳۴	۱۳-۱۴- علامت اختصاری و شکل ظاهری دیود معمولی
۱۳۴	۱۳-۱۵- بررسی دیود در حالت ایده‌آل
۱۳۴	۱۳-۱۶- انواع دیود نیمه‌هادی و نمایشگرها
۱۴۳	۱۳-۱۷- کاربرد دیودها
۱۴۳	۱۳-۱۸- مدارهای یکسو کننده دیودی
۱۴۶	۱۳-۱۹- صافی‌ها
۱۴۷	۱۳-۲۰- چندبرابر کننده‌ها
۱۴۸	۱۳-۲۱- برش‌دهنده‌ها
۱۴۹	۱۳-۲۲- مدارهای مهارکننده
۱۴۹	۱۳-۲۳- نام‌گذاری دیودها
۱۵۲	واحد یادگیری ۱۴: ترانزیستور
۱۵۲	۱۴-۱- ساختمان ترانزیستور
۱۵۳	۱۴-۲- معادل دیودی ترانزیستور
۱۵۳	۱۴-۳- عملکرد ترانزیستور
۱۵۵	۱۴-۴- نماد فنی ترانزیستور
۱۵۵	۱۴-۵- جهت جریان‌ها در ترانزیستور
۱۵۶	۱۴-۶- نام‌گذاری ولتاژهای ترانزیستور
۱۵۶	۱۴-۷- ترانزیستور در حالت قطع
۱۵۶	۱۴-۸- ترانزیستور در حالت اشباع
۱۵۷	۱۴-۹- کاربرد ساده ترانزیستور به عنوان کلید
۱۵۷	۱۴-۱۰- شکل ظاهری چند نمونه ترانزیستور و پایه‌های آن
۱۵۷	۱۴-۱۱- چگونگی عمل تقویت کنندگی در ترانزیستور
۱۵۹	۱۴-۱۲- معرفی دو نمونه آسی سی آمپلی فایر
۱۶۰	۱۴-۱۳- نام‌گذاری ترانزیستورها
۱۶۴	- منابع و مأخذ مورد استفاده

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکترونیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های دانش فنی است که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساختار یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و بحث‌های زیستمحیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی مانند کتاب دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو و نرمافزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنمای و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

پودمان اول، مبانی الکتریسیته: در این پودمان تاریخچه، نکات زیستمحیطی، مشاغل مرتبط، شایستگی‌های غیرفنی و بهداشت و ایمنی، کمیت‌ها و مفاهیم الکتریکی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

پودمان دوم، مدارهای الکتریکی DC: در این پودمان مدارهای ساده الکتریکی DC تجزیه و تحلیل می‌شود و نمونه‌های ساده مسائل مرتبط با قوانین KCL و KVL حل شده و شایستگی‌های مورد نظر در زمینه‌های مرتبط آموزش داده می‌شود.

پودمان سوم: مدارهای الکتریکی AC: در این پودمان رفتار مقاومت خازن و سلف در جریان متناوب و چگونگی سری، مداری و ترکیب کردن آنها با هم آموزش داده می‌شود. پودمان چهارم، کار و توان الکتریکی: در این پودمان شایستگی‌های مرتبط با توان، کار، انرژی الکتریکی، راندمان، محاسبه هزینه برق مصرفی، انرژی‌های نو، انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی زیست‌توده و انرژی آبی کسب می‌شود.

پودمان پنجم، الکترونیک و کاربرد آن: این پودمان به اصول کار نیمه‌هادی‌ها، ساختمان رفتار دیود و ترانزیستور در مدار، چگونگی تقویت در ترانزیستورها و کاربرد ترانزیستور به عنوان کلید و آی‌سی‌های آمپلی‌فایر می‌پردازد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنر جویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را برآن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تالیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی درنظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی حل مدارهای ساده الکترونیکی
 - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
 - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها
 - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداشی مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب اولین کتاب دانش فنی ویژه رشته الکترونیک است که با نام دانش فنی پایه ارائه می‌شود. در پایه دوازدهم ادامه این مباحث را با نام دانش فنی تخصصی آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب کنید و در فرایند ارزشیابی به اثبات برسانید.

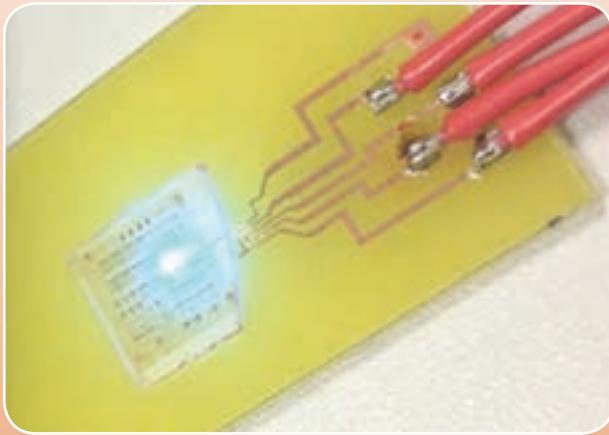
کتاب درسی دانش فنی پایه شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای تعدادی واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما، برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی مانند استفاده از نرم‌افزارهای مختلف، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو است که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده کنید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما درنظر گرفته شده است که با مراجعت به ویگاه رشته خود به نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عنایوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.



پوダメن اول

مبانی الکتریسیته

کلیات

واحد یادگیری ۱ : شایستگی به کارگیری تجارت کسب شده در سیر تحول و پیشرفت علم الکترونیک در حد نیاز.

واحد یادگیری ۲ : شایستگی شناخت دقیق ضرورت‌ها و نکات مرتبط با رشته الکترونیک و استفاده بهینه از آنها در فرایند یادگیری، یاددهی و در محیط کار.



واحد یادگیری ۱

تاریخچه و معرفی دانشمندان

۱-۱- تاریخچه :

تاریخچه گسترش رشته الکترونیک به تجربه آقای توomas الوا ادیسون (Tomas Elva Edison) برمی‌گردد. او در سال ۱۸۷۹ به دنبال ساخت لامپ روشنایی بود که بر حسب تصادف پدیده لامپ خلاء را کشف کرد. ولی این پدیده را دنبال نکرد. در سال ۱۸۶۷ آقای کارل فردیناند براون (Karl Ferdinand Broun) موفق به ساخت اولین لامپ دیود خلاً شد. در سال ۱۸۹۸ لامپ دیود و لامپ‌های دیگر که تریود (Triode)، تترود (Tetrode) و پنتود (Pentode) نامیده شد، توسط آقای مارکونی مورد استفاده قرار گرفت و اولین سیستم تلگراف بین دو نقطه برقرار شد. بعدها یک گروه از دانشمندان به نام‌های ویلیام شاکلی (William Shockly)، جان باردین (John Bardeen)، والتر براتین (Walter Brattain)، لون نیل کوپر (Leon Nail Kooper) و جان روبرت شریفر (John Robert Shriffer) توансند اولین دیود نیمه‌هادی و ترانزیستور نیمه‌هادی را بسازند. اولین دیود و ترانزیستور نیمه‌هادی در سال ۱۹۵۶ ساخته شد که به خاطر آن به دانشمندان ذکر شده جایزه نوبل تعلق گرفت.

خود برسد. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد زندگینامه و فعالیت‌های این دانشمند می‌توانید از طریق درج نام وی در یکی از موتورهای جستجو مانند Yahoo یا Google اقدام کنید.

■ توomas آلوا ادیسون

تولد ۱۸۴۷ ، وفات ۱۹۳۱



شکل ۱-۱- توomas ادیسون

کارل فردیناند براون دانشمند آلمانی سازنده لامپ خلاً و لامپ اشعه کاتدیک است.

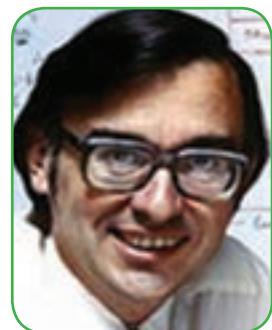


شکل ۲- کارل فردیناند براون

از اختراعات زیادی به جا مانده است. لامپ خلاً، لامپ روشنایی، نیروگاه برق، دستگاه تلفن ساده، دستگاه تلگراف ساده از جمله اختراعات او است. ادیسون زندگی بسیار سختی را گذراند و با کار و تلاش توانسته است به اهداف

■ مارسیان هاف و جک کیلبی

در ادامه این فعالیت‌ها آقای مارسیان هاف دانشمند آمریکایی (Marcian Hoff) و جک کیلبی (Jack Kilby) توانستند در سال ۱۹۸۵ اولین مدار دانشمند انگلیسی مجتمع (IC) را در صنایع الکترونیک پدید آورند.



jack kilby

Marcian Hoff

شکل ۳— مارسیان هاف و جک کیلبی

■ روبرت نورتن نویس

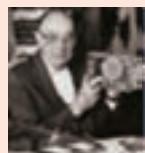
در سال ۱۹۸۶ اولین ریز تراشه قابل برنامه‌ریزی توسط آقای روبرت نورتن نویس (Robert Norton Noyce) با کمک جک کیلبی ساخته شد و فرایند آن به وسیله آقایان استانلی میزر (Stanley Mazor) دانشمند آمریکایی و ماساتوشی شیما دانشمند ژاپنی (Masatoshi Shima) تکمیل و در سال ۲۰۰۲ اولین ریزپردازنده اینتل ساخته شد و کامپیوترهای امروزی شکل گرفت.



Robert Norton

Stanley Mazor

شکل ۴— استانلی میزر و روبرت نورتن نویس



آقای دکتر جان باردین John Bardeen

در سال ۱۹۰۸ در آمریکا متولد شد.

او دو بار توانست جایزه نوبل را دریافت کند. بار اول در سال ۱۹۵۶

به اتفاق آقایان ویلیام شاکلی

و والتر برایتن William Shockly

به خاطر اختراع Walter Brattain

ترانزیستور موفق به دریافت جایزه

نوبل شد. برای بار دوم در سال ۱۹۷۲

مجددأً به اتفاق آقایان لئون نیل کوپر

و جان روبرت Leon Neil Kooper

شریفر John Robert Shriffer

به خاطر اختراع ابر رسانا جایزه

نوبل را اخذ نمود. آقای باردین در

سال ۱۹۹۱ دار فانی را وداع گفت.

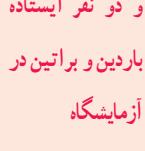


والتر برایتن

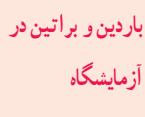


لئون نیل کوپر

جان روبرت



شریفر



جک کیلبی



مارسیان هاف

Roberto Norton Noyce

Stanley Mazor

استانلی میزر

Robert Norton Noyce

Stanley Mazor

واحد یادگیری ۲

ضرورت‌ها و نکات مرتبط با آموزش رشته

۱-۲- ضرورت آموزش رشته الکترونیک



شکل ۱-۲- پروانه آبی برای RFID زیر آب

همچنین پروانه دیگری به نام میراسل (Mirasol) می‌تواند رفتاری مشابه انعکاس نور در مانیتورهای رنگی از تست صفحه داشته باشد که خود پدیده دیگری در اختراع صفحات نورانی رنگی قابل خواندن در نور زیاد است. (شکل ۲-۲)



شکل ۲-۲- درخشش بال پروانه

برگ درختان نور خورشید را جذب می‌کند و در رگبرگ‌ها و اشعابات خود حرکت می‌دهند و در اثر برخورد با سبزینه، کرین و آب، آن را به نیروی شیمیایی تبدیل می‌کنند. این پدیده مشابه عملکرد سلول‌های نوری است که در اثر برخورد نور به لایه‌های سیلیکونی، الکتریسیته یا برق تولید می‌نماید. (شکل ۲-۳)

یادآور می‌شود که آموزش در این دوره تحصیلی مبتنی بر شایستگی بوده و هریک از فراگیران پس از طی دوره آموزش در هر پایه و هر درس گواهینامه شایستگی را کسب می‌کنند.

رشته الکترونیک از جمله رشته‌هایی است که با توجه به نیاز به تقویت بنیه علمی، توسعه اقتصادی، فرهنگی و صنعتی کشور نیاز به گسترش در سطوح مختلف دارد. با توجه به نفوذ این علم در همه زمینه‌ها از جمله صنایع طراحی و دوخت، صنایع چوب، تأسیسات، متالورژی، قطعه‌شناسی مکانیک، هوا و فضا، ارتباطات و کلیه لوازم خانگی، نیاز مبرم به کارگران ماهر و تکنسین‌های ورزیده در این زمینه غیرقابل انکار است. پدیده استفاده از ارتباطات الکترونیکی در زمینه‌های مختلف از جمله مستندسازی اسناد و کتاب‌ها از دیگر زمینه‌هایی است که انگیزه و علاقه را در زمینه آموزش در این رشته محزز می‌سازد.

با یک نگاه اجمالی به اطراف خود و وسائلی که استفاده می‌کنیم در می‌باییم که در دنیای کنونی هرگز نمی‌توانیم بدون استفاده از علم الکترونیک زندگی کیم. از این رو علاقه و انگیزه برای ورود به این رشته در حد گسترده و وسیعی وجود دارد.

۲-۲- الهام از طبیعت

یادآور می‌شود که تقریباً تمام پدیده‌های صنعتی با الهام از طبیعت رخ می‌دهد. مثلاً لایه‌های ریز بر روی بال پروانه آبی (Morpho) نور را در زوایای مختلف منعکس می‌کنند و پدیده‌ای مشابه رنگین کمان به وجود می‌آورند. برچسب‌های RFID که امروزه بسیار متبادل است می‌تواند با استفاده از این پدیده در زیر آب نیز مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۲-۱)

واحدهای یادگیری $T \cdot 1 \cdot 1$ و $T \cdot 1 \cdot 7$ ، فرآگیرنده شایستگی لازم را برای ورود به شغل کارمندان انبار فروشگاه و به همین ترتیب با فرآگیری سایر واحدهای یادگیری می‌تواند در مشاغل تدارک و ابزارداری قطعات و تجهیزات پزشکی، ویرایشگر صدا، استادکار آزمایشگاه و فروشنده قطعات الکترونیکی مشغول به کار شود. شرح وظایف هر یک از مشاغل در برنامه درسی پایه دهم آمده است^۱.

این فرایند برای سایر دروس پایه دهم نیز اجرا شده که محتوای آن در سند برنامه درسی رشتہ موجود است. در تمام فرایندها به شایستگی‌های غیرفنی با توجه به عرصه‌ها و عناصر توجه شده و به صورت درهم تبیین شده در محتوای درس آمده است. دروس پایه دهم شامل کارگاه ۱ و کارگاه ۲ هریک به مدت ۸ ساعت، الزامات محیط کار به مدت ۲ ساعت، داشتن فنی پایه به مدت ۳ ساعت و نقشه‌کشی رایانه‌ای به مدت ۴ ساعت در هفته تدریس می‌شود. برنامه اجرایی هفتگی $4 \cdot 1$ ساعت در هفته است^۱.
یادآور می‌شود که دروس کارگاه ۱ و ۲ به صورت تلفیقی یعنی آموزش نظری و عملی به صورت همزمان و در محیط کارگاه اجرا می‌شود.



شکل ۳-۲- برگ‌های درخت الهامی برای بیل نوری

۳-۲- مشاغل، توصیف شغلی و وظایف شاغلین
فرآیند اجرای آموزش به گونه‌ای است که فرآگیرنده پس از گذراندن هر واحد یادگیری به یکی از مشاغل دنیای کار مرتبط می‌شود. همچنین هر واحد یادگیری که مبنای آموزش یک شایستگی است، به یک یا چند تکلیف کاری مربوط می‌شود.

در درس اول پایه دهم متوسطه فنی و حرفه‌ای جماعتی تعداد هفت واحد یادگیری یا هفت تکلیف کاری به شرح زیر آموزش داده می‌شود :

۴- توجه به محیط زیست
می‌دانید زباله‌های الکترونیکی دارد زمین را نابود می‌کند.
وظیفه ما انسان‌ها حفاظت از زمین است. برای این منظور لازم است کمتر زباله تولید کنیم و زباله‌ها را تفکیک نماییم.
در فرایند برنامه‌ریزی آموزشی، نگاه به محیط زیست از اولویت‌های اصلی بوده و در هر مرحله به آن توجه ویژه شده است. در شکل ۴-۲ برخی توجهات زیست محیطی را مشاهده می‌کنید.

- آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی ($T \cdot 1 \cdot 1$)
- پیچیدن یک نمونه بوبین ساده در mH و Hm ($T \cdot 1 \cdot 7$)
- اندازه‌گیری ولتاژ و جریان DC و AC ($T \cdot 1 \cdot 3$)
- مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کیت‌های آن ($T \cdot 1 \cdot 5$)
- اندازه‌گیری توان و ضریب توان ($T \cdot 1 \cdot 4$)
- خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده ($T \cdot 3 \cdot 1$)
- نصب نرم افزارهای الکترونیکی ($T \cdot 3 \cdot 3$)

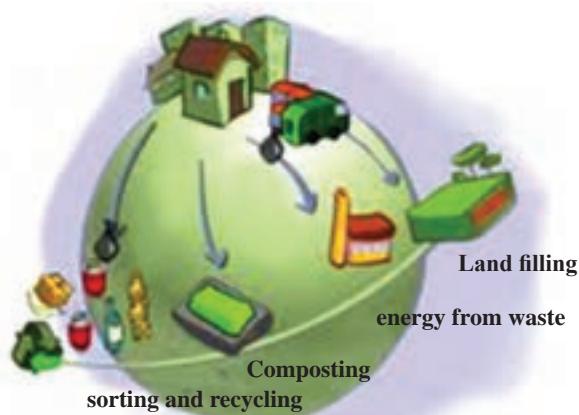
هر واحد یادگیری به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است که پیش نیاز واحد یادگیری بعدی است. یادآوری می‌شود که در برخی از موارد امکان برگزاری همزمان دو واحد یادگیری نیز وجود دارد. واحدهای یادگیری در یودمان‌هایی دسته‌بندی شده‌اند که نماینده فصل هر کتاب است. برای مثال با آموزش

۱. این جداول از سایت دفتر برنامه‌ریزی و تأثیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش باشانی ir. www.tvoccd.medu. قابل باگیری است.



شکل ۲-۵- برخی زباله‌های الکترونیکی

پس‌ماندهای الکترونیکی خاص، شامل خازن، ترانزیستور، دیود، مقاومت، آی‌سی و مواد پلاستیکی بدنی دستگاه‌های الکترونیکی که حاوی سرب، مس، آلومینیوم، آهن و فلزات سنگین نظیر کادمیوم، جیوه و آرسنیک هستند، سبب آلودگی محیط زیست می‌شوند. در شکل ۲-۶ تصویر نمونه‌ای از ضایعات صنعت الکترونیک را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۵- برخی زباله‌های الکترونیکی



شکل ۲-۶- برخی توجهات زیست محیطی

كلمات انگلیسي داده شده در شکل ۲-۴ چه مفاهیمي را انتقال می‌دهد؟ درباره آن گفت و گو کنید.



بحث کنید

■ پس‌ماندهای الکترونیکی (Electronics Residual)

با به نظر سازمان محیط زیست جهانی و سازمان محیط زیست ایران، هر نوع ماده جامد، گاز و مایع به غیر از فاضلاب که به طور مستقیم یا غیر مستقیم از فعالیت انسان حاصل می‌شود و از نظر فرایند تولید، زائد تلقی می‌گردد، جزء پس‌ماند محسوب می‌شود.

زباله‌های الکترونیکی مانند اجزای رایانه، تلفن همراه و برخی اجزای وسایلی مانند مایکروبو، ماشین لباسشویی، تلویزیون، مانیتور، تلفن‌های بی‌سیم، فکس و دستگاه کپی که به دلایلی غیرقابل استفاده هستند، سریع‌ترین منبع تولید زباله ترکیبی الکترونیکی شناخته شده‌اند. شکل ۲-۵ این نوع زباله‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶- تصویر نمونه‌ای از ضایعات صنعت الکترونیک
لامپ‌هایی مانند فلورسنت، نئون و لامپ‌های کم مصرف از گازهای نادر و فلزات سنگین مانند جیوه، نئون، زنون و سدیم



الف—در اطراف ما



ب—بر کره زمین

شکل ۲-۸—تأثیر تخریب زباله‌های الکترونیکی بر محیط زیست راهکارهای پیشنهادی که توسط سازمان محیط زیست ایران توصیه می‌شود، شامل موارد زیر است:

- تلاش برای تبدیل دیرتر به زباله
- اهدای دستگاه‌های قابل استفاده برای کاربرد مجدد به مناطق کم برخوردار
- ارتقا یا نوسازی و استفاده مجدد از دستگاه
- پیاده کردن قطعات دستگاه‌های از کار افتد و استفاده مجدد از آنها
- در صورت غیرقابل استفاده بودن زباله، تفکیک در مبدأ به نحو مقتضی
- اطلاع رسانی، آموزش و تبلیغات به صورت فراگیر توسط همه نهادها در سطوح مختلف از دوران کودکی، نوجوانی، جوانی، میانسالی و کهنسالی

ساخته شده‌اند و پس از مصرف در رده زباله‌های ویژه به شمار می‌آیند و باید طبق فرایند خاصی معدهم یا بازیافت شوند. شکل ۲-۷ برخی دیگر از این زباله‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷—برخی دیگر از زباله‌های الکترونیکی
باتری‌های فرسوده مانند باتری تلفن همراه حاوی کادمیوم و باتری‌های رایانه حاوی اکسید سرب و کادمیوم است، که می‌تواند محیط زیست را آلوده کند و سبب بیماری‌های خطروناک شود. باید توجه داشت تنها راه مقابله با آلودگی محیط زیست، مدیریت درست این نوع پسماندها از ابعاد بازیافت و معدهم کردن آنهاست. اگر این زباله‌ها به طور مستقیم دفن شوند، به دلیل تجدیدپذیری بسیار طولانی، محیط زندگی، شامل آب، خاک و هوا را آلوده می‌سازند. همچنین اگر سوزانده شوند مواد سمی تولید می‌کنند. در شکل‌های الف و ب ۲-۸ تاثیر تخریبی زباله‌های الکترونیکی را بر محیط زیست مشاهده می‌کنید.



ب—هوای خاک پاک

شکل ۲-۹—طیعت پاک، مناظری از تنگه واشی در ایران

۶-۲—شاپوستگی‌های غیرفنی و بهداشت و ایمنی
در فرایند برنامه‌ریزی به مسائل مهمی مانند مسئولیت‌پذیری،
رعایت حقوق دیگران، جلوگیری از هدر دادن سرمایه ملی،
صرفه‌جویی، مدیریت زمان و موارد مشابه آن توجه شده و به
صورت در هم تبیده آمده است. مسئله بهداشت فردی، جمعی
و اجتماعی و رعایت نکات ایمنی نیز با توجه به ضرورت در
جای جای کتاب درج شده و در تمام فرایندها مورد ارزشیابی
قرار می‌گیرد.

۷-۲—محتوای کتاب دانش فنی
محتوای کتاب دانش فنی نیز مشتمل بر پنج فصل و چهارده
واحد یادگیری است که نیازهای دانش فنی پایه مورد نیاز را
برای تکمیل فرایندهای اجرایی در کارگاهها مهیا می‌سازد و
آن را عمق می‌بخشد. این کتاب نیز مانند کتابهای کارگاهی
به صورت تعاملی بوده و استفاده از فیلم‌ها و نرم‌افزارهای
مرتبط توصیه می‌شود.

کارگروهی

دریاره روش تولید الکتریسیته از زباله Energy from waste
پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۵-۲-روش‌های استفاده مجدد از ضایعات
برای استفاده مجدد از زباله‌های الکترونیکی از روش‌های
زیر می‌توان استفاده نمود :

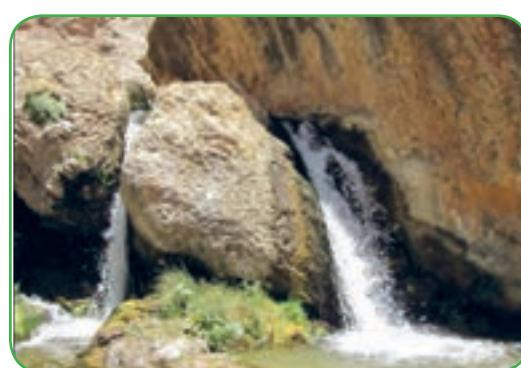
الف—بهره‌گیری دوباره (Reuse) :
وسایل الکترونیکی و الکتریکی مانند تلفن همراه، تلویزیون و
رایانه پس از تعمیر و بازسازی می‌توانند با کارایی قبلی برای
مدت بیشتری مورد استفاده قرار گیرند.

ب—بازگرداندن (Reduce) :
دستگاه‌های الکترونیکی و الکتریکی بر حسب ضرورت و نیاز
می‌توانند برای ایجاد یک بسته (package) جدید دوباره وارد
چرخه کاربرد شوند. مثلاً از قطعاتی مانند RAM و مودم یک
رایانه از کار افتاده می‌توان در رایانه دیگر استفاده کرد.

پ—بازیافت (Recycle) :
قطعات الکترونیکی و الکتریکی که غیرقابل استفاده هستند و به
صورت زباله در می‌آیند پس از خردشدن می‌توانند به مواد اولیه
قابل استفاده در تولید تبدیل و در صنعت مرتبه‌یا صنایع دیگر
مورد استفاده قرار گیرند. یکی از این موارد استفاده مجدد از
طلای موجود در قطعات تلفن همراه است.

مسئله‌ای که باقی می‌ماند نابودی (امحاء—دفن—از بین بردن)
زباله‌های صنعتی مانند اسید مدار چاپی است. لذا هنگام کار با
بردهای مدار چاپی و اسید کاری توصیه شده است، زباله‌ها را
به گونه‌ای امحاء کنند تا به محیط زیست آسیبی وارد نشود.

در صورت رعایت نکات زیست محیطی در ارتباط با زباله‌های
الکترونیکی، آب، خاک و هوآلوده‌نمی شوند. به این ترتیب، ما و
نسل‌های آینده می‌توانیم زندگی سالمی داشته باشیم. (شکل ۲-۹)



الف—آب پاک

چرا؟ آیا در طبیعت نمونه‌ای از آن وجود دارد؟ شرح دهید.

۲ با مراجعه به اینترنت، عنوانین محتوای درس کارگاه ۱ در پایه دهم را بباید و ارتباط آن را با درس کارگاه ۱ شرح دهید. در این درس چه شایستگی‌ها و آموزش‌های فنی، آموزش داده می‌شود؟

۳ با مراجعه به کتاب دانش فنی، بررسی کنید کدام یک از شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت زمان، رعایت نکات ایمنی، تصمیم‌گیری و مسئولیت‌پذیری مطرح شده است؟ ۴ چه راهکارهایی جهت تولید کمتر زباله الکترونیکی وجود دارد؟ شرح دهید.

۵ Reuse به معنی و Recycle به معنی است.

۶ از شکل ۱۰-۲ چه برداشتی می‌کنید؟ توضیح دهید.

الگوی پرسش (ارزشیابی واحد گیری ۲ از فصل اول) :

۱ با مراجعه به سایتهاي اينترنتي، زندگي نامه مختمعين IC را بباید و آن را خلاصه کنيد.

۲ بررسی کنید، در چه زمینه‌هایی در زندگی، رشته الکترونیک کاربرد ندارد. حداقل دو نمونه را با ذکر دلیل شرح دهید.

۳ آیا در طبیعت جاندارانی وجود دارند که مولد الکتریسیته هستند و آن را تبدیل به نور می‌کنند؟ با مراجعه به اینترنت موارد را بباید.

۴ آفای کارل فریدریش براون دانشمند آلمانی چه نقشی در تولید و اختراع قطعات الکترونیکی داشت؟ با مراجعه به اینترنت، خلاصه زندگی او را بنویسید.

۵ آیا می‌توانیم از برچسب RFID در زیر آب استفاده کنیم؟



شکل ۱۰-۲- شکل سؤال ۱۰

۲-۸_ مشاغل قابل احراز برای دانش آموختگان

جدول ۱-۲- معرفی برخی از مشاغل رشته الکترونیک در مقطع هنرستان

ویرایشگر صدا



تدارک و انبارداری قطعات و تجهیزات الکترونیکی



کارمند انبار فروشگاه قطعات و تجهیزات الکترونیکی



کمک تکسین محصولات نیمه هادی



فروشنده قطعات الکترونیکی



استادکار آزمایشگاه الکترونیک



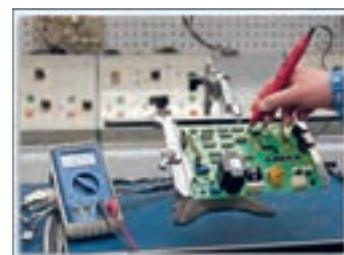
مونتاژ کار تجهیزات الکترونیکی



طراح مدارهای الکترونیکی به کمک نرم افزار



متخصص کنترل آزمایش قطعات الکترونیکی



ادامه جدول ۱-۲- معرفی برخی از مشاغل رشته الکترونیک در مقطع هنرستان

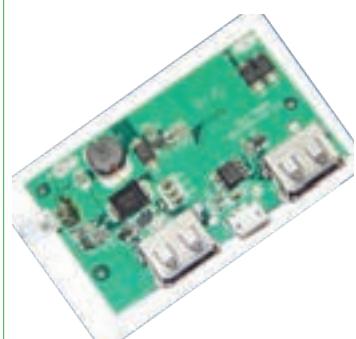
طراح برد های ساده مدار چاپی الکترونیکی



طراح نقشه های pcb با نرم افزار



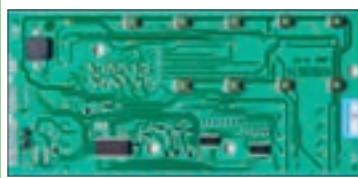
مونتاز کار برد های الکترونیکی



نگهداری و تعمیر برد های الکترونیکی و سایل خانگی



مونتاز کار قطعات و برد های کنترل



تحلیل گر مدار های الکترونیکی با نرم افزار



مسئول فنی تعمیر گاه لوازم الکترونیکی



سربرست خط مونتاز



متخصص خط مونتاز خودکار

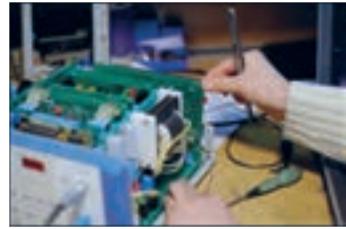


ادامه جدول ۱-۲- معرفی برخی از مشاغل رشته الکترونیک در مقطع هنرستان

تعمیر کار دستگاه های الکترونیکی خانگی اداری یا صنعتی

سرвис و نگهداری بردهای الکترونیکی لوازم خانگی، اداری یا صنعتی

متصدی خدمات پس از فروش



متصدی رفع عیوب دستگاه های الکترونیکی خانگی اداری یا صنعتی

نصاب و راه انداز دستگاه های الکترونیکی اداری یا صنعتی

متصدی تحویل دستگاه های الکترونیکی خانگی اداری یا صنعتی



نصاب و سرویس کار دستگاه های چند منظوره خانگی

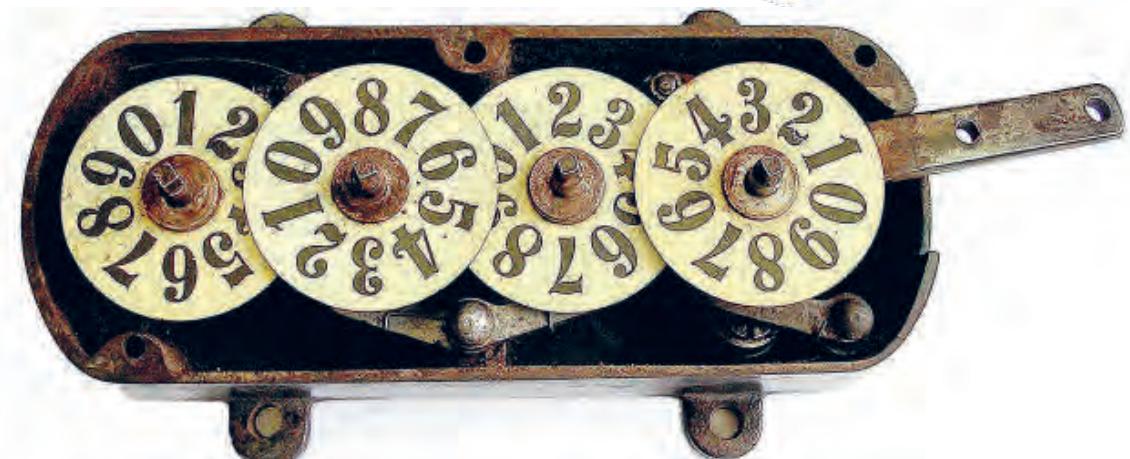




کمیت‌ها و مفاهیم الکتریکی

واحد یادگیری ۳ : شایستگی شناخت یکاهای مربوط به کمیت‌های الکتریکی و غیرالکتریکی مرتبط، چگونگی تبدیل آنها به یکدیگر و استفاده از آنها در محاسبات الکتریکی.

واحد یادگیری ۴ : شایستگی تعریف قوانین و روابط به کار رفته در الکتریسیته و چگونگی به کار گیری آنها.



واحد یادگیری ۳

کمیت‌ها و یکاهای (واحدها)

در علوم مهندسی و پایه نقش اندازه‌گیری بسیار مهم و اثرگذار است. وقتی صحبت از پدیده قابل اندازه‌گیری می‌کنیم، تا زمانی که آن را با عدد مشخص نکرده‌ایم، شناختی از آن نخواهیم داشت. اما اگر آن را با عدد و رقم معرفی کنیم، می‌توانیم شناخت نسبتاً قابل قبولی از آن داشته باشیم. برای هر فرد فنی بهخصوص فرآیندی روش‌های اندازه‌گیری کمیت‌هایی که در علوم مهندسی نقش دارند، در زمینه الکترونیک اهمیت دارد. از جمله این کمیت‌ها می‌توانیم زمان، طول، جرم، دما، مقاومت، ولتاژ، جریان و توان الکتریکی را نام ببریم. در این واحد یادگیری یکاهای متداول را که برای توصیف کمیت‌های فیزیکی و الکتریکی به کار می‌روند، معرفی می‌کنیم.

شده و برای آنها استاندارد تعیین کرده‌اند. این کمیت‌ها، کمیت‌های اصلی نامیده می‌شوند. سایر کمیت‌های فیزیکی با توجه به این کمیت‌ها و استانداردهای مربوط به آنها تعریف می‌شود. این کمیت‌ها را کمیت‌های فرعی می‌نامند.



بحث گروهی

درباره انواع کمیت‌هایی که با آنها سروکار دارید بحث کنید و حداقل تعداد ۵ کمیت فرعی را بیابید و در کلاس به بحث بگذارید، نتیجه کار را جمع‌بندی کنید.

۲-۳- یکاهای بین‌المللی استاندارد

اندازه‌گیری صحیح و قابل اطمینان یک کمیت زمانی می‌سر است که یکاهای اندازه‌گیری مورد نظر تغییر نکند و شرایط بازتولید را در موقعیت‌های متفاوت داشته باشد. دستگاه یکاهایی که به طور متداول در علوم مهندسی در جهان به کار می‌رود دستگاه متریک (metric) است. این دستگاه از سال ۱۹۶۰ میلادی به طور رسمی به نام دستگاه بین‌المللی یا SI (International Standard) معرفی شده است. در سال ۱۳۵۰ ه.ش (۱۹۷۱ میلادی) مجمع عمومی بین‌المللی

فیلم استاندارد یکاهای واحد را ببینید.



فیلم

۱-۳- استانداردها و یکاهای

کمیت‌های فیزیکی پدیده‌هایی هستند که آنها را با مقدار عددی توصیف می‌کنیم. مثلاً دو کمیت فیزیکی وزن و قد را با یکاهای مخصوص می‌سنجدیم و آنها را از طریق مقایسه با یک استاندارد اندازه‌گیری می‌کنیم. «یکا» یا «واحد» نامی است که معیار و ارزش کمیت را مشخص می‌کند. مثلاً، ثانیه (S) یکا یا واحدی است که آن را برای اندازه‌گیری کمیت زمان به کار می‌بریم.

پرسش: آیا می‌توانیم یک عدد معمولی و بدون واحد را برای اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی استفاده کنیم؟ آیا اصولاً توصیف یک کمیت بدون یکا معنایی دارد؟

تعداد کمیت‌های فیزیکی به حدی زیاد است که سازماندادن آنها در یک مجموعه بسیار دشوار و گاهی غیرممکن است. لذا ضرورت دارد با توجه به نیاز در هر موضوع یا مبحث، کمیت‌ها و یکاهای آن را بررسی کنیم. برای مثال زمان، طول و جرم بر اساس یک توافق بین‌المللی انتخاب

تعریف یکاهای اصلی در دستگاه متریک در گذر زمان دستخوش تحول های بسیار زیادی شده است. هنگامی که دستگاه متریک در سال ۱۷۹۱ میلادی توسط آکادمی علوم فرانسه ثبت شد، متر را برابر با یکده میلیونیم فاصله بین قطب شمال تا استوا در نظر گرفتند. همچنین برای ثانیه نیز از زمان حرکت آونگی به طول یک متر استفاده نمودند.



بحث گروهی

در گروههای کار تیمی واحدهای کمیت‌های مندرج در شکل ۱-۲ را مشخص کنید و پس از مستندسازی، نتایج را در کلاس به بحث بگذارید.

وزن‌ها و مقیاس‌ها، هفت کمیت را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاهای را تشکیل می‌دهند. در جدول ۱-۳ یکاهای سه کمیت اصلی زمان، طول و جرم را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱-۳ سه کمیت اصلی SI و یکاهای آن

کمیت	نام یکا	نماد یکا	کلمه به زبان اصلی
زمان	ثانیه	S	Second
طول	متر	m	meter
جرم	کیلوگرم	Kg	Kilogram



شکل ۱-۳-۱ یکاهای کمیت‌ها

زمان

زمان یکی از کمیت‌های پُرکاربرد است که همه افراد بشر با آن سروکار دارند. در فاصله سال‌های ۱۸۸۹ تا ۱۹۶۷ میلادی واحد(یکای) زمان را باکسری از روز تعریف می‌کردند. در سال ۱۹۶۷ تعریف جدیدی برای زمان بیان شده که بسیار دقیق‌تر است.

با مراجعه به رسانه‌های مختلف آخرین تعریف زمان را بباید و در کلاس به بحث بگذارید.



جست و جو کنید

در بسیاری موارد علاوه بر دانستن لحظه شروع یا پایان یک رویداد لازم است مدت زمان آن رویداد را نیز اندازه بگیریم، مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه زمانی می‌نامند. در جدول ۱-۳ برخی بازه‌های زمانی نشان داده شده است.

پژوهش کنید

در مورد آخرین تعریف "متر" پژوهش کنید و نتایج آن را به کلاس ارائه دهید.

جدول ۳-۲ تعدادی از فاصله‌ها مانند شعاع خورشید، اندازه شعاع زمین و ابعاد اجسام بسیار ریز مانند شعاع پروتون را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۳ برخی طول‌ها به طور تقریبی

طول (m)	اندازه
7×10^8	شعاع خورشید
6×10^6	شعاع زمین
4×10^3	ارتفاع برج میلاد
1×10^{-4}	ضخامت هر برگ این کتاب
1×10^{-6}	اندازه یک ویروس
3×10^{-8}	قطر ترانزیستور در ریزپردازنده‌های کنونی
1×10^{-15}	شعاع پروتون

نکته

جدول ۳-۳-برخی بازه‌های زمانی به طور تقریبی

اندازه	بازه زمانی (S)
عمر کیهان	5×10^{17}
عمر زمین	$1/4 \times 10^{17}$
زمان متوسط بین دو تپش قلب انسان	8×10^{-1}
زمان اجرای یک دستور توسط پردازنده فعلی	3×10^{-9}

اعداد جدول ۳-۲ را نباید به خاطر بسپارید. هنگام طرح سؤال باید این جدول و اعداد فوق در اختیار هنرجویان قرار گیرد.

مثال ۱ : با توجه به جدول ۳-۲ سن تقریبی زمین را بر حسب سال محاسبه کنید. سن تقریبی زمین $1/4 \times 10^{17}$ ثانیه است.

حل : با توجه به اینکه هر سال برابر $3/1 \times 10^7$ ثانیه است، داریم:

$$\text{میلیارد سال} = \frac{4/5 \times 10^9}{3/1 \times 10^7} = 1/4 \times 10^{17} \text{ سن تقریبی}$$



نکته



محاسبه کنید

اعداد جدول ۳-۳ را نباید به خاطر بسپارید. هنگام طرح سؤال باید این جدول و اعداد فوق در اختیار هنرجویان قرار گیرد.

نکته

پژوهش کنید

در مورد ابعاد کوچک‌ترین ریزپردازنده‌های جدید پژوهش کنید و پس از مستندسازی، نتایج آن را به کلاس ارائه دهید.

مثال ۲ : در صورتی که طول یک ترانزیستور در یک ریزپردازنده برابر 3×10^{-8} متر باشد، چه تعداد ترانزیستور در یک ردیف تراشه‌ای با طول ۳ میلی‌متر جای می‌گیرد؟

در صورتی که هر ساعت را معادل ۶۰ دقیقه و هر دقیقه را

معادل ۶۰ ثانیه در نظر بگیریم، مدت زمان یک روز و یک

سال را بر حسب ثانیه حساب کنید.

▪ طول

در اولین استاندارد بین‌المللی طول میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم که به لحاظ تاریخی یک‌دهمیلیونیم فاصله قطب شمال تا استوا در امتداد نصف‌نهار است را واحد طول یا متر در نظر گرفتند. این میله در موزه‌ای در فرانسه نگهداری می‌شود. کلمه متر (meter) به معنی اندازه‌گیر است. به همین جهت وقتی به انتهای کمیتی اضافه می‌شود، دستگاه اندازه‌گیری آن کمیت را معرفی می‌کند. مثلاً ولت به معنی دستگاهی است که ولتاژ را اندازه می‌گیرد.

حل:

$$\frac{3 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-8}} = \text{تعداد ترانزیستور در یک ردیف}$$

$$= 100000$$

تمرین: در صورتی که شعاع پروتون با توجه به جدول ۳-۲

برابر 1×10^{-15} متر باشد، در فاصله $1/10$ میلی متر چند پروتون

جای می‌گیرد؟

■ جرم

برای جرم نیز مانند سایر کمیت‌ها از استاندارد SI استفاده می‌شود. در استاندارد SI جرم استوانه‌ای از جنس پلاتین ایریدیوم را که به جرم ۱ کیلوگرم است به عنوان استاندارد در نظر گرفته‌اند. جدول ۳-۴ جرم برخی از اجسام را به کیلوگرم نشان می‌دهد.

جدول ۳-۴ بعضی جرم‌های تقریبی

جسم	Gram (Kg)
زمین	6×10^{34}
فیل	5×10^3
حبه انگور	3×10^{-3}
اتم اورانیوم	4×10^{-25}
الکترون	9×10^{-31}

مثال ۳: با توجه به جدول ۳-۴، جرم یک حبه انگور چند

برابر جرم یک الکترون است؟

حل:

$$\frac{\text{جرم حبه انگور}}{\text{جرم الکترون}} = \frac{3 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-31}} = \frac{1}{3} = 3/33 \times 10^{28}$$

پژوهش کنید

درباره جرم تراشه ریزپردازنده Intel بیوھش کنید و پس از مستندسازی نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید.

۳-۳- تبدیل یکاهای واحد (واحد)
تاکنون با تعدادی از واحد (یکاهای) اصلی در استاندارد SI آشنا شدیم. از آنجا که کمیت‌های مورد استفاده در رشته الکترونیک متفاوت بوده و با توجه به نیاز ممکن است به مقداری زیاد (اعداد بزرگ) یا مقداری کم (اعداد کوچک) برخورد کنیم، از این رو لازم است برای واحد (واحد)، پیشوندهای (Prefix) را تعریف کنیم. در استاندارد SI این یکاهای را با نماد علمی با پایه 10^{-6} یا 10^{-3} یا 10^3 مشخص می‌کنیم و برای هر ضرب پیشوندی را تعریف می‌کنیم. برای مثال یک کیلومتر (۱ Km) برابر 10^3 متر یا 10^3 متر و یک سانتی‌متر (۱ cm) برابر 10^{-2} متر یا 10^{-2} متر است. همان‌طور که مشاهده می‌شود برای کیلومتر از پیشوند K و برای سانتی‌متر از پیشوند C استفاده می‌کنیم. به این ترتیب می‌توانیم بنویسیم :

$$1 \text{ Km} = 10^3 \text{ متر} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ متر} = 10^{-2} \text{ m}$$

به این ترتیب نماد k نشان‌دهنده کیلو (10^3 برابر) یعنی عدد بزرگ‌تر و نماد c نشان‌دهنده سانتی‌یا اعداد کوچک‌تر (یکصدم) است. این پیشوندهای از توانیم برای سایر کمیت‌های نیزه کاربریم، مثلاً ولت را بحسب کیلوولت و آمپر را بحسب میلی‌آمپر بیان کنیم. بنابراین، برای راحتی کار، هنگامی که با اندازه‌های بسیار بزرگ یا بسیار کوچک سروکار داریم، از پیشوندهایی که در جدول ۳-۵ آمده است استفاده می‌کنیم. همان‌طور که می‌بینید، هر پیشوند نشانه نماد علمی (توان) مشخصی از ۱۰ است که به عنوان ضرب در نظر گرفته می‌شود. استفاده از هر پیشوند در استاندارد SI به عنوان ضربی برای واحد مورد نظر است. مثلاً اگر پیشوند میلی را داشته باشیم باید آن یکارا در عدد 10^{-3} یا $\frac{1}{1000}$ ضرب کنیم.

مثال ۴: در صورتی که با توجه به جدول ۳-۲ ضخامت یک برگ کتاب 10^{-4} متر باشد، با توجه به جدول ۳-۵ ضخامت یک برگ کتاب بحسب میکرومتر چقدر است؟

حل:

$$1 \text{ میکرومتر} = 10^{-6} \mu\text{m}$$

$$10^{-4} \times 10^{-6} \text{ متر} = 10^{-10} \mu\text{m}$$

جدول ۵-۳ تبدیل واحدهای اصلی الکتریکی

مقدار ضریب	نماد علمی ضریب	ضریب به زبان اصلی	نام ضریب	حروف اختصاری	چگونگی تبدیل ضرایب
۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	10^{12}	Tera	ترا	T	در تبدیل واحد بزرگ زیر واحد کوچک نزدیک تر در ضرایب دارای توان مثبت ضرب یا بر ضرایب دارای توان منفی تقسیم می شوند
۱۰۰۰۰۰۰۰	10^9	Giga	گیگا	G	
۱۰۰۰۰۰	10^6	Mega	مگا	M	
۱۰۰۰	10^3	Kilo	کیلو	K	
۱۰۰	10^2	Hecto	هکتو	H	
۱۰	10^1	Deka	داکا	da	
۱	10^0	Main Unit	واحد اصلی		در تبدیل واحد کوچک زیر واحد بزرگ زیر در ضرایب دارای توان منفی ضرب یا بر ضرایب دارای توان مثبت تقسیم می کنند
۰/۱	10^{-1}	Deci	دسی	D	
۰/۰۱	10^{-2}	Centi	سانتی	C	
۰/۰۰۱	10^{-3}	Mili	میلی	m	
۰/۰۰۰۰۰۱	10^{-6}	Micro	میکرو	μ	
۰/۰۰۰۰۰۰۱	10^{-9}	Nano	نانو	n	
۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱	10^{-12}	Pico	پیکو	p	

کسر قرار دارد و هر ساعت برابر 360° ثانیه است، باید عدد 360° در مخرج کسر ضرب شود.

$$\text{km} = \frac{1000}{3600} \times 580 = 161 \text{ m/s}$$

کیلومتر بر ساعت

مثال ۷: تراشه CPU قطعه‌ای است که پردازش اطلاعات را در رایانه برعهده دارد. این تراشه متناسب با نوع رایانه می‌تواند شامل میلیون‌ها تا میلیاردها ترانزیستور بسیار کوچک و ظرفی باشد که در یک بسته سرامیکی پلمب شده قرار می‌گیرد. شکل ۲-۳ تصویر داخلی یکی از پردازنده‌های سریع و هوشمند را نشان می‌دهد که در آن حدود $2/5$ میلیارد ترانزیستور وجود دارد. این پردازنده می‌تواند در حالت مطلوب $3/5$ میلیارد دستور را در یک ثانیه اجرا کند. در صورتی که ترانزیستور به صورت مربع شکل باشد و طول آن حدود 3° نانومتر در نظر گرفته شود، هر ترانزیستور حداقل چه سطحی را روی تراشه اشغال می‌کند؟ پاسخ خود را بر حسب سانتی‌متر مربع بیان کنید.

حل: با توجه به اینکه طول هر ضلع مربع برای هر ترانزیستور برابر 3° nm است، مساحت هر ترانزیستور برابر است با :

$$S = 3^{\circ} \text{ nm} \times 3^{\circ} \text{ nm}$$

$$\text{از طرفی هر نانومتر برابر } 7^{\circ} \text{ سانتی‌متر است، بنابراین}$$

$$S = 3^{\circ} \times 10^{-7} \text{ cm} \times 3^{\circ} \times 10^{-7} \text{ cm} = 9 \times 10^{-12} \text{ cm}^2$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود عدد به دست آمده بسیار کوچک است، یعنی به راحتی می‌توانیم با فناوری‌های جدید میلیاردها ترانزیستور را در یک یا چند سانتی‌متر مربع جای دهیم.



با مراجعه به منوی Control panel رایانه خود مشخصات سیستم را بیابید و نوع ریز پردازنده آن را تعیین کنید. سپس با مراجعه به فضای مجازی تعداد ترانزیستورهای ریز پردازنده رایانه خود را مشخص کنید.

در جدول ۳-۵ ضرایب پیشوند واحدهای کوچکتر و بزرگتر را با نام ضریب، نماد، نماد علمی و مقدار ضریب مشاهده می‌کنید. در کنار جدول پیکانی وجود دارد که چگونگی تبدیل ضریب‌ها را نشان می‌دهد.

با مراجعه به سایت رشد و اینترنت، بررسی کنید آیا موتور محاسبه‌گر برای تبدیل واحدها وجود دارد. در صورتی که نمونه‌ای از آن را یافتید، با آن تمرین کنید و گزارشی را مستندسازی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.



فعالیت

۴-۳-روش تبدیل یکاها (واحدها)

اغلب لازم است واحد (یکا) مربوط به یک کمیت را به واحد بزرگتر یا کوچکتر همان یکا تبدیل کنیم. در این حالت کافی است واحد مورد نظر را در ضریب تبدیل ضرب کنیم.

مثال ۵: 2° دقیقه برابر با چند ثانیه است؟

حل : چون یک دقیقه برابر با 6° (شصت ثانیه) است، پس عدد بیست را در عدد 6° ضرب می‌کنیم.

$$6^{\circ} = 2^{\circ} \times 2^{\circ} = 12^{\circ} \text{ S}$$

تمرین: یک شبانه‌روز (24° ساعت) معادل چند دقیقه و چند ثانیه است؟

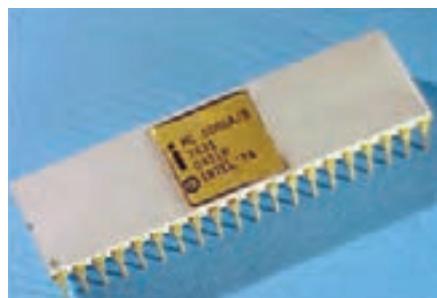
مثال ۶: قطار سریع السیری دارای سرعت 58° Km/h (کیلومتر بر ساعت) است، این سرعت را بر حسب متر بر ثانیه محاسبه کنید.

حل: باید واحد سرعت کیلومتر بر ساعت (Km/h) را به متر بر ثانیه (m/s) تبدیل کنیم. هر کیلومتر برابر 1000° متر است (1000° m). کافی است عدد 58° را در عدد 1000° ضرب کنیم. به عبارت دیگر با توجه به جدول ۳-۵ در تبدیل عدد بزرگ‌تر به عدد کوچک‌تر باید از نماد علمی مثبت استفاده کنیم. از طرف دیگر چون ساعت (h) در مخرج

ابعاد یک CD درایور را با استفاده از خط کش به سانتی متر اندازه بگیرید و آن را به اینچ و فوت تبدیل کنید.

الگوی پرسش (ارزشیابی و احیادگیری ۳ از فصل اول) :

اولین پردازنده ساخته شده برای رایانه خانگی Intel ۸۰۸۰ است، (شکل الف ۳-۴) که در سال ۱۹۷۴ تولید شد و شامل ۴۵۰۰ ترانزیستور بود. در سال ۲۰۰۶ پردازنده دیگری با نام تجاری Core ۲ Duo توسط شرکت اینتل تولید شد (شکل ب ۳-۴) که از ۵۹۱ میلیون ترانزیستور تشکیل شده است. تعداد ترانزیستورهای این پردازنده چند برابر تعداد ترانزیستورهای پردازنده ۸۰۸۰ Intel است؟



(الف)



(ب)

شکل ۴-۳-۴ دو نوع پردازنده



شکل ۲-۳- تصویر پردازنده Core i7

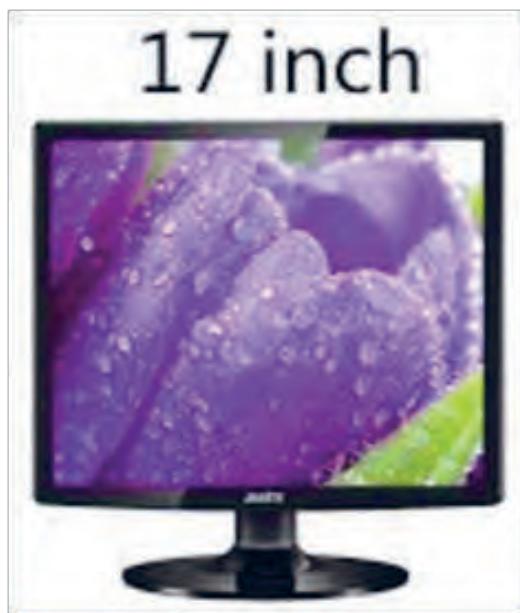
یک ریزپردازنده سوخته شده را بازکنید و ابعاد آن را بیایید. در صورت امکان با استفاده از ذرهبین یا میکروسکوپ داخل آن را مشاهده کنید.

در درس ریاضی درباره واحدهای (یکاهای) انگلیسی بحث شده است. معمولاً ابعاد محفظه (کیس) های کامپیوتر مانند شکل ۳-۳ بر حسب اینچ است. با توجه به این که یک اینچ برابر $2/54$ سانتی متر و یک فوت برابر 12 اینچ است، فعالیت زیر را انجام دهید.



شکل ۳-۳- تصویری از CD درایور

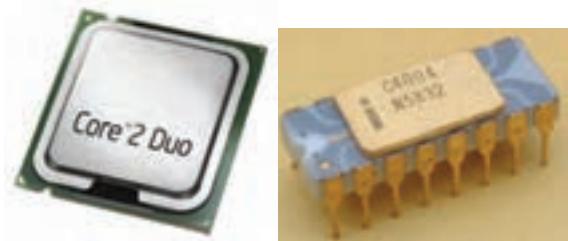
(شکل ۳-۷). قطر آن را بر حسب میلی متر، کیلومتر، میکرومتر و سانتی متر محاسبه کنید. به نظر شما کدام اعداد از نظر کاربرد برای معرفی قطر نمایشگر مناسب‌تر است؟



شکل ۳-۷-نمایشگر رایانه

۵ با توجه به جدول ۳-۵، اگر بخواهیم یک کمیت که عدد بزرگی است را تبدیل به کمیتی با عدد کوچک‌تر کنیم، از کدام پیشووندها و ضرایب استفاده می‌کنیم؟

۲ فناوری ساخت ترانزیستورهای اولین پردازنده که در سال ۱۹۷۱ و با نام تجاری Intel ۴۰۰۴ معرفی شد، ۱۰ میکرون و فناوری ساخت ترانزیستورهای پردازنده سریع و هوشمندی که در سال ۲۰۱۰ با نام تجاری X-۹۸۰ توسط شرکت اینتل عرضه شد، برابر ۳۲ نانومتر است. این دو پردازنده را در شکل الف و ب ۳-۵ مشاهده می‌کنید. نسبت ابعاد ترانزیستورهای به کار رفته در این دو پردازنده چقدر است؟

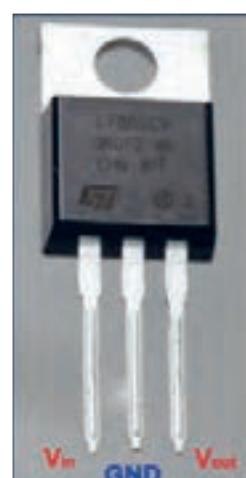


(ب)

(الف)

شکل ۳-۵ دو نوع پردازنده

۳ اگر ابعاد یک تراشه آی‌سی ۷۸۰۵ mm × ۵ mm باشد و در آن ۵۰ ترانزیستور مربع شکل قرار گیرد، طول ضلع مربع هر ترانزیستور چند نانومتر است؟ (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶-آی‌سی ۷۸۰۵

۴ اگر قطر نمایشگر رایانه‌ای برابر با ۱۷ Inch باشد

واحد یادگیری ۴

قوانين الکتریسیته

به منظور تعمیق آموزش، قسمت‌هایی از این واحد یادگیری، یادآوری مفاهیم اساسی الکتریسیته است. در صورت تسلط هنرجویان بر محتوا می‌توانند از آموزش این قسمت صرف نظر کنند.

فیلم قوانین اهم، مدارهای سری و موازی را مشاهده کنید.



فیلم

۲-۴-قانون اهم

رابطه بین مقاومت، شدت جریان و اختلاف پتانسیل را نخستین بار فیزیکدان آلمانی به نام اهم بیان کرد. بر اساس قانون اهم، مقدار مقاومت نسبت مستقیم با ولتاژ و نسبت معکوس با جریان دارد.

$$\frac{\text{ولتاژ}}{\text{جریان}} = \frac{\text{مقاومت}}{\text{مقاومت}} \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

در رابطه قانون اهم، مقدار ولتاژ برحسب ولت، جریان برحسب آمپر و مقاومت برحسب اهم است. به عبارت دیگر در یک مدار اگر ولتاژ ثابت باشد، هرقدر مقدار مقاومت بیشتر شود، مقدار جریان عبوری از آن کمتر می‌شود.

در شکل ۲-۴، برای محاسبه هر یک از کمیت‌ها، انگشت را روی کمیت مجهول می‌گذاریم. آنچه که باقی می‌ماند، رابطه کمیت مجهول است.



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



$$V = IR$$



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

شکل ۲-۴-نمودار دایره‌ای قانون اهم در حالت‌های مختلف

۱-۴-مدار الکتریکی

مسیر عبور جریان الکتریکی را «مدار الکتریکی» می‌نامند. اجزای اصلی یک مدار الکتریکی ساده عبارت‌اند از :

■ منبع تغذیه

■ سیم‌های رابط

■ مصرف کننده

در شکل ۱-۴-۱ یک مدار الکتریکی ساده نشان داده شده است.

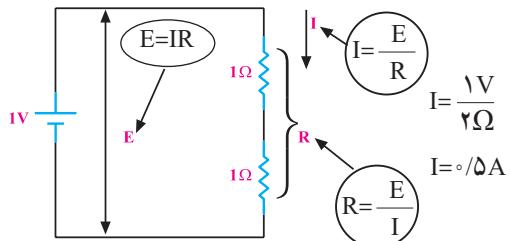


شکل ۱-۴-۱-یک مدار الکتریکی ساده

توجه داشته باشید زمانی در یک مدار جریان برقرار می‌شود که مدار بسته باشد. اگر با وجود منبع انرژی در مدار جریان برقرار نباشد، می‌گوییم مدار باز است.

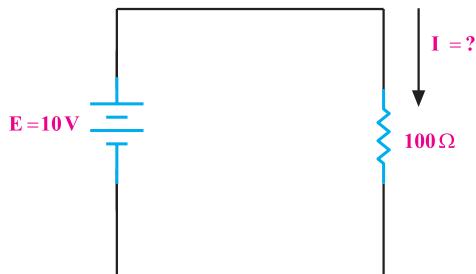


نکته‌مهم



شکل ۴-۵- دو برابر شدن مقاومت در مدار

مثال ۱ : به سر یک مقاومت 1Ω ، ولتاژ برابر با 1 ولت مطابق شکل ۴-۶ اعمال می‌کیم، جریان گذرنده از مدار چند میلیآمپر است؟

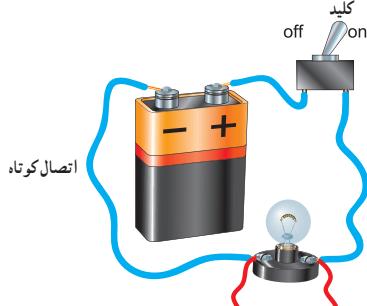


شکل ۴-۶- مدار مثال ۱

راه حل :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ A} = 100 \text{ mA}$$

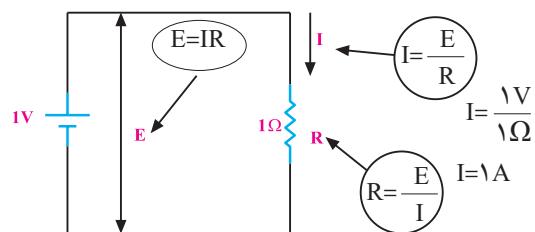
تمرین : به سر یک مقاومت 5Ω ، ولتاژ برابر با 2 ولت می‌دهیم، جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟ مطابق شکل ۴-۷ اگر سیمی را به سر لامپ وصل کنیم، آیا لامپ روشن می‌شود؟ با بستن کلید چه اتفاق‌هایی ممکن است، رخ دهد؟ با ذکر دلیل شرح دهید.



شکل ۴-۷- مدار در حالت اتصال کوتاه

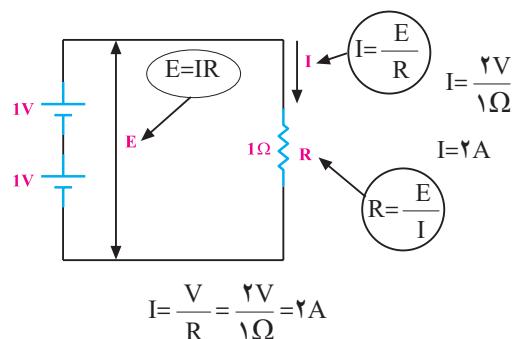
در کتاب‌های مختلف نماد اختلاف سطح را با علامت متفاوت نشان می‌دهند. در این کتاب اختلاف سطح منبع ولتاژ و منبع تغذیه را با V_s , V_{CC} , V_{BB} یا E و افت ولتاژ دوسر عنصر مختلف را با V_n یا V_v نشان داده‌ایم.

مطابق شکل ۳-۴، در مداری که اختلاف پتانسیل یک ولت بین سر مقاومت یک اهمی برقرار باشد، جریانی به شدت یک آمپر از مدار می‌گذرد.



شکل ۳-۴- نمایش قانون اهم

مطابق شکل ۴-۴ با ۲ برابر شدن ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و ثابت ماندن مقاومت، شدت جریان ۲ برابر می‌شود.



شکل ۴-۴- دو برابر شدن ولتاژ و ثابت ماندن مقاومت

اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار را نصف کنیم مقدار جریان نصف می‌شود.

مطابق شکل ۴-۵، با دو برابر شدن مقاومت، جریان نصف می‌شود.

واگن‌ها نسبت به یکدیگر ممکن است مشابه، بزرگ یا کوچک باشند. در صورت نامساوی بودن واگن‌ها، گنجایش حمل بار یا مسافر برای هر واگن متفاوت است.

اتصال واگن‌ها به صورت پشت سرهم (سری) است، یعنی ابتدای یک واگن به انتهای دیگر وصل است. مطابق شکل ۹-۴، هنگام حرکت، سرعت در همه واگن‌ها یکسان است.



شکل ۹-۴—در قطار، واگن‌ها به طور سری بسته می‌شوند.



پاسخ دهید

آیا حلقه‌های زنجیر در شکل ۱-۴ با هم به صورت سری بسته شده‌اند؟ چه تشابهی بین این زنجیر با مدارهای سری وجود دارد؟ توضیح دهید.



شکل ۱-۴—نمایش سری بودن حلقه‌های زنجیر

مقاومت را با حرف R حرف اول Resistor نشان می‌دهند و آنها را با اندیس‌های ۱ تا n مشخص می‌کنند.

یکی از حالات خطرناکی که ممکن است در مدار الکتریکی به وجود آید، حالت «اتصال کوتاه» است. حالت اتصال کوتاه در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقاومت مصرف‌کننده (بار) به صفر برسد. در صورت وقوع چنین حالتی جریان بسیار زیادی از مدار خواهد گذشت.

الگوی پرسش (ارزشیابی واحد یادگیری ۴ از فصل اول):

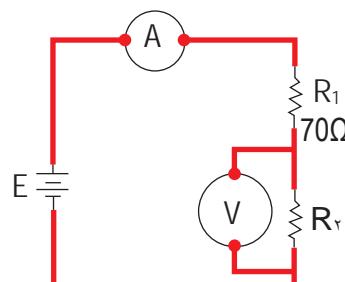
- ۱ اگر در مداری مقاومت ثابت باشد، چنانچه ولتاژ منبع دو برابر شود، جریان مدار نصف \square دو برابر \square می‌شود.
- ۲ اگر در مداری مقاومت ۲ برابر و جریان مدار نصف شود، ولتاژ چه تغییری می‌کند؟
- ۳ در مدار شکل ۸-۴ ولت متر ۶ ولت و آمپر متر مقدار ۵۰۰ میلی‌آمپر را نمایش می‌دهد.

مطلوبست:

$$(1) \text{ مقدار ولتاژ دو سر } R_1$$

$$(2) \text{ مقدار } E$$

$$(3) \text{ مقدار مقاومت } R_2$$



شکل ۸-۴ شکل سوال ۳

۳-۴—یادآوری اتصال سری مقاومت اهمی

قبل‌با اتصال سری مقاومت‌ها آشنا شدید. مدار سری را می‌توان مشابه واگن‌های قطار دانست. گنجایش و حجم

۱—Serial (سری) در زبان انگلیسی به معنی اشیا یا وقایع پشت سرهم و بی‌دریبی است و کلمه series به معنی مجموعه، دوره، ردیف، سلسله، سری، زنجیره و متواالی آمده است.

۴-۴ اثبات مقاومت معادل در مدار سری
به جای چند مقاومت سری می‌توان مقاومتی را انتخاب کرد که مقدار آن با مجموع چند مقاومت سری برابر باشد. مقاومتی که به جای چند مقاومت سری قرار می‌گیرد، مقاومت کل یا مقاومت معادل آن چند مقاومت نامیده می‌شود و آن را با R_T نمایش می‌دهند. چنانچه مقاومت معادل جایگزین مقاومت‌های مدار شود، جریان مدار تغییری نخواهد کرد.

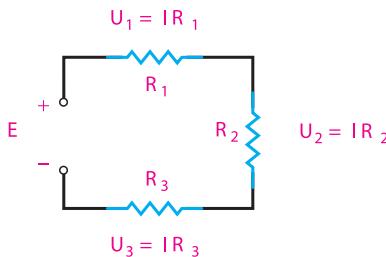


حرف T مخفف چه کلمه‌ای است؟ از طریق بارش فکری و مراجعه به فرهنگ لغت فارسی- انگلیسی پاسخ را باید.

در مدار سری اگر یک یا چند مقاومت را به مدار اضافه کیم، شدت جریان مدار کم می‌شود. لذا برای ثابت نگهداشتن جریان، در حد قبلی باید مقدار نیروی محکم مدار را افزایش دهیم.

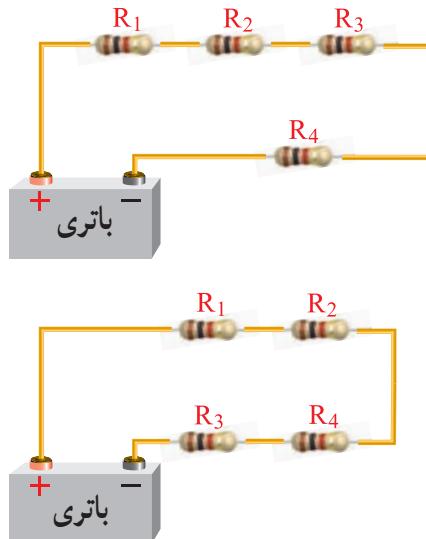
بنابراین در مدار سری با اضافه کردن تعداد مقاومت‌ها و ثابت بودن ولتاژ منبع، شدت جریان کم می‌شود و این نشان می‌دهد که مقاومت معادل یا مقاومت کل مدار، افزایش یافته است. برای محاسبه مقاومت معادل، یعنی مقاومتی که می‌توان آن را جایگزین مجموعه مقاومت‌ها کرد، به طوری که در شدت جریان مدار تغییری ایجاد نشود، به صورت زیر عمل می‌کنیم. مدار شکل ۴-۱۳ را با سه مقاومت R_1 , R_2 و R_3 در نظر می‌گیریم.

در مدار سری شدت جریان در تمام نقاط مدار یکسان است.



شکل ۴-۱۳-۴- مدار سری با سه مقاومت

ترتیب قرار گرفتن مقاومت‌های در مدار سری، تأثیری در مقدار مقاومت کل (معادل) مدار ندارد. شکل ۱۱-۴ جایگزین مقاومت‌های در مدار سری را نشان می‌دهد.



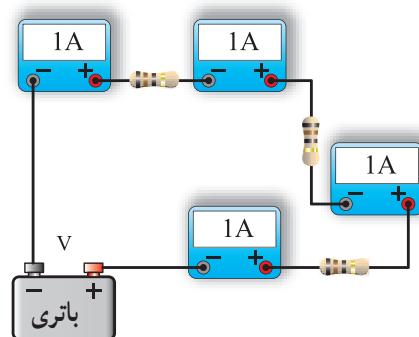
شکل ۱۱-۴- جایگزین مقاومت‌های در اتصال سری

با استفاده از یکی از نرم‌افزارهایی که در اختیار دارید، قوانین اهم و مدارهای سری را به صورت گام به گام تمرین کنید.



۴-۴ جریان، ولتاژ و مقاومت معادل در مدار سری

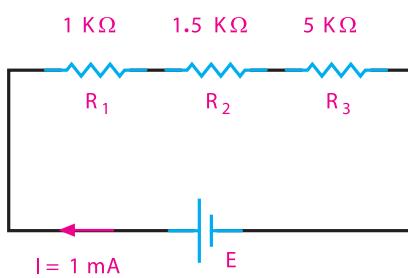
با توجه به آموخته‌های خود در باره مدار سری، مدار موجود در شکل ۱۲-۴ را بررسی و در باره آن بحث کنید.



شکل ۱۲-۴- مدار سری

پاسخ: ۲۵ اهم

تمرین ۲: در مدار شکل ۴-۱۶ ولتاژ منبع تعذیه (E) و افت ولتاژ دوسر مقاومت‌ها را به دست آورید.

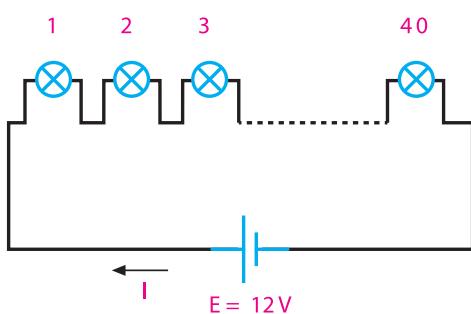


شکل ۴-۱۶—مدار تمرین ۲

پاسخ: $E = 7.5 \text{ V}$



تعداد ۴۰ لامپ مشابه ۶ ولت $\frac{1}{3}$ آمپری را مطابق شکل ۴-۱۷ به طور سری به منبع ولتاژ ۱۲ ولتی اتصال داده ایم. لامپ‌هاروشن نمی‌شوند. با توجه به اینکه همه آنها سالم و اتصالات نیز سالم هستند، علت را شرح دهید.



شکل ۴-۱۷—مدار لامپ‌های سری

۴-۶—تقسیم ولتاژ بین دو مقاومت سری

می‌دانیم که در یک مدار سری، ولتاژ کل به نسبت مستقیم بین مقاومت‌های مدار تقسیم می‌شود، یعنی، هرچه مقدار مقاومت کمتر باشد، افت ولتاژ دوسر آن کمتر و هرچه مقدار مقاومت زیادتر باشد، افت ولتاژ دوسر آن بیشتر

در مدار شکل ۴-۱۳ ولتاژ منبع با جمع افت ولتاژ‌های دو سر مقاومت‌ها برابر است.

بنابراین می‌توانیم بنویسیم :

$$E = U_1 + U_2 + U_3 \quad (1)$$

با توجه به قانون اهم داریم :

$$E = I \cdot R_T, \quad U_1 = IR_1, \quad U_2 = IR_2, \quad U_3 = IR_3 \quad (2)$$

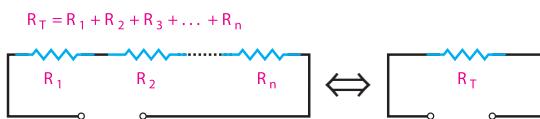
مقادیر روابط ۲ را در رابطه ۱ قرار می‌دهیم.

$$IR_T = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

با حذف جریان‌ها از طرفین تساوی به رابطه مقاومت معادل می‌رسیم.

$$I(R_T) = I(R_1 + R_2 + R_3) \quad R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

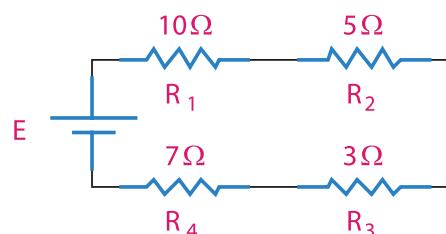
با توجه به اثبات رابطه ذکر شده، مقاومت معادل در یک مدار سری از جمع مقاومت‌های تشکیل دهنده آن مدار به دست می‌آید. شکل ۴-۱۴ حالت کلی رابطه فوق را برای n مقاومت نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۴—مدار سری با n مقاومت

تمرین تعاملی: با توجه به تجربه آموخته‌های خود، تمرین‌های زیر را حل کنید و نتایج را در کلاس به بحث بگذارید.

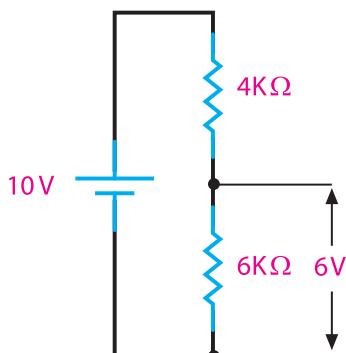
تمرین ۱: مقاومت معادل مدار شکل ۴-۱۵ را به دست آورید.



شکل ۴-۱۵—مدار تمرین ۱

۷-۴- کاربرد بستن مقاومت‌ها به صورت سری با توجه به مطالبی که تاکنون فراگرفته‌اید، می‌توانیم نتیجه بگیریم که در اتصال سری مقاومت‌های اهمی، زمینه‌هایی مانند ساختن مقاومت معادل، کاهش جریان مدار و تقسیم ولتاژ فراهم می‌شود.

اگر بخواهیم از یک ولتاژ مشخص ولتاژ کمتری داشته باشیم، راه عملی آن است که با استفاده از دو مقاومت، افت ولتاژ لازم را تهیه کنیم و مورد استفاده قرار دهیم، مثلاً از ولتاژ 10 V ولت، 6 V مورد نیاز است. برای تأمین این ولتاژ، مطابق شکل ۷-۱۹ منبع 10 V ولتی را با دو مقاومت $4\text{ k}\Omega$ و $6\text{ k}\Omega$ اهمی سری می‌کنیم. سپس از افت ولتاژ روی مقاومت $6\text{ k}\Omega$ که 6 V ولت است، می‌توانیم استفاده نماییم.



شکل ۷-۱۹- تقسیم ولتاژ

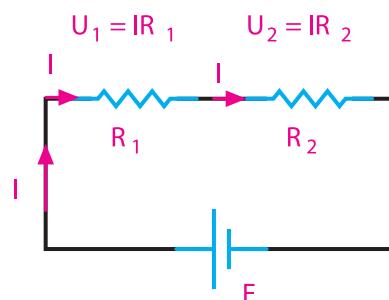


در مدار شکل ۷-۱۹ اگر در دو سر مقاومت $6\text{ k}\Omega$ اهمی مقاومت 10 V اهمی قرار دهیم، آیا مقدار ولتاژ خروجی همان 6 V ولت است؟ پاسخ دهید.



فیلم کاربرد رئوستا و پتانسیومتر را بینید.

است. برای محاسبه افت ولتاژ در مقاومت‌های یک مدار سری، مدار شکل ۷-۱۸ را در نظر می‌گیریم



شکل ۷-۱۸- مدار سری

ولتاژ دوسر R_2 برابر است با مقدار جریان ضربدر مقدار مقاومت R_2 .

$$U_1 = IR_1 \quad (1)$$

جریان کل مدار برابر است با :

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

رابطه ۲ را در رابطه ۱ قرار می‌دهیم.

$$U_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} \times R_1$$

اکنون U_1 را می‌توان به صورت رابطه ۳ نوشت :

$$U_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

رابطه ۳ ولتاژ دوسر مقاومت R_2 را نسبت به ولتاژ کل در مدار سری مشخص می‌کند.

همچنین، به روش مشابه مقدار ولتاژ دوسر R_2 برابر است با :

$$U_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

از مشاهده روابط ۳ و ۴ معلوم می‌شود که تقسیم ولتاژ روی مقاومت‌ها با مقادیر آنها نسبت مستقیم دارد.

با تغییر سر لغزنده از شماره ۲ به ۳ مقدار مقاومت مدار کاهش می‌یابد. با کاهش مقاومت مدار جریان آن افزایش می‌یابد و روشناکی لامپ بیشتر می‌شود. در نقطه ۳ مقاومت R_p حداکثر می‌شود و شدت جریان به حداقل مقدار خود می‌رسد.



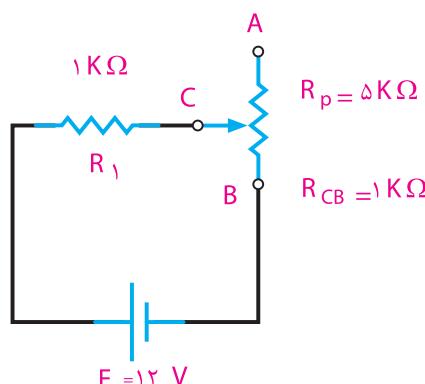
در صورتی که سر لغزنده شماره ۲ را به پایه یک تزدیک کنیم، چه اتفاقی در مدار می‌افتد؟ از طریق بارش فکری بحث را جمع‌بندی کنید.

مثال ۲: شدت جریان مدار شکل ۴-۲۲ را در حالت‌های زیر به دست آورید.

۱- سر لغزنده C در نقطه A قرار دارد.

۲- سر لغزنده C در تزدیکی نقطه B قرار دارد، به طوری که $R_{CB} = 1\text{k}\Omega$ می‌شود.

۳- سر لغزنده بین A و B قرار دارد و آن را دو قسمت می‌کند.



شکل ۴-۲۲- مدار مثال ۲

راه حل:

$$\text{حالت ۱ : } R_T = R_1 + R_p = 1\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega = 6\text{k}\Omega$$

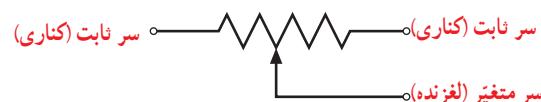
$$I = \frac{12\text{V}}{6 \times 10^3} = 2\text{mA}$$

$$\text{حالت ۲ : } R_T = R_1 + R_{CB} = 1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega = 2\text{k}\Omega$$

$$I = \frac{12\text{V}}{2 \times 10^3} = 6\text{mA}$$

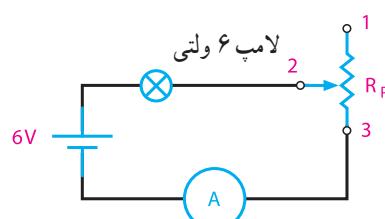
۴-۸- رئوستا و پتانسیومتر

همان‌طور که اشاره شد، برای تقسیم ولتاژ و به دست آوردن ولتاژ دلخواه می‌توانیم از مقاومت‌های ثابت استفاده کنیم. در عمل، بیشتر از مقاومت‌های متغیر استفاده می‌شود، که به وسیله این مقاومت‌های متغیر می‌توان ولتاژ‌های متغیری از حداکثر تا حداقل ولتاژ منبع به دست آورد. مقاومت‌های متغیر به صورت رئوستا و پتانسیومتر در مدار بسته می‌شود. شکل ۴-۲۰ نمای فنی یک مقاومت متغیر را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۰- نماد الکتریکی مقاومت متغیر

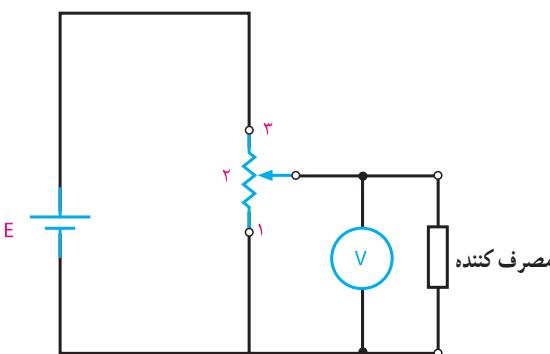
سر لغزنده یا متغیر سری است که می‌تواند روی سطح خارجی مقاومت حرکت کند و مقدار مقاومت را نسبت به سرهای ثابت تغییر دهد. اگر از دو سر مقاومت متغیر یک سر ثابت و یک سر لغزنده در مدار استفاده شود، در این حالت مقاومت متغیر به صورت رئوستا در مدار قرار می‌گیرد. با حرکت سر لغزنده، مقدار مقاومت رئوستا (مقاومت مدار) تغییر می‌کند. با تغییر مقاومت مدار، می‌توانیم شدت جریان مدار را تغییر دهیم. رئوستا برای کنترل شدت جریان مدار به کار می‌رود و در مدار به صورت سری بسته می‌شود. شکل ۴-۲۱ اتصال رئوستا را در مدار نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۱- اتصال رئوستا در مدار

باوصل کردن ولتاژ منبع به دو سر مقاومت متغیر (پتانسیومتر)، و تنظیم سر لغزنه، ولتاژ مورد نیاز را از سر ثابت و سر لغزنه دریافت می‌کیم.

پتانسیومتر در مدار به صورت موازی بسته می‌شود و مقدار ولتاژ مورد نیاز به مصرف‌کننده را تأمین می‌کند.



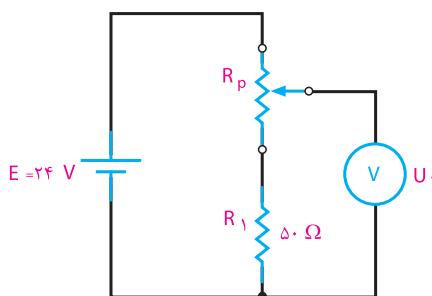
شکل ۴-۲۴—دریافت ولتاژ متغیر

طبق شکل ۴-۲۴ هر قدر سر لغزنه شماره ۲ به پایه شماره ۳ نزدیک‌تر شود، ولتمتر ولتاژ بیشتری را شناس می‌دهد. بنابراین متناسب با ولتاژ مورد نیاز مصرف‌کننده، می‌توان سر لغزنه شماره ۲ را در محل مناسب قرار داد.

پاسخ دهید

آیا مشکلی که در ارتباط با تقسیم ولتاژ با مقاومت ثابت مطرح کردیم، با استفاده از پتانسیومتر بر طرف شده است؟ چرا؟

مثال ۳: در شکل ۴-۲۵ برای دریافت ولتاژ از ۶ تا ۲۴ ولت، چه پتانسیومتری را در مدار قرار می‌دهید؟



شکل ۴-۲۵—مدار مثال ۳

حالت ۳: $R_T = R_1 + \frac{R_p}{2} = 1 + 2 / 5 = 3 / 5 k\Omega$

$$I = \frac{12}{3 / 5} = 20 mA$$

از مثال فوق مشخص می‌شود که مقاومت مدار در حالت ۱ برابر $6 k\Omega$ و شدت جریان $A = 2 mA$ است. در حالت ۲ مقاومت مدار کاهش یافته و به $2 k\Omega$ رسیده است، در نتیجه، شدت جریان افزایش می‌یابد و به $6 mA$ می‌رسد. در حالت ۳ مقدار مقاومت بین حالت ۱ و ۲ قرار دارد و جریان مدار $20 mA$ می‌آمپر است.

بنابراین، با قرار گرفتن یک رئوستا به طور سری در مدار، شدت جریان کنترل می‌شود.

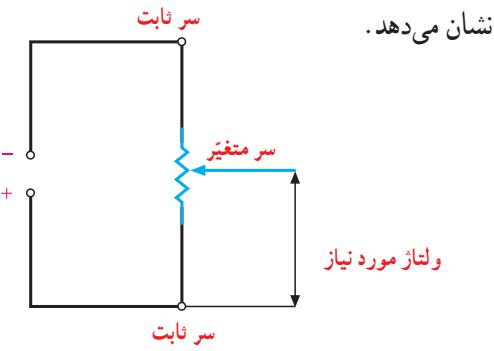


بحث کنید

در مدار شکل ۴-۲۲ اگر پایه C را به A اتصال کوتاه کنیم، چه تغییری در کار مدار ایجاد می‌شود؟ تایج را به کلاس ارائه کنید.

اگر از هر سه سر مقاومت متغیر (دو سر ثابت و یک سر لغزنه) در مدار استفاده شود، مقاومت متغیر به صورت پتانسیومتر در مدار قرار می‌گیرد. با حرکت سر لغزنه، مقدار مقاومت آن نسبت به سرهای ثابت تغییر می‌کند. با قرار دادن ولتاژی به دو سر ثابت می‌توان از سر لغزنه و یکی از سرهای کناری، ولتاژهای متغیر مورد نیاز را دریافت کرد.

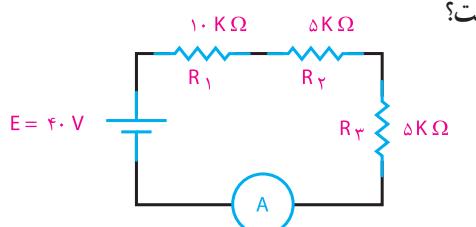
پتانسیومتر را برای دریافت ولتاژهای کمتر از ولتاژ منبع به کار می‌برند. شکل ۴-۲۳ اتصال پتانسیومتر را به مدار نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۳—اتصال پتانسیومتر در مدار

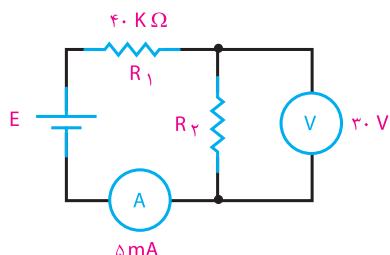
۴ چگونگی استفاده از رئوستا و پتانسیومتر را در مدار با رسم شکل شرح دهید.

۵ در مدار **۴-۲۶** مقدار مقاومت کل و جریان مدار چقدر است؟



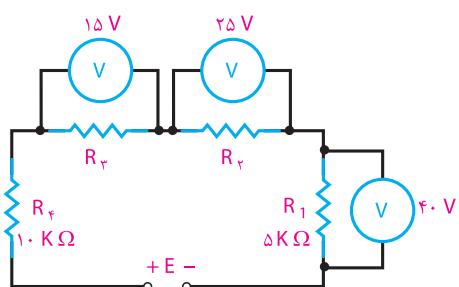
شکل **۴-۲۶** – مدار سؤال **۵**

۶ در مدار شکل **۴-۲۷** مقدار R_2 و E چقدر است؟



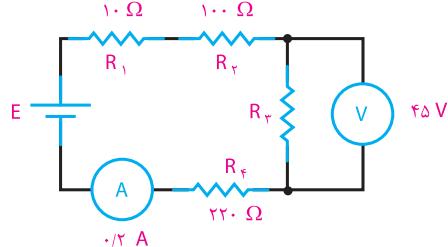
شکل **۴-۲۷** – مدار سؤال **۶**

۷ در مدار شکل **۴-۲۸** مقدار E چقدر است؟



شکل **۴-۲۸** – مدار سؤال **۷**

۸ مقاومت معادل مدار شکل **۴-۲۹** چقدر است؟



شکل **۴-۲۹** – مدار سؤال **۸**

راه حل:

$$U_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_P}$$

$$U_1(R_1 + R_P) = ER_1 \Rightarrow U_1 R_1 + U_1 R_P = ER_1$$

$$U_1 R_P = ER_1 - U_1 R_1$$

$$R_P = \frac{R_1(E - U_1)}{U_1}$$

$$R_P = 50 \times \frac{(24 - 6)}{6} = 150\Omega$$

آیا روش ساده‌تری برای حل مثال **۳** وجود دارد؟ از طریق

بارش فکری پاسخ دهید.



۴-۹ – کاربرد مقاومت‌های متغیر

شدت صدای رادیو و فرستنده‌ها و گیرنده‌های دیگر و نیز روش‌نایاب تصویر تلویزیون به کمک ولوم‌هایی که در جلوی دستگاه تعییه شده‌است، کم و زیاد می‌شود.

این ولوم‌ها چیزی جز مقاومت‌های متغیر نیستند که به صورت رئوستا و پتانسیومتر در مدار قرار گرفته‌اند.

با استفاده از نرم افزاری که در اختیار دارید، مدارهای رئوستا و پتانسیومتر را تمرین کنید.



ویژگی‌های مدارهای سری را بنویسید و در کلاس به بحث بگذارید.



مفهوم کلمه ولوم (volume) را با استفاده از فرهنگ لغت بیابید و از طریق بارش فکری مفهوم آن را نهادینه کنید.



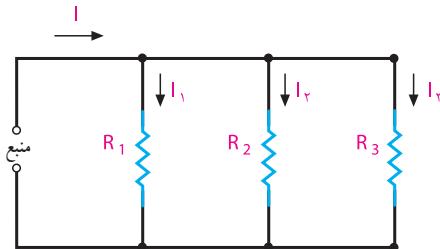
الگوی پرسش (ارزشیابی و احديادگيری ۴ از فصل اول):

۱ یک مدار سری مقاومتی چگونه شکل می‌گیرد؟

۲ ویژگی‌های مدار سری را نام ببرید.

۳ ولتاژ کل در مدار سری با توجه به مقدار مقاومت‌ها به چه نسبتی بین آنها تقسیم می‌شود؟

فیلم مدارهای موازی را بینید.



شکل ۴-۳۲- مدار موازی با چند شاخه

در مدار شکل ۴-۳۲، شدت جریان کل، با مجموع شدت جریان‌های شاخه‌های موازی برابر است، در صورتی که ولتاژ دو سر هر شاخه با ولتاژ دو سر شاخه‌های دیگر مساوی و برابر با ولتاژ دو سر منبع است. از این‌رو با استفاده از روابط قانون اهم، شدت جریان هر شاخه و شدت جریان کل را می‌توان به دست آورد.

$$\text{شدت جریان شاخه } n \text{ ام} = \frac{E}{R_n}$$

$$\text{شدت جریان کل مدار} = I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

در صورت مساوی بودن مقاومت‌های هر شاخه در مدار، جریان عبوری از شاخه‌ها با هم برابر است. در صورت نامساوی بودن مقاومت‌ها، جریان عبوری از هر شاخه به نسبت مقدار مقاومت آن شاخه تغییر خواهد کرد.

نکته

مقدار جریان عبوری از هر شاخه در مدار موازی نسبت عکس با مقدار مقاومت آن شاخه دارد. زیرا :

$$I_{\uparrow}^{\uparrow} = \frac{E}{R_{\downarrow}} \quad \text{یا} \quad I_{\downarrow}^{\uparrow} = \frac{E}{R_{\uparrow}}$$

۱۰-۴- اتصال مقاومت‌ها به طور موازی

اگر بخواهند چند مصرف‌کننده با ولتاژ مساوی را هم‌زمان به یک منبع ولتاژ اتصال دهند، آنها را به صورت موازی به دو سر منبع ولتاژ متصل می‌کنند.

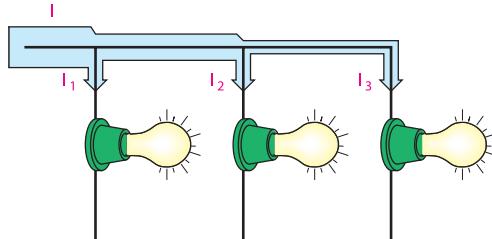
در مدار موازی شکل ۴-۳۰ یک طرف همه مصرف‌کننده‌ها به یک قطب منبع و طرف دیگر همه آنها به قطب دیگر منبع وصل شده است.



شکل ۴-۳۰- اتصال لامپ‌ها به طور موازی

۱۱-۴- ولتاژها در مدار موازی

مقدار ولتاژها در دو سر همه مصرف‌کننده‌ها در اتصال موازی، یکسان و برابر با ولتاژ منبع تغذیه است. بدیهی است در صورت متفاوت بودن مقدار مقاومت مصرف‌کننده جریان عبوری از آنها متفاوت خواهد بود. (شکل ۴-۳۱)



شکل ۴-۳۱ - مسیرهای جریان و اندازه آن در مدار موازی

۱۲-۴- جریان در مدار موازی

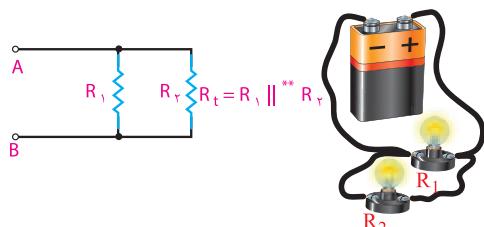
در مدار موازی، بیش از یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد. هریک از مسیرهای موازی را شاخه می‌گویند. در شکل ۴-۳۲ مسیرهای موازی را مشاهده می‌کنید که نقشه فنی آنها در شکل ۴-۳۲ رسم شده است.

حالات خاص

الف) رابطه مقاومت معادل بین دو مقاومت موازی شکل ۴-۳۴ به صورت زیر محاسبه می‌شود.^{۲۹}

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



شکل ۴-۳۴- مدار موازی با دو مقاومت

ب) در صورتی که مقاومت‌های موازی شده باهم مساوی باشند، مقاومت معادل به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$$

تا n

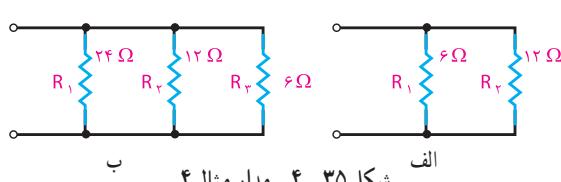
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R} (1+1+\dots+1)$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R} \times n = \frac{n}{R}$$

$$R_t = \frac{R}{n}$$

n تعداد مقاومت‌های موازی شده و R_t یکی از مقاومت‌هاست.

مثال ۴: مقاومت معادل مدارهای شکل ۴-۳۵ را بدست آورید:



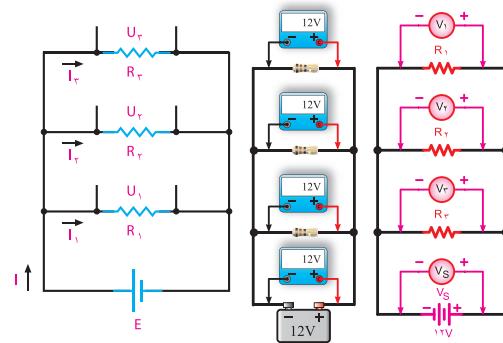
شکل ۴-۳۵- مدار مثال ۴

۱- معمولاً مقاومت معادل در مدار موازی را به R_{eq} نشان می‌دهند. R_{eq} مخفف **equivalent** به معنای معادل است ولی در این کتاب جهت سادگی، مقاومت معادل در مدار موازی نیز با R_t نمایش داده شده است.

۲- علامت دو خط موازی را برای اختصار در به کار بردن کلمه موازی به کار می‌برند، مثلاً $R_1 \parallel R_2$ یعنی R_1 و R_2 موازی است.

۴-۱۳- مقاومت در مدار موازی

مقاآمت معادل: مقاآمت کل (معادل) در مدار موازی، مقاآمتی است که به جای مقاآمتهای موازی قرار می‌گیرد و شدت جریان کل مدار را تغییر نمی‌دهد. در مدار موازی، با افزایش شاخه‌های مدار تعداد مسیرهای جریان زیادتر می‌شود و شدت جریان کل افزایش می‌یابد. در شکل ۴-۳۲ جریان کل و جریان شاخه‌ها مشخص شده است. مدار شکل ۴-۳۳ را با سه مقاومت R_1 , R_2 و R_3 در نظر می‌گیریم.



شکل ۴-۳۳- مدار با سه مقاومت موازی

در مدار موازی ولتاژ منبع با ولتاژ دو سر شاخه‌ها برابر است و جریان کل از مجموع جریان‌های شاخه‌ها به دست می‌آید. با توجه به این نکات می‌توانیم رابطه مربوط به مقدار مقاومت معادل را به دست آوریم.

$$E = U_1 = U_2 = U_3 \quad (1)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (2)$$

طبق قانون اهم می‌توان نوشت:

$$I = \frac{E}{R_t}, \quad I_1 = \frac{E}{R_1}, \quad I_2 = \frac{E}{R_2}, \quad I_3 = \frac{E}{R_3}$$

مقداری معادل جریان‌ها را در رابطه ۲ می‌گذاریم:

$$\frac{E}{R_t} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3}$$

با فاکتور گیری و حذف E از طرفین تساوی، به رابطه ۳ می‌رسیم.

$$\frac{E}{R_t} = E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (3)$$



نتیجه

جريان کل در شاخه‌های موازی با توجه به مقدار مقاومت‌های هر شاخه تقسیم می‌شود (مقاومت کمتر - جریان بیشتر).

I_1 نیز به ترتیب زیر به دست می‌آید.

$$I_1 = \frac{E}{R_1}$$

$$I_1 = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

با حذف R_2 از صورت و مخرج داریم:

$$I_1 = I \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$

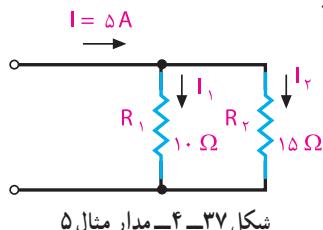


کارگروهی

با توجه به روش به دست آوردن جریان I_1 بر حسب I و مقادیر مقاومت R_1 و R_2 ، اثبات کنید که:

$$I_1 = I \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

مثال ۵: شدت جریان هر شاخه در مدار شکل ۴-۳۷ را به دست آورید.



شکل ۴-۳۷ - مدار مثال ۵

توجه:

رابطه جریان شاخه R_1 :

$$I_1 = I \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

$$I_1 = \frac{5 \times 15}{15 + 10}$$

$$I_1 = \frac{75}{25} = 3A$$

$$I_2 = I - I_1 = 5 - 3 = 2A$$

$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 5 \frac{10}{25} = 2A$$

مقاومت معادل مدار الف برابر است با :

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{72}{18} = 4\Omega$$

همچنین در مدار ب مقاومت معادل برابر است با :

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6}$$

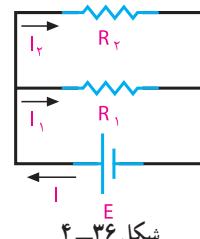
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1+2+4}{24} = \frac{7}{24}, R_t = \frac{24}{7} = 3.43\Omega$$

پ - با توجه به مدار ۴-۳۶ و به کارگیری قانون اهم برای هر شاخه، به این نتیجه می‌رسیم :

$$E = I_1 R_1 \quad (1)$$

$$E = I_2 R_2 \quad (2)$$

$$E = IR_t \quad (3) \text{ برای مقاومت کل}$$



شکل ۴-۳۶

مقاومت معادل مدار فوق برابر است با

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

از رابطه ۱ جریان I_1 را به دست می‌آوریم.

$$I_1 = \frac{E}{R_1} \quad (5)$$

رابطه ۴ را در رابطه ۳ قرار می‌دهیم :

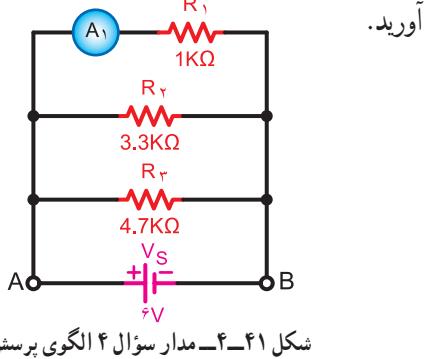
$$E = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

حال اگر مقدار E را در رابطه ۵ جایگزین کنیم، خواهیم داشت :

$$I_1 = \frac{I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_1}$$

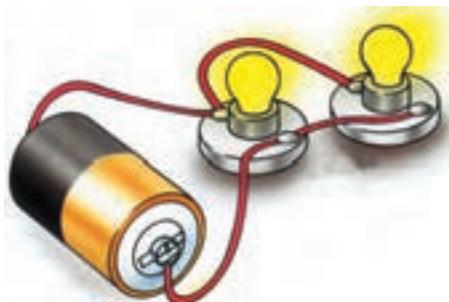
$$I_1 = I \frac{R_1 R_2}{R_1 (R_1 + R_2)} \Rightarrow I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- ۳ ولتاژ هر یک از مقاومت های شکل ۴-۴۰ را به دست آورید.
 ۴ جریان هر یک از مقاومت های شکل ۴-۴۱ را به دست



شکل ۴-۴۱-۴- مدار سؤال ۴ الگوی پرسش

- ۵ دو لامپ با مقاومت داخلی ۴ اهم مطابق شکل ۴-۴۲ با هم موازی شده اند و به باتری $1/5$ ولتی اتصال می یابند. جریان کل عبوری از مدار و جریان هر یک از لامپ ها چقدر است؟



شکل ۴-۴۲-۴- مدار سؤال ۵ الگوی پرسش

- ۶ در مداری با چهار مقاومت مساوی $10\text{ k}\Omega$ به صورت موازی بسته شده اند، مقاومت معادل از رابطه به دست می آید و مقدار مقاومت معادل برابر با است.

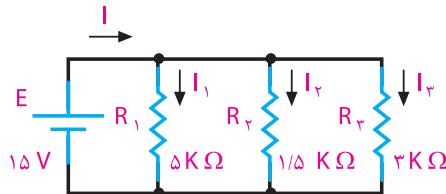
- ۷ در مدار موازی، مقاومت کل از کوچک ترین مقاومت بزرگ تر است.

درست نادرست

- ۸ در مدار موازی، جریان مقاومت کوچک تر از جریان بقیه مقاومت ها بزرگ تر است.

درست نادرست

- مثال ۶:** در مدار شکل ۴-۳۸ شدت جریان هر شاخه و شدت جریان کل را به دست آورید.



شکل ۴-۳۸-۴- مدار مثال ۶

راه حل:

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{15\text{V}}{5 \times 10^3} = 3\text{mA}$$

$$I_Y = \frac{E}{R_Y} = \frac{15\text{V}}{1/5 \times 10^3} = 10\text{mA}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{15\text{V}}{3 \times 10^3} = 5\text{mA}$$

$$I = I_1 + I_Y + I_T$$

$$I = 3 + 10 + 5 = 18\text{mA}$$

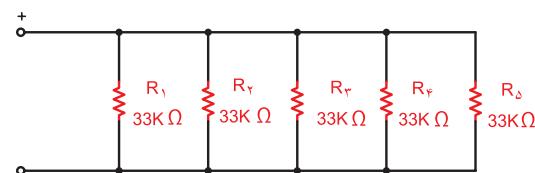


فعالیت

ویرگی های مدارهای موازی را بنویسید و در کلاس به بحث بگذارید.

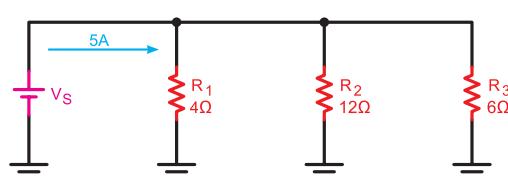
الگوی پرسش (ارزشیابی و احديادگيري ۴ از فصل اول) :

- ۱ مقاومت معادل را در شکل ۴-۳۹ به دست آورید.



شکل ۴-۳۹-۴- مدار سؤال ۱ الگوی پرسش

- ۲ با توجه به مدار شکل ۴-۴۰ مقدار ولتاژ منع تغذیه را محاسبه کنید.



شکل ۴-۴۰-۴- مدار سؤال ۲ الگوی پرسش

ارزشیابی شایستگی پودمان ۱ : مبانی الکتریسیته

رشته تحصیلی: الکترونیک		پایه: دهم	سال تحصیلی: ۹۷-۱۳۹۶	کد کتاب: ۲۷۵۰۲۱۰
عنوان پودمان		کد درس:	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	کد رشته:
نمره	شاخص تحقیق		استاندارد عملکرد	
۳	اجرای کلیه بندها و طرح مسئله های چالش برانگیز درباره قانون اهم	بالاتر از حد انتظار	۱- فعالیتهای علمی دانشمندان مرتبط با رشته	۱- کلیات، کمیت ها و مفاهیم الکتریکی
۲	اجرای بندهای ۴، ۳، ۲ و ۵	در حد انتظار	۲- وظایف شاغلین مرتبه با رشته ۳- پس ماندهای رشته الکترونیکی و راه های کاهش آن	۲- قوانین الکتریسیته
۱	اجرای بندهای ۱، ۲ و ۳	پایین تر از حد انتظار	۴- تبدیل یکاها ۵- به کارگیری قانون اهم و انجام محاسبه در مدارهای سری و موازی	پودمان ۱ : مبانی الکتریسیته
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان				
نمره پودمان از ۲۰				
<p>- نمره شایستگی پودمان منحصراً شامل نمرات ۱، ۲ یا ۳ است.</p> <p>- زمانی هنرجو شایستگی کسب می کند که در ارزشیابی پودمان حداقل نمره شایستگی ۲ را اخذ کند.</p> <p>- حداقل نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.</p> <p>- نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه پودمان ها، شایستگی مورد نیاز را کسب نماید.</p>				



پودمان دوم

مدارهای الکتریکی DC

واحد یادگیری ۵ : کسب شایستگی در حل مسائل مدارهای سری، موازی، «سری موازی».

واحد یادگیری ۶ : کسب شایستگی در استفاده از قوانین کلیدی حاکم بر مدارهای الکتریکی در حل مسائل مرتبط با مدارهای الکتریکی با توجه به استاندارد عملکرد در دنیای کار.

واحد یادگیری ۷ : کسب شایستگی در اتصال بیل‌ها و باتری‌ها و اجرای محاسبات مربوطه.

واحد یادگیری ۸ : کسب شایستگی در تحلیل رفتار سلف و خازن در جریان مستقیم و انجام محاسبات مربوطه.

واحد یادگیری ۵

مدارهای سری-موازی و ترکیبی

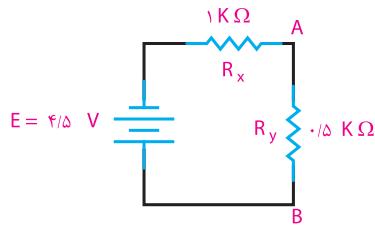
۱-۵-۱ مدارهای ترکیبی (سری-موازی)

(معادل مقاومت‌های موازی R_2 و R_4) با هم به صورت سری بسته شده‌اند، لذا معادل آن دو، یعنی R_t ، برابر است با :

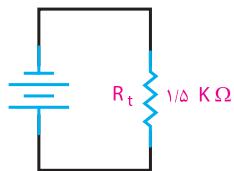
$$R_t = R_x + R_y$$

$$R_t = 1 + \frac{1}{5} = 1/5 \text{ k}\Omega$$

در شکل‌های ۵-۲ و ۵-۳ مدارهای هر یک از مراحل رسم شده است.



شکل ۵-۲- مدار اصلی معادل R_x و R_y



شکل ۵-۳- مدار معادل نهایی

جریان کل از رابطه زیر به دست می‌آید.

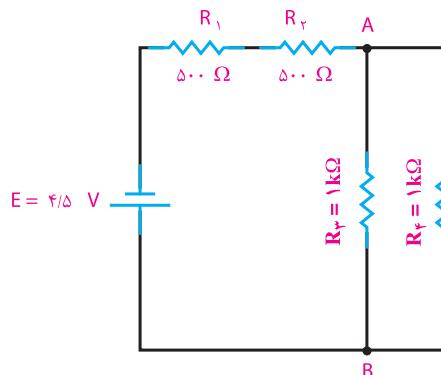
$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{4/5 \text{ V}}{1/5 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$

در شکل ۲-۵ شدت جریان کل از مقاومت معادل R_x عبور می‌کند. با داشتن جریان عبوری از R_x می‌توان افت ولتاژ دوسران را حساب کرد.

$$U_{R_x} = I \cdot R_x$$

$$U_{R_x} = 3 \text{ mA} \times 1 \text{ k}\Omega = 3 \text{ V}$$

مدار ترکیبی «سری موازی» به مداری گفته می‌شود که در آن ترکیبی از مقاومت‌های سری و موازی وجود داشته باشد. در شکل ۱-۵-۱ نقشه فنی مدار «سری - موازی» اهمی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۵-۱- مدار مختلط (سری-موازی)

مدارهای «سری-موازی» از قوانین مربوط به مدار سری و موازی تبعیت می‌کنند. مثلاً در شکل ۱-۵-۱ مقاومت‌های R_1 و R_2 به طور سری و مقاومت‌های R_x و R_y به طور موازی بسته شده‌اند.

مقاومت معادل قسمت سری را R_x می‌نامیم. مقدار R_x برابر است با :

$$R_x = R_1 + R_2$$

$$R_x = 500 + 500 = 1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$$

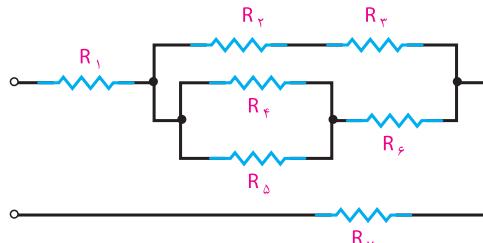
مقاومت معادل قسمت موازی را R_y می‌نامیم. مقدار R_y برابر است با :

$$R_y = R_1 \parallel R_2$$

$$R_y = \frac{1000}{2} = 500 \Omega = 0.5 \text{ k}\Omega$$

مقاومت R_x ، R_y ، (معادل مقاومت‌های سری R_1 و R_2) و R_t را مشاهده می‌کنید.

مثال ۲: در مدار شکل ۵ مقاومت‌های سری و موازی را با استفاده از نمادهای تعریف شده بنویسید.



شکل ۵-۵ مدار مثال ۲

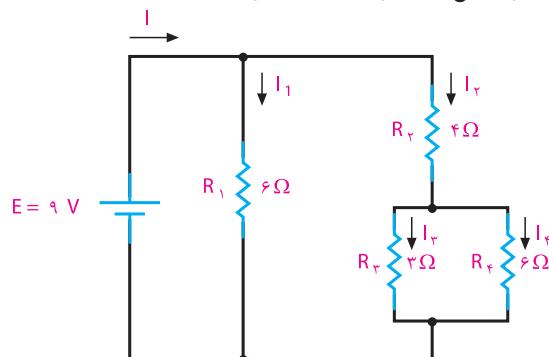
حل :

$$R_t = R_1 + \{(R_2 + R_3) \parallel [(R_4 \parallel R_5) + R_6]\} + R_7$$



از طریق بارش فکری، موارد کاربرد مدارهای ترکیبی را در دستگاههای الکترونیکی باید و نتیجه‌گیری کنید.

مثال ۳: مقاومت معادل، جریان کل و جریان هر شاخه از مدار شکل ۵-۶ را به دست آورید.



شکل ۵-۶ مدار مثال ۳

حل :

$$R_{3,4} = R_3 \parallel R_4 = \frac{3 \times 4}{3+4} = 2\Omega$$

$$R_{3,4} + R_2 = 2\Omega + 4\Omega = 6\Omega$$

$$R_t = R_1 \parallel R_{2,3,4} = \frac{6\Omega}{2} = 3\Omega$$

مقاآمت کل

$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{9V}{3\Omega} = 3A$$

شدّت جریان کل

ولتاژ دو سر بخش موازی (R_Y) یعنی U_{AB} برابر است با :

$$U_{AB} = E - UR_X$$

$$U_{AB} = UR_Y = \frac{4}{5}V - 3V = 1/5V$$

جریان کل، بعد از عبور از مقاومت‌های R_1 و R_2 در نقطه A تقسیم می‌شود. جریان هر شاخه را محاسبه می‌کنیم.

$$I_{R_3} = \frac{U_{AB}}{R_3} = \frac{1/5V}{1k\Omega} = 1/5mA$$

$$I_{R_4} = \frac{U_{AB}}{R_4} = \frac{1/5V}{1k\Omega} = 1/5mA$$

نکته

برای حل مدارهای ترکیبی معمولاً R_x و R_y را به صورت $R_{1,2}$ و $R_{2,4}$ نشان می‌دهند، که منظور از $R_{1,2}$ مجموعه سری مقاومت R_1 و R_2 و منظور از $R_{2,4}$ مجموعه موازی مقاومت‌های R_3 و R_4 است.



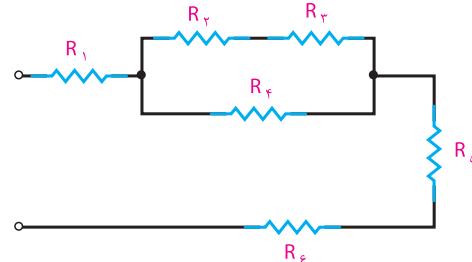
برای حل مدارهای ترکیبی معمولاً R_x و R_y را به صورت $R_{1,2}$ و $R_{2,4}$ نشان می‌دهند، که منظور از $R_{1,2}$ مجموعه سری مقاومت R_1 و R_2 و منظور از $R_{2,4}$ مجموعه موازی مقاومت‌های R_3 و R_4 است.



پاسخ دهید

آیا روش دیگری برای محاسبه جریان‌های I_{R2} و I_{R4} وجود دارد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، جریان‌ها را با روش پیشنهادی خود محاسبه کنید.

مثال ۴: در مدار شکل ۴-۵ مشخص کنید کدام مقاومت‌ها با هم سری و کدام مقاومت‌ها با هم موازی هستند؟



شکل ۴-۵ مدار مثال ۴

حل : R_2 و R_3 با هم سری، $R_{2,3}$ با R_4 موازی و R_5 و R_6 با هم سری‌اند. خلاصه این توضیح را به صورت زیر می‌توان نوشت :

$$R_t = R_1 + [(R_2 + R_3) \parallel R_4] + R_5 + R_6$$

حل : با محاسبه مقاومت معادل، شدت جریان کل را به دست می آوریم.

$$R_{\text{t}} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{15\Omega}{2} + 25\Omega = 25\Omega$$

$$I_t = \frac{E}{R_{\text{t}}} = \frac{9V}{25\Omega} = 0.36A$$

$$R_{\text{t}} = 15\Omega + 25\Omega = 40\Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{t}}} = \frac{9V}{40\Omega} = 0.225A$$

$$I = 1A$$

افت ولتاژ دوسر R_2 از حاصل ضرب شدت جریان عبوری از آن در مقدار R_1 به دست می آید.

$$U_{R_1} = R_1 I_1$$

$$I = I_1 = 1A$$

$$U_{R_1} = 15\Omega \times 1A = 15V$$

یا

$$U_{R_{2,3}} = U_{R_2} = U_{R_3} = E - U_{R_1} = 9V - 15V = 25V$$



فکر کنید

آیا روش دیگری برای محاسبه افت ولتاژ $V_{R_{2,3}}$ وجود دارد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، مسئله را با روش‌های پیشنهادی خود حل کنید.

چون R_2 و R_3 با هم مساوی‌اند، شدت جریان کل به نسبت

مساوی بین آن دو تقسیم می‌شود، یعنی:

$$I_2 = I_3 = \frac{1A}{2} = 0.5A$$

$$U_{R_2} = I_2 R_2$$

$$U_{R_2} = 0.5A \times 50\Omega = 25V$$



نرم افزار

با استفاده از نرم‌افزاری که در اختیار دارید، مدارهای ترکیبی، سری و موازی را تمرین کنید.

بررسی کنید چرا مقاومت R_T برابر $\frac{6}{2} = 3$ اهم به دست آمده است؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

شدت جریان I_1 از تقسیم کردن ولتاژ منبع بر R_1 به دست می‌آید.

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{9V}{6\Omega} = 1.5A$$

شدت جریان I_2 پس از عبور از R_2 به I_3 و I_4 تقسیم می‌شود؛ بنابراین، جریان I_2 برابر است با:

$$I_2 = I_{3,4} = \frac{E}{R_{3,4}} = \frac{9V}{6\Omega} = 1.5A$$

شدت جریان I_2 را از طریق تقسیم جریان I_2 بین R_2 و R_3 محاسبه می‌کنیم.

$$I_3 = I_2 \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

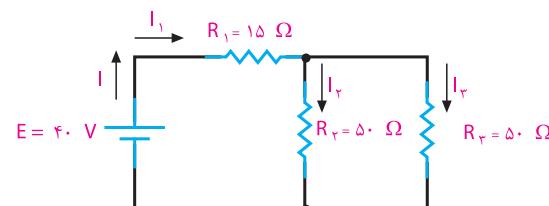
$$I_3 = \frac{1.5A \times 6\Omega}{(6+3)\Omega} = 1A$$

جریان I_4 از تفاضل شدت جریان‌های I_2 و I_3 به دست می‌آید. چرا؟

$$I_4 = I_2 - I_3$$

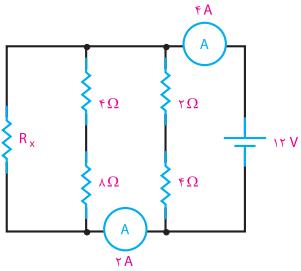
$$I_4 = 1.5A - 1A = 0.5A$$

مثال ۴ : افت ولتاژ دوسر R_2 و R_3 را در مدار شکل ۵-۷ حساب کنید.



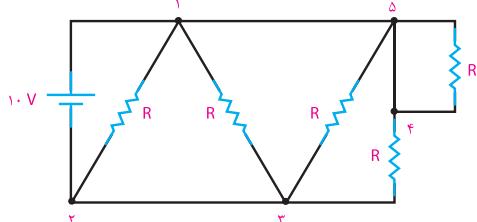
شکل ۵-۷ مدار مثال ۴

۱۰ مقدار مقاومت R_x در مدار شکل ۱۱-۵ را محاسبه کنید.



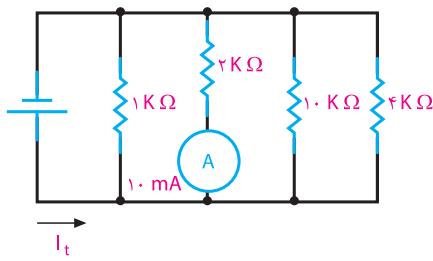
شکل ۱۱-۵- مدار سؤال ۱۰

۱۱ در شکل ۱۲-۵ اختلاف پتانسیل های $U_{۱۲}$, $U_{۱۳}$, $U_{۲۳}$, $U_{۴۳}$, $U_{۵۴}$ و $U_{۱۵}$ را محاسبه کنید.



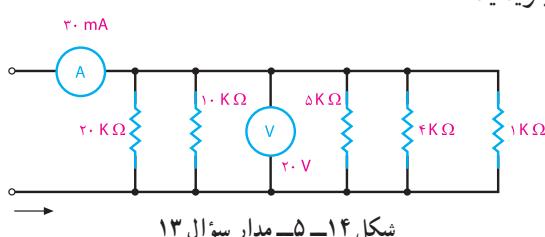
شکل ۱۲-۵- مدار سؤال ۱۱

۱۲ در مدار شکل ۱۳-۵، جریان کل I_t را محاسبه کنید.



شکل ۱۳-۵- مدار سؤال ۱۲

۱۳ در مدار شکل ۱۴-۵ کدام مقاومت باز شود (از مدار جدا شود) تا دستگاه های اندازه گیری مقدار داده شده در شکل را نشان دهند؟ فرایند محاسبات را با ذکر دلیل بنویسید.

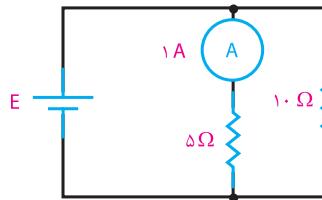


شکل ۱۴-۵- مدار سؤال ۱۳

الگوی پرسش (ارزشیابی واحد یادگیری ۵ از فصل دوم):

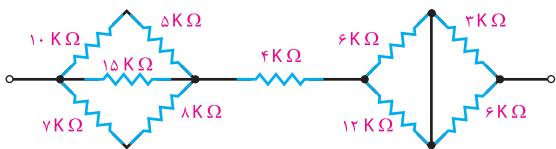
- ۱ چرا مقاومتها را موازی می بندند؟
- ۲ مقاومت معادل مدار موازی را تعریف کنید.
- ۳ حالتهای خاص را در محاسبه مقاومت معادل توضیح دهید.
- ۴ در مدار موازی، جریان کل چگونه بین شاخه ها تقسیم می شود؟

- ۵ مدار ترکیبی از چه قوانینی پیروی می کند؟
- ۶ مصرف کننده های برقی به چه صورت به شبکه بسته می شوند؟
- ۷ در شکل ۱۵-۸ ولتاژ باتری (E) و جریان کل را محاسبه کنید.



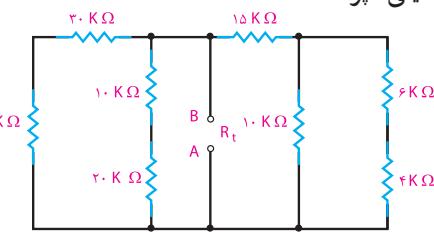
شکل ۱۵-۸ مدار سؤال ۷

۸ مقاومت معادل مدار شکل ۱۵-۹ را محاسبه کنید.



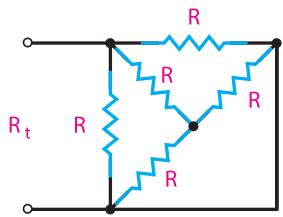
شکل ۱۵-۹ مدار سؤال ۸

۹ مقاومت معادل مدار R_t بین دو نقطه A و B در مدار شکل ۱۵-۱۰ را محاسبه کنید. اگر بین دو نقطه A و B منبع ولتاژ ۱۰۰۰ ولتی وصل شود، جریان کل عبوری از مدار چند میلی آمپر است؟



شکل ۱۵-۱۰ مدار سؤال ۹

۱۶ در مدار شکل ۵-۱۷ مقاومت معادل R_t را محاسبه کنید.

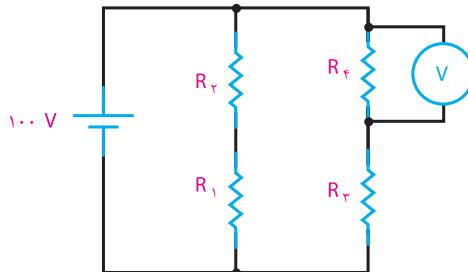


شکل ۵-۱۷—مدار سؤال ۱۶



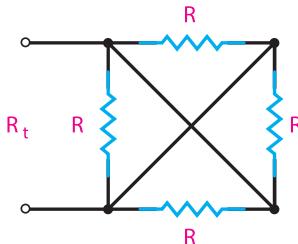
هریک از مدارهای مربوط به این الگوی پرسش را به صورت نرم‌افزاری بیندید و صحت نتایج را با پاسخ‌های خود مقایسه کنید.

۱۷ در مدار شکل ۵-۱۵ در چه صورت ولت‌متر عدد صفر را نشان می‌دهد؟ فرایند محاسبات را با ذکر دلیل بنویسید.



شکل ۵-۱۵—مدار سؤال ۱۷

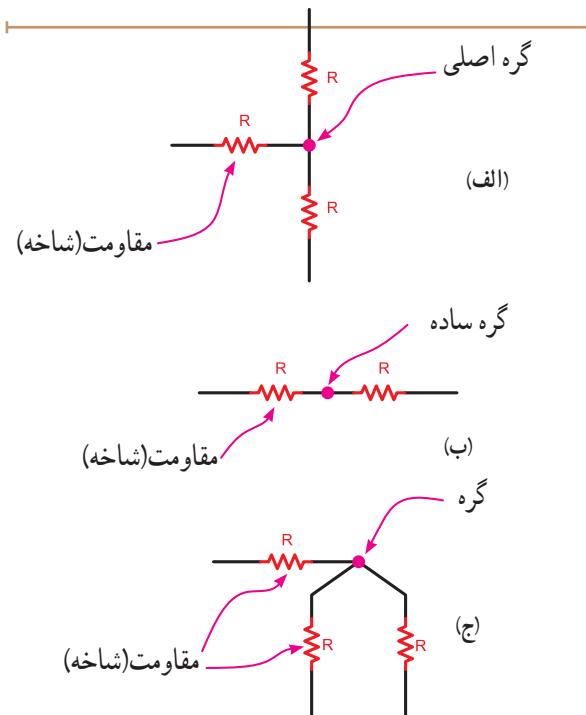
۱۸ در شکل ۵-۱۶ مقادیر R_t را محاسبه کنید.



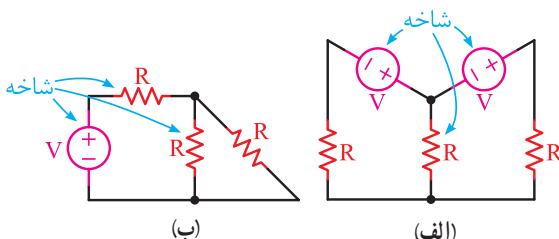
شکل ۵-۱۶—مدار سؤال ۱۸

واحد یادگیری ۶

قوانين حاکم بر مدارهای الکتریکی



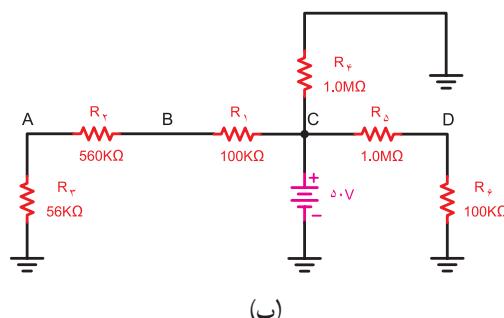
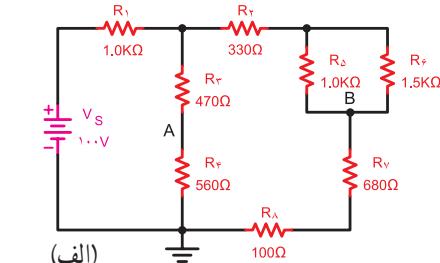
● **تعریف شاخه:** اصطلاحاً در مدارهای الکتریکی مسیری که بین دو گره قرار می‌گیرد را یک «شاخه» می‌نامند، شکل ۶-۳. معمولاً در هر شاخه یک قطعه یا چند قطعه به صورت سری قرار می‌گیرد.



۱-۶- قوانین کیرشهف

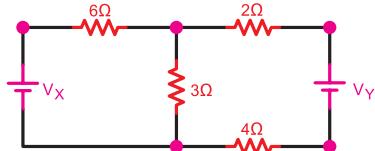
در برخی موارد برای حل مدارهای الکتریکی پیچیده‌ای مانند شکل ۶-۱ استفاده از قانون اهم به تنها ی کافی نیست و به کارگیری روش‌های قانون دیگر مربوط به الکتریسیته نیز لازم است.

در سال ۱۸۷۵ میلادی کیرشهف براساس آزمایش‌ها و تحقیقاتی که انجام داد نظریات خود را در قالب دو قانون بیان داشت. پیش از بررسی قوانین کیرشهف باید با تعاریف شاخه، گره و حلقه آشنا شویم.

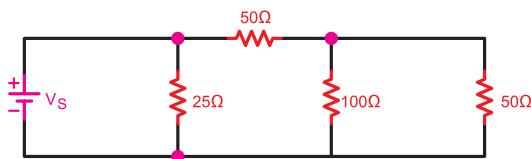


● **تعریف گره:** محل اتصال بیش از دو شاخه در یک مدار الکتریکی را «گره اصلی» می‌نامند. شکل ۶-۲ نمونه‌هایی از گره‌های مختلف را نشان می‌دهد. در صورتی که دو قطعه به هم وصل شوند، نقطه اتصال آنها می‌تواند یک گره ساده (فرعی) فرض شود.

فیلم



الف) تعداد گره‌های مدار ۵ گره است



ب) تعداد گره‌های مدار ۳ گره است

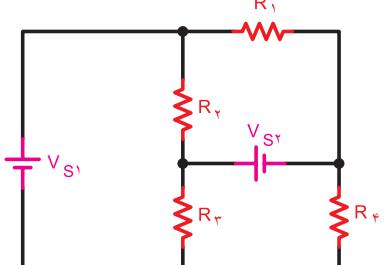
شکل ۶-۶— حل مدارهای مثال ۱



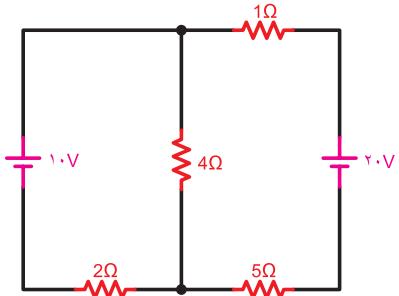
نکته

توجه داشته باشید که محل اتصال منبع به مدار یا قطعه یک گره محسوب می‌شود.

مثال ۲: تعداد (حلقه) مسیرهای عبور جریان در تصاویر ۶-۷ را مشخص کنید.



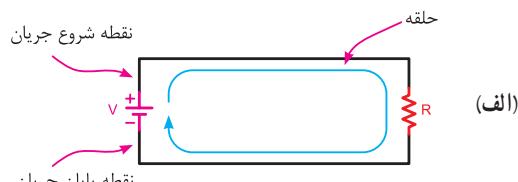
(الف)



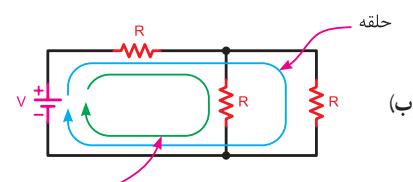
(ب)

شکل ۶-۷— مدارهای مثال ۲

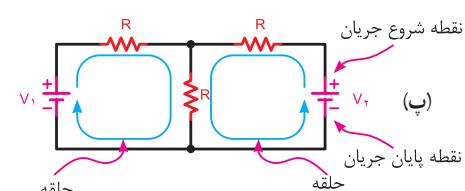
• تعریف حلقه: هرگاه در مداری از نقطه‌ای در مسیر جریان شروع به حرکت کنیم و دوباره به آن نقطه برسیم، مسیر طی شده را «مدار کامل» یا «حلقه» می‌نامند. در شکل ۶-۴ سه نمونه از انواع حلقه‌های مختلف را مشاهده می‌کنید.



الف)



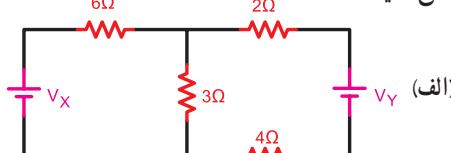
ب)



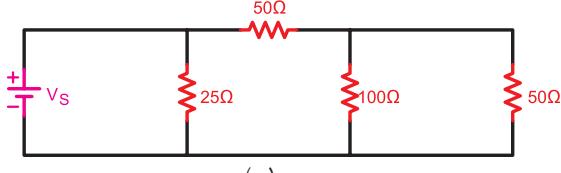
ب)

شکل ۶-۴— نمونه‌هایی از حلقه در مدارهای الکتریکی

مثال ۱: تعداد گره‌های موجود در تصاویر شکل ۶-۵ را مشخص کنید.



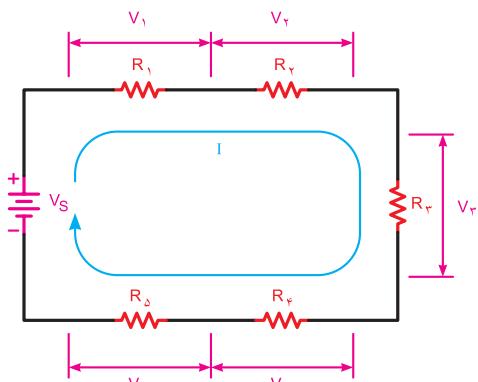
الف)



ب)

شکل ۶-۵— مدارهای مثال ۱

حل: با توجه به تعریف گره می‌توان گره‌های موجود در مدارهای الف و ب را مطابق شکل ۶-۶ مشخص کرد. تعداد گره‌های مدار الف ۵ گره و مدار ب برابر ۳ گره است.

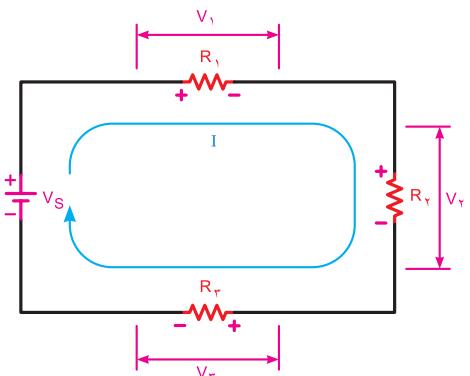


شکل ۶-۹ - قانون ولتاژها

توجه!

در مدارهای الکتریکی منابع تغذیه (باتری‌ها) را نیروی حرکت و ولتاژ دو سر مقاومت‌ها و سایر مصرف‌کننده‌ها را افت و لتاژ در نظر می‌گیرند. در ضمن در صورتی که منابع تغذیه به صورت مخالف بسته شده باشند، باید جمع جبری آن در نظر گرفته شود.

شکل ۱۰-۶ - یک مدار الکتریکی با سه مقاومت را نشان می‌دهد. در این مدار معادله KVL را می‌نویسیم:



شکل ۱۰-۶ - مداری با سه مقاومت

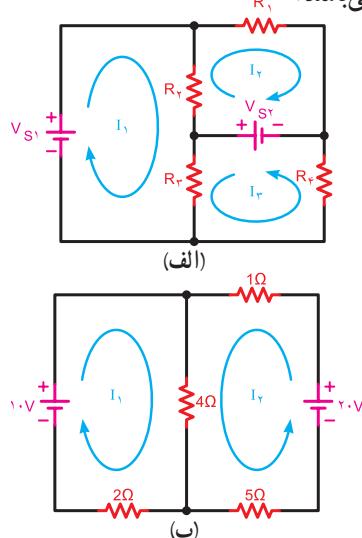
$$\Sigma V = \Sigma RI$$

$$V = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

یا

$$+R_1 I + R_2 I + R_3 I - V = 0$$

حل: برای مشخص کردن تعداد حلقه‌های هر مداری باید از تعریف حلقه متوجه شویم که در این صورت و مطابق شکل ۶-۸ تعداد حلقه‌های مدار الف برابر ۶ و مدار ب معادل ۳ می‌باشد.



شکل ۶-۸ - حل مدارهای مثال ۲

با توجه به تعریف حلقه، در هر مدار می‌توانیم تعدادی حلقه اصلی و تعدادی حلقه مرتبط داشته باشیم. در شکل ۶-۸ الف و ب تعداد حلقه‌های اصلی را نشان داده‌ایم.

کارگروهی

در مدارهای شکل ۶-۸ سایر حلقه‌ها را مشخص و در باره آن بحث کنید. نتایج را به کلاس درس ارائه دهید.

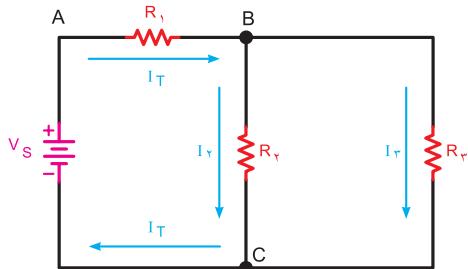
۶-۲ - قانون ولتاژها (KVL)

براساس این قانون در یک حلقه بسته مجموع افت ولتاژها برابر با مجموع نیروهای حرکت (ولتاژها) موجود در حلقه است، (شکل ۹-۶).

$$\Sigma V = \Sigma RI$$

به عبارت دیگر مجموع جبری نیروهای حرکت و افت ولتاژهای موجود در هر حلقه بسته مساوی با صفر است.
 $\Sigma V - \Sigma RI = 0$

۱-KVL - Kirchhoff's Voltage Law
 ۲-(زیگما) به معنی مجموع است.

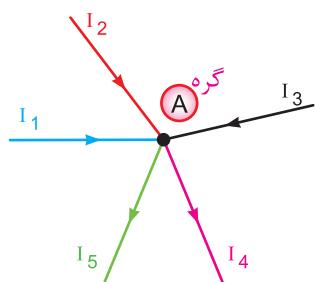


شکل ۱۲-۶- قانون جریان‌ها برای گره‌های B و C

در شکل ۱۲-۶ وضعیت گره A از نظر جریان‌های ورودی A و خروجی مشخص شده است. معادله KCL برای گره A به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

مجموع جریان‌های خروجی = مجموع جریان‌های ورودی



شکل ۱۳-۶- قانون جریان‌ها برای گره

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

یا

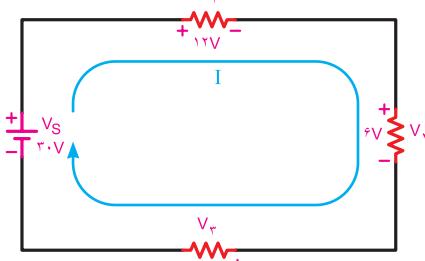
$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$



توجه

انتخاب علامت مثبت یا منفی برای جریان‌های وارد شده و خارج شده به یک گره، قراردادی است و هیچ‌گونه محدودیتی ندارد. اما باید توجه داشته باشید برای یک گره جریان، باید از یک قانون تبعیت کنید. یعنی همه جریان‌های ورودی مثبت یا منفی باشد، نمی‌توانید یکی از جریان‌های ورودی به گره را مثبت و دیگری را منفی بگیرید. در شکل ۱۴ الف و ب هر دو حالت نشان داده شده است.

مثال ۳: مقدار ولتاژ V_2 شکل ۱۱-۶ چند ولت است.



شکل ۱۱-۶- مدار مثال ۳

حل :

$$V_1 + V_2 + V_3 - V_s = 0$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_s$$

$$V_2 = V_s - (V_1 + V_3)$$

$$V_2 = 30 - (6+12)$$

$$V_2 = 12V$$



بررسی کنید آیا رابطه :

$$V_1 + V_2 + V_3 - V_s = 0$$

و رابطه :

$$V_s - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

مشابه است؟ با ذکر دلیل در کلاس درس توضیح دهید.

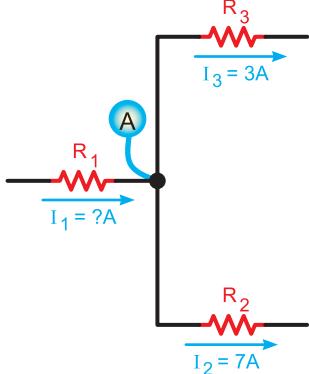
۱۶-۳- قانون جریان‌ها (KCL)^۱

براساس قانون جریان‌ها در هر یک از گره‌های موجود در هر مدار الکتریکی، مجموع جریان‌های وارد شده به گره با مجموع جریان‌های خارج شده از گره برابر است، (شکل ۱۶-۱۲).

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

به عبارت دیگر مجموع جری جریان‌های وارد شده به گره و جریان‌های خارج شده از آن برابر با صفر است. (شکل ۱۶-۱۳).

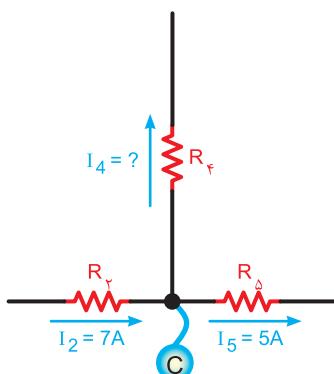
$$\sum I = 0$$



شکل ۱۶-۶- جریان‌های گره A

شکل ۱۷-۶- جهت جریان‌ها را برای گره C نشان می‌دهد، پس معادله KCL را فقط برای حالتی در گره می‌توان نوشت که جریان I_4 از گره خارج می‌شود.

$$I_4 = I_1 + I_5 \Rightarrow I_4 = I_1 - I_5 = 7 - 5 = 2 \text{ A}$$

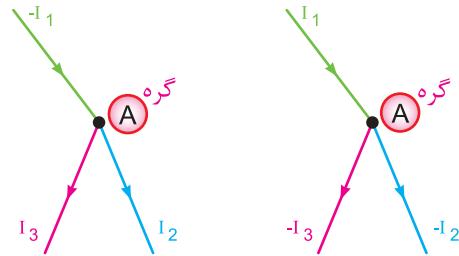


شکل ۱۷-۶- جریان‌های گره C

در گره B شکل ۱۸-۶ چون جریان‌های I_2 و I_4 وارد می‌شوند. بنابر قاعده KCL جریان I_6 باید از نقطه B خارج شود. پس مقدار I_6 برابر است با :

$$I_6 = I_2 + I_4 = 7 + 2 = 9 \text{ A}$$

$$I_6 = 9 \text{ A}$$



(الف) جریان‌های ورودی مثبت
جریان‌های خروجی منفی

$$I_3 + I_2 - I_1 = 0$$

شکل ۱۴-۶- انتخاب علامت برای جهت جریان‌ها در یک گره

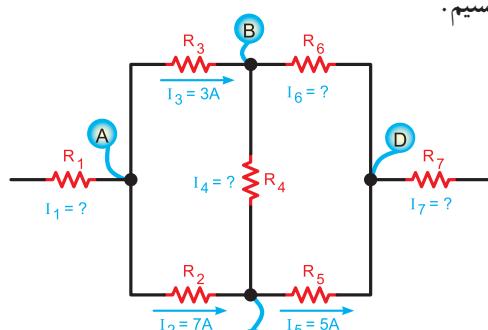


بحث کنید

آیا در یک گره جریان، همه جریان‌ها می‌توانند وارد گره شوند؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

مثال ۴ : مقدار و جهت جریان در هریک از مقاومت‌های شکل ۱۵-۶ را به دست آورید.

حل : برای مشخص شدن مقدار و جهت جریان‌ها باید معادله KCL را برای هر یک از گره‌های A، B، C، D بنویسیم.



شکل ۱۵-۶- حل مدار مثال ۴

در گره A دو جریان I_1 و I_2 خارج می‌شود. لذا جریان I_1 بر آن وارد می‌شود در شکل ۱۶-۶ با نوشتن معادله KCL جریان I_1 قابل محاسبه است :

$$I_1 = I_2 + I_3 = 7 + 3$$

$$I_1 = 10 \text{ A}$$

مثال ۵ : جریان مقاومت R_2 در شکل ۶-۲۰ چند میلیآمپر به

دست می آید :

با نوشتن معادله KCL در گره A مقدار جریان I_2 محاسبه می شود.

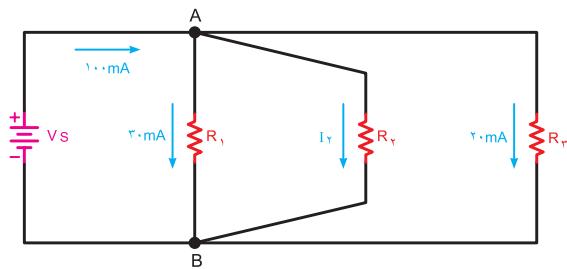
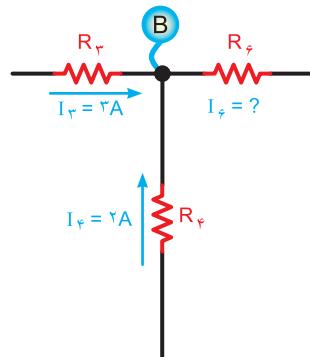
$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_2 = I_T - (I_1 + I_3)$$

$$I_2 = 100 - (30 + 20)$$

$$I_2 = 50 \text{ mA}$$



شکل ۶-۲۰ مدار مثال ۵

شکل ۱۸-۶- جریان های گره B

همان طوری که در شکل ۱۹-۶ مشاهده می شود، جریان های I_4 و I_5 به گره D وارد می شوند. بنابراین با نوشتن KCL برای گره D معلوم می شود که جهت جریان I_4 باید به گونه ای باشد که از گره خارج شود، بنابراین داریم :

$$I_4 = I_5 = 5 + 5 = 10 \text{ A}$$

$$I_\phi = 10 \text{ A}$$

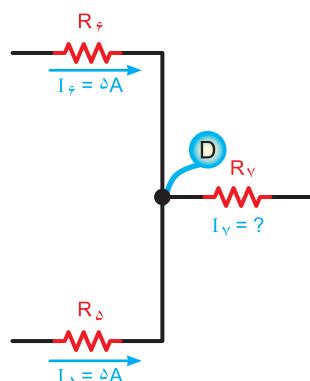
الگوی پرسش (ارزشیابی و احديادگيري ۶ از فصل دوم) :

۱- کدام گزینه تعیین کننده اجزای اصلی یک مدار است؟

- الف) منبع تغذیه، فیوز، سیم های رابط
- ب) منبع تغذیه، کلید، فیوز
- پ) سیم های رابط، بار، منبع تغذیه
- ت) سیم های رابط، کلید، بار

۲- نقش اصلی فیوز در مدارهای الکتریکی است.

- الف) حفاظت مدار در مقابل قطع برق
- ب) حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه
- پ) هدایت جریان الکتریکی
- ت) برقراری تعادل بین اجزای مدار



شکل ۱۹-۶- جریان های گره D

با استفاده از نرم افزاری که در اختیار دارید، مدارهای مربوط به قوانین کیرشهف را بیندید و صحت آن را بررسی کنید.

نرم افزار

۷- کدام معادله برای شکل ۲۲-۶ صحیح است؟

$$I_1 + I_2 + I_5 + I_7 = I_2 + I_4 + I_6 + I_8$$

(الف)

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 - I_6 + I_7 - I_8 = 0$$

(ب)

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_7 + I_8 = I_2 + I_5 + I_6$$

(پ)

$$-I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_5 + I_6 + I_7 + I_8 = 0$$

(ت)

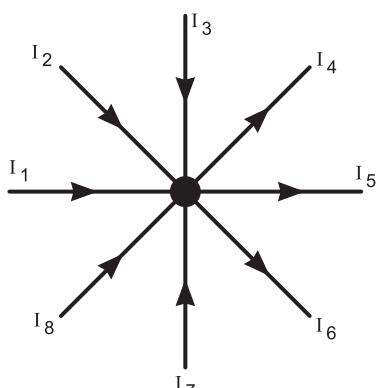
۳- نقش اتصال زمین (مشترک) در مدارهای الکترونیکی کدام است؟

الف) ایجاد حفاظت در مدار

ب) برقراری مسیر اتصال کوتاه

پ) کنترل و محدود کردن جریان مدار

ت) ساده تر رسم کردن مدار



شکل ۲۲-۶- مدار سؤال ۷

۴- با توجه به قانون اهم، ولتاژ یک مدار با جریان مدار رابطه دارد.

(الف) معکوس

(ب) مجدوری

(پ) مستقیم

(ت) نمای

۵- اگر ولتاژ 5 V داده شود، چه جریانی از آن می گذرد؟

(الف) 75 mA

(ب) 15 A

(پ) 2 A

(ت) 1 mA

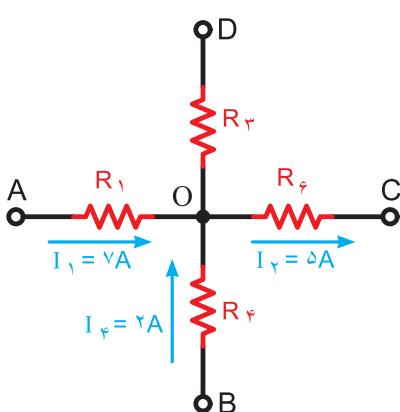
۶- کدام گزینه در مورد مقدار و جهت جریان در مقاومت R_T شکل ۲۳-۶ صحیح است؟

(الف) 4 A از O به D

(ب) 1 A از D به O

(پ) 4 A از D به O

(ت) 1 A از O به D



شکل ۲۳-۶- مدار سؤال ۸

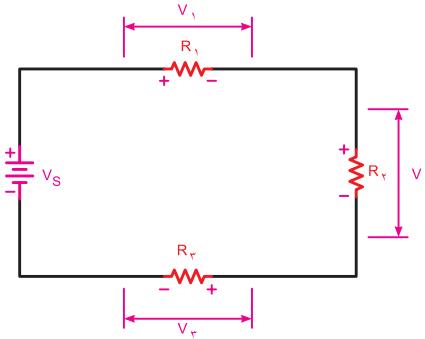
۶- کدام یک از معادلات زیر برای شکل ۲۱-۶ صحیح است؟

$$V_1 - V_r - V_s - V_t = 0 \quad (\text{الف})$$

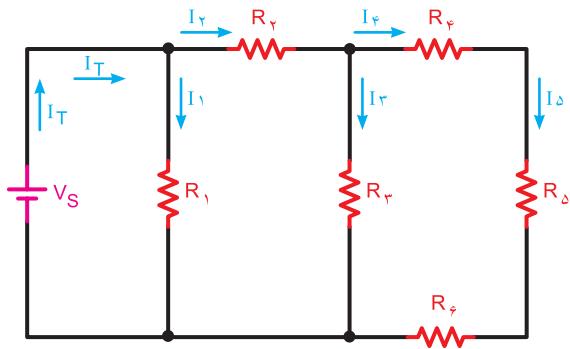
$$V_1 + V_r = V_s + V_t \quad (\text{ب})$$

$$-V_s + V_1 + V_r + V_t = 0 \quad (\text{پ})$$

$$-V_1 - V_r + V_s + V_t = 0 \quad (\text{ت})$$

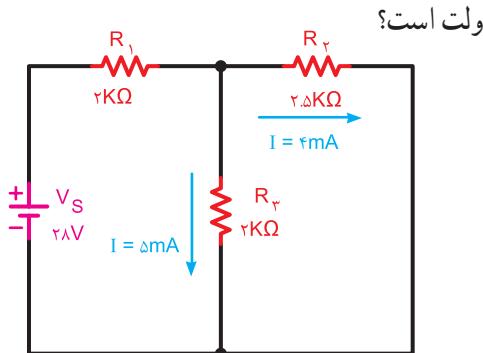


شکل ۲۱-۶- مدار سؤال ۶



شکل ۶-۲۶ مدار سؤال ۱۱

۱۲- افت ولتاژ دو سر مقاومت R_1 در شکل ۶-۲۷ چند

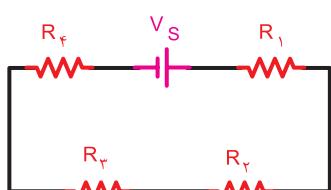


شکل ۶-۲۷ مدار سؤال ۱۲

۱۳- در مدارهای الکتریکی نیروی محرکه لازم توسط تأمین می شود.

۱۴- طرف دوم معادله نوشته شده برای شکل ۶-۲۸ را تکمیل کنید.

$$V_s - R_y I - R_f I = \dots$$

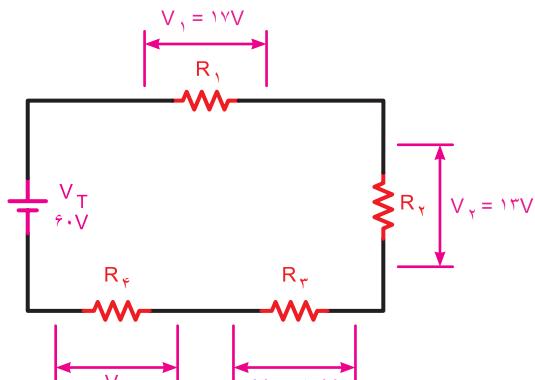


شکل ۶-۲۸ مدار سؤال ۱۴

۱۵- بر اساس قانون مجموع جبری افت ولتاژها و نیروهای محرکه موجود در هر حلقه بسته مساوی صفر است.

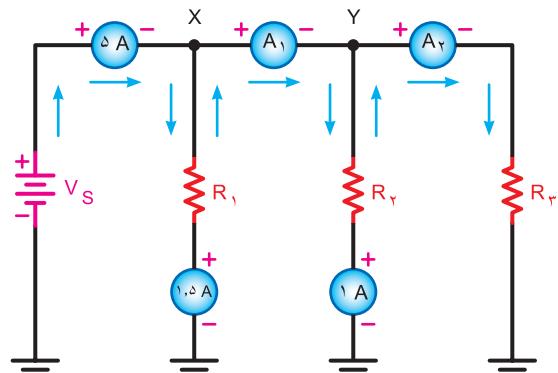
۱۶- برای حفاظت مدارها در مقابل اتصال کوتاه از وسیله‌ای به نام استفاده می شود.

۹- با توجه به شکل ۶-۲۴ ولتاژ دو سر مقاومت R_4 چند ولت است؟



شکل ۶-۲۴ مدار سؤال ۹

۱۰- در مدار شکل ۶-۲۵ آمپر مترهای A_1 و A_2 چند آمپر را نشان می دهد؟



شکل ۶-۲۵ مدار سؤال ۱۰

۱۱- با توجه به شکل ۶-۲۶ کدامیک از روابط زیر صحیح است؟

(الف) $I_1 + I_3 + I_5 = I_2 + I_4$

(ب) $I_1 + I_2 = I_2$

(پ) $I_2 + I_3 = I_4 + I_5$

(ت) $I_2 - I_3 = I_4$

۲۰- در یک مدار الکتریکی ساده برای محاسبه جریان از رابطه : $I = \frac{V}{R}$ استفاده می‌شود.

درست نادرست

نرم افزار

مدارهای مربوط به این آزمون را با استفاده از نرم‌افزاری که در اختیار دارید بیندید و صحت پاسخ‌های خود را مورد سنجش قرار دهید و نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید.

۱۷- اگر مقاومت یک مدار ثابت باشد، تغییرات جریان با تغییرات ولتاژ منبع رابطه دارد.

۱۸- در حالت اتصال کوتاه شدن مقاومت، جریان در مدار الکتریکی افزایش پیدا می‌کند.

درست نادرست

۱۹- انتقال جریان الکتریکی از منبع تغذیه به مصرف‌کننده در هنگام قطع کلید وجود دارد.

درست نادرست

واحد یادگیری ۷

پیل و باتری (Battery – Cell)



جستجو

واژه IEC را در فضای مجازی جستجو کنید و بررسی کنید مخفف چه واژه‌هایی است، سپس مفهوم آن را بباید و به کلاس ارائه دهید.

خط بزرگ‌تر را عumoً قطب مثبت و خط کوچک‌تر را قطب منفی در نظر می‌گیرند. در شکل ۷-۲ اتصال سری و موازی چند پیل را مشاهده می‌کنید.



پژوهش

با مراجعه به فضای مجازی انواع پیلهای خشک را بباید و گزارش خود را به کلاس ارائه دهید.

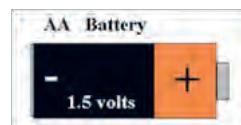
سری



موازی

شکل ۷-۲- اتصال سری و موازی پیلهای

پیلهای خشک در دو نوع قابل شارژ و غیرقابل شارژ تولید می‌شوند که مشخصه آنها را روی آن درج می‌کنند. یادآور می‌شود که عumoً پیلهای تر قابل شارژ هستند. در شکل ۷-۳ یک نمونه پیل ترو ساختمان داخلی آن را مشاهده می‌کنید.



فیلم مربوط به پیلهای و باتری‌ها را بینید.



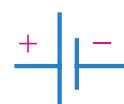
فیلم

۱-۷- تعریف پیل و باتری

یکی از منابع تامین انرژی الکتریکی باتری‌ها هستند. باتری‌ها انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.

نمونه‌ای از باتری ترکیبی، پیلهای خشک و تر هستند که در چراغ قوه و خودرو به کار می‌روند.

واژه‌ی باتری و پیل را عumoً به جای یکدیگر به کار می‌برند اما این دو از نظر مفهوم با هم تفاوت دارند. باتری از دو یا چند پیل تشکیل می‌شود که به طور سری یا موازی به هم وصل شده‌اند. به عبارت دیگر، پیلهای واحد تشکیل دهنده باتری‌ها هستند. نماد فنی یک پیل در استاندارد IEC به صورت دو خط موازی است که یکی بزرگ‌تر و دیگری کوچک‌تر رسم می‌شود (شکل ۷-۱).

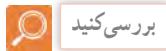


شکل ۷-۱- نمای فنی یک پیل



پژوهش کنید

اگر دو پیل را به صورت سری مخالف به هم بیندیم چه اتفاقی می‌افتد؟ با ذکر مثال عملی تشریح کنید.



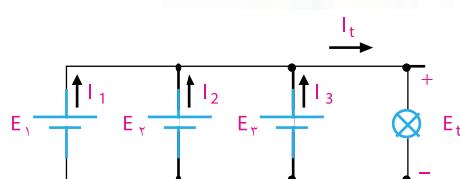
بررسی کنید

با مراجعه به سایت رشد و یا سایر فضاهای مجازی، مشخصات باتری‌های تلفن همراه را بباید. در این باتری‌ها چند پیل با هم سری شده‌اند؟

برای بالا بردن جریان دهی باتری، پیل‌ها به طور موازی بسته می‌شوند. برای موازی کردن پیل‌ها باید قطب مثبت پیل‌ها را به یکدیگر و قطب منفی آنها را به یکدیگر اتصال دهیم. در شکل ۷-۶ نقشه فنی و شکل ظاهری چند پیل که به صورت موازی بسته شده‌اند را مشاهده می‌کنید. یادآور می‌شود که در مدار شکل ۷-۶ ولتاژ دو سر پیل‌ها باید با هم برابر باشد تا ظرفیت جریان دهی باتری، متناسب با تعداد پیل‌ها افزایش یابد؛ یعنی:

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3$$

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

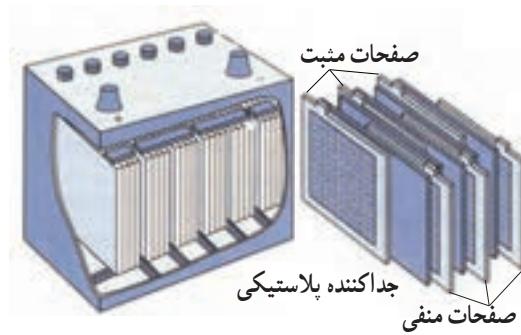


شکل ۷-۶- شکل ظاهری و نقشه فنی مدار چند پیل موازی

مثال ۱: پیل‌های شکل ۷-۷ را طوری وصل کنید که حداکثر ولتاژ از آنها به دست آید.



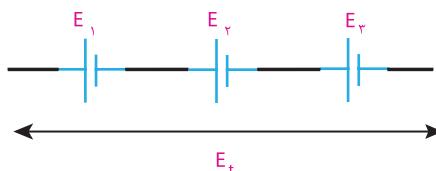
شکل ۷-۷- شکل مثال ۱



شکل ۷-۷- یک نمونه باتری تر

۷-۲- اتصال پیل‌ها

برای به دست آوردن ولتاژ‌های بیشتر، چند پیل را با هم سری می‌کنند. برای سری کردن پیل‌ها باید قطب مثبت هر پیل به قطب منفی پیل دیگر اتصال یابد. ولتاژ کل یک باتری در صورت اتصال صحیح در مدار سری برابر با مجموع ولتاژ تک تک پیل‌های سری شده است، شکل ۷-۴.



شکل ۷-۴- سه پیل به صورت سری

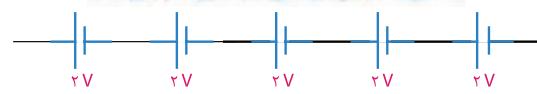
$$E_t = E_1 + E_2 + E_3$$

اگر تعدادی پیل (n پیل) با هم سری شود، ولتاژ کل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E_t = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

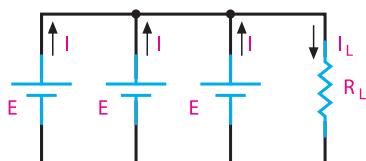
لازم به ذکر است در اتصال سری پیل‌ها جریان عبوری از مدار یکسان است.

در شکل ۷-۵ اتصال سری چند پیل را می‌بینید.



شکل ۷-۵- اتصال سری پیل‌ها با شکل واقعی

مثال ۴ : در مدار شکل ۷-۱۱ در صورتی که پیلهای مشابه باشند، رابطه ولتاژ دو سر مقاومت R_L و حداکثر جریانی که پیلهای می‌توانند به مدار بدهند، را بنویسید.



شکل ۷-۱۱ مدار مثال ۴

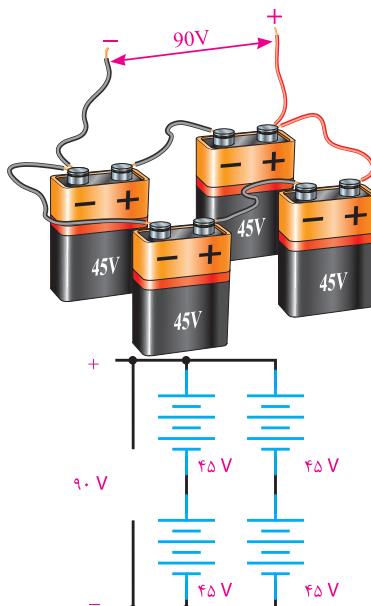
$$U_L = E_t = E$$

$$I_L = I + I + I = 3I$$



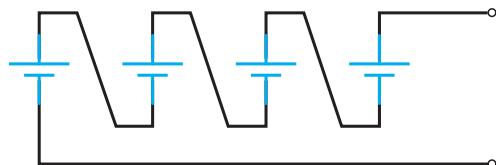
آیا می‌دانید همه باتری‌ها دارای برگه مشخصات هستند؟
یک نمونه برگه مشخصات باتری پاور بانک را بباید
و آن را با کمک دوستان خود ترجمه کنید و به کلاس
ارائه دهید.

اگر بخواهند ولتاژ باتری و جریان دهی آن را افزایش دهند،
پیلهای تشکیل‌دهنده باتری را به صورت ترکیبی سری
موازی به هم وصل می‌کنند (شکل ۷-۱۲).



شکل ۷-۱۲ اتصال ترکیبی باتری‌ها

حل :

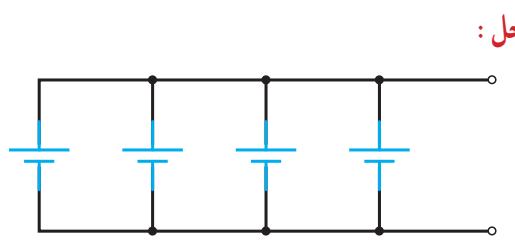


شکل ۷-۸ پاسخ مثال ۱

مثال ۲ : در صورتی که ولتاژ پیلهای شکل ۷-۹ با هم برابر باشد، آنها را طوری متصل کنید تا بتوان
حداکثر ظرفیت جریان دهی را به دست آورد.



الف) شکل مثال ۲

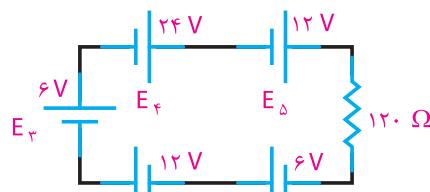


ب) حل مثال ۲

حل :

شکل ۷-۹ باتری‌های مثال ۲ و حل آن

مثال ۳ : در مدار شکل ۷-۱۰ ولتاژ دو سر مقاومت
صرف‌کننده 12° اهم و جریان عبوری از آن را محاسبه
کنید.



شکل ۷-۱۰ مدار مثال ۳

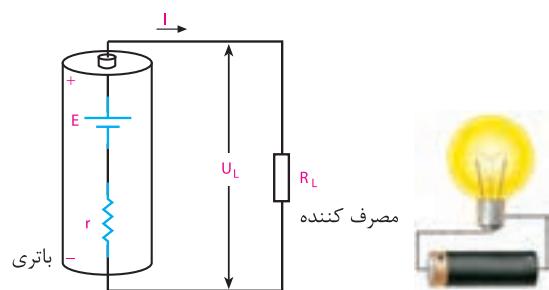
حل :

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5$$

$$E_t = 6V + 12V + 6V + 24V + 12V = 60V$$

$$I = \frac{E_t}{120\Omega} = \frac{60V}{120\Omega} = 0.5A$$

مقاومت داخلی باتری از نظر مصرف انرژی مانند مقاومتی است که به عنوان مصرف‌کننده با باتری سری شده است. شکل ۷-۱۳ یک باتری را با مقاومت داخلی نشان می‌دهد. مقاومت داخلی باتری را با حرف U_L نمایش می‌دهند که همیشه با مصرف‌کننده سری می‌شود.



شکل ۷-۱۳- مقاومت داخلی باتری

هر قدر مقاومت داخلی باتری کوچک‌تر باشد، افت ولتاژ دو سر آن کمتر است و می‌توان در شرایط معمولی آن را نادیده گرفت. با ضعیف شدن باتری، مقاومت داخلی آن زیاد می‌شود. در این حالت ولتاژ و شدت جریان تولیدی به وسیله باتری کاهش می‌یابد.

علت کاهش ولتاژ دو سر باتری، افت مقداری از ولتاژ باتری در دو سر مقاومت داخلی آن است. از طرفی چون مقاومت داخلی باتری به مقاومت کل مدار اضافه می‌شود، شدت جریان را نیز کم می‌کند.

با توجه به موارد ذکر شده برای مدار شکل ۷-۱۳ می‌توانیم روابط مربوط به ولتاژ و جریانی که به مصرف‌کننده می‌رسد را به دست آوریم :

$$R_t = r + R_L$$

$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{E}{r + R_L}$$

$$U_L = E - U_r = E - I \cdot r$$

E ولتاژ باتری، U_r افت ولتاژ دو سر مقاومت داخلی و U_L افت ولتاژ دو سر بار یا مصرف‌کننده است.

اگر بخواهیم باتری‌ها را به صورت سری، موازی یا ترکیبی به هم بینیم، باید نکاتی را رعایت کنیم تا نتیجه مطلوب حاصل شود. چنان‌چه بخواهیم ولتاژ کل را بالا بیریم، باتری‌ها را به صورت سری می‌بندیم. در این حالت ولتاژ باتری‌ها می‌تواند مساوی یا نامساوی باشد، اما ظرفیت جریان‌دهی آنها باید با هم برابر باشد.

در صورتی که بخواهیم ظرفیت جریان‌دهی را بالا بیریم، باتری‌هارا موازی می‌بندیم. در این حالت باید ولتاژ باتری‌ها مساوی باشد تا هر باتری بتواند در افزایش ظرفیت جریان کل مشارکت کند. چنان‌چه ولتاژ یک یا چند باتری از ولتاژ سایر باتری‌ها کمتر باشد، این باتری‌ها مانند مصرف‌کننده عمل می‌کنند و نه تنها در تولید جریان همکاری ندارند، بلکه قسمتی از جریان را نیز تلف می‌کنند.

پژوهش‌کنید

باتری‌های ترکیبی «سری- موازی» در لیفت‌تراک‌های برقی به کار می‌رود. در چه دستگاه‌های دیگری از اتصال ترکیبی «سری- موازی» پیل‌ها استفاده می‌شود؟ تایج را به کلاس ارائه کنید.

۷-۳- مقاومت داخلی پیل‌ها (باتری)

ولتاژ دو سر یک مولد (باتری) را در شرایط زیر با ولت‌متر اندازه می‌گیریم. ولتاژ دو سر باتری را بدون اتصال به بار اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس یک مقاومت را به دو سر باتری می‌بندیم. در این حالت نیز ولتاژ دو سر آن را اندازه می‌گیریم. از مقایسه ولتاژها، متوجه می‌شویم که ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله دوم از ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله اول کمتر است، در حالی که انتظار ما این بود که ولتاژ اندازه‌گیری شده در هر دو مرحله باهم برابر باشند.

چرا این حالت اتفاق می‌افتد؟ چون ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله دوم کمتر است، قسمتی از ولتاژ در داخل باتری افت کرده است. بنابراین باید در داخل باتری مقاومتی وجود داشته باشد تا باعث کاهش ولتاژ شود. این مقاومت را مقاومت داخلی باتری می‌نامند.

در بار $\Omega = 300$ از ولتاژ باتری فقط ۶ ولت به بار می‌رسد و ۳ ولت دوسر مقاومت داخلی افت می‌کند.

$$R_L = 345 \Omega$$

با معلوم شدن مقاومت داخلی، مقاومت کل برابر است با :

$$R_t = r + R_L = 150 + 345 = 260 \Omega$$

با داشتن R_t مقدار شدت جریان و ولتاژ قابل محاسبه است.

$$I = \frac{E}{R_t}$$

$$I = \frac{9V}{260\Omega} = 2.5 \text{ mA}$$

$$U_L = I \cdot R_L = 2.5 \text{ mA} \times 345 \Omega = 8.625 \text{ V}$$

پ) با مقایسه مراحل الف و ب می‌توانیم نتیجه بگیریم که در مرحله ب ولتاژ بیشتری به بار می‌رسد و ولتاژ کمتری در دو سر مقاومت داخلی افت می‌کند.



پاسخ دهید

مقدار تفاوت افت ولتاژ در داخل باتری در مراحل الف و ب را به دست آورید.



نتیجه

اگر مقاومت مصرف‌کننده نسبت به مقاومت داخلی مولد خیلی بزرگ باشد، از مقاومت داخلی آن می‌توان صرف‌نظر کرد.

در صورتی که چند باتری کاملاً مشابه با مقاومت داخلی معین را با مصرف‌کننده مطابق شکل ۷-۱۵ به صورت سری یا موازی بینیم، شدت جریان کل مدار به ترتیب از روابط نوشته شده در زیر شکل به دست می‌آید.

با توجه به روابط به دست آمده ولتاژی که به مصرف‌کننده می‌رسد، همیشه به اندازه افت ولتاژ دوسر مقاومت داخلی از ولتاژ باتری کمتر است.

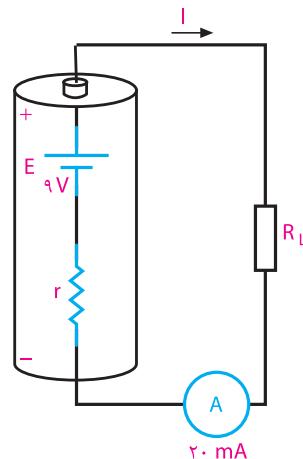


بارش فکری

آیا با استفاده از اهمتر می‌توانیم مقاومت داخلی باتری را اندازه بگیریم؟ از طریق بارش فکری پاسخ صحیح را به دست آورید.

مثال ۵ : در مدار شکل ۷-۱۴

الف) مقدار مقاومت داخلی r و ولتاژی که به دو سر بار $R_L = 300 \Omega$ می‌رسد، را محاسبه کنید.



شکل ۷-۱۴-مدار مثال ۵

ب) اگر R_L را به 345Ω افزایش دهیم، ولتاژ دوسر بار و شدت جریان مدار را محاسبه کنید.

پ) ولتاژ دوسر بار محاسبه شده در مرحله الف و ب را با هم مقایسه کنید و نتایج حاصل را بنویسید.

حل : الف) $R_L = 300 \Omega$

$$R_t = \frac{9}{2.0 \text{ mA}} = 45 \text{ K}\Omega = 450 \Omega$$

$$R_t = r + R_L$$

$$r = R_t - R_L = 450 - 300 = 150 \Omega$$

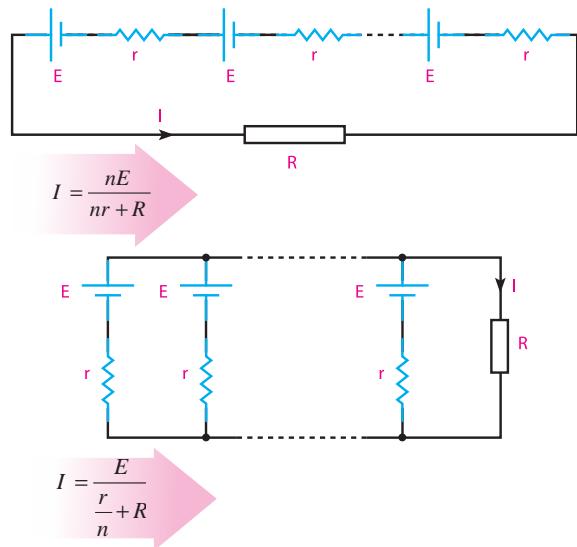
$$U_L = IR_L = 2.0 \text{ mA} \times 300 \Omega = 6 \text{ V}$$

$$E_t = E_1 - E_2 + E_3 - E_4$$

$$E_t = 2 - 2 + 2 + 2 - 2 = 2V$$

نکته مهم !

هرگز نباید پیل‌هایی که ولتاژ متفاوت دارند را به صورت موازی و متقابل به یکدیگر اتصال داد، زیرا انرژی الکتریکی پیل‌های با ولتاژ بالاتر در پیل‌های با ولتاژ کمتر تخلیه می‌شوند. اگر باتری‌ها قابل شارژ باشند باتری ضعیفتر شارژ می‌شود و اگر باتری‌ها غیرقابل شارژ باشند، انرژی الکتریکی در باتری ضعیفتر به حرارت تبدیل می‌شود.



شکل ۷-۱۵- اتصال باتری‌ها با مقاومت داخلی به صورت سری و موازی

الگوی پرسشن (ارزشیابی واحداً دگری ۷ از فصل دوم)

- ۱ پیل را تعریف کنید.
- ۲ باتری را تعریف کنید.
- ۳ چند نوع پیل ترو خشک را نام ببرید.
- ۴ اتصال چند پیل سری در یک باتری را از لحاظ پلاستیّه (قطب‌های منفی و مثبت) بررسی کنید و نقشه فنی آن را رسم کنید.

پژوهش کنید

در صورتی که دو پیل با مقاومت داخلی و ولتاژ مساوی را به صورت موازی بیندیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ با ذکر دلیل مستندسازی کنید و به کلاس ارائه دهید.

- ۵ در اتصال پیل‌ها به صورت موازی، رابطه شدت جریان کل با شدت جریان تولیدی توسط هر پیل را با رسم شکل بنویسید.

- ۶ برای افزایش ولتاژ و تأمین ولتاژ مورد نیاز، پیل‌ها را چگونه اتصال می‌دهند؟ با رسم شکل نشان دهید.

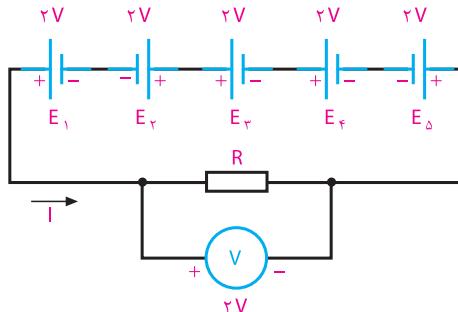
- ۷ مقاومت داخلی پیل را تعریف کنید، این مقاومت چه تأثیری در عملکرد مدار دارد؟

فکر کنید

چرا هنگامی که در یک دستگاه با تغذیه ۴ پیل ۱/۵ ولتی، یکی از پیل‌ها ضعیف شود، می‌گویند باید هر چهار پیل را جایگزین کنیم؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

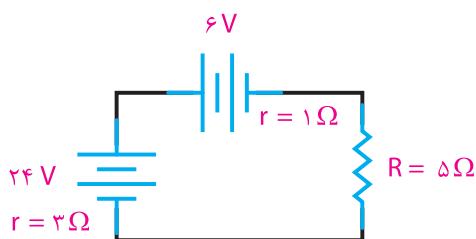
۷-۴- اتصال متقابل پیل‌ها

در صورتی که دو یا چند پیل، مطابق شکل ۷-۱۶ به هم اتصال داده شوند، به آن اتصال متقابل می‌گویند. در این حالت، ولتاژ کل کاهش می‌یابد، زیرا پیل‌هایی که قطب‌هایشان به صورت مخالف با بقیه بسته شده است، مانند مصرف‌کننده عمل می‌کنند. رابطه ولتاژ کل در این مدار برابر با تفاوت بین ولتاژهای مخالف و موافق است:



شکل ۷-۱۶- اتصال متقابل پیل‌ها

۱۹ در مدار شکل ۷-۱۹ شدت جریان عبوری از مدار را محاسبه کنید.



شکل ۷-۱۹ - مدار سؤال ۱۳



آیا باتری های غیرقابل شارژ را می توان شارژ کرد؟ نتایج پژوهش را در کلاس به بحث بگذارید.

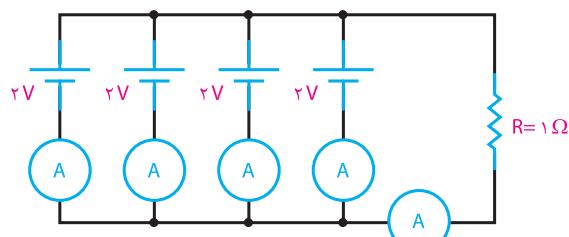
۲۰ اتصال متقابل پیل ها را با ذکر مثال شرح دهید.

۲۱ برای تأمین ولتاژ ۹ ولت حداقل از چند پیل ۱/۵ ولتی

و به چه صورت استفاده می کیم؟

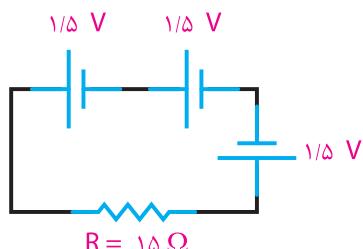
۲۲ برای افزایش میزان جریان دهی یک پیل به ۵ برابر، باید چند پیل مشابه را و به چه صورت اتصال دهیم؟ با رسم شکل شرح دهید.

۲۳ در مدار شکل ۷-۱۷ شدت جریان کل را محاسبه کنید. R_L می دهد و شدت جریان کل را محاسبه کنید.



شکل ۷-۱۷ - مدار سؤال ۱۱

۲۴ در مدار شکل ۷-۱۸ ولتاژ و جریان کل را محاسبه کنید. مقاومت های مربوط به هر پیل را صفر در نظر بگیرید.



شکل ۷-۱۸ - مدار سؤال ۱۲

واحد یادگیری ۸

سلف و خازن در جریان مستقیم



فیلم

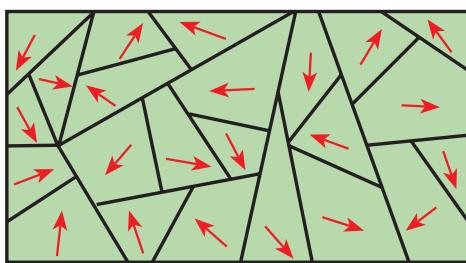
فیلم امواج الکترومغناطیسی و ذرات مغناطیسی را بینید.

خواص مغناطیسی اجسام

اجسام در طبیعت از نظر خواص مغناطیسی به دو دسته تقسیم می‌شوند: (الف) اجسام مغناطیسی، (ب) اجسام غیرمغناطیسی.

اجسام مغناطیسی: اجسامی که خواص آهنربایی از خود نشان می‌دهند، دارای خاصیت مغناطیسی یا آهنربایی هستند. از جمله این مواد آهن و آلیاژهای آهن هستند که به آنها مواد فرومغناطیسی می‌گویند. فرو در یونانی به معنی آهن است.

اجسام مغناطیسی مولکول‌های مغناطیسی دارند. پس ظاهراً باید همیشه مانند مغناطیس عمل کنند ولی چنین نیست. این بدان علت است که در شرایط عادی، مولکول‌های مغناطیسی به طور پراکنده و نامرتب در جسم قرار دارند و در نتیجه، میدان‌های مغناطیسی مولکول‌ها یکدیگر را ختنی می‌کنند، بنابراین، فلز خاصیت مغناطیسی ندارد. در شکل ۸-۱ مولکول‌های مغناطیسی یک فلز مغناطیس نشده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۱—فلز مغناطیس نشده

۱-۸- ذرات و میدان‌های مغناطیسی

در سال‌های گذشته درباره مغناطیس تا حدودی بحث کردند. در این قسمت اشاراتی به تعاریف، مفاهیم و کاربرد مغناطیس خواهیم داشت.

■ میدان الکترومغناطیسی

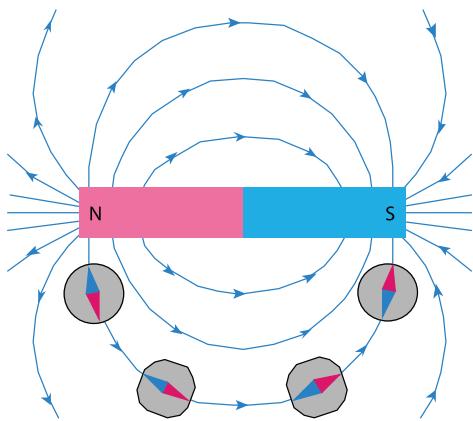
نیروهای الکتریکی و مغناطیسی به یکدیگر مربوطاند ولی کاملاً با هم تفاوت دارند. نیروهای مغناطیسی و نیروهای الکترواستاتیک تا هنگامی که حرکتی وجود نداشته باشد بر یکدیگر بی‌اثرند، ولی در صورتی که میدان نیروی هر یک از آنها متوجه باشد، اثرات متقابل برهم می‌گذارند. چون الکترون کوچک‌ترین بخش هر اتم است. برای تشریح رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس نظریه‌ای به وجود آمده است که به آن نظریه الکترومغناطیس می‌گویند. به ترکیب دو میدان الکتریکی و مغناطیسی میدان الکترومغناطیسی می‌گویند که کاربرد گسترده‌ای در صنعت برق و الکترونیک دارد. امواجی که از آتن پخش می‌شود، امواج الکترومغناطیس نام دارد.

■ مولکول مغناطیسی

عناصر آهن، نیکل، کبالت و کادمیم تنها انواع فلزات مغناطیسی طبیعی هستند که در خود، ذرات مغناطیسی یا مولکول‌های مغناطیسی دارند.

مولکول‌های مغناطیسی عیناً مانند مغناطیس‌های کوچک عمل می‌کنند. اگر چه آهن، نیکل و کبالت تنها اجسام مغناطیسی طبیعی هستند، ولی با به کارگیری روش‌های مخصوص می‌توان ترکیباتی ساخت و به آنها خاصیت آهنربایی داد.

نتیجه گرفت که نیروهای خارج شده از قطب‌های مغناطیسی باعث این اثر می‌شوند. البته این رویداد فقط در قطب‌ها اتفاق نمی‌افتد. بلکه نیروی مغناطیسی، آهن‌ربا را در یک میدان در برابر می‌گیرند. این پدیده را طبق شکل ۸-۳ می‌توان هنگام حرکت قطب‌نما در اطراف یک آهن‌ربا مشاهده کرد. در هر موقعیت اطراف آهن‌ربا یک انتهای عقربه قطب‌نما در جهت قطب مخالف آهن‌ربا قرار می‌گیرد.

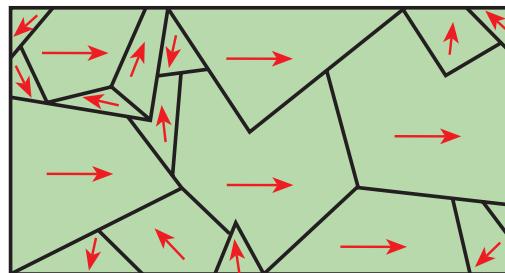


شکل ۸-۳—میدان مغناطیسی آهن‌ربا

همچنین، با قرار دادن قطب‌نما در فاصله‌های دورتر از آهن‌ربا می‌توان مشاهده کرد که این میدان مغناطیسی دورتر از آهن‌ربا نیز وجود دارد. چنانچه قطب‌نما را به آرامی از آهن‌ربا دور کنیم، به نقطه‌ای خواهیم رسید که عقربه قطب‌نما دیگر تحت تأثیر میدان مغناطیسی آهن‌ربا نیست و دوباره به طرف قطب شمال زمین جذب می‌شود. فضایی را که در آن آهن‌ربا بر اجسام مغناطیسی تأثیر می‌گذارد، میدان مغناطیسی می‌گویند. با پاشیدن برآده آهن بر یک سطح صاف و قراردادن آهن‌ربا در زیر آن، برآده‌های آهن به طور مرتب در طول خطوط نیرو قرار می‌گیرند و جهت‌گیری میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند.

به این خطوط نیرو فلو نیز می‌گویند.

اگر همه مولکول‌های مغناطیسی به طور هم‌جهت قرار بگیرند. میدان مغناطیسی آنها بایکدیگر جمع شده، در این صورت فلز دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود. اگر فقط بعضی از مولکول‌های هم‌جهت باشند، میدان مغناطیسی ضعیفی تولید می‌شود. بنابراین، میزان مغناطیس شدن یک جسم مغناطیسی را می‌توان کم یا زیاد کرد. شکل ۸-۲ مولکول‌های مغناطیسی منظم شده در یک فلز مغناطیس شده را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲—فلز تقریباً مغناطیس شده

اجسام غیرمغناطیسی: برخی از اجسام تقریباً خاصیت مغناطیس ندارند، این اجسام را اجسام غیرمغناطیسی می‌نامند، مانند روی و چوب، اجسام غیرمغناطیس به دو گروه پارامغناطیس و دیامغناطیس تقسیم می‌شوند. هرگاه چند ماده غیرمغناطیسی را به یک آهن‌ربای بسیار قوی تردیک کیم، برخی از آنها به آرامی جذب و برخی دیگر به آرامی دفع می‌شوند. البته این جذب و دفع‌ها ممکن است آنقدر ضعیف و کند باشد که به چشم دیده نشود. موادی که فقط به مقدار خیلی جزئی جذب آهن‌ربا می‌شوند به مواد پارامغناطیس موسوم‌اند، مانند چوب، اکسیژن، الومینیوم و پلاتین. موادی که فقط به مقدار خیلی جزئی از آهن‌ربا دفع می‌شوند، مواد دیامغناطیس نامیده می‌شوند: مانند روی، نمک، طلا و جیوه.

میدان مغناطیسی

با توجه به جذب و دفع قطب‌های مغناطیسی، می‌توان چنین

۸-۲- روش‌های به وجود آوردن خاصیت مغناطیسی آهن‌ربا (آهن‌ربای مصنوعی)

جسم آهنی (فرومغناطیسی) را می‌توان با منظم کردن مولکول‌های مغناطیسی‌اش، مغناطیس کرد، بهترین راه انجام این عمل، وارد کردن نیروی مغناطیسی است. این نیرو بر میدان مغناطیسی هرمولکول اثر کرده و همه آنها را در یک جهت منظم می‌کند. ساخت آهن‌ربای مصنوعی به دو روش امکان پذیر است:

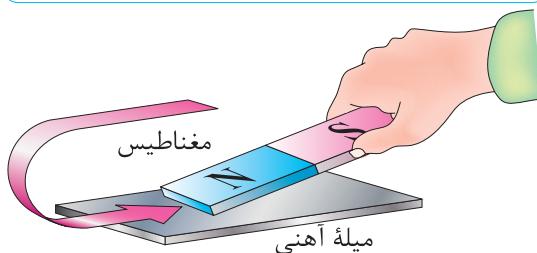
- ۱- مالش مغناطیسی
- ۲- جریان الکتریکی

۱- مالش مغناطیسی: هنگامی که جسم مغناطیس شده به سطح یک آهن مغناطیس نشده طبق شکل ۸-۵ مالش داده شود، میدان مغناطیسی مولکول‌های آهن را مرتب می‌کند و آهن مغناطیس می‌شود.



فعالیت

مغناطیس شدن در اثر مالش را تجربه کنید.



شکل ۸-۵- مغناطیس کردن فلز در اثر مالش

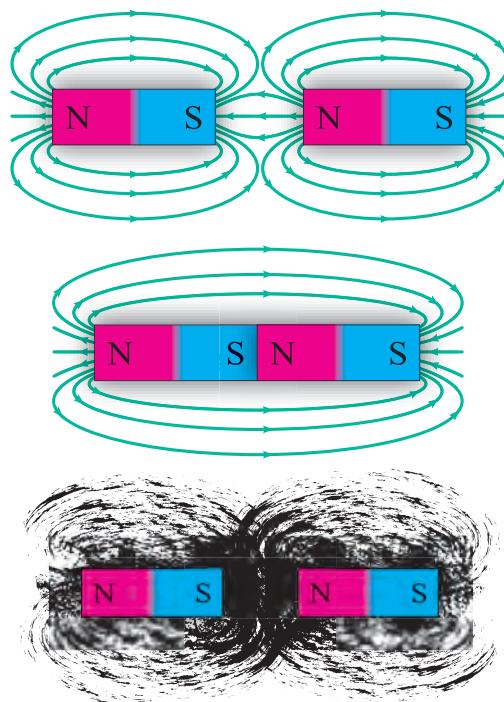
۲- جریان الکتریکی: اگر سیمی را به دور یک قطعه آهن مغناطیس نشده بپیچیم و دو سر آن را به یک منبع ولتاژ DC وصل کنیم، جریان الکتریکی میدان مغناطیسی تولید می‌کند و باعث منظم شدن مولکول‌های مغناطیسی آهن می‌شود. شکل ۸-۶ چگونگی تولید قطعه مغناطیسی آهن می‌شود.

به وسیله جریان الکتریکی DC را نمایش می‌دهد.

اگر یک جسم مغناطیس شده خاصیت مغناطیسی خود را برای مدت طولانی حفظ کند، به آن مغناطیس دائمی می‌گویند و اگر خاصیت مغناطیسی خود را به سرعت از

■ اثر متقابل میدان‌های مغناطیسی

هنگامی که دو مغناطیس در مجاورت هم قرار می‌گیرند، میدان‌های مغناطیس آنها بر یکدیگر اثر می‌کنند. اگر خطوط نیرو هر دو در یک جهت باشند، یکدیگر را جذب می‌کنند، و به هم می‌رسند. به همین دلیل است که قطب‌های ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. (شکل ۸-۴)



شکل ۸-۴- نیروهای جاذبه بین دو قطب غیرهمنام

اگر خطوط نیرو در جهت‌های مخالف باشند، نمی‌توانند با هم ترکیب شوند و چون نمی‌توانند یکدیگر را قطع کنند، نیروهای مخالف بر یکدیگر وارد می‌کنند، به همین دلیل است که قطب‌های همان یکدیگر را دفع می‌کنند. این اثر متقابل خطوط نیرو را به وسیله برآده‌های آهن نیز می‌توان نشان داد.



رسم کنید

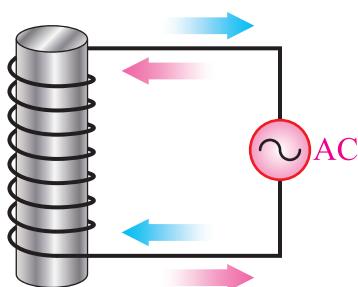
با توجه به شکل ۸-۴ میدان مربوط به دو قطب هم نام را رسم کنید.

۲—گرما : اگر آهن ربا را گرم کنیم، انرژی حرارتی باعث نوسان مولکول های مغناطیسی می شود و ترتیبشان را به هم می زند. (شکل ۸-۸)



شکل ۸-۸—خنی کردن اثر مغناطیسی یک آهن ربا به وسیله گرما

۳—جريان الکتریکی متناوب (AC) : اگر مغناطیس را در میدان مغناطیسی قرار دهیم، جهت آن به سرعت تغییر می کند، نظم مولکول ها بهم می خورد، زیرا مولکول ها می خواهند از میدان پیروی کنند. میدان مغناطیسی متغیر را می توان به وسیله یک جریان متناوب تولید کرد. این مطلب را در آینده توضیح خواهیم داد. (شکل ۸-۹)



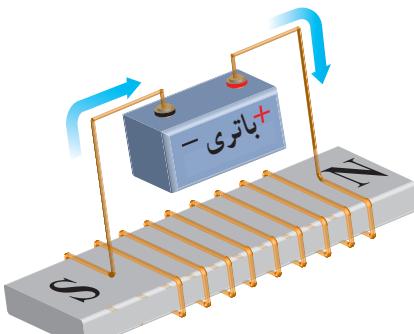
شکل ۹-۸—خنی کردن اثر مغناطیسی توسط جریان متناوب (AC)

کاربرد مغناطیس زدایی در کجاست؟

۴—پوشش مغناطیسی

خطوط نیروی مغناطیسی می توانند از اجسام، حتی آنهایی که خواص مغناطیسی نیز ندارند، بگذرند. البته بعضی از اجسام در مقابل عبور خطوط نیرو (فلو) مقاومت می کنند.

دست بددهد، مغناطیسی موقتی نام دارد. آهن سخت و فولاد مغناطیسی های دائمی خوبی هستند. آهن نرم برای مغناطیسی های موقتی به کاربرده می شود.



شکل ۶-۸—مغناطیسی موقت جریان الکتریکی

تجربه مغناطیس کردن اجسام با استفاده از جریان الکتریکی را در سال های قبل انجام داده اید. در صورت تمایل می توانید آن را تکرار کنید.

۳—روش های از بین بردن خاصیت مغناطیسی آهن ربا

برای از بین بردن خاصیت مغناطیسی یک آهن ربا باید مولکول های مغناطیسی آن را دوباره به صورت نامرتب در بیاوریم تا میدان هایشان در خلاف جهت یکدیگر قرار گیرد. این عمل به سه روش انجام می گیرد :

۱—ضریبه سخت

۲—گرما

۳—جریان الکتریکی متناوب

۱—ضریبه سخت : اگر به یک آهن ربا ضریبه سختی وارد کنیم، نیروی وارد شده مولکول ها را به شدت تکان می دهد و باعث به هم خوردن نظم و ترتیب آنها می شود. گاهی اوقات لازم است ضریبه را چند بار وارد کنیم. (شکل ۸-۷)



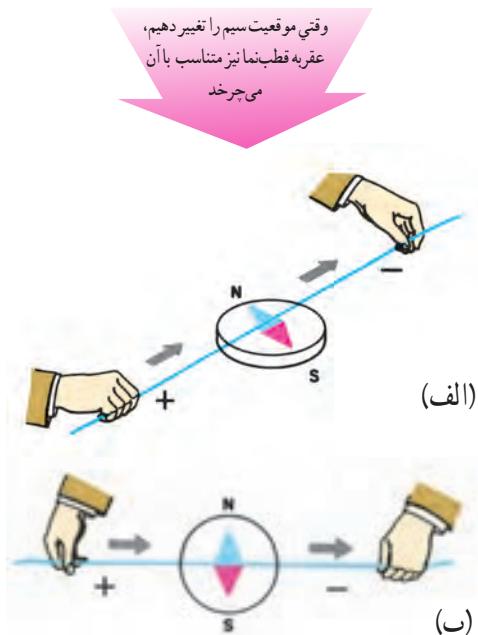
شکل ۷-۸—خنی کردن اثر مغناطیسی آهن ربا با زدن ضریبه

پژوهش

درباره کاربرد مغناطیسی در حوزه پزشکی جستجو کنید و دستگاه‌هایی را باید که با مغناطیسی کار می‌کنند.

۶-۸-میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان
هنگامی که با اعمال ولتاژی به دو سر سیم‌ها جریان الکتریکی در آن برقرار می‌شود، الکترون‌ها همسو می‌شوند و همه در یک جهت حرکت می‌کنند به طوری که میدان‌های مغناطیسی آنها با هم جمع می‌شوند. در سال ۱۸۱۹ هانس کریستین ارستن کشف کرد که سیم حامل جریان در اطراف خود میدان مغناطیسی تولید می‌کند که این میدان بر عقایه‌های قطب‌نما اثر می‌گذارد. (شکل ۸-۱۱)

چون میدان مغناطیسی به دور یک الکترون حلقه‌ای را به وجود می‌آورد، میدان‌های مغناطیسی اطراف الکترون‌های جهت گرفته در یک سیم با یکدیگر تشکیل حلقه‌ایی به دور سیم می‌دهند. هر یک از این حلقه‌ها را یک خط نیرو یا یک ماکسول می‌نامند. واحد بزرگ‌تر خط نیرو برابر با 10^8 خط نیرو است که یک ویر (wb) نامیده می‌شود.



شکل ۱۱-۸-میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان

به این خاصیت (مقاومت دربرابر عبور خطوط نیرو) رلوکتانس می‌گویند. اجسام مغناطیسی در مقابل عبور خطوط نیرو رلوکتانس خیلی کمی دارند. در نتیجه، خطوط فلو به وسیله یک جسم مغناطیسی حتی با طی کردن مسیری طولانی جذب می‌شوند. این خاصیت باعث می‌شود که بتوانیم اجسام را به وسیله پوششی از ماده مغناطیسی در مقابل خطوط فلو محافظت کنیم. از این روش برای ساختن ساعت ضدمغناطیس استفاده می‌کنند.

پژوهش

درباره ساعت‌های ضدمغناطیس پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

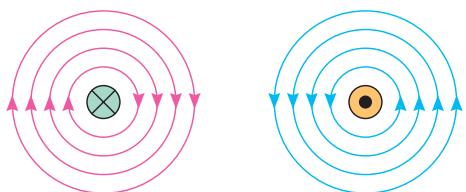
۵-۸-میدان مغناطیسی زمین

زمین جرمی چرخنده است (حرکت وضعی دارد) و در اطراف خود میدان مغناطیسی تولید می‌کند. در واقع، در مرکز آن مغناطیسی قرار گرفته که قطب S آن در نزدیکی قطب شمال جغرافیایی و قطب N آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی است. (شکل ۸-۱۰)



شکل ۱۰-۸-میدان مغناطیسی زمین

طبق شکل ۸-۱۴ از این پس برای تعیین جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان، مقطع سیم را با دایره نشان می‌دهیم. در صورتی که جهت جریان در مقطع سیم از طرف ناظر به طرف صفحه کاغذ باشد، با علامت \otimes و اگر از طرف مقطع سیم به طرف ناظر باشد، با علامت \odot نمایش داده شود. طبق قانون دست راست جهت میدان در سیمی با علامت \otimes درجهت موافق عقربه ساعت و در سیمی با علامت \odot در جهت مخالف حرکت عقربه ساعت خواهد بود.



شکل ۸-۱۴—جهت میدان در سیم

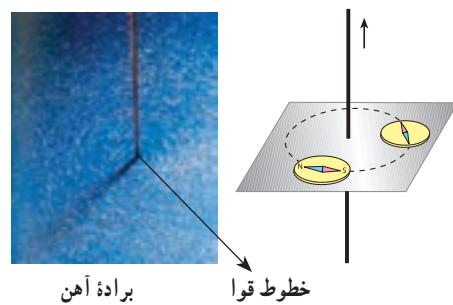
چگالی (تراکم) خطوط نیرو
چنانچه جریانی که از سیم می‌گذرد، بیشتر شود، میدان مغناطیسی حاصل از آن قوی‌تر خواهد شد، مانند خطوط میدان در آهن‌ربا، این خطوط نیرو در نزدیکی سیم نیز به هم نزدیک‌تر و قوی‌تر و هرچه از مرکز سیم دورتر شویم، تراکم خطوط میدان ضعیفتر می‌شود. خطوط میدان مغناطیسی در هر نقطه از اطراف سیم حامل جریان را، چگالی میدان مغناطیسی می‌نامند.

اثر متقابل میدان‌های مغناطیسی بر یکدیگر
اگر دو سیم را که جریان‌هایی در جهت‌های عکس یکدیگر از آنها می‌گذرند به هم نزدیک کیم، میدان‌های مغناطیسی آنها یکدیگر را دفع می‌کنند، زیرا جهت خطوط نیرویشان عکس یکدیگر است و نمی‌توانند یکدیگر را قطع کنند. بنابراین میدان‌ها باعث دور شدن سیم‌ها از هم می‌شوند.

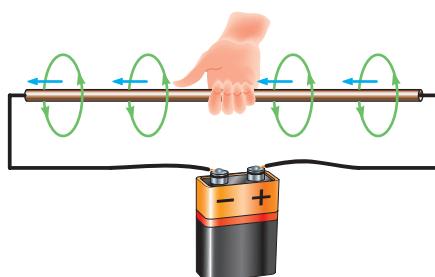
شکل ۸-۱۵

■ اثر الکترومغناطیس بر یک سیم

جهت میدان مغناطیسی همواره به جهت جریانی که از سیم می‌گذرد، بستگی دارد. برای تعیین جهت میدان مغناطیسی، می‌توان از قطب‌نما و قانون دست راست استفاده کرد. طبق شکل ۸-۱۲ چنانچه قطب‌نما را در اطراف سیم حرکت دهیم، همیشه قطب N عقربه قطب‌نما جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱۲—تعیین جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم با استفاده از قطب‌نما برای تعیین جهت میدان مغناطیسی می‌توان از قانون دست راست نیز استفاده کرد. چنانچه طبق شکل ۸-۱۳ انگشت‌های دست راست را به دور سیم بیچیم، به طوری که انگشت شست در جهت جریان قرار بگیرد، بسته شدن بقیه انگشتان جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱۳—تعیین جهت میدان مغناطیسی با استفاده از قانون دست راست جهت جریان به سمت داخل و خارج از سیم را چگونه می‌توان با جهت یک پیکان شبیه سازی کرد؟ بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



فکر کنید

مصنوعی الکتریکی قطب شمال در طرفی از حلقه قرار دارد که خطوط نیرو از آن خارج می‌شوند و قطب جنوب در طرفی از حلقه قرار دارد که خطوط نیرو به آن وارد می‌شوند. توجه داشته باشید که چگالی میدان مغناطیسی در مرکز حلقه بیشتر است. (شکل ۸-۱۷)

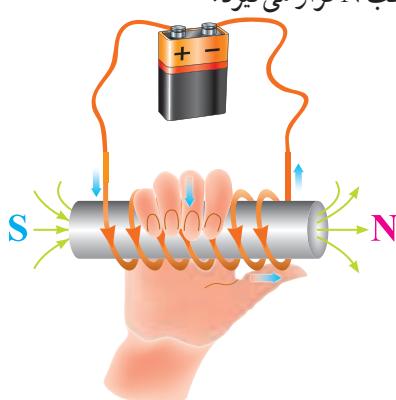


شکل ۸-۸- میدان مغناطیسی حاصل در یک حلقه

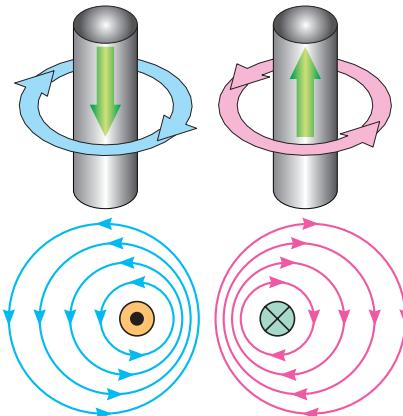
اثر الکترومغناطیس در یک بویین

اگر سیمی در یک جهت به صورت حلقوی پیچیده شود، یک بویین تشکیل می‌شود. اگر از این بویین جریانی عبور کند، میدان‌های مغناطیسی حلقه‌ها به یکدیگر اضافه می‌شوند و میدان مغناطیسی بویین قوی‌تر می‌شود. هرچه تعداد حلقه‌ها بیشتر باشد و حلقه‌ها به صورت فشرده کنار هم پیچیده شوند، میدان‌های مغناطیسی بیشتری به یکدیگر اضافه می‌شوند و در نتیجه، میدان مغناطیسی بویین قوی‌تر خواهد بود. برای تعیین قطب‌های یک بویین از قانون دست راست استفاده می‌شود.

طبق شکل ۸-۱۸ چنانچه انگشت‌هایتان را در جهت جریان و حلقه‌های بویین به دور بویین حلقه کنید انگشت شست در جهت قطب N قرار می‌گیرد.



شکل ۸-۸- تعیین دو قطب یک بویین با قانون دست راست

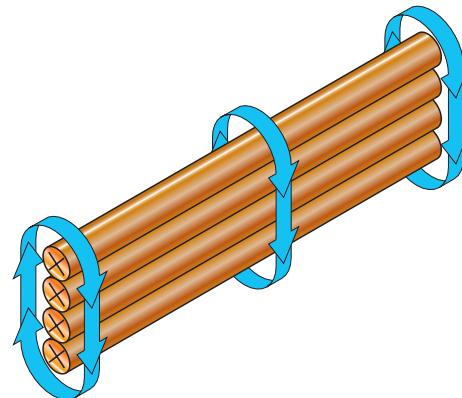


شکل ۸-۱۵- نیروی دافعه بین دو سیم جریان‌دار غیرهم جهت

در صورتی که دو سیم را که جریان‌های هم جهت دارند به یکدیگر تردیک کنیم، چه تأثیری روی سیم می‌گذارد؟



فکر کنید



شکل ۸-۱۶- قوی‌تر کردن میدان مغناطیسی از طریق افزایش سیم‌ها چنانچه سه یا چهار سیم را طوری کنار هم قرار دهیم که جهت جریان در همه آنها یکسان باشد، میدان مغناطیسی قوی‌تر خواهد شد. (شکل ۸-۱۶)

۷-۸- اثر الکترومغناطیسی در پیچه

اثر الکترومغناطیسی در یک حلقه

اگر سیمی را به صورت حلقه در آوریم و از آن جریان الکتریکی عبور دهیم، تمام خطوط نیروی مغناطیسی اطراف سیم طوری مرتب می‌شود که خطوط نیرو در مرکز حلقه تجمع و در خارج حلقه از هم دور می‌شود. به این ترتیب یک مغناطیس دائمی شکل می‌گیرد. در این مغناطیس

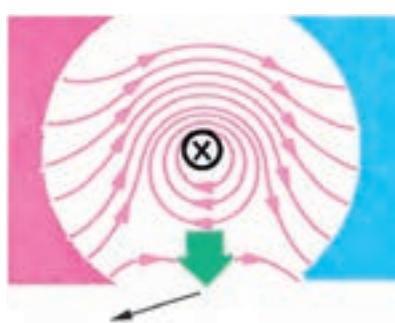
زنگ اخبار و کلید قطع و وصل مغناطیسی وجود دارند که عبور جریان از آنها باعث خاصیت مغناطیسی می‌شود و نیروی حاصل از مغناطیس، تولید کار می‌کند.



درباره رله‌های به کار رفته در صنعت برق و رله‌های مینیاتوری پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

موتور الکتریکی ساده

اگر یک سیم حامل جریان در داخل یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان با میدان مغناطیسی موجود ترکیب شده و نیروی دافعه‌ای بر سیم وارد می‌کنند. بدین ترتیب، سیم به محلی که خطوط نیرو ضعیف است رانده می‌شود. جهت نیروی دافعه به جهت جریان و جهت خطوط نیرو بستگی دارد. در صورتی که هر کدام از کمیت‌ها تغییر جهت پیدا کنند، جهت نیروی دافعه نیز تغییر پیدا خواهد کرد. (شکل ۸-۲۰)



شکل ۸-۲۰- جهت نیروی دافعه

جهت نیروی دافعه را به سهولت می‌توان از قانون دست چپ پیدا کرد.

قانون دست چپ

اگر دست چپ را طوری باز کنیم که خطوط نیرو به کف دست وارد شوند (B) و جهت جریان در سیم حامل جریان (I) در جهت سایر انگشتان باشد، جهت نیروی وارد شده (F) در جهت انگشت شست خواهد بود. (شکل ۸-۲۱)

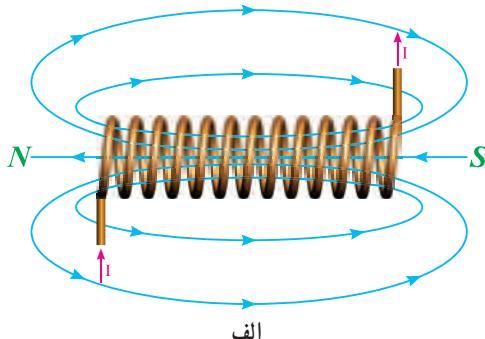
خطوط نیرو در مرکز بوبین به چهار عامل زیر بستگی دارد: (شکل ۸-۱۹)

۱- تعداد حلقه‌ها

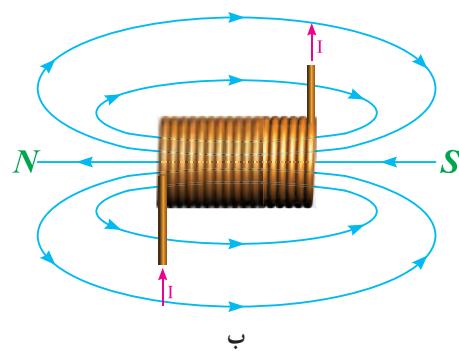
۲- جریان عبوری از بوبین

۳- فاصله حلقه‌ها

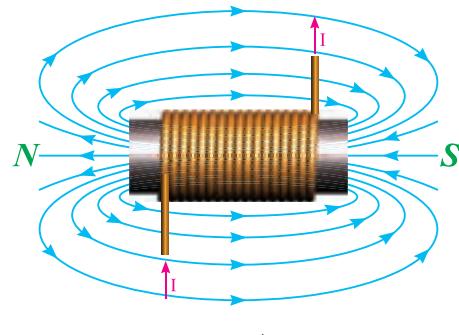
۴- جنس هسته



الف



ب



پ

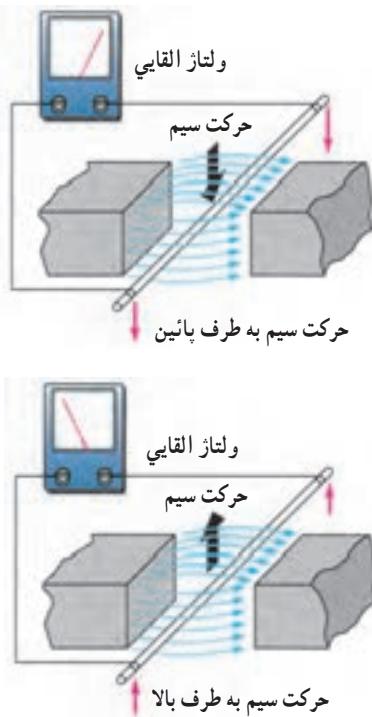
شکل ۸-۱۹- اثر هسته آهنی بر چگالی میدان

کاربرد مغناطیس

صرف کننده‌های الکتریکی از قبیل لامپ روشنایی و بخاری برقی توسط عبور جریان الکتریکی فعال می‌شوند و کار مفید انجام می‌دهند. اما مصرف کننده‌های دیگری مانند

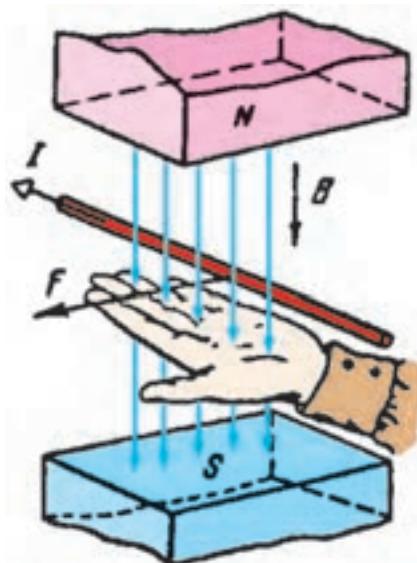
۸-۸- ژنراتور ساده

طبق شکل ۸-۲۳ اگر یک هادی را در داخل میدان مغناطیسی آهن ربا حرکت دهیم، انرژی مغناطیسی آهن ربا باعث حرکت الکترون‌ها در یک جهت و تجمع آنها در یک طرف هادی می‌شود. این روند را تولید نیروی محركه القابی می‌گویند. حال اگر به دو سر سیم میلیولت‌متری را وصل کنیم، مشاهده می‌شود که با تغییر جهت حرکت سیم، جهت نیروی محركه القابی تغییر می‌کند.



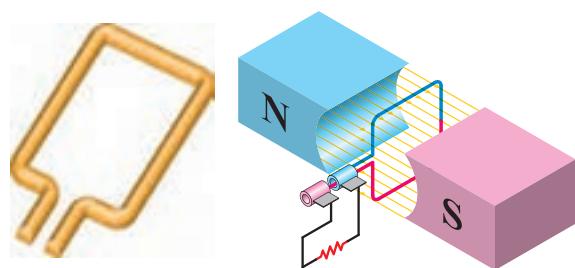
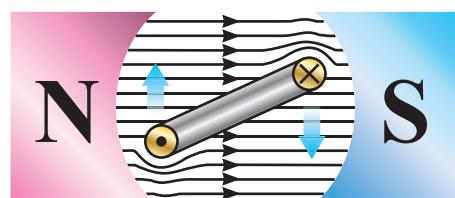
شکل ۸-۲۳- اساس کار یک ژنراتور ساده

برای به دست آوردن جهت نیروی محركه القابی از قانون دست راست استفاده می‌شود. طبق شکل ۸-۲۴ اگر کف دست راست را طوری باز کنیم که خطوط نیرو به کف دست وارد شود، در صورتی که جهت حرکت سیم در جهت انگشت شست باشد، جهت نیروی محركه القابی در جهت سایر انگشتان خواهد بود.



شکل ۸-۲۱- قانون دست چپ

اگر طبق شکل ۸-۲۲ سیم را به صورت کلاف درآوریم و آن را درون میدان مغناطیسی قرار دهیم، وقتی از کلاف جریان عبور کند، اثر متقابل میدان‌های مغناطیسی باعث می‌شود که یک سمت کلاف به طرف بالا و سمت دیگر به طرف پایین حرکت کند، به عبارت دیگر، به کلاف جفت نیرو وارد می‌شود و تولید گشتاور می‌کند. این فرآیند، اساس کار موتورهای الکتریکی است.



شکل ۸-۲۲- تولید گشتاور در مotor الکتریکی

- ۲ خطوط فلو میدان را تعریف کنید.
- ۳ تفاوت بین مغناطیس‌های دائمی و موقتی چیست؟
- ۴ جهت میدان مغناطیسی اطراف یک هادی حامل جریان با کدام قانون تعیین می‌شود؟
- ۵ بویین یا سلوونوئید چه نوع قطعه‌ای است و چه کاربردی دارد؟
- ۶ قانون دست راست را برای سلوونوئید تعریف کنید.
- ۷ چرا در الکترومغناطیس‌ها هسته به کار می‌برند؟ شرح دهید.
- ۸ قانون دست چپ در موتور را شرح دهید.
- ۹ قانون دست راست را در ژنراتور شرح دهید.
- ۱۰ تفاوت کلید قطع کننده مغناطیسی و فیوز ذوب‌شونده را شرح دهید.

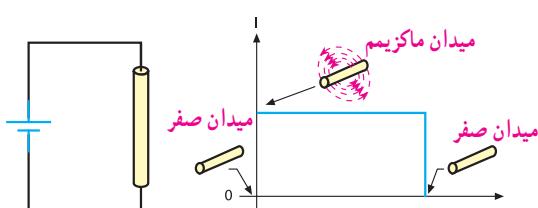


فیلم

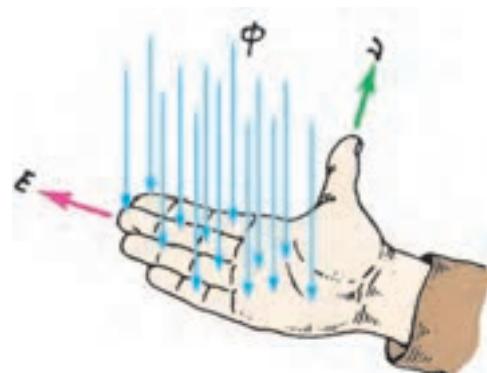
فیلم میدان مغناطیسی حاصل از جریان مستقیم و متناوب را بینید.

۱۱ – میدان مغناطیسی حاصل از یک جریان مستقیم و متناوب

اگر دو سر یک هادی را مطابق شکل ۸-۲۶ به جریان مستقیم وصل کنیم، شدت جریان به طور ناگهانی از صفر به ماکریزم مقدار خود می‌رسد و میدان مغناطیسی در اطراف هادی نیز به ناگاه از صفر به مقدار ماکریزم خود افزایش می‌یابد. تا موقعی که جریان در هادی جاری است، میدان در ماکریزم مقدار خود باقی می‌ماند. چنانچه مدار باز شود، جریان صفر شده و میدان نیز به صفر کاهش می‌یابد.



شکل ۸-۲۶ – میدان مغناطیسی ایجاد شده به وسیله جریان مستقیم



شکل ۸-۲۴ – قانون دست راست

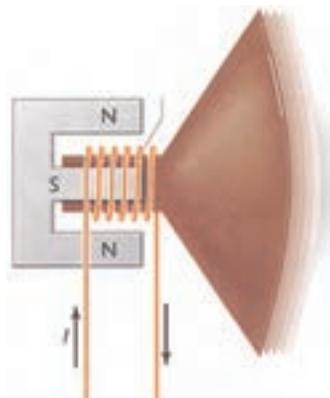
فیلم زناتورها و موتورها را مشاهده کنید.
در مورد ساختمان بلندگو و طرز کار آن تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. (شکل ۸-۲۵)



فیلم



پژوهش



شکل ۸-۲۵ – ساختمان بلندگو

پاسخ دهید

آیا می‌توانیم با ثابت نگه داشتن سیم پیج و حرکت میدان، ولتاژ الکتریکی تولید کنیم؟ نتایج فعالیت را به کلاس ارائه دهید.

الگوی پرسش (ارزشیابی واحد یادگیری ۸ از فصل دوم) :

- ۱ ذرات با مولکول‌های مغناطیسی را تعریف کنید.
- ۲ میدان الکترومغناطیسی از ترکیب میدان‌های و صورت می‌گیرد.

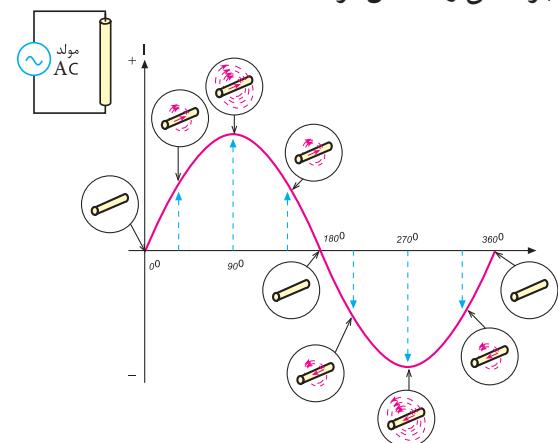
۱۰-۸- خودالقائی

با طی نیم پریود از جریان متناوب عبوری از یک هادی، میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود و سپس به تدریج از بین می‌رود. در نیم سیکل بعدی نیز میدان در جهت مخالف ایجاد می‌شود و به تدریج از بین می‌رود.

زمانی که میدان مغناطیسی در حال ایجاد شدن است، خطوط قوا مغناطیسی از مرکز هادی به طرف خارج گسترش می‌یابند. میدان در حال گسترش به وسیله هادی قطع می‌شود و یک نیروی محرکه الکتریکی (emf) در هادی تولید می‌گردد. با کم شدن میدان و قطع خطوط قوا به وسیله هادی، باز هم یک نیروی محرکه الکتریکی در هادی القا می‌شود، بنابراین، افزایش یا کاهش جریان در هادی سبب گسترش یا فروکش کردن میدان مغناطیسی در اطراف آن می‌شود و نیروی محرکه‌ای متناسب با تغییرات میدان در هادی القا می‌گردد.

این خاصیت را خودالقائی می‌گویند. توجه داشته باشید که اگر جریان عبوری از هادی ثابت باشد، میدان مغناطیسی ایجاد شده نیز ثابت خواهد بود، لذا نیروی محرکه‌ای در هادی القای نمی‌شود. شکل ۱۰-۸-۲۸ القای نیروی محرکه را در زمان تغییر نشان می‌دهد.

اگر دو سر یک هادی را مطابق شکل ۱۰-۲۷ به یک جریان متناوب وصل کنیم، مقدار جریان و در نتیجه، شدت میدان مغناطیسی در اطراف هادی پیوسته تغییر می‌کند و با اضافه شدن تدریجی جریان، میدان حاصل از آن نیز قوی‌تر می‌شود و بر عکس، با کم شدن جریان میدان نیز کمتر خواهد شد. از آنجا که جریان متناوب در هر سیکل تغییر جهت می‌دهد، جهت میدان نیز معکوس می‌شود. بنابراین، جهت میدان مغناطیسی را در هر لحظه با توجه به جهت جریان می‌توان تعیین کرد.



شکل ۱۰-۸- میدان مغناطیسی ایجاد شده به وسیله جریان متناوب

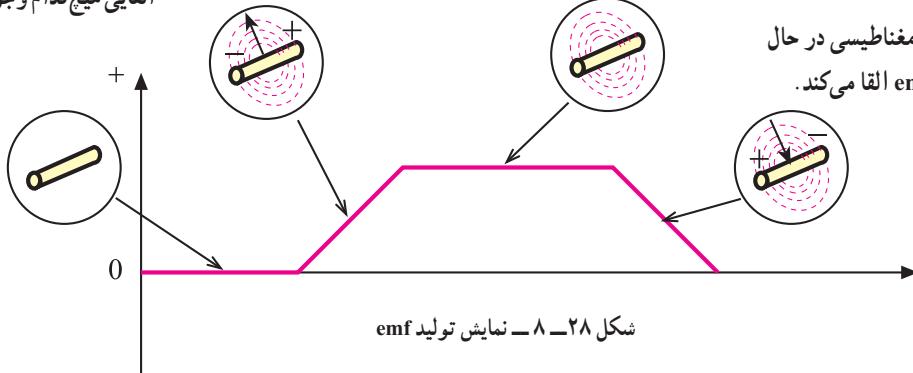
فیلم خودالقائی و قانون لنز را بینید.



فیلم

میدان مغناطیسی و ولتاژ
القایی هیچ‌کدام وجود ندارد.

میدان مغناطیسی در حال
گسترش و emf القای شده.



شکل ۱۰-۸- نمایش تولید emf

میدان مغناطیسی غیر
متغیر emf القایی کند.

میدان مغناطیسی در حال
قطع emf القای کند.

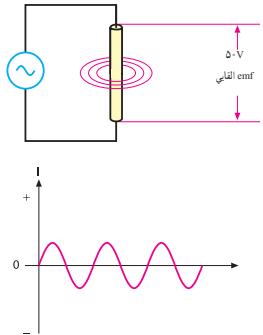
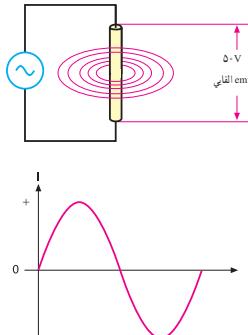
مقدار نیروی محرکه القا شده، با فرکانس جریان متناسب است. با افزایش فرکانس، نیروی محرکه القا شده افزایش و با کاهش فرکانس نیروی محرکه القا شده، کاهش می‌باید. مقدار جریان نیز از عوامل دیگری است که مقدار نیروی محرکه القا شده را معین می‌کند. یعنی، هر چه شدت جریان عبوری از هادی بیشتر باشد، میدان ایجاد شده قوی‌تر و هر چه جریان کمتر باشد، میدان ایجاد شده ضعیفتر می‌شود. پس به طور کلی می‌توان گفت که مقدار نیروی محرکه القا شده (خودالقا) به دامنه و فرکانس جریان عبوری از هادی بستگی دارد. شکل ۸-۲۹ عوامل ذکر شده را به خوبی نشان می‌دهد.

۱۱-۸- مقدار نیروی محرکه الکتریکی خودالقاء
نیروی محرکه الکتریکی القا شده در یک هادی، مانند هر نیروی محرکه‌ای دارای مقدار و جهت است. از جمله عواملی که مقدار نیروی محرکه القا شده را معین می‌کند، میزان تغییرات شدت میدان مغناطیسی است به طوری که می‌توان نوشت:

$$\text{تغییرات شار مغناطیسی} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \text{مقدار emf}$$

$$\text{تغییرات زمان}$$

در این رابطه $\Delta\Phi$ تغییرات شار مغناطیسی و Δt تغییرات زمان را نشان می‌دهد. شدت میدان مغناطیسی به سرعت تغییرات جریان یا تغییرات فرکانس بستگی دارد. بنابراین

جریان با فرکانس زیاد و دامنه کم	جریان با فرکانس پایین و دامنه زیاد
 <p>جریان‌های فرکانس بالا می‌توانند emf قوی ایجاد کنند علی‌رغم این که دامنه‌شان نسبتاً کم است.</p>	 <p>جریان‌های فرکانس پایین اگر دامنه‌شان زیاد باشند، می‌توانند emf قوی ایجاد کنند</p>

شکل ۸-۲۹- تأثیر دامنه و فرکانس جریان بر مقدار emf القائی

۱۲-۸- جهت نیروی محرکه خودالقاء

محركه بیشتری را سبب می‌شود و افزایش نیروی محرکه نیز به نوبه خود افزایش جریان را به دنبال دارد. این دوره تناوب تکرار می‌شود تا جایی که عنصری را در مدار می‌سوزاند. اما می‌دانیم که چنین اتفاقی نمی‌افتد، یعنی جهت نیروی محرکه القائی همیشه طوری است که اثر آن مخالف با تغییر جهت جریان به وجود آورنده آن است.

شاید تصور شود که قطب‌ها یا جهت نیروی محرکه القائی همیشه باید در جهت جریان به وجود آورنده آن باشد. این تصور درست نیست. می‌دانیم که افزایش جریان هادی از صفر تا مقدار ماکریزم، سبب افزایش میدان مغناطیسی نیروی محرکه القائی می‌شود.

اگر نیروی محرکه القا شده در همان جهت جریان باشد، شدت جریان را افزایش می‌دهد. افزایش جریان، نیروی

به طوری که می‌توان نوشت: $Cemf = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ که در این رابطه، N تعداد دور سیم‌پیچ است.

۱۴-۸- اندوکتانس یا ضریب خودالقاء

هرگاه تعداد خطوط قوای قطع شده توسط یک هادی در واحد زمان را در ضریبی که توسط شکل هادی تعیین می‌شود ضرب کنیم، مقدار نیروی ضد محرکه ایجاد شده در آن به دست می‌آید، یعنی:

$$U_{Cemf} = L \times \frac{\text{تغییرات جریان}}{\text{تغییرات زمان}}$$

ضریب مورد بحث یعنی (L) را که مقدار آن به شکل هادی بستگی دارد، ضریب خودالقاء یا اندوکتانس آن هادی می‌گویند.

قبل‌اگفته که نیروی ضد محرکه القا شده در یک سیم‌پیچ، بسیار قوی‌تر از نیروی محرکه القا شده در یک هادی است. اندوکتانس در حقیقت یکی از خصوصیات فیزیکی یک هادی یا سیم‌پیچ است، اما اغلب آن را بر اساس تأثیری که بر عبور جریان دارد، تعریف می‌کنند. بنابراین، اندوکتانس عبارت از خاصیت هر هادی در مقابل هر تغییر در شدت جریان عبوری از آن است.

واحد اندوکتانس هانزی^۳ است که از نام دانشمند کاشف آن گرفته شده است. اگر در یک سیم‌پیچ در اثر تغییر جریان یک آمپر در ثانیه نیروی ضد محرکه‌ای برابر با یک ولت ایجاد شود، اندوکتانس آن یک هانزی است. واحدهای کوچک‌تر هانزی، میلی‌هانزی ($H^{-3} ۱۰$) و میکرو‌هانزی ($H^{-9} ۱۰$) است. از آنجا که مقدار نیروی ضد محرکه ایجاد شده در هادی جزئی از تعریف‌های هانزی است، مقدار نیروی محرکه را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$U_{Cemf} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

۲- ژوف هانزی نام فیزیکدان آمریکایی است که همراه با مایکل فارادی خاصیت القائی را کشف کرده است.

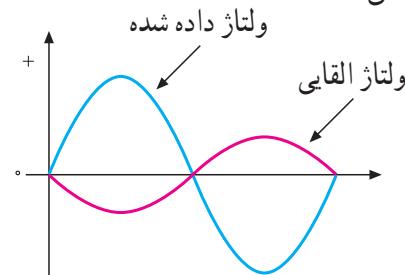
۱۳-۸- قانون لنز

در سال ۱۸۳۴ یک فیزیکدان آلمانی به نام لنز قانونی را به جهانیان ارائه داد که بیانگر جهت نیروی محرکه القائی در یک هادی بود و ما اکنون آن را به عنوان قانون لنز می‌شناسیم.

بر اساس قانون لنز، هر تغییر در جریان عبوری از یک هادی باعث ایجاد نیروی محرکه خودالقاء می‌شود که اثر آن با جهت تغییرات مخالفت می‌کند، به عبارت دیگر، هنگامی که جریان کاهش می‌باید، نیروی محرکه القائی در جهتی است که با کاهش جریان مخالفت می‌کند و هنگامی که جریان افزایش می‌باید، باز جهت نیروی محرکه خود القائی طوری است که با افزایش جریان مخالفت می‌کند.

شکل ۸-۳۰ رابطه بین ولتاژ یا نیروی محرکه القا شده را با ولتاژی که باعث ایجاد جریان می‌شود (ولتاژ داده شده)، با اختلاف فاز 180° درجه نشان می‌دهد. بازیاد یا کم شدن ولتاژ داده شده در یک جهت، نیروی محرکه القا شده درجهت مخالف آن زیاد یا کم می‌شود.

از آنجا که عمل نیروی محرکه القائی مخالف با ولتاژ داده شده است، آن را نیروی ضد محرکه القائی می‌نامند و با $Cemf = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ نمایش می‌دهند، مقدار آن را از رابطه محاسبه می‌کنند.

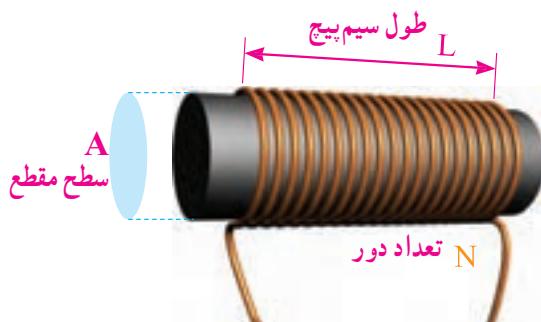


شکل ۸-۳۰- نیروی محرکه القائی همیشه با ولتاژ داده شده مخالفت می‌کند. علاوه بر دو عامل دامنه و فرکانس، عامل سومی که بر خودالقاء تأثیر می‌گذارد، شکل فیزیکی هادی است، اگر هادی به صورت سیم‌پیچ در آید، میزان خودالقاء بیشتر خواهد شد.

ضریب نفوذ مواد (م) نسبت به ضریب نفوذ هوا (m_0) سنجیده و به صورت $m/m_0 = \frac{H}{4\pi \times 10^7}$ بیان می‌شود. در این رابطه $\frac{H}{m} = 500$ میلی‌آمپر به 100 میلی‌آمپر بررسی و نیروی ضد محرکه ایجاد بزرگ‌تر از 100 و برای مواد غیرمغناطیسی حدود 1 است.

ب) عوامل فیزیکی: پارامترهای زیر، همان‌گونه که در شکل ۸-۳۱ نشان داده شده است، بر اندوکتانس سلف مؤثراند.

- ۱- تعداد دور سیم پیچ
- ۲- طول سیم پیچ
- ۳- سطح مقطع هسته



شکل ۸-۳۱- پارامترهای مهم در یک سلف اندوکتانس با توجه به عوامل مؤثر در آن به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

L اندوکتانس بر حسب هانزی، m ضریب نفوذ هسته بر حسب هانزی بر متر، A سطح مقطع هسته بر حسب متر مربع و l طول سیم پیچ بر حسب متر است.

مثال ۲: با توجه به شکل ۸-۳۲ مقدار اندوکتانس بوین چقدر است؟ هسته از جنس هوا است.

۲- این رابطه در حالتی صادق است که 1 از قطر هسته بزرگ‌تر باشد.

علامت منفی نشان می‌دهد که نیروی ضد محرکه ایجاد شده، با ولتاژ داده شده در فاز مخالف است.

مثال ۱: در یک بوین اگر شدت جریان در یک ثانیه از 500 میلی‌آمپر به 100 میلی‌آمپر بررسی و نیروی ضد محرکه‌ای مساوی یک ولت در آن تولید کند، مقدار ضریب خودالقاء (اندوکتانس) بوین را به دست آورید.

راه حل :

$$U_{Cemf} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = -L \frac{i_2 - i_1}{t_2 - t_1}$$

$$1V = -L \frac{(0/1 - 0/5)A}{1sec}$$

$$L = \frac{1}{0/4} = 2/5 H$$

۸-۱۵- عوامل مؤثر در ضریب خودالقاء یا (اندوکتانس)

عوامل مؤثر در ضریب خودالقاء یا اندوکتانس یک سلف را به دو دسته تقسیم می‌کیم :

(الف) جنس هسته

(ب) عوامل فیزیکی

(الف) جنس هسته: همان طور که می‌دانیم، اصولاً سلف از یک سیم پیچ درست شده است و ماده‌ای که سیم به دور آن پیچیده می‌شود، هسته نام دارد.

این هسته‌ها ممکن است از مواد مغناطیسی یا غیرمغناطیسی باشند. هسته‌های با مواد مغناطیسی، خطوط قوا مغناطیسی ایجاد شده توسط سیم پیچ را به راحتی از خود عبور می‌دهند، یعنی قابلیت نفوذ پذیری (ضریب نفوذ) آنها زیاد است. این مواد را معمولاً مواد فرومغناطیسی می‌نامند.

ضریب نفوذ هسته را با حرف m (مو) مشخص می‌کنند.

ضریب نفوذ مغناطیسی هسته تعیین کننده ضعف میدان مغناطیسی در هسته است.

۱- Δt و Δi که دلتا آی و دلتا تی تلفظ می‌شود، همان تغییرات شدت جریان و تغییرات زمان است.

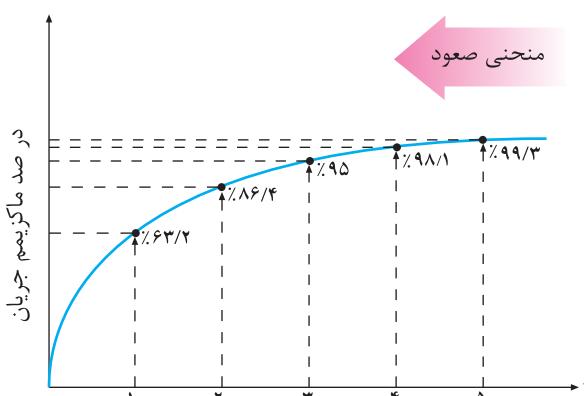
می‌شود که جریان در فرآیند شارژ در یک سلف به $63/2$ درصد مقدار ماکزیمم خود برسد. مقدار ثابت زمانی در یک مدار سلفی به مقدار مقاومت (R) و اندوکتانس (L) بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\tau = \frac{L}{R}$$

همان‌گونه که از رابطه گفته شده بر می‌آید، ثابت زمانی با اندوکتانس سیم پیچ نسبت مستقیم و با مقدار مقاومت اهمی سیم پیچ، نسبت عکس دارد. بنابراین، هرچه اندوکتانس بزرگ‌تر یا مقاومت کوچک‌تر باشد، ثابت زمانی طولانی‌تر خواهد شد. اگر اندوکتانس (L) بحسب هائزی و مقاومت (R) بحسب اهم باشد، ثابت زمانی (τ) بحسب ثانیه به دست می‌آید.

معمولًاً 5 ثابت زمانی طول می‌کشد تا جریان در یک سلف به مقدار ماکزیمم خود برسد. مقدار درصد افزایش شدت جریان را در ثابت‌های زمانی مختلف در منحنی $8-33$ در حالت شارژ (صعود) ملاحظه می‌کنید.

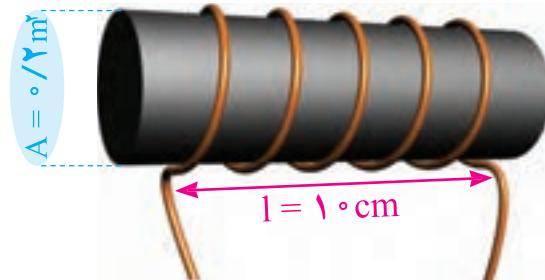
در ثابت زمانی اول جریانی به اندازه $63/2$ درصد کل جریان نهایی از سیم پیچ می‌گردد. در ثابت زمانی دوم، جریان به $86/4$ درصد می‌رسد. در ثابت‌های زمانی سوم، چهارم و پنجم این روند ادامه می‌یابد. به طوری که در ثابت زمانی پنجم مقدار جریان تقریباً به حد اکثر خود می‌رسد. منحنی $8-33$ روند افزایش جریان و مقدار هر ثابت زمانی را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۳۳- منحنی شارژ سیم پیچ

$$L = \frac{\mu_0 A N^2}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 5^2}{10 \times 10^{-2}} = 62/8 \mu H$$

$$N = 5$$



شکل ۸-۳۲- بیوین مثال ۲

در مثال ۲ اگر تعداد دور سیم به 100 دور افزایش یابد، ضرب خودالقاء چند میلی‌هانری می‌شود و چند برابر ضرب خودالقاء به دست آمده در مثال ۲ است؟ آنها را با هم مقایسه کنید و نتیجه را به بحث بگذارید.



کارگروهی

۸- ثابت زمانی

در یک مدار مقاومتی جریان مستقیم، شدت جریان به طور لحظه‌ای تغییر می‌کند، یعنی با بستن کلید، جریان به طور ناگهانی از صفر به ماکزیمم و با قطع کلید، یکباره از ماکزیمم به صفر می‌رسد. در صورتی که اگر بویینی به مدار اضافه شود، جریان دیگر نمی‌تواند به این صورت تغییر کند. بنابراین، با بستن کلید، جریان سعی دارد به طور آنی افزایش یابد اما نیروی ضد محرکه ایجاد شده با افزایش آنی جریان مخالفت می‌کند و در نتیجه، مدت زمانی طول می‌کشد تا جریان به مقدار ماکزیمم خود برسد. با قطع کلید نیز جریان به طور آنی به صفر نمی‌رسد، زیرا نیروی ضد محرکه تولید شده، با این تغییر سریع مخالفت می‌کند. لذا جریان به تدریج به صفر می‌رسد، این فرآیند را شارژ شدن سیم پیچ می‌نامند.

طی این تغییرات، رابطه‌ای بین جریان به دست آمده و مدت زمان رسیدن به این جریان، به وجود می‌آید که با کمیتی به نام ثابت زمانی بیان می‌شود و آن را با حرف τ (تاو) نمایش می‌دهند. بنابر تعريف، ثابت زمانی به مدت زمانی گفته

در طول پنج ثابت زمانی، جریان به ۹۹٪ مقدار ماکزیمم می‌رسد. این مقدار علاوه‌به همان ۱۰۰٪ است.

نکته !

سری و موازی کردن سیم‌پیچ‌ها مشابه سری و موازی کردن مقاومت‌ها است.

تمرین: در مثال ۳ اگر بوینی با اندوکتانس 20 mH به جای بوین 10 mH قرار گیرد، ثابت زمانی را محاسبه کنید. پس از چه مدت جریان ماکزیمم می‌شود؟

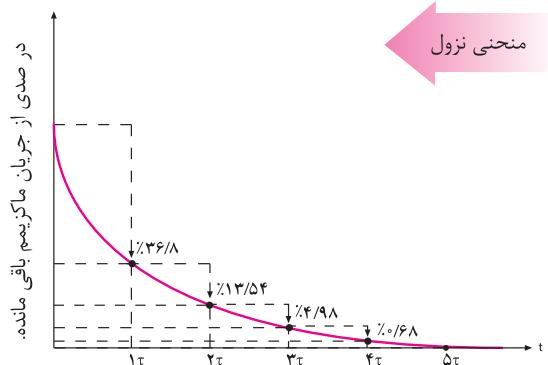
الگوی پرسش (ارزشیابی واحد گیری ۸ از فصل دوم):

- ۱ خودالقائی و ضریب خودالقائی را تعریف کنید.
- ۲ تغییرات جریان چه اثراتی بر سیم‌پیچ می‌گذارد؟
- ۳ قانون لنز را با ذکر رابطه شرح دهید.
- ۴ فرق بین emf و Cemf را شرح دهید.
- ۵ عوامل مؤثر بر مقدار ضرایب القاء و خودالقاء را نام ببرید.
- ۶ سیم‌پیچی به طول 50 سانتی‌متر و سطح مقطع 2 mm^2 متربع با هسته هوا دارای 1000 دور است. اولاً ضریب خودالقائی آن تقریباً چند میلی‌هانزی است؟ ثانیاً اگر بخواهیم ضریب خودالقاء دو برابر شود، تعداد دور سیم‌پیچ باید چند دور شود؟ (جواب $H = 50\text{ mH}$ و 140 دور)

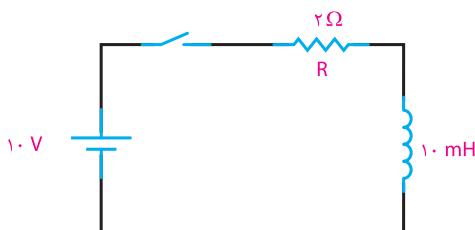
۷ در یک بوین با ضریب خودالقائی 3 میلی‌هانزی ، جریان در مدت دو ثانیه از یک آمپر به 7 آمپر افزایش می‌یابد و لتاژ خودالقائی در بوین چند میلی‌ولت است؟ اگر ضریب خودالقائی 3 هانزی باشد، ولتاژ القائی چند میلی‌ولت می‌شود؟ (جواب $-900\text{ و }-900\text{ میلی‌ولت}$)

۸ یک بوین با ضریب خودالقائی 2 هانزی و مقاومت 5 آمپر اهمی در دست است. اگر این بوین را به ولتاژ $1/5\text{ ولت}$ مستقیم وصل کنیم، ماکزیمم جریان مدار چند آمپر می‌شود؟ چه مدت زمانی طول می‌کشد تا جریان ماکزیمم شود؟ (جواب 2 آمپر و 20 ثانیه)

با قطع جریان در مدار، سیم‌پیچ شروع به تخلیه می‌کند. همان‌گونه که در منحنی شکل ۸-۳۴ مشهود است، در ثابت زمانی اول جریان به اندازه $63/2$ درصد از مقدار ماکزیمم کاهش پیدا می‌کند و به $36/8$ درصد می‌رسد. در ثابت زمانی دوم به $13/6$ درصد می‌رسد. این روند در ثابت‌های زمانی سوم، چهارم و پنجم ادامه می‌یابد، به‌طوری که در ثابت زمانی پنجم تقریباً مقدار جریان مدار به صفر می‌رسد. یعنی بعد از ۵ ثابت زمانی، جریان به کمتر از ۱٪ مقدار ماکزیمم سقوط می‌کند. که عملاً همان صفر است.



شکل ۸-۳۴- منحنی نزول شدت جریان در مدار سلفی (دشارژ سیم‌پیچ)
مثال ۳: در مدار شکل ۸-۳۵ پس از بستن کلید، مدت زمانی را که شدت جریان به مقدار ماکزیمم خود می‌رسد، محاسبه کنید.



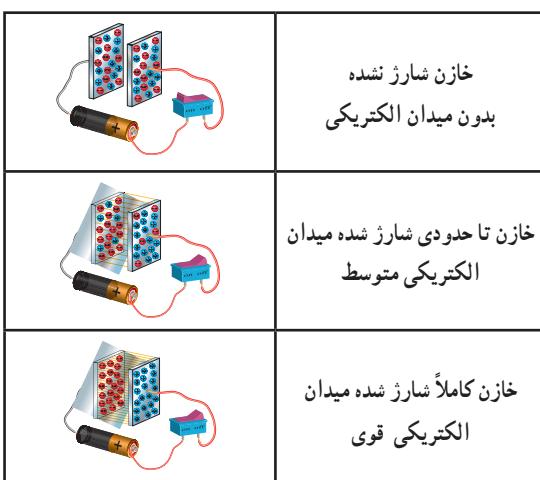
شکل ۸-۳۵- مدار مثال ۳

راه حل:

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{10 \times 10^{-3} (\text{H})}{2 (\Omega)} = 5 (\text{ms})$$

$$5\tau = 5 \times 5 \text{ ms} = 25 \text{ ms}$$

بروند اما عایق بین صفحات، امکان این حرکت را نمی‌دهد. الکترون‌ها نمی‌توانند از طریق عایق به طرف صفحه مثبت بروند. لذا یک نیروی الکتریکی بین دو صفحه به وجود می‌آید که این نیرو را «میدان الکتریکی» می‌نامند. میدان الکتریکی را نمی‌توان دید اما می‌توان آن را به صورت خطوط نیروی الکتریکی فرضی بین دو صفحه خازن شان داد. هرچه شارژ روی صفحات خازن بیشتر باشد، میدان الکتریکی ایجاد شده قوی‌تر خواهد بود. شکل ۸-۳۷ میدان الکتریکی بین صفحات خازن را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۳۷-نمایش میدان الکتریکی بین صفحات خازن در حالت‌های مختلف

۸-۱۹-شارژ خازن با ولتاژ DC

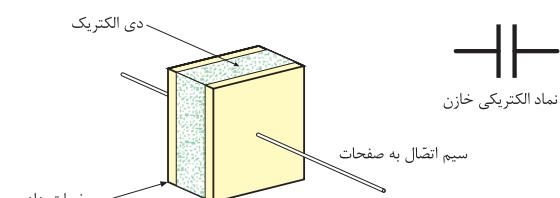
برای این که خازن شارژ شود، یعنی انرژی الکتریکی را ذخیره کند، باید آن را به یک اختلاف پتانسیل (ولتاژ) وصل کرد. این ولتاژ به وسیله یک باتری تأمین می‌شود. قطب مثبت باتری، به یک طرف و قطب منفی آن به طرف دیگر خازن، مانند شکل ۸-۳۸ وصل می‌شود. قبل از بستن کلید، صفحات خازن خنثی است و هیچ انرژی الکتریکی در آن ذخیره نخواهد شد.

با بستن کلید، در لحظه اول خازن اتصال کوتاه است و مشابه سیمپیچ بعد از ۵ ثابت زمانی شارژ و ولتاژ دو سر آن به اندازه ولتاژ منبع می‌شود و جریان به صفر می‌رسد.

۸-۱۷-خازن

خازن وسیله‌ای الکتریکی است که در مدارهای الکتریکی اثر خازنی ایجاد می‌کند. اثر خازنی خاصیتی است که سبب می‌شود مقداری انرژی الکتریکی در یک میدان الکترواستاتیک ذخیره شود. به تعبیر دیگر، خازن‌ها عناصری هستند که می‌توانند مقداری الکتریسیته را به صورت یک میدان الکترواستاتیک در خود ذخیره کنند. همان‌گونه که یک مخزن آب برای ذخیره کردن مقداری آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. خازن‌ها به اشکال گوناگون ساخته می‌شوند و متداول‌ترین آنها خازن‌های مسطح هستند. این نوع خازن‌ها از دو صفحه هادی که بین آنها عایق (دی‌الکتریک) قرار دارد، تشکیل می‌شوند.

شکل ۸-۳۶ طرح ساده یک خازن مسطح و نماد الکتریکی آن را نشان می‌دهد. صفحات هادی نسبتاً بزرگ‌اند و در فاصله بسیار تزدیک به هم قرار می‌گیرند. دی‌الکتریک انواع مختلفی دارد و با ضریب مخصوصی که نسبت به هوا سنجیده می‌شود، معروفی می‌گردد. این ضریب را ضریب دی‌الکتریک می‌گویند و آن را با حرف ϵ (اپسیلون) نمایش می‌دهند.



شکل ۸-۳۶- طرح ساده یک خازن مسطح و نماد الکتریکی

۸-۱۸-میدان الکتریکی

هنگامی که یک خازن شارژ می‌گردد، یک صفحه آن دارای بار منفی و صفحه دیگر دارای بار مثبت می‌شود. چون بار منفی به وسیله یک بار مثبت جذب می‌شود، الکترون‌های صفحه منفی مایل‌اند به طرف صفحه مثبت

شود. با ایجاد مسیر، الکترون‌های صفحه منفی به طرف پتانسیل مثبت در صفحه مثبت جاری می‌شوند. تبادل الکترون بین صفحات آن قدر ادامه پیدا می‌کند تا صفحات خنثی شوند. در این موقع، خازن هیچ گونه ولتاژ ندارد و می‌گویند خازن دشارژ شده است. حرکت الکترون‌ها از مسیر ایجاد شده جریان دشارژ نامیده می‌شود.

۸-۲۱- ظرفیت خازن

ظرفیت یک خازن، که آن را با حرف C نمایش می‌دهند، نمودار میزان توانایی ذخیره کردن شارژ (بار) الکتریکی است. بنا به تعریف، ظرفیت خازن برابر است با مقدار بار الکتریکی که روی یکی از صفحات خازن جمع شود تا پتانسیل آن نسبت به صفحه دیگر به اندازه یک ولت افزایش یابد. به عبارت دیگر، خارج قسمت بار الکتریکی (Q) ذخیره شده روی هر یک از صفحات خازن بر اختلاف پتانسیل (V) میان دو صفحه را ظرفیت آن خازن گویند. لذا می‌توان گفت که میزان ذخیره شدن شارژ الکتریکی به ظرفیت خازن‌ها بستگی دارد. در یک ولتاژ برابر خازنی که ظرفیت کمتری دارد، بار کمتر و خازنی که ظرفیت بیشتری دارد، بار بیشتری را در خود ذخیره می‌کند. واحد ظرفیت فاراد است که از نام مایکل فارادی گرفته شده است. تعریف فاراد عبارت است از نسبت یک کولن^۱ بار ذخیره شده در هر یک از صفحات خازنی که به اختلاف پتانسیل یک ولت اتصال داده شده باشد. با توجه به تعریف ارائه شده ظرفیت خازن از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$C = \frac{Q}{V}$$

ظرفیت خازن بر حسب فاراد (F), Q بار یک صفحه بر حسب کولن (C) و V ولتاژ دو سرخازن است. فاراد واحد بزرگی است و در کارهای عملی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در عمل از واحدهای کوچک‌تری مثل میلی‌فاراد

وقتی کلید باز است. هیچ جریانی از مدار نمی‌گذرد و خازن شارژ نمی‌شود.	
وقتی کلید بسته است. جریان از مدار می‌گذرد و خازن را شارژ می‌کند.	

شکل ۸-۳۸- اتصال باتری و شارژ شدن خازن

باید به این نکه توجه کرد که جریان شارژ و ولتاژ خازن مخالف یکدیگر عمل می‌کنند. یعنی در ابتدای شارژ جریان ماکریم و ولتاژ خازن صفر است. هر چه به ولتاژ خازن اضافه می‌شود، شدت جریان کاهش می‌یابد. وقتی ولتاژ خازن به مقدار ماکریم خود می‌رسد، جریان صفر می‌شود. شکل ۸-۳۹ این مطلب را به روشنی نمایش می‌دهد.

مدار باز بوده و جریان نمی‌گذرد.	
خازن در حال شارژ	
خازن کاملاً شارژ شده و جریان نمی‌گذرد	

شکل ۸-۳۹- شارژ شدن خازن به اندازه ولتاژ باتری

۸-۲۰- دشارژ (تخیله) خازن

یک خازن شارژ شده باید شارژ خود را به مدت نامحدودی نگه دارد، در حالی که این امر عملی نیست. با جدا شدن منبع شارژ از خازن، دیر یا زود خازن شارژ (بار) خود را از دست می‌دهد.

عمل از دست دادن شارژ را دشارژ می‌نامند. برای دشارژ خازن‌ها لازم است یک مسیر هادی بین دو صفحه ایجاد

۱- کولن (coulomb) واحد بار الکتریکی است و مقدار آن بار $10^{18} \times 6.28$ میلی‌کولون می‌باشد.

ظرفیت خازن نسبت مستقیم با سطح مشترک خازن و نسبت معکوس با فاصله صفحات دارد. همچنین جنس دیالکتریک در میزان ظرفیت مؤثر است. مقدار ظرفیت خازن از رابطه: $C = \frac{\epsilon_r A}{d}$ قابل محاسبه است.

در این رابطه A سطح مشترک صفحات خازن و d فاصله صفحات از هم یا ضخامت دیالکتریک است. ϵ_r ضریب دیالکتریک خازن یا قابلیت تحمل دیالکتریک (خاصیت عایقی) نسبت به هوا است. ضریب دیالکتریک عدد ثابتی است که نشان می‌دهد خاصیت دیالکتریک هر ماده چند برابر خاصیت دیالکتریک هوا است. در رابطه ظرفیت خازن، A بر حسب مترمربع و d بر حسب متر و ϵ_r بر حسب فاراد بر متر است (F/m).

$$\epsilon_r = 8.85 \times 10^{-12} F/m$$

تمرین: ظرفیت خازنی با سطح مقطع ۲۰۰ مترمربع و ضخامت دیالکتریک ۱۰ سانتی‌متر و ϵ_r (ضریب دیالکتریک) برابر ۴ را محاسبه کنید.

همان‌طور که ذکر شد ماده عایق مورد استفاده بین صفحات خازن را دیالکتریک گویند. دیالکتریک به کار رفته در خازن‌ها می‌تواند هوا، خلا، کاغذ، شیشه، میکا و... باشد.

بعضی از دیالکتریک‌ها به علت اینکه ظرفیت خازنی بزرگی تولید می‌کنند، دیالکتریک‌های خوبی هستند. در حالی که برخی دیگر ظرفیت کوچکی تولید می‌کنند و در نتیجه، دیالکتریک‌های ضعیفی هستند.

تفاوت بین دیالکتریک‌های خوب و ضعیف، از چگونگی تأثیر نیروی الکترواستاتیکی بر مولکول‌های دیالکتریک مشخص می‌شود.

شکل ۸-۴۱ تأثیر دیالکتریک را بر ظرفیت خازن نشان می‌دهد.

(mF)، میکروفاراد (μF) و نانوفاراد (nF) استفاده می‌کنند.

مثال ۴: یک خازن در اثر اعمال ۲۰ ولت به دوسر آن باری معادل ۸۰ کولن را ذخیره می‌کند. ظرفیت خازن چقدر است؟

راه حل:

$$C = \frac{Q}{V} \quad C = \frac{80(C)}{20(V)} = 4(F)$$

تمرین: خازنی با ظرفیت $40 \mu F$ را به ولتاژ ۵۰ ولت

اتصال می‌دهیم، مقدار بار ذخیره شده چقدر است؟

مثال ۵: به دوسر خازن $1\mu F$ ۱۰ چه ولتاژی بدهیم تا باری معادل $10 \mu C$ در آن ذخیره شود؟

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$V = \frac{10 \times 10^{-6}(C)}{10 \times 10^{-6}(F)} = 1V$$

۲۲-۸-عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن

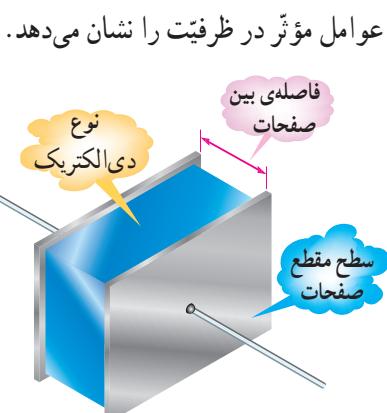
مهمن ترین عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن عبارت‌اند از:

۱- مساحت صفحات

۲- فاصله بین صفحات

۳- دیالکتریک به کار رفته بین صفحات

ظرفیت یک خازن فقط به ابعاد و نوع عایق آن بستگی دارد، نه به مقدار ولتاژ و بار ذخیره شده در آن. شکل

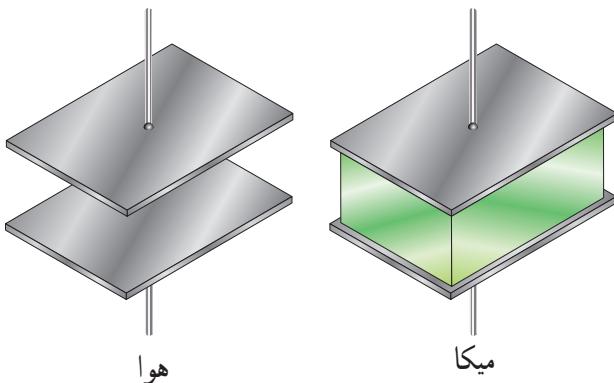


شکل ۸-۴۰-عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن

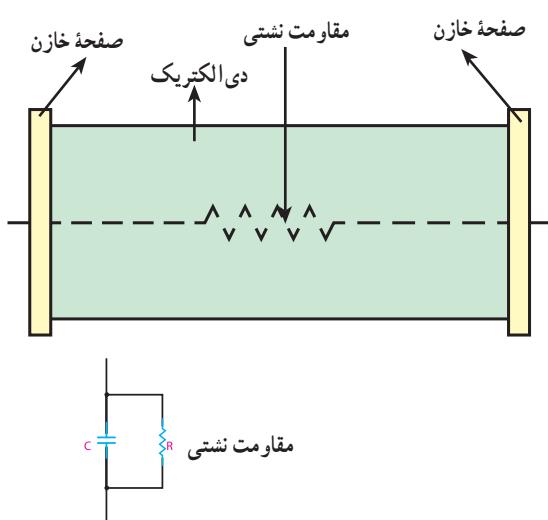
۱- فرکانس ولتاژ دوسر خازن، درجه حرارت و مدت زمانی که خازن مورد استفاده قرار می‌گیرد از عوامل دیگری است که بر ظرفیت خازن تأثیر ناچیزی می‌گذارند، به طوری که می‌توان در بعضی مواقع از آنها صرف نظر کرد.

۸-۲۳- نشت در خازن‌ها

دیالکتریک مورد استفاده در خازن‌ها باید از عبور هرگونه جریانی بین صفحات خازن جلوگیری کند. مگر در موقعی که به دلیل ولتاژ بسیار زیاد، مولکول‌های دیالکتریک شکسته شوند. در هر صورت، علاوه‌عایقی به معنای صدرصد وجود ندارد. لذا دیالکتریک‌ها هم مقادیر بسیار کمی جریان را از خود عبور می‌دهند. مقاومتی که هر دیالکتریک در مقابل عبور جریان از خود نشان می‌دهد، مقاومت نشتی خازن نامیده می‌شود. شکل ۸-۴۳ مقاومت نشتی و مدار معادل آن را نشان می‌دهد. مقاومت نشتی علاوه‌عایقی حدود مگا اهم است. در اثر کارکرد زیاد خازن مقاومت نشتی آن به تدریج کاهش می‌پابد.



شکل ۸-۴۱- ظرفیت خازن سمتراست.^۵ برابر ظرفیت خازن سمت‌چپ است. مقادیر ضرایب دیالکتریک را در جداول خاص مشخص می‌کنند.



شکل ۸-۴۳- مقاومت نشتی و مدار معادل آن

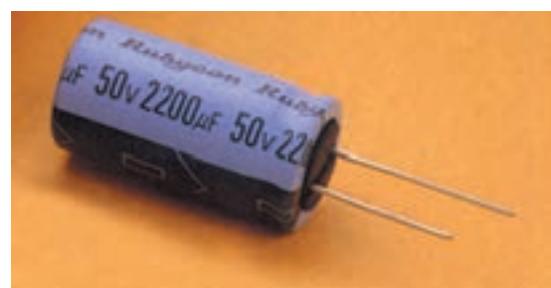


پژوهش

با مراجعه به فضای مجازی انواع جداول مربوط به ضریب دیالکتریک خازن را بیابید و درباره آن بحث کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

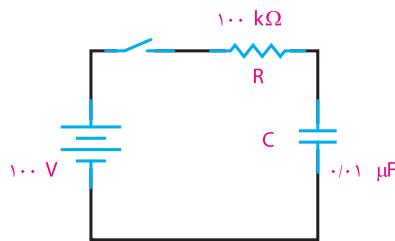
از جمله مشخصه‌های دیگر خازن ولتاژ کار آن است که همراه با ظرفیت روی بدنه خازن نوشته می‌شود و حتماً باید به آن توجه داشت.

ولتاژ کار خازن حداقل ولتاژ DC است که خازن می‌تواند در آن ولتاژ، کار عادی خود را انجام دهد، مثلاً خازن شکل ۸-۴۲ که روی آن $220\text{ }\mu\text{F}/50\text{ V}$ نوشته شده است، می‌تواند تا 50 ولت DC را تحمل کند و به کار خود ادامه دهد.



شکل ۸-۴۲- خازن الکترولیتی

چنانچه خازنی به تنها بی دریک مدار DC قرار گیرد، به سرعت شارژ می‌شود. شارژ سریع خازن به این دلیل اتفاق می‌افتد که در مسیر شارژ هیچ‌گونه مقاومتی وجود ندارد. حال اگر مقاومتی را به مدار اضافه کنیم، وجود آن در مسیر شارژ، زمان شارژ را طولانی تر می‌کند. مقدار دقیق زمان شارژ به مقدار مقاومت قرار گرفته در مسیر شارژ (R)



شکل ۸-۴۵- مدار RC

راه حل: ثابت زمانی مدار

$$\tau = RC = 100 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} = 1 \text{ m sec}$$

$$5\tau = 5 \times 1 \text{ ms} = 5 \text{ ms}$$

پنج میلی ثانیه طول می کشد تا خازن شارژ شود.

تمرین: در شکل ۸-۴۵ اگر مقدار ظرفیت خازن را به سه برابر و مقدار مقاومت را به $\frac{1}{4}$ کاهش دهیم، میزان زمان شارژ را در این حالت محاسبه کنید.

۸-۲۵- انرژی ذخیره شده در خازن

میدان الکترواستاتیکی ذخیره شده در خازن، دارای انرژی است. این انرژی به وسیله ولتاژ منع که خازن را شارژ کرده است، تأمین می شود. چنانچه منع ولتاژ را از خازن قطع کنیم، خازن در مرحله دشارژ قادر به باز پس دادن این انرژی خواهد بود. مقدار انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن از رابطه زیر به دست می آید.

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

C ظرفیت خازن بر حسب فاراد، V ولتاژ سرخازن بر حسب ولت و W مقدار انرژی ذخیره شده بر حسب ژول است.

مثال ۷: مقدار انرژی یک خازن $1\mu\text{F}$ که با ولتاژ 400 ولت شارژ شده را محاسبه کنید.

راه حل:

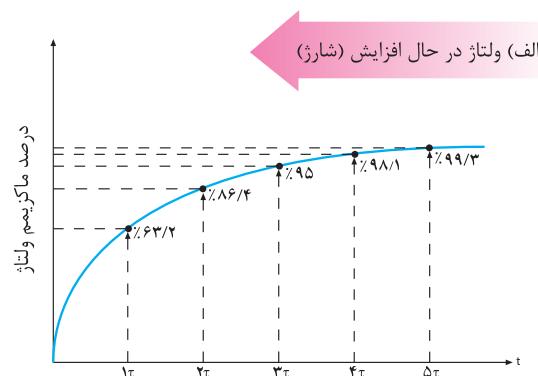
$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} \times (400)^2$$

$$W = 0.08 \text{ ژول}$$

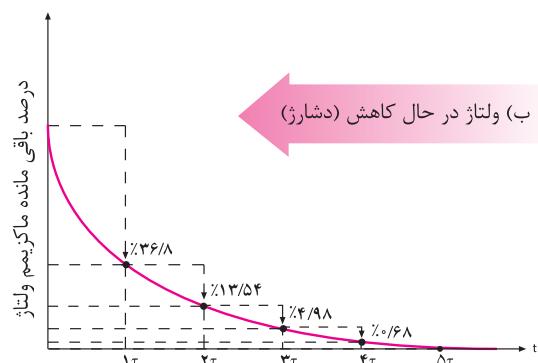
و ظرفیت خازن (C) بستگی دارد و به کمک رابطه زیر مشخص می شود:

$\tau = RC$ τ را ثابت زمانی خازن گویند و آن، مدت زمانی است که ولتاژ خازن به $63/2$ درصد ولتاژ کل آن برسد.

منحنی شارژ و دشارژ در خازن مشابه شارژ و دشارژ بوین است. در شکل ۸-۴۴ منحنی های شارژ و دشارژ خازن را ملاحظه می کنید.



در ۵ ثابت زمانی، ولتاژ به بیش از ۹۹٪ ماقریم می رسد که این مقدار علماً ۱۰٪ است.



در ۵ ثابت زمانی، ولتاژ به کمتر از ۱٪ مقدار ماقریم می رسد که این مقدار علماً صفر است.

شکل ۸-۴۴- منحنی شارژ و دشارژ خازن

مثال ۶: مدار شکل ۸-۴۵ را در نظر می گیریم. پس از بستن کلید چه مدت طول می کشد تا خازن شارژ شود؟

مقدار ظرفیت خازن سری از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

در صورتی که خازن‌ها با هم مساوی باشند، رابطه ظرفیت خازن معادل برای n خازن چنین است :

$$C_t = \frac{C}{n}$$

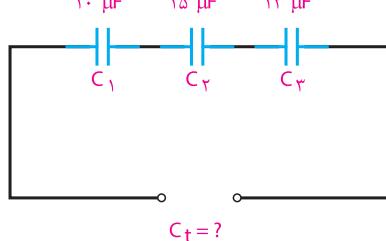


پژوهش

رابطه محاسبه ظرفیت معادل در خازن‌ها به صورت سری از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟

مثال ۸: ظرفیت معادل مدار شکل‌های ۸-۴۷ را به دست

آورید.



شکل ۸-۴۷—مدار اتصال سری سه خازن

راه حل:

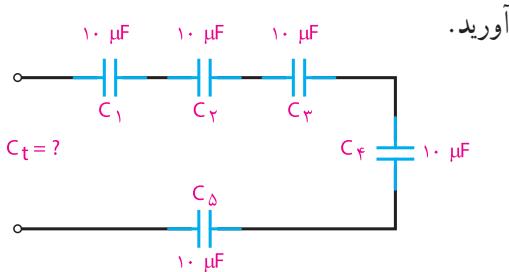
$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{12} = \frac{6+4+5}{60} = \frac{15}{60}$$

$$C_t = \frac{60}{15} = 4\mu F$$

تمرین: ظرفیت معادل مدار شکل‌های ۸-۴۸ را به دست

آورید.



شکل ۸-۴۸—مدار اتصال سری پنج خازن

انرژی ذخیره شده در خازن شارژ شده، حتی اگر به مداری متصل نباشد، می‌تواند ایجاد شوک الکتریکی کند. اگر دو سر یک خازن شارژ شده را با انگشتان دست بگیرید، ولتاژ دو سر آن در بدنه پدیدار می‌شود که یک جریان تخلیه ایجاد می‌نماید. انرژی ذخیره شده بیشتر از یک ژول در خازن شارژ شده با ولتاژ‌های زیاد می‌تواند شوک الکتریکی خطرناکی را به وجود آورد و حتی موجب مرگ شود.

در مورد خازن و نقش آن در فلاشرهای عکاسی و دستگاه‌های شوک الکتریکی پژوهش کنید و نتیجه آن را در کلاس ارائه نمائید.



پژوهش

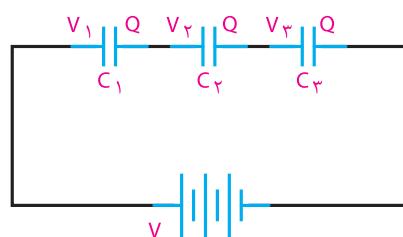
۸-۲۶—اتصال خازن‌ها

خازن را بسته به نوع استفاده از آنها می‌توان به سه طریق سری، موازی و مختلط به هم متصل کرد.

الف—اتصال سری خازن‌ها : در شکل ۸-۴۶ طرز به هم بستن سری خازن‌ها را مشاهده می‌کنید. در اتصال سری، فاصله مؤثر بین صفحات بیشتر می‌شود و ظرفیت معادل مجموعه خازنی کاهش می‌یابد. همان‌گونه که در شکل می‌بینید، تنها دو صفحه ابتداء و انتهای مجموعه خازنی که به مولد بسته شده است، از مولد، بار الکتریکی دریافت می‌کنند و صفحات دیگر از طریق القاء دارای بار الکتریکی می‌شوند. بنابراین، اندازه بار الکتریکی همه خازن‌ها یکی است ولی اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه برابر با حاصل جمع اختلاف پتانسیل‌های دو سر خازن‌هاست. یعنی :

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 \quad (1)$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (2)$$



شکل ۸-۴۶—چگونگی اتصال سری خازن‌ها

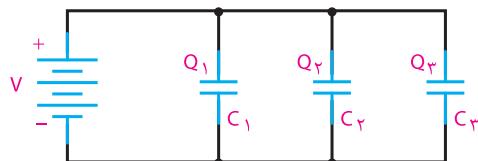


نتیجه

خازن C_1 که ظرفیت کمتری دارد، شارژ (ولتاژ) بیشتری را به خود گرفته است (50° ولت).

تمرین: در مدارهای شکل ۸-۴۸ و ۸-۴۹ اگر ولتاژ تغذیه 6° ولت باشد، مقدار ولتاژ در هر یک از خازن‌ها را محاسبه کنید.

ب) اتصال موازی خازن‌ها: شکل ۸-۵۰ اتصال چند خازن را به طور موازی نشان می‌دهد. در اتصال موازی خازن‌ها سطح مؤثر صفحات زیادتر می‌شود و ظرفیت معادل افزایش می‌یابد و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه همه آنها برابر ولتاژ منبع است ولی بار الکتریکی ذخیره شده در هر خازن با ظرفیت آن متناسب است:



۸-۵۰- اتصال موازی خازن‌ها

مقدار ظرفیت خازن معادل در مدار موازی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

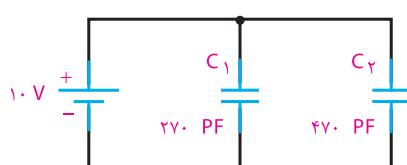
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$



پژوهش

رابطه ظرفیت خازن معادل در مدار موازی را اثبات کنید.

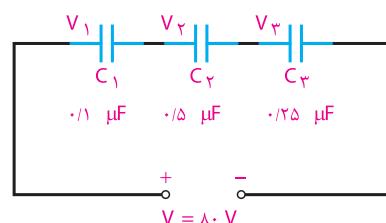
مثال ۱۰: در مدار شکل ۸-۵۱ ظرفیت کل، ولتاژ و بار دوسر هر خازن را محاسبه کنید.



۸-۵۱- مدار مثال ۱۰

افت ولتاژ دو سر خازن‌ها در مدار سری با ظرفیت هر خازن نسبت معکوس دارد. یعنی، هر چه ظرفیت خازن کمتر باشد، مقدار ولتاژ شارژ روی آن بیشتر خواهد بود. به تعبیر دیگر، در مدار سری، دو سرخازن‌های با ظرفیت کمتر، ولتاژ بیشتری نسبت به خازن‌های با ظرفیت بیشتر، افت می‌کند.

مثال ۹: در مدار شکل ۸-۴۹ در صورتی که همه خازن‌ها شارژ کامل باشند، ولتاژ دو سر خازن را محاسبه کنید.



۸-۴۹- مدار مثال ۹

راه حل:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{0.1} + \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.25} = \frac{5+1+2}{0.5} = \frac{8}{0.5}$$

$$C_t = \frac{0.5}{8} \mu F$$

در مدار سری مقدار بار خازن‌ها یکسان برابر است با

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_t$$

$$Q_t = \frac{0.5 \times 10}{8} = 0.5 C$$

با استفاده از رابطه $V = \frac{Q}{C}$ مقدار ولتاژ دو سر هر خازن را به دست می‌آوریم.

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{0.5}{0.1} = 5^\circ V$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{0.5}{0.5} = 1^\circ V$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{0.5}{0.25} = 2^\circ V$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = 5^\circ + 1^\circ + 2^\circ = 8^\circ V$$

البته می توانستیم ابتدا ظرفیت $C_{2,4}$ را حساب کنیم و سپس ظرفیت معادل را به صورت مجموعه سه خازن سری به دست آوریم.

۲۷-۸- جمع‌بندی ویژگی‌ها و قوانین سری و موازی در مدارهای DC

<ul style="list-style-type: none"> - بار ذخیره شده در هر خازن با بار کل برابر است. - ولتاژ کل با مجموع ولتاژهای جزء برابر است. - ظرفیت کل کاهش می‌یابد. 	۶ مجموعی
<ul style="list-style-type: none"> - ولتاژ کل با ولتاژ دو سر هر خازن برابر است. - بار کل با مجموع بارهای جزء برابر است. - ظرفیت کل افزایش می‌یابد. 	۳ مجموعی

راه حل: ظرفیت معادل برابر است با

$$C_T = C_1 + C_2 = 27\text{ }\mu\text{F} + 47\text{ }\mu\text{F} = 74\text{ }\mu\text{F}$$

$$V = V_1 = V_2 = 10\text{ V}$$

مقدار بار هر خازن از رابطه $Q = CV$ محاسبه می‌شود.

$$\text{کولن} \quad Q_1 = C_1 V = 27\text{ }\mu\text{F} \times 10\text{ V} = 270\text{ }\mu\text{C}$$

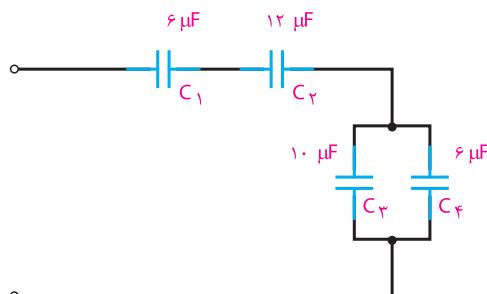
$$\text{کولن} \quad Q_2 = C_2 V = 47\text{ }\mu\text{F} \times 10\text{ V} = 470\text{ }\mu\text{C}$$

تمرین: ظرفیت معادل ۱۵ خازن $1000\text{ }\mu\text{F}$ را

که به طور موازی بسته شده‌اند، محاسبه کنید.

ج) اتصال مختلط خازن‌ها: در اتصال مختلط خازن‌ها از قوانین مربوط به اتصال سری و موازی متناسب با روش انجام شده استفاده می‌کنیم. یعنی، ابتدا کل مجموعه را به مجموعه‌های جزء سری و موازی تقسیم می‌کنیم، آن‌گاه معادل مجموعه‌های جزء را به دست می‌آوریم و سپس قوانین سری و موازی را درباره آنها اجرا می‌کنیم.

مثال ۱۱: ظرفیت کل مدار شکل ۸-۵۲ را محاسبه کنید.



شکل ۸-۵۲- مدار مثال ۱۱

راه حل: در این مدار C_1 و C_2 سری است که روابط سری را درباره این دو عمل می‌کنیم. در نهایت، مجموعه C_1 و C_2 با مجموعه C_3 و C_4 سری هستند و از قوانین سری پیروی می‌کنند. بنابراین، می‌توان نوشت:

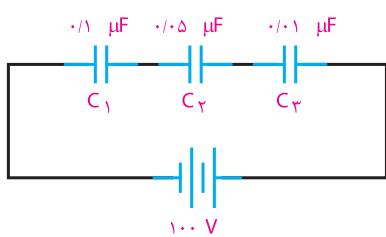
$$C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\text{ }\mu\text{F}$$

$$C_{3,4} = C_3 + C_4 = 10 + 6 = 16\text{ }\mu\text{F}$$

$$C_t = \frac{C_{1,2} \cdot C_{3,4}}{C_{1,2} + C_{3,4}} = \frac{4 \times 16}{4 + 16} = \frac{16}{5} = 3.2\text{ }\mu\text{F}$$

۹ ولتاژ دو سر هر خازن مدار شکل ۸-۵۴ در صورت شارژبودن همه آنها چه قدر است؟

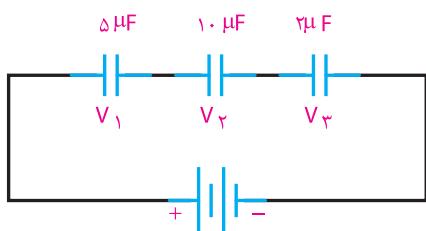
$$(V_3 = \frac{100}{13} V, V_2 = \frac{100}{65} V, V_1 = \frac{100}{13} V) \text{ (جواب: } V_3 = \frac{100}{13} V, V_2 = \frac{100}{65} V, V_1 = \frac{100}{13} V)$$



شکل ۸-۵۴ - مدار سؤال ۹

۱۰ در مدار شکل ۸-۵۵ اگر مقدار بار ذخیره شده در مجموعه خازن‌ها $100\text{ }\mu\text{F}$ باشد، ولتاژ دو سر هر خازن را محاسبه کنید.

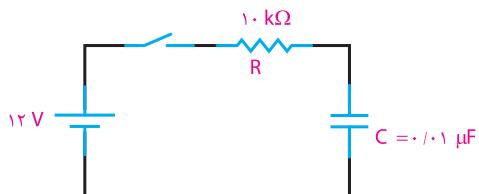
$$(V_3 = 5\text{ V}, V_2 = 1\text{ V}, V_1 = 2\text{ V}) \text{ (جواب: } V_3 = 5\text{ V}, V_2 = 1\text{ V}, V_1 = 2\text{ V})$$



شکل ۸-۵۵ - مدار سؤال ۱۰

۱۱ در مدار شکل ۸-۵۶ اگر خازن خالی باشد و کلید را به مدت $2\text{ }\mu\text{s}$ بندیم، خازن چه قدر شارژ می‌شود؟

$$(جواب: \text{شارژ کامل } 12 \text{ ولت})$$



شکل ۸-۵۶ - مدار سؤال ۱۱

الگوی پرسش (ارزشیابی و احیادگیری ۸ از فصل دوم):

۱ شارژ و دشارژ در خازن را تعریف کنید.

۲ میدان الکترواستاتیکی چگونه پدید می‌آید؟

۳ ظرفیت خازن به چه عواملی بستگی دارد؟

۴ چرا دیالکتریک را در خازن به کار می‌بریم؟

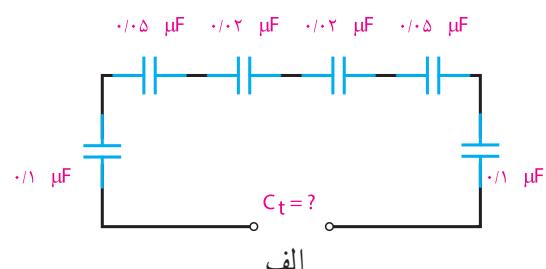
۵ منظور از قابلیت تحمل دیالکتریک یک ماده را توضیح دهید.

۶ ثابت زمانی یک مدار RC را توضیح دهید و رابطه آن را بنویسید.

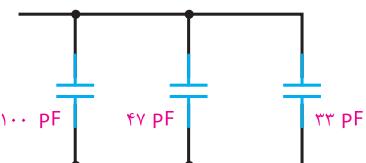
۷ ویژگی‌های مدار سری و موازی را بیکدیگر مقایسه کنید.

۸ در مدار شکل ۸-۵۳ مقدار C_t را حساب کنید

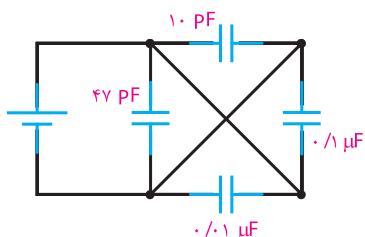
$$(جواب: \text{پ) } 110.57 \text{ pF, \text{ب) } 18.05 \text{ nF, \text{الف) } 25.6 \text{ nF})$$



الف



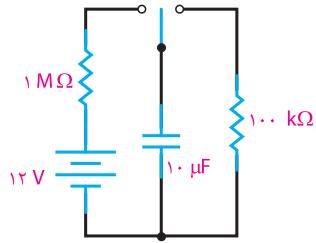
ب



پ

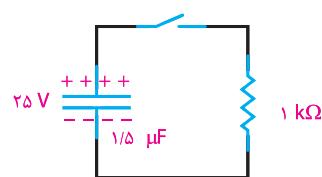
شکل ۸-۵۳ - مدار سؤال ۸

۱۳ در مدار شکل ۸-۵۸ با بستن کلید، خازن پس از چه مدت شارژ می‌شود؟ پس از شارژ خازن در صورت جابه‌جایی کلید و اتصال آن به دوسر مقاومت $100\text{ k}\Omega$ ، خازن پس از چه مدت تخلیه خواهد شد؟



شکل ۸-۵۸ مدار سؤال ۱۳

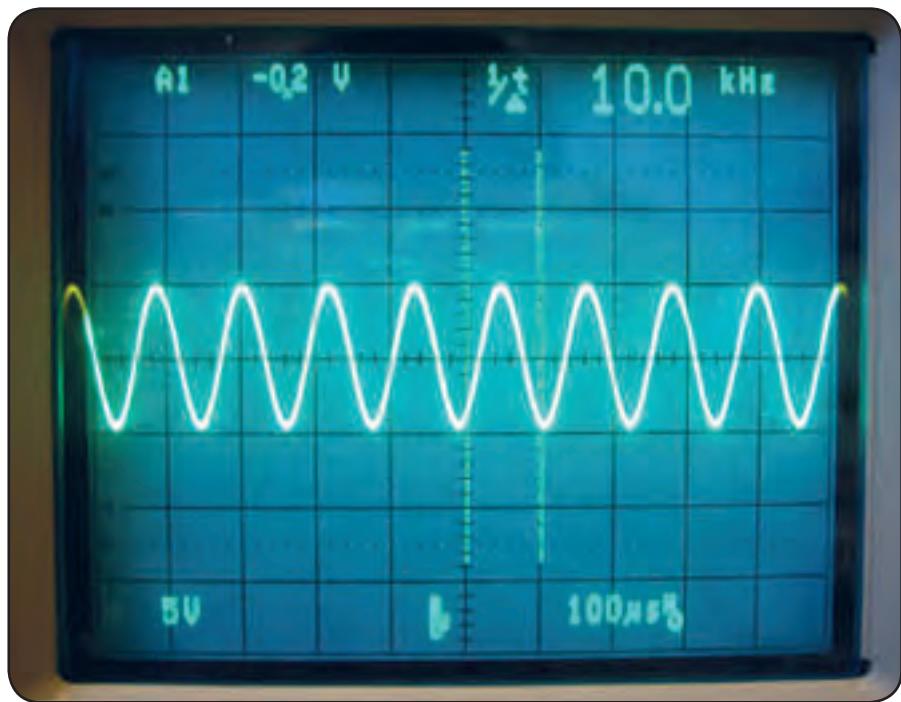
۱۴ در مدار شکل ۸-۵۷ خازن دارای شارژ کامل است. کلید را به مدت ۳ میلی‌ثانیه می‌بندیم. چه ولتاژی از خازن خالی می‌شود؟
(جواب : ۲۱/۶ ولت)



شکل ۸-۵۷ مدار سؤال ۱۴

ارزشیابی شایستگی پودمان ۲ : مدارهای الکتریکی DC

سال تحصیلی : ۱۳۹۶-۹۷			پایه : دهم	رشته تحصیلی : الکترونیک	
کد کتاب : ۲۱۰۲۷۵			کد درس :	کد رشته : ۷۱۴۱۰	
نمره	شاخص تحقق			استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)
۳	اجرای کلیه بندها و حل مسائل ترکیبی پیچیده مقاومتی و دو حلقه‌ای	بالاتر از حد انتظار	نتایج ممکن	۱- محاسبه مقاومت معادل در مدارهای سری و موازی و ترکیبی ۲- به کارگیری قوانین کیرشهوف در حل مدارهای ساده مقاومتی ۳- اتصال پیل‌ها	۱- مدارهای سری و موازی و مقاومت‌ها و پیل‌ها
۲	اجرای بندهای ۱، ۲، ۴ و ۵	در حد انتظار		۴- تعاریف، مفاهیم و کاربرد مغناطیس ۵- خازن و اتصال سری و موازی آن	۲- سلف و خازن در جریان مستقیم
۱	اجرای بند ۲	پایین‌تر از حد انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان					
نمره پودمان از ۲۰					
<p>- نمره شایستگی پودمان منحصراً شامل نمرات ۱، ۲ یا ۳ است.</p> <p>- زمانی هنرجو شایستگی کسب می‌کند که در ارزشیابی پودمان حداقل نمره شایستگی ۲ را اخذ کند.</p> <p>- حداقل نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.</p> <p>- نمره کلی درس زمانی لحاظ می‌شود که هنرجو در کلیه پودمان‌ها، شایستگی مورد نیاز را کسب نماید.</p>					

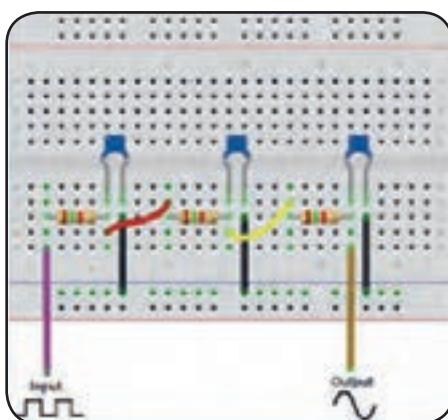


پودمان سوم

مدارهای الکتریکی AC

واحد یادگیری ۹ : کسب شایستگی در تحلیل رفتار مقاومت و سلف در جریان AC و انجام محاسبات مربوطه

واحد یادگیری ۱۰ : کسب شایستگی در تحلیل رفتار خازن در جریان AC و انجام محاسبات مربوطه



واحدیادگیری ۹

مقاومت و بوبین در جریان متناوب

۱-۹- مقاومت در جریان متناوب

تنها شامل اندوکتانس باشد، مقدار جریان به نیروی ضد محركه ایجاد شده بستگی دارد، که با عبور جریان مخالفت می‌کند. اما چون نیروی ضدمحركه (Cemf) بر حسب ولت بیان می‌شود، نمی‌توان آن را به جای اهم قرار داد و جریان را به دست آورد.

لذا تأثیر نیروی ضدمحركه بر مدار را می‌توان بر حسب اهم به دست آورد. این اثر را مقاومت القایی می‌گویند و با X_L نمایش می‌دهند.

مقدار نیروی ضدمحركه ایجاد شده در مدار، توسط مقدار L و فرکانس جریان عبوری از مدار تعیین می‌شود. بنابراین مقاومت القایی نیز باید وابسته به همین عوامل باشد.

$$X_L = 2\pi f L \quad \text{يعني:}$$

در رابطه فوق، X_L مقاومت القایی بر حسب اهم، $2\pi f L$ ثابت و برابر $6/28$ و f فرکانس جریان بر حسب هرتز و L اندوکتانس بر حسب هانزی است که در رابطه قرار می‌گیرد. با توجه به رابطه ياد شده هرچه فرکانس يا اندوکتانس بيشتر باشد مقاومت القایی بيشتر و هرچه فرکانس كمتر باشد، مقدار مقاومت القایی كمتر خواهد بود.

از طرفی $2\pi f L$ همان سرعت زاویه‌ای (ω) است که سرعت تغییرات جریان را نمایش می‌دهد و بر حسب رادیان بر ثانیه بیان می‌شود. هرقدر جریان با سرعت بیشتری تغییر کند، افت ولتاژ القایی در دوسر سلف نیز زيادتر خواهد شد. بنابراین با توجه به قانون اهم می‌توان رابطه زير را نوشت:

$$X_L = 2\pi f L \quad X_L = \frac{U_L}{I_L} \quad \text{و}$$

رفتار مقاومت در جریان متناوب با رفتار آن در جریان DC تفاوتی نمی‌کند. همانطور که در درس عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی فراگرفتید، مقاومت‌ها ارزشی الکتریکی را به صورت توان مفید (مؤثر) تلف می‌کنند، فقط باید توجه داشته باشید که هنگام محاسبه توان در جریان متناوب، از مقدار موثر جریان و ولتاژ استفاده کنید. مقدار جریان و ولتاژ در مقاومت‌ها برای جریان متناوب براساس قانون اهم محاسبه می‌شود.

۲-۹- بوبین در جریان متناوب

برخلاف مدارهای DC که در آنها جریان فقط هنگام باز و بسته شدن مدار تغییر می‌کند، در مدارهای AC جریان به صورت بی‌دریی تغییر می‌کند. لذا اندوکتانس اثری دائمی بر کار مدار می‌گذارد. یعنی از لحظه بسته شدن مدار تا لحظه قطع مدار اندوکتانس بر عملکرد مدار تأثیر دارد. بوبین‌ها معمولاً ایده‌آل نیستند. لذا هر بوبین در مدار AC علاوه بر خاصیت القایی از خاصیت اهمی نیز برخوردار است.

به علاوه منبع و سیم‌های رابط نیز مقداری مقاومت دارند. حال اگر این مقاومت‌ها به قدری کوچک باشند که اثرشان بر مدار در مقابل اثر اندوکتانس ناچیز باشد، می‌توان فقط اثر سلفی را در مدار در نظر گرفت و از اثر اهمی آن صرف نظر کرد.

۳-۹- مقاومت القایی

می‌دانیم که مقاومت اهمی در مقابل جریان DC و AC به ازاء ولتاژ ثابت عکس العمل مشابهی دارد. اما اگر مداری

۹-۴- اتصال موازی

برای دستیابی به اندوکتانس مناسب اغلب مجبور به بینندها را به صورت سری یا موازی بیندیم. در چنین مواردی بدون درنظر گرفتن اثر میدان‌ها بر یکدیگر، اندوکتانس کل عیناً شبیه مقاومت معادل در مدارهای سری و موازی به دست می‌آید.

الف - اتصال سری بینندها : با اتصال بی‌دریپی (متوالی) بینندها، اندوکتانس کل برابر مجموع تک تک اندوکتانس‌های موجود در مدار است که از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$L_T = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

در صورت مساوی بودن اندوکتانس‌ها، اندوکتانس کل برای n بیننده برابر است با :

$$L_T = nL$$

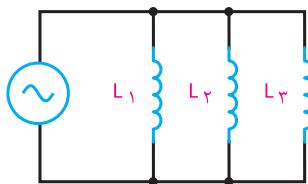
ب - اتصال موازی بینندها : در اتصال موازی بینندها اندوکتانس کل از رابطه زیر به دست می‌آید :

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

در صورت مساوی بودن بینندها اندوکتانس کل برای n بیننده برابر است با :

$$L_T = \frac{L}{n}$$

شکل‌های ۹-۱ و ۹-۲ اتصال سری و موازی را برای سه بیننده که با فاصله زیاد از یکدیگر قرار دارند (بدون داشتن ارتباط مغناطیسی) نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲- اتصال موازی بینندها

همچنین برای محاسبه مقاومت القایی معادل در مدارهای سری و موازی نیز می‌توان مشابه محاسبه اندوکتانس معادل بینندها عمل کرد. روابط محاسبه مقاومت القایی معادل، در مدار سری و موازی به صورت زیر است :

$$\text{مدار سری : } X_{LT} = X_{L1} + X_{L2} + X_{L3} + \dots + X_{Ln}$$

مدار موازی :

$$\frac{1}{X_{LT}} = \frac{1}{X_{L1}} + \frac{1}{X_{L2}} + \dots + \frac{1}{X_{Ln}}$$

نکته

در هر یک از اتصالات سری یا موازی بینندها مقاومت

القایی کل را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد :

$$X_{LT} = 2\pi f L_T = \omega L_T$$

مثال ۱: سه بیننده با اندوکتانس‌های ۱۵، ۶ و ۱۰ میلی‌هانزی یک بار به صورت سری و یکبار به صورت موازی بسته شده‌اند. اندوکتانس کل را در هر دو حالت سری و موازی محاسبه کنید.

۱- اتصال سری :

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$

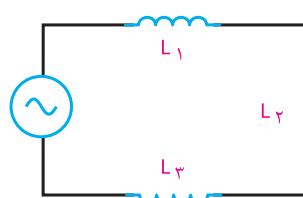
$$L_T = 15 + 6 + 10 = 31 \text{ mH}$$

۲- اتصال موازی :

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} = \frac{1}{15} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10}$$

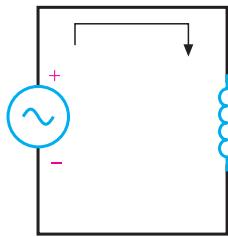
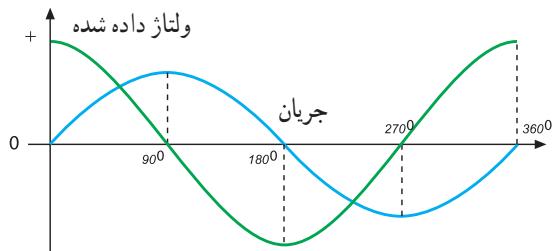
$$\frac{1}{L_T} = \frac{2+5+3}{30} = \frac{10}{30} (\text{mH})$$

$$L_T = \frac{30}{10} = 3 (\text{mH})$$



شکل ۹-۱- اتصال سری بینندها

بستن کلید به دلیل وجود نیروی ضدمحركه در سیم پیچ، مقدار جریان صفر است و بعد از طی 90° درجه، جریان ماکزیمم و ولتاژ صفر خواهد شد.



شکل ۹-۳- اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ

در برابر خالص (بدون مقاومت اهمی)

۷- انرژی ذخیره شده در سلف

میدان مغناطیسی وابسته به جریان در یک سیم پیچ دارای انرژی الکتریکی است که از طریق منبع ولتاژی که جریان را تولید می کند، تأمین می شود. این انرژی به صورت میدان مغناطیسی ذخیره می شود و به مقدار اندوکتانس (L) و مجدور جریان عبوری از سیم پیچ بستگی دارد و از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$W = \frac{1}{2} L I^2$$

در رابطه فوق I بر حسب آمپر، L بر حسب هانزی و انرژی ذخیره شده (W) بر حسب وات ثانیه یا ژول است.

مثال ۲ : از یک سیم پیچ با ضریب خود القایی ۳ هانزی، جریان مستقیم برابر 6 آمپر می گذرد. هنگام قطع این سیم پیچ چقدر انرژی آزاد می شود؟

$$W = \frac{1}{2} L I^2$$

$$W = \frac{1}{2} \times 3 \times (6)^2 = \frac{3 \times 36}{2} = 54 \text{ ج} = 5 / 4 \text{ کج}$$

تمرین : در مثال ۱ اگر فرکانس مدار 1000 هرتز در نظر گرفته شود، مقاومت القایی معادل را در هر دو حالت سری و موازی را به دست آورید.

۸- القاء متقابل

هرگاه دو سیم پیچ طوری در تزدیکی یکدیگر قرار گیرند که خطوط قوای تولید شده توسط یکی از حلقه ها، سیم پیچ دیگر را قطع کند، در سیم پیچ دوم ولتاژی القاء می شود، چنانچه به سیم پیچ دوم مصرف کننده ای متصل شود، با توجه به مقدار ولتاژ، جریانی از مصرف کننده عبور خواهد کرد. در اثر عبور این جریان خطوط قوای جدیدی به وجود می آید که حلقه های سیم پیچ اول را قطع می کند و در سیم پیچ اول ولتاژی القاء می شود. با توجه به اینکه دو سیم پیچ هیچ گونه ارتباطی با هم ندارند، به این عمل القاء متقابل می گویند. مقدار ولتاژ القایی ناشی از القاء متقابل بین دو برابر بستگی به وضع قرار گرفتن آنها نسبت به یکدیگر و تعداد خطوط قوای ارتباطی بین دو برابر دارد.

مفهوم تزویج کامل (سفت) و ناقص (سست) را باید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



پژوهش

۹- منحنی تغییرات جریان و ولتاژ برابر در جریان متناوب

در یک مدار با مقاومت اهمی اختلاف فاز بین ولتاژ دو سر مقاومت با جریان عبوری از آن برابر صفر است. یعنی جریان با ولتاژ دوسر یک مقاومت هم فاز است. اما اگر مداری شامل اندوکتانس باشد نیروی ضد محركه و تأخیر ایجاد شده توسط اندوکتانس در جریان، بین ولتاژ داده شده و جریان عبوری از آن اختلاف فاز ایجاد می کند.

شکل ۹-۳ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ را در برابر خالص نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود در زمان

فیلم



نرم افزار



فیلم مقاومت و سیم پیچ در جریان متناوب را بینید.

با استفاده از نرم افزاری که در اختیار دارد اتصال بینیم ها به صورت سری و موازی و بین در جریان متناوب را تجربه کنید.

۷ دو بینی با ضرب خودالقاء 100 میلی هانزی را یک بار به طور سری و بار دیگر به طور موازی به هم وصل می کنیم. ضرب خودالقایی کل را در هر دو حالت محاسبه کنید. (جواب : 200 و 50 میلی هانزی)

۸ ضرب خودالقایی سیم پیچ $mH = 20$ و جریان عبوری از آن 10 آمپر است چه مقدار انرژی در سیم پیچ ذخیره می شود؟ (جواب : $ژول = W = 1$)

۹ چهار بینی با ضرب خودالقاء 50 ، 100 ، 250 و 25 میلی هانزی را یکبار سری و یکبار موازی بینید. ضرب خودالقاء کل را در هر حالت به دست آورید.

(جواب : 200 و 9 میلی هانزی)
۱۰ از یک بینی با ضرب خودالقایی $mH = 1$ جریان متناوبی با فرکانس 50 هرتز عبور می کند. مقاومت القایی بین چند اهم است؟ اگر فرکانس به 1 کیلو هرتز تغییر یابد، مقاومت القایی بین را محاسبه کنید.
(جواب : $3/14$ و $62/8$)

الگوی پرسش (ارزشیابی واحدیادگیری ۹ از فصل سوم) :

۱ اثرات جریان DC و AC را بر سیم پیچ با یکدیگر مقایسه کنید.

۲ القاء متقابل را شرح دهید و برای آن مثالی بزنید.

۳ اثرات جریان DC در القاء متقابل را شرح دهید.

۴ اثر مقاومت القایی را در جریان متناوب توضیح دهید.

۵ دلیل سری یا موازی بستن سیم پیچ ها را بیان کنید.

۶ رابطه فازی بین ولتاژ و جریان یک بین را با رسم نمودار شرح دهید.

واحد یادگیری ۱۰

خازن در جریان متناوب

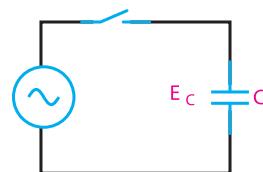
۱۰-۱- مدارهای جریان متناوب خازنی

به طوری که جریان از ولتاژ به اندازه 90° درجه جلوتر است یا تقدم فاز دارد. با توجه دقیق به منحنی‌های ولتاژ و جریان در شکل ۱-۲، این نتیجه به دست می‌آید که، خازن در زمانی که ولتاژ زیاد می‌شود (چه در جهت مثبت، چه در جهت منفی) انرژی ذخیره می‌کند و در زمانی که ولتاژ داده شده کاهش می‌یابد (زمان‌های T_1 تا T_2 و T_4 تا T_5) در هر سیکل انرژی ذخیره شده را پس می‌دهد. دامنه شارژ و دشارژ خازن با ظرفیت آن و سرعت تغییرات ولتاژ متناسب است. با وجود اینکه جریان از داخل خازن عبور نمی‌کند ولی اگر آمپرتری در مدار داشته باشیم، به دلیل شارژ و دشارژ خازن جریان عبوری از مدار را نشان می‌دهد، درست مانند این است که مقاومتی در مدار قرار دارد و جریان را محدود می‌کند.

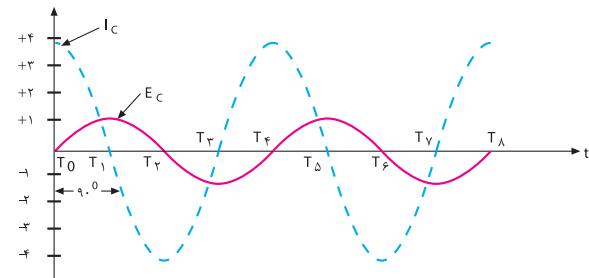


نتیجه

در واحد یادگیری ۸ رفتار خازن در جریان مستقیم بررسی شد. اکنون چگونگی رفتار خازن را وقتی که جریان متناوب به آن اعمال می‌شود، مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این قسمت، به روابط فازی بین جریان و ولتاژ و عکس‌العمل خازنی می‌پردازیم. بررسی رفتار خازن در جریان متناوب بسیار پیچیده است و نیاز به بررسی مدار به صورت لحظه‌ای دارد اما در مجموع هنگامی که منبع ولتاژ به خازن ایده‌آل متصل می‌شود، جریان به اندازه 90° درجه از ولتاژ خازن جلو می‌افتد، یعنی در لحظه‌ای که ولتاژ کمترین مقدار را دارد، جریان بیشینه است. در شکل ۱-۲ منحنی‌های ولتاژ و جریان شکل ۱-۱ را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۱- اتصال خازن به ولتاژ متناوب



شکل ۲-۱- منحنی تغییرات ولتاژ نسبت به

جریان عبوری از خازن

همان‌طور که مشاهده می‌شود، منحنی ولتاژ و جریان، هردو به صورت سینوسی تغییر می‌کنند.

مخالفت خازن در مقابل جاری شدن جریان را عکس‌العمل (راکتانس) خازنی یا مقاومت خازنی می‌گویند و آن را با X_C نمایش می‌دهند.

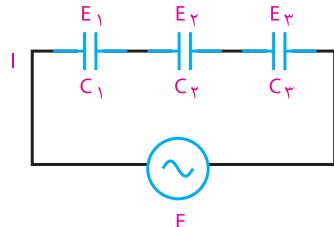
۱۰-۲- عوامل مؤثر بر عکس‌العمل خازنی

عوامل مؤثر در عکس‌العمل (مقاومت) خازنی فرکانس و ظرفیت خازنی است.

با توجه به اینکه در مدار سری جریان یکسان است، پس:
با فاکتورگیری و حذف I از طرفین خواهیم داشت:
 X_{Ct} مقاومت خازنی معادل است.

$$IX_{ct} = IX_{c1} + IX_{c2} + IX_{c3}$$

$$X_{ct} = X_{c1} + X_{c2} + X_{c3}$$



شکل ۳-۱۰- اتصال سری خازنها

رابطه گفته شده عیناً شبیه رابطه محاسبه مقاومت معادل در مدارهای سری مقاومتی است.

ب - اتصال موازی خازنها :

مدار شکل ۴-۱۰ اتصال چند خازن موازی را نشان می‌دهد. با موازی بستن خازن‌ها ظرفیت کل افزایش می‌باید، زیرا سطوح صفحات افزایش یافته است.
برای محاسبه مقاومت معادل چند خازن موازی با استفاده از قانون جریان‌های کیرشهف می‌گوییم که شدت جریان کل از جمع شدت جریان‌های شاخه‌های موازی بدست می‌آید،

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \text{يعني:}$$

$I = \frac{E}{X_c}$ به علاوه، طبق قانون اهم می‌دانیم که:
همچنین می‌دانیم که در مدار موازی، ولتاژ برای همه شاخه‌ها یکسان است. پس خواهیم داشت:
با حذف E از طرفین داریم:

$$\frac{E}{X_{CT}} = \frac{E}{X_{C1}} + \frac{E}{X_{C2}} + \frac{E}{X_{C3}}$$

$$\frac{1}{X_{CT}} = \frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}}$$

مقدار عکس العمل خازنی با مقدار فرکانس و باستگی معکوس دارد، یعنی با افزایش فرکانس عکس العمل خازنی کاهش و با کاهش فرکانس عکس العمل خازنی افزایش می‌باید.
عکس العمل خازنی با اندازه ظرفیت خازنی نیز وابستگی معکوس دارد، یعنی اگر فقط ظرفیت خازن زیاد شود، جریان بیشتری از مدار می‌گذرد و اجازه شارژ بیشتری را می‌دهد. در نتیجه، عکس العمل خازنی کاهش می‌باید و بر عکس، با کم شدن ظرفیت خازن عکس العمل خازنی زیاد می‌شود.

اکنون با مشخص شدن عوامل مؤثر در امپدانس یا عکس العمل خازنی، می‌توانیم رابطه بین آنها را مشخص کنیم.
 X_C عکس العمل خازنی بر حسب اهم، F فرکانس بر حسب هرتز و C ظرفیت خازنی بر حسب فاراد است.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

عکس العمل خازنی (X_C) با نام‌های راکتانس خازنی و کاپاسیتیو نیز بیان می‌شود.

مثال ۱: فرکانس مولد موج سینوسی مدار شکل ۱-۱۰۰۰ هرتز و ظرفیت خازن آن $1\text{ }\mu\text{F}$ است.
عکس العمل خازنی را به دست آورید.

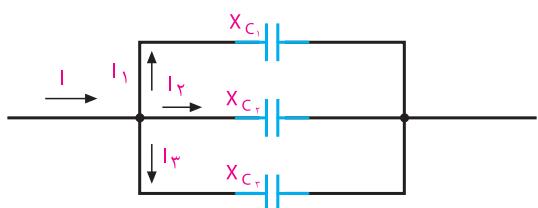
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 1000 \times 10^{-6}} = 1600\text{ }\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{6/28} = 15/92\text{ K}\Omega$$

۳-۱۰- نحوه محاسبه مقاومت خازنی معادل
الف - اتصال سری خازنها : برای محاسبه مقاومت معادل چند خازن سری از شکل ۳-۱۰ و قانون ولتاژ‌های کیرشهف (KVL) استفاده می‌کنیم. ولتاژ کل داده شده در مدار برابر است با، یعنی:

با استفاده از قانون اهم می‌دانیم که به طور کلی:

$$E = IX_C \Rightarrow \text{ مقاومت} \times \text{جریان} = \text{ولتاژ}$$



ظرفیت معادل خازن‌های موازی برابر مجموع تک تک
ظرفیت‌هاست.



راکتانس خازنی معادل را می‌توان با موازی فرض کردن تک
تک راکتانس‌ها با یکدیگر به دست آورد.



شکل ۱۰-۵-۱-موتور الکتریکی تک فاز

در هریک از اتصالات سری یا موازی خازن‌ها مقاومت
خازنی را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد :

$$X_{C_T} = \frac{1}{2\pi f C_T} = \frac{1}{\omega C_T}$$

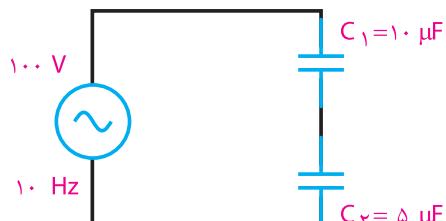


نکته

در مورد نقش خازن در راه اندازی در موتور الکتریکی
تک فاز شکل ۱۰-۵-۲ تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس
ارائه دهید.



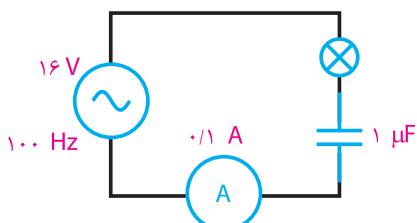
پژوهش



شکل ۸-۱۰- مدار سؤال ۷

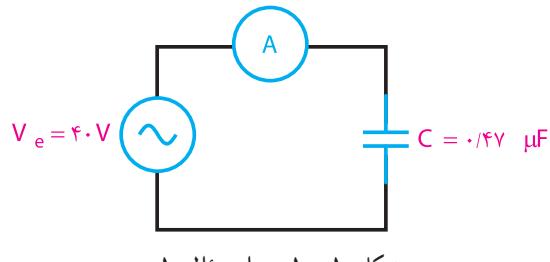
- ۱** افت ولتاژ دوسری یک خازن μF ۲۰ در فرکانس ۱ kHz
برابر ۵ ولت است. شدت جریان عبوری از خازن چقدر است?
(جواب : 0.0629 A)

- ۲** در مدار شکل ۹-۱۰ اگر ظرفیت خازن دوبرابر شود،
نور لامپ چگونه تغییر می کند (کم می شود— ثابت می ماند—
زیاد می شود)? **(جواب :** زیاد می شود)



شکل ۹-۱۰- مدار سؤال ۹

- ۳** در مدار شکل ۱۰-۱۰ آمپر متر ۱۰۰ میلی آمپر مؤثر را
نشان می دهد. فرکانس منع چقدر است?
(جواب : $F=847 \text{ Hz}$)



شکل ۱۰-۱۰- مدار سؤال ۱۰

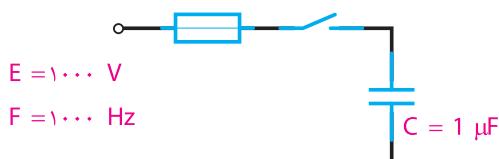
- ۴** در مدار شکل ۱۱-۱۰ X_{C_1} معادل چند اهم است؟
اگر C_2 دوبرابر شود، X_{C_2} چقدر می شود؟ چنانچه فرکانس

الگوی پرسش (ارزشیابی و احديادگيري ۱۰ از فصل سوم) :

- ۱** چرا خازن از عبور جریان DC جلوگیری می کند?
۲ رابطه بین جریان و ولتاژ دوسر خازن را با ولتاژ منع در
جریان AC با رسم شکل شرح دهید.
۳ فرکانس بر جریان خازن و امپدانس خازن چه تأثیری
دارد؟

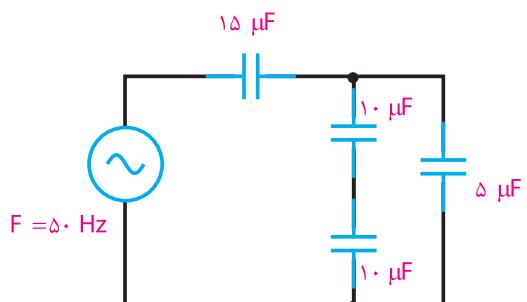
- ۴** رابطه X_C و واحد آن را بنویسید.
۵ در مدار شکل ۶-۱۰ با ستن کلید چه اتفاقی می افتد?
(جواب : فیوز عمل می کند)

۴ آمیر



شکل ۶-۱۰- مدار سؤال ۵

- ۶** در مدار شکل ۷-۱۰ مقدار X_C کل چقدر است?
(جواب : 53°)



شکل ۷-۱۰- مدار سؤال ۶

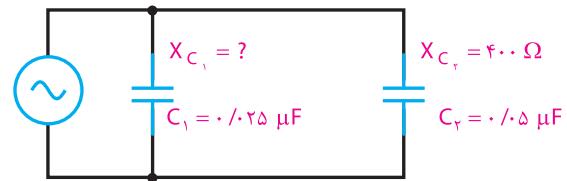
- ۷** در مدار شکل ۸-۱۰ صفحات کدام خازن بالاترین
مقدار بار را دارد؟ ولتاژ دوسر خازن چقدر است?
(جواب : هر دو خازن در یک لحظه دارای بار ذخیره ای

$$\frac{100}{3} \text{ V}, \frac{200}{3} \text{ V}$$

مدار کم شود، X_{C_1} (افزایش - کاهش) می‌بادد.

(جواب: ۲۰۰، ۸۰۰۰، افزایش)

راهنمایی: از تناسب استفاده کنید.



شکل ۱۱-۱۱- مدار سؤال ۱۱

ارزشیابی شایستگی پودمان ۳ : مدارهای الکتریکی AC

		سال تحصیلی : ۱۳۹۶-۹۷		پایه : دهم	رشته تحصیلی : الکترونیک		
		کد کتاب : ۲۱۰۲۷۵		کد درس :	کد رشته : ۷۱۴۱۰		
نمره	شاخص تحقیق			استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان	
۳	اجرای همه بندها و طرح مسائل سری و موازی خازن و سلف و حل آنها	بالاتر از حد انتظار	نتایج ممکن	۱- تعاریف و مفاهیم سلف و خازن در جریان AC	۱- سلف در جریان AC	پودمان ۳ : مدارهای الکتریکی AC	
۲	اجرای بند ۲ و ۳	در حد انتظار		۲- اتصال سری و موازی بویین ها			
۱	اجرای بند ۱	پایین تر از حد انتظار		۳- اتصال سری و موازی خازن ها	۲- خازن در جریان AC		
نمره مستمر از ۵							
نمره شایستگی پودمان							
نمره پودمان از ۲۰							
<ul style="list-style-type: none"> - نمره شایستگی پودمان منحصرأً شامل نمرات ۱، ۲، ۳ است. - زمانی هنرجو شایستگی کسب می کند که در ارزشیابی پودمان حداقل نمره شایستگی ۲ را اخذ کند. - حداقل نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. - نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه پودمان ها، شایستگی مورد نیاز را کسب نماید. 							



پودهمان چهارم

کار و توان الکتریکی



واحد یادگیری ۱۱ : کسب شایستگی لازم در استفاده از روابط انرژی و توان به منظور انجام محاسبات توان و انرژی مجاز و مطمئن در دستگاه‌های مختلف

واحد یادگیری ۱۲ : کسب شایستگی لازم در شناخت و کاربرد انواع انرژی‌های نو و جایگزینی آنها با انرژی‌های متداول



واحدیادگیری ۱۱

انرژی و توان

می‌گویند. توان را از رابطه زیر می‌توان به دست آورد:

$$P = \frac{W}{t}$$

W – کار انجام شده بر حسب وات ثانیه یا ژول(j)

t – مدت زمان انجام کار بر حسب ثانیه(s)

P – توان(قدرت) بر حسب ژول بر ثانیه(J/s) یا وات(W)

واحد توان الکتریکی

اگر با اختلاف پتانسیل ۱ ولت، شدت جریانی معادل ۱ آمپر در مدار برقرار شود، توان مصرف شده در مدار برابر با ۱ وات است. واحد توان به احترام جیمزوات بر حسب وات(W) نام‌گذاری شده است. در صنعت از واحدهای کوچک‌تر و بزرگ‌تر، میکرووات، میلی‌وات، کیلووات و مگاوات نیز استفاده می‌شود.

توان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسب‌بخار» (horse power=hp) نیز بیان می‌کنند. این واحد در سیستم انگلیسی و آمریکایی به صورت زیر تعریف شده است.

$1\text{ hp} = 736\text{ w}$ (یک اسب بخار در سیستم انگلیسی)

$1\text{ hp} = 746\text{ w}$ (یک اسب بخار در سیستم امریکایی)



پژوهش

در مرور اسب‌بخار پژوهش کنید و بررسی نمایید، چرا این واژه وارد مبحث الکتریسیته شده است.

در انتخاب مصرف‌کننده‌های الکتریکی برای انجام کاری مشخص می‌باشد که توان نوشته شده روی بدنه آنها توجه خاص شود. به عنوان مثال هرگاه هدف تأمین روشنایی

هرگاه جسمی حرکت کند یا تغییر حالت دهد می‌گوییم کار انجام شده است. در الکتریسیته، اگر اختلاف پتانسیل V ولت در دوسر یک هادی قرار گیرد به طوری که q کولن بار از آن عبور کند، کاری معادل W ژول انجام می‌شود. کار الکتریکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$W = V \times q \quad V = \frac{W}{q}$$

V – اختلاف پتانسیل بر حسب ولت

q – مقدار بار الکتریکی جابه‌جا شده بر حسب کولن

W – کار انجام شده بر حسب وات ثانیه یا ژول در رابطه W اگر به جای مقادیر q و V عدد یک(واحد) قرار داده شود، تعریف واحد یعنی یک ژول به دست می‌آید. رابطه فوق یک رابطه کلی برای کار الکتریکی است که کمتر در مدارهای الکتریکی کاربرد دارد زیرا در مدارهای الکتریکی معمولاً با کمیت‌های V و I سروکار داریم. به همین دلیل برای به دست آوردن رابطه کار بر حسب V و I یکبار به جای q و یکبار به جای V معادل آنها را قرار می‌دهیم.

$$q = I \times t \rightarrow W = V \times I \times t$$

$$V = R \times I \rightarrow W = (R \times I)(I \times t)$$

$$W = R \times I^2 \times t$$

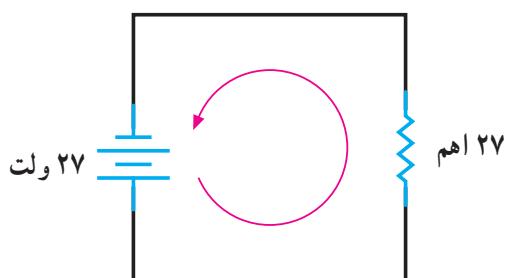
در این رابطه واحدهای کمیت‌ها به صورت زیر قرار داده می‌شود: ثانیه \times آمپر \times ولت = ژول

$$J = V \times A \times S$$

۱۱-۲ توان الکتریکی (Electrical Power)

مقدار کار انجام شده در واحد زمان را «توان» یا «قدرت»

تمرین: در مدار شکل ۱۱-۲ مقدار شدت جریان و توان مصرفی مقاومت را محاسبه کنید.



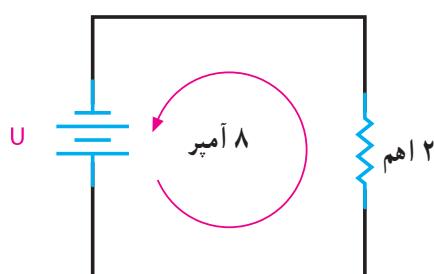
شکل ۱۱-۲—مدار تمرین

تمرین: شدت جریان و توان مصرفی اتوی برقی شکل ۱۱-۳ را محاسبه کنید.



شکل ۱۱-۳—مدار تمرین

تمرین: ولتاژ منبع و توان مصرفی مقاومت ۲ اهمی مدار شکل ۱۱-۴ را محاسبه کنید.



شکل ۱۱-۴—مدار تمرین

یک اتاق باشد باید با توجه به ابعاد و رنگ اتاق، لامپی را انتخاب کرد که توان نوشته شده روی حباب آن مناسب باشد.

اگر هدف انتخاب کولر برای ایجاد هوای خنک در یک فضای بسته باشد، باید ابعاد و توان الکتریکی موتوری که در کولر به کار رفته است مورد توجه قرار گیرد. با توجه به مقدار توان و ولتاژ کار هر وسیله الکتریکی می‌توان سایر مشخصات آن، مانند مقاومت (R) و جریان (I) آن را حساب کرد.

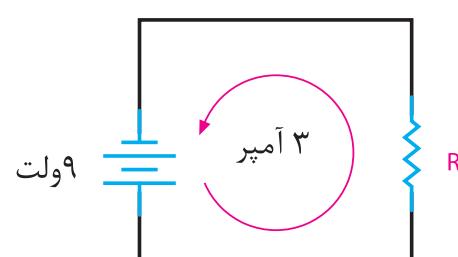
■ معادلات توان

رابطه توان الکتریکی ($P=U \cdot I$) را پس از ترکیب با روابط قانون اهم به شکل‌های دیگر نیز می‌توان نوشت.

$$P=U \times I \quad U=RI \rightarrow P=RI \times I \rightarrow P=RI^2$$

$$I=\frac{U}{R} \rightarrow P=U \times \frac{U}{R} \rightarrow P=\frac{U^2}{R}$$

مثال ۱: در مدار شکل ۱۱-۱ مقدار مقاومت الکتریکی و توان مصرفی آن را محاسبه کنید.

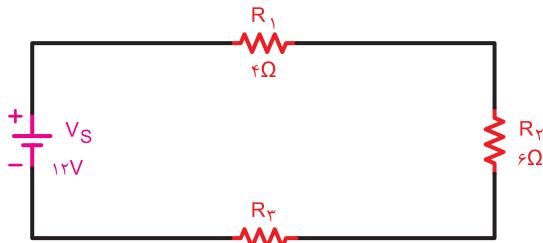


$$R = \frac{U}{I} = \frac{9}{3} = 3\Omega$$

$$P=U \times I = 9 \times 3 = 27W$$

شکل ۱۱-۱—مدار مثال ۱

مثال ۳: در مدار شکل ۱۱-۶ توان مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_2 را بدست آورید.



شکل ۱۱-۶-مدار مثال ۳

$$R_t = R_1 + R_3 + R_2 \rightarrow R_t = 4 + 6 + 12 = 22$$

$$I_t = \frac{V_t}{R_t} = \frac{12}{22} = 0.54 \text{ A} \quad P_1 = R_1 \times I^2$$

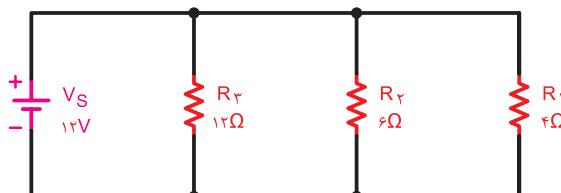
$$P_1 = 4 \times (0.54)^2 = 1.16 \text{ W}$$

$$P_2 = 6 \times (0.54)^2 = 1.75 \text{ W}$$

$$P_3 = 12 \times (0.54)^2 = 3.5 \text{ W}$$

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 = 1.16 + 1.75 + 3.5 = 6.41 \text{ W}$$

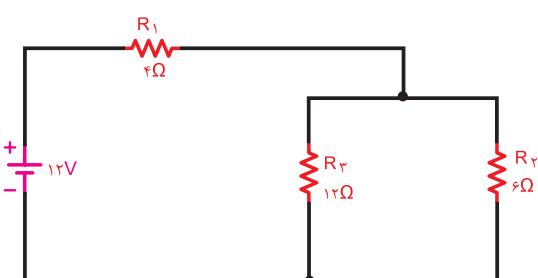
تمرین: توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها و توان کل مدار شکل ۱۱-۷ را محاسبه کنید.



شکل ۱۱-۷-مدار تمرین

تمرین: در مدار شکل ۱۱-۸ مطلوب است :

الف - توان هریک از مقاومت‌ها ب - توان کل مدار



شکل ۱۱-۸-مدار تمرین

مثال ۲: مقدار جریان و انرژی مصرفی یک موتور الکتریکی مانند شکل ۱۱-۵ با قدرت ۱ hp (انگلیسی) که در شبکه ۲۲° ولتی به مدت ۲۰ دقیقه کار می‌کند، را حساب کنید.

حل :

$$P = 1 \text{ hp} = 1 \times 736 = 736 \text{ W}$$

$$P = V \times I \rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{736}{22} = 33.45 \text{ A}$$

$$t = 20 \text{ دقیقه} \rightarrow t = 20 \times 60 = 1200 \text{ S}$$

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow W = P \times t = 736 \times 1200 = 883200 \text{ J}$$



شکل ۱۱-۵

توان مصرفی کل یک مدار الکتریکی که از چند جزء تشکیل شده است از حاصل جمع توان‌های تک‌تک عناصر مدار بدست می‌آید.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

برای محاسبه توان هریک از عناصر، لازم است دو کمیت از سه کمیت I ، V و R معلوم باشد تا به توان یکی از روابط P را به کار برد. در صورتی که مقادیر دو کمیت از کمیت‌های V و I مدار معلوم باشد، توان کل مصرفی در یک مدار را از روابط زیر می‌توان محاسبه کرد :

$$P_t = R_t \cdot I_t^2 \quad P_t = V_t \cdot I_t \quad P_t = \frac{V_t I_t}{R_t}$$

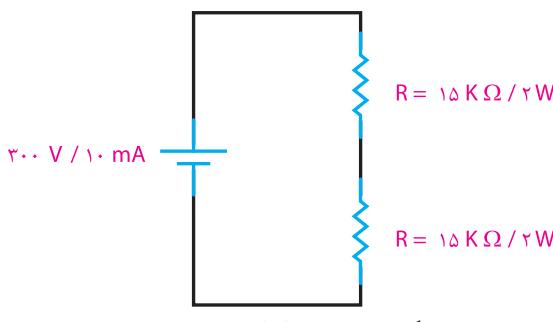
حل :

$$P_t = U \times I = 300 \times 10 \times 10^{-3} = 3W$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{300}{30K} = 10mA$$

$$P_R = U_R \times I = 300 \times 10 \times 10^{-3} = 3W$$

چون توان مجاز مقاومت بیش از ۲ وات نیست و اکنون ۳ وات مصرف می‌کند، مقاومت گرم می‌شود و می‌سوزد. اگر دو مقاومت $15K\Omega / 2W$ را با همان منبع تغذیه مانند شکل ۱۱-۱۲ سری کنیم، توان مصرفی هر مقاومت $1/5$ وات می‌شود که از توان مجاز آن کمتر است. در نتیجه برای مقاومت‌ها مسئله‌ای پیش‌نمی‌آید.



شکل ۱۱-۱۲- مدار اصلاح شده مثال ۴

تمرین : دو مقاومت $30k\Omega / 2W$ را به صورت سری به منبع تغذیه $10mA / 300V$ وصل می‌کنیم. توان مصرفی هر مقاومت و توان تولید شده توسط منبع تغذیه را حساب کنید.

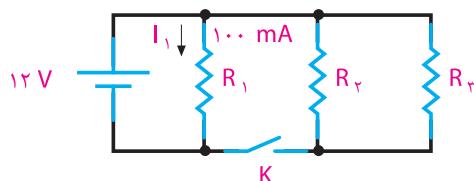
تمرین : روی لامپی مقادیر $20V$ و $20W$ به چشم می‌خورد. شدت جریان و مقاومت آنرا محاسبه کنید. در صورت کاهش ولتاژ به میزان $18V$ ولت، شدت جریان و توان مصرفی توسط لامپ چقدر می‌شود؟

۳-۱۱- ضریب بهره (راندمان الکتریکی)

طبق اصل «بقای انرژی» انرژی هیچ‌گاه از بین نمی‌رود و فقط از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌شود. در هنگام تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر، مقداری از انرژی به مصرف مفید نمی‌رسد و به نوعی دیگر از انرژی تبدیل می‌شود

تمرین : توان مصرفی کل شبکه در شکل ۱۱-۹ در دو حالت

الف و ب چه قدر است؟ در صورتی که $R_1=R_2=R_3$ باشد.

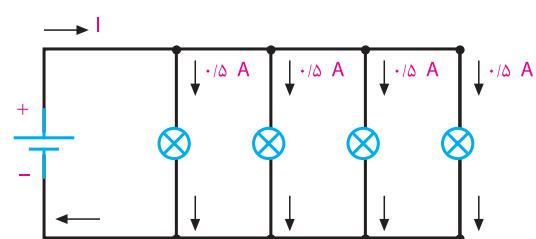


شکل ۱۱-۹- شکل مدار تمرین

الف - کلید K باز است. ب - کلید K بسته است.

تمرین : برای تغذیه لامپ‌های مشابه شکل ۱۱-۱ که

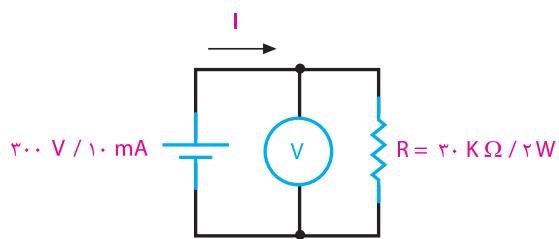
به طور موازی بسته شده‌اند، چه توانی از منبع به لامپ‌ها منتقل می‌شود؟



شکل ۱۱-۱

مثال ۴- توانی که یک منبع تغذیه با مشخصات $300V / 10mA$

می‌تواند تولید کند، چه قدر است؟ اگر این منبع را مطابق شکل ۱۱-۱۱ به یک مقاومت $30k\Omega / 2W$ متصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



شکل ۱۱-۱۱- مدار مثال ۴

(P₁) و توان خروجی را با (P₂) و ضریب بهره را با (η) اتا نشان دهیم رابطه آن به صورت زیر خواهد شد :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

مثال ۵ : توان مفید الکتروموتوری ۱ اسب بخار انگلیسی و راندمان آن ۸۵ درصد است. توان ورودی و تلفات داخلی آن را محاسبه کنید. در صورتی که ولتاژ الکتروموتور ۲۲۰ ولت باشد، شدت جریان چقدر است؟

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta}$$

$$P_1 = \frac{1 \times 736}{0.85} = 866 \text{ W}$$

وات = P₁ = قدرت ورودی

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 866 - 736 = 130 \text{ W}$$

$$\Delta P = \text{تلفات داخلی} = 130 \text{ W}$$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{866}{220} = 3.93 \text{ A}$$

تمرین : مولدی با قدرت ۵ کیلووات مانند شکل ۱۱-۱۴ حداقل می‌تواند انرژی الکتریکی ۴۴ لامپ ۲۲۰ ولتی ۵٪ آمپری را تأمین کند. حساب کنید راندمان آن چند درصد است؟



شکل ۱۱-۱۴—مولد جریان متناوب

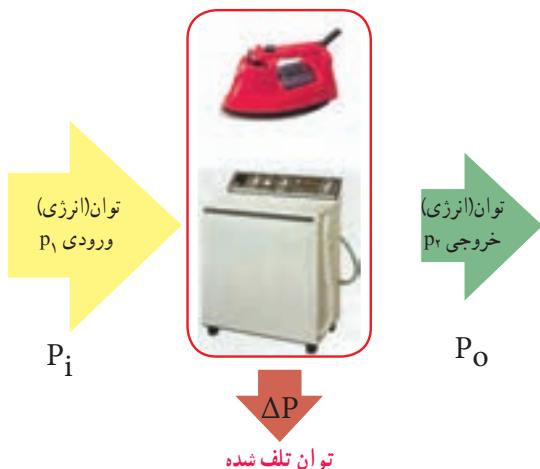
که مورد نظر ما نیست. این انرژی را «انرژی تلف شده» می‌نامند. مثلاً در یک موتور الکتریکی که انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود، بخشی از انرژی الکتریکی موتور به صورت‌های زیر تلف می‌شود :

الف – اصطکاک قسمت‌های مکانیکی گردنه

ب – حرارت در سیم‌های حامل جریان

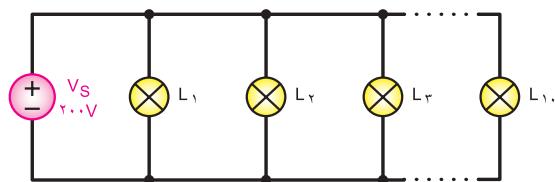
پ – حرارت در سیم پیچی و هسته

در عمل تمام انرژی الکتریکی دریافتی از شبکه به انرژی مکانیکی تبدیل نخواهد شد. با توجه به توضیحات بالا می‌توان نتیجه گرفت که انرژی یا توان داده شده به هر وسیله‌ای از انرژی یا توان دریافت شده از آن بیشتر است. از طرف دیگر مقدار توان تلف شده در همه دستگاه‌ها یکسان نیست. لذا لازم است تا با عاملی میزان کارآئی هر وسیله را بیان کنیم که معمولاً از اصطلاح «کارآئی» یا «راندمان» استفاده می‌شود. شکل ۱۱-۱۳ وضعیت مصرف‌کننده‌ها را از نظر ورودی و خروجی نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۱۳—وضعیت مصرف‌کننده‌ها از نظر توان به طور کلی نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را بازده می‌گویند. ضریب بهره که معرف مقدار عددی راندمان است، همیشه بر حسب درصد بیان می‌شود. هر قدر عدد راندمان بیشتر باشد نشان دهنده آن است که کیفیت کاری دستگاه بهتر است. اگر توان ورودی را با

مثال ۶: اگر ده لامپ ۱۰۰ واتی طبق شکل ۱۱-۱۶ به مدت ۲ ساعت روشن باشد، هزینه برق مصرفی آنها چقدر است؟ قیمت هر کیلووات ساعت برق مصرفی را ۵۰ ریال در نظر بگیرید.



شکل ۱۱-۱۶- مدار مثال ۶

حل :

$$\begin{array}{ll} P = 10 \times 100 = 1000 \text{ W} = 1 \text{ Kw} & \text{توان مصرفی کل} \\ t = 2 \text{ h} & \text{زمان روشن بودن لامپ‌ها} \\ W = P \times t = 1 \times 2 = 2 \text{ KWh} & \text{انرژی مصرفی کل} \\ C_T = C \times W = 50 \times 2 = 1000 & \text{کل هزینه به ریال} \end{array}$$

مثال ۷: اگر به جای ۱۰ لامپ رشتہ‌ای ۱۰۰ وات مثال ۶، از ۱۰ لامپ LED که توان هر لامپ ۱۰ وات است استفاده کنیم، هزینه برق مصرفی را محاسبه کنید.

$$\begin{array}{ll} P = 10 \times 10 = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ Kw} & \text{توان مصرفی کل} \\ t = 2 \text{ h} & \text{زمان روشن بودن لامپ‌ها} \\ W = P \times t = 0.1 \times 2 = 0.2 \text{ KWh} & \text{انرژی مصرفی کل} \\ C_T = C \times W = 50 \times 0.2 = 100 & \text{کل هزینه به ریال} \end{array}$$

تمرین: در یک منزل مسکونی در شب‌نوروز تلویزیون با توان ۲۴ وات ۵ ساعت و رایانه شخصی با توان ۱۰۰ وات ۸ ساعت روشن است، قیمت برق مصرفی را در مدت ۳۰ روز به ازاء هر کیلووات ساعت برابر ۵۰ ریال محاسبه کنید.



در مورد موتورهای خانگی، نظیر موتور بخشال، کولر آبی، کولر گازی و پنکه، در موارد زیر تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید. توان موتور برحسب اسب بخار، راندمان موتور، جریان نامی موتور.

۱۱-۴- محاسبه هزینه برق مصرفی:

کار الکتریکی به وسیله دستگاهی به نام «کنتور» اندازه‌گیری می‌شود. تصویری از این وسیله را به همراه علامت اختصاری آن در شکل ۱۱-۱۵ مشاهده می‌کنید. کار الکتریکی را از رابطه زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$W = V \cdot I \cdot t \rightarrow W = P \cdot t$$



شکل ۱۱-۱۵- کنتور و علامت فنی

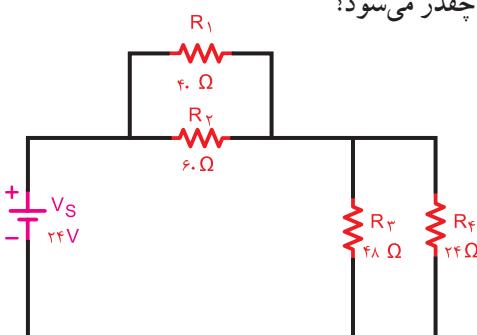
در رابطه کار الکتریکی اگر P بر حسب وات و t بر حسب ثانیه باشد، W بر حسب وات ثانیه یا ژول به دست می‌آید. چون وات ثانیه یا ژول واحد کوچکی است، لذا برای محاسبه هزینه برق مصرفی منازل و کارخانجات از واحدهای بزرگ‌تر استفاده می‌شود. در مقیاس تجاری توان را بر حسب کیلووات (KW) و زمان را بر حسب ساعت (h) در نظر می‌گیرند. به همین دلیل مبنای محاسبه قیمت برق مصرفی بر حسب کیلووات ساعت (kwh) سنجیده می‌شود. رابطه‌ای که برای محاسبه هزینه برق مصرفی به کار می‌رود برابر است با:

$$\begin{array}{l} C_T = C \cdot W \\ C - \text{قیمت یک کیلووات ساعت برق} \\ W - \text{انرژی (کار الکتریکی) مصرفی بر حسب کیلووات ساعت} \\ C_T - \text{قیمت کل برق مصرفی} \end{array}$$

همان‌گونه که از رابطه (W) و (C_T) مشخص است، هر قدر توان مصرف کننده و یا زمان استفاده از آن بیشتر باشد، کار الکتریکی و هزینه برق مصرفی بیشتر خواهد شد.

الگوی پرسش (ارزشیابی و احیادگیری ۱۱ از فصل چهارم):

- ۱ رابطه کار الکتریکی ($W=V \cdot I \cdot t$) و ($W=R \cdot I^2 t$) را با هم مقایسه کنید و موارد کاربرد هریک را شرح دهید.
- ۲ توان الکتریکی را تعریف کنید و رابطه آن را با کار الکتریکی بنویسید.
- ۳ در صورتی که توان مصرفی یک کارخانه هفت مگاوات در ماه باشد، مقدار توان را بمحاسبه اسب بخار انگلیسی و آمریکایی به دست آورید.
- ۴ مقدار جریان و انرژی مصرفی یک موتور به قدرت ۲۰۰ وات بخار آمریکایی را در شرایطی که ولتاژ کار آن 220V باشد و به مدت ۲۵ دقیقه کار کند، محاسبه کنید.
- ۵ در مدار شکل ۱۱-۱۷، مقدار توان مصرفی هر مقاومت و مقدار توان کل را محاسبه کنید. در صورتی که دستگاه به مدت ۸ ساعت روشن باشد، مقدار انرژی مصرفی چقدر می شود؟



شکل ۱۱-۱۷

- ۶ با مراجعه به فضای مجازی، پلاک یک نمایشگر لامپ اشعه کاتدیک و یک نمایشگر LCD را بخوانید و توان مصرفی هریک را بنویسید. در صورتی که قیمت هر کیلووات ساعت برق مصرفی 55R باشد و هر رایانه در روز به مدت 10h ساعت روشن بماند، در یک سال (۱۲ ماه و هر ماه 30d روز) با جایگزین کردن نمایشگر LCD با CRT چقدر صرفه جویی می شود؟
- ۷ با مراجعه به سایتهاي مرتبط، پلاک یک موتور کولر یا موتور دیگری را بخوانید و میزان راندمان آن را محاسبه کنید.

پژوهش کنید که کنتورهای معمولی مکانیکی با کنتورهای دیجیتالی چه تفاوت هایی دارند؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

تمرین: یک یخچال ساید با ساید قدیمی برای برطرف کردن برفک از یک رشته حرارتی با توان یک کیلووات استفاده می کند و در طول شبانه روز هر 8h ساعت یک بار این رشته حرارتی به مدت 20min دقیقه روشن می شود. در صورتی که قیمت برق مصرفی کیلووات ساعتی 55R باشد، تعیین کنید:

الف - میزان انرژی مصرفی توسط رشته حرارتی در طول یک سال (۳۶۵ روز)

ب - در صورتی که در یخچال های جدید، رفع برفک با برگشت گاز حد اکثر 100W ات انرژی مصرف کند، با جایگزین کردن یخچال قدیمی با یخچال جدید، چقدر در هزینه صرفه جویی می شود؟

واحد یادگیری ۱۲

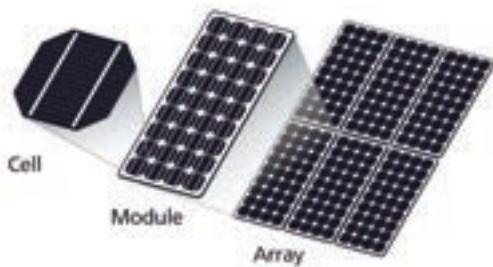
انرژی‌های نو

۱۲-۱- انرژی‌های نو

انرژی‌های نو یا جایگزین، به آن دسته از انرژی‌های گفته می‌شود که در تولید آنها، از منابع سوخت‌های فسیلی استفاده نمی‌شود. از انواع این انرژی‌ها می‌توان انرژی خورشیدی، باد و امواج، «زمین-گرمایی»، دریابی، آب و «زیست-توده» را نام برد. چون این نوع انرژی‌ها معایب نیروگاه‌های با سوخت‌های فسیلی را ندارند، سبب افزایش دمای کره زمین نمی‌شوند و تغییرات آب و هوایی و آلودگی زیستمحیطی را ایجاد نمی‌کنند.

۱۲-۲- انرژی خورشیدی (Solar Energy)

یکی از بهترین و تمیزترین روش‌های تولید انرژی الکتریکی، استفاده از سلول‌های خورشیدی است، این سلول‌ها بدون هیچ‌گونه آلایندگی و صدا، می‌توانند برق تولید کنند. سلول‌های فتوولتائیک (PV-Photovoltaic Cell) که آن را با نام سلول خورشیدی می‌شناسیم، از مواد نیمه‌رسانای جامد تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین ماده نیمه‌رسانا در طبیعت سیلیسیوم (سیلیکون) است که به علت فراوانی، از آن در ساخت سلول‌های خورشیدی استفاده می‌کنند. شکل ۱۲-۱ یک نمونه سلول فتوولتائیک را نشان می‌دهد.

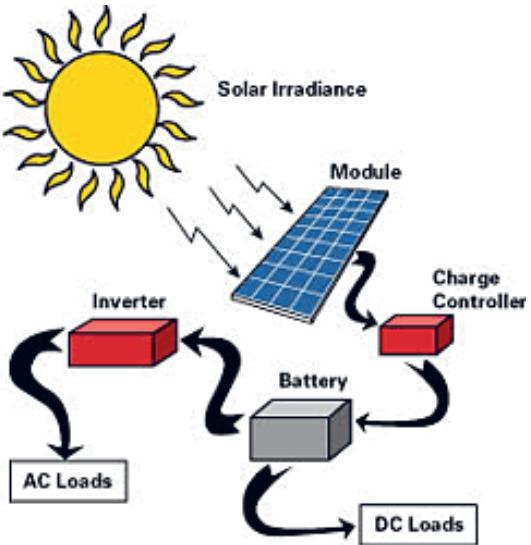


شکل ۱۲-۲- آرایه‌های خورشیدی

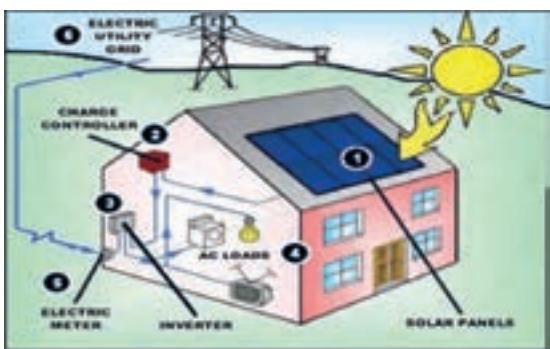
ولتاژ خروجی یک سلول خورشیدی در حالت بی‌باری (بدون مصرف‌کننده) برابر با $۰/۶$ ولت است. بنابراین با سری کردن مثلاً ۵۰ سلول خورشیدی، یک پانل خورشیدی ۳۰ ولتی ساخته می‌شود. همانطور که قبلاً گفته شد، این ولتاژ عبارت از ولتاژی است که پانل در حالت بی‌باری به ما می‌دهد. تعداد ۱۲ عدد از این پانل‌ها که یک آرایه را می‌سازند، ولتاژی برابر با ۳۶ ولت ایجاد می‌کنند. ولتاژ پانل‌ها معمولاً در استاندارد ۱۲ ، ۲۴ ، ۳۶ ، ۴۸ و ۶۰ ولت ساخته می‌شوند. با اتصال یک پانل به بار و کشیدن جریان از آن، ولتاژ خروجی افت می‌کند.



شکل ۱۲-۱- سلول خورشیدی



شکل ۱۲-۳- مراحل استفاده از انرژی خورشیدی



شکل ۱۲-۴- مراحل استفاده از انرژی خورشیدی

فعالیت گروهی

مراحل استفاده از انرژی خورشیدی را در شکل ۱۲-۳ و مرحله ۱ تا ۶ را در شکل ۱۲-۴ به فارسی ترجمه کنید و در مورد این مراحل باهم بحث و گفت و گو کنید.

کاربرد پانل‌های خورشیدی : از پانل‌های خورشیدی علاوه بر استفاده در نیروگاه‌های خورشیدی و تولید الکتریسیته برای روشنایی و تأمین انرژی در ماهواره‌ها، در مواردی مانند، ایجاد گرمایش و سرمایش مکان‌ها، اجرای فرایندهای صنعتی، آب‌شیرین‌کن‌ها، یخچال خورشیدی، خشک‌کن خورشیدی و

میزان افت ولتاژ سلول‌ها با توجه به کارخانه سازنده آن متفاوت است. مثلاً برای نوع خاصی از این سلول‌ها ولتاژ در حداکثر توان $17/47$ ولت و در حالت مدار باز مقدار ولتاژ خروجی $22/2$ ولت می‌شود. یعنی میزان افت ولتاژ $4/73$ ولت است.

آرایه‌ها در توان‌های DC متفاوت مثلاً از 100 تا 320 وات با راندمان‌های متفاوت ساخته می‌شوند. راندمان به این مفهوم است که اگر صفحات مستقیماً به سمت خورشید تنظیم شده باشند، چند درصد از انرژی دریافتی از خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌کنند. به عبارت دیگر میزان تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی در شرایطی که نور مستقیم به سلول می‌تابد، را راندمان می‌نامند.

راندمان یک آرایه، مساحت آن را تعیین می‌کند. مثلاً آرایه‌ای 220 واتی با راندمان 8 درصد دارای مساحتی دو برابر آرایه‌ای 230 واتی با راندمان 16 درصد است. آرایه‌ها در حالت ثابت یا با ردیاب متحرک نصب می‌شوند. ردیاب متحرک با توجه به فصل و با زاویه تابش خورشید، زاویه خود را تطبیق می‌دهد.

هر چند ولتاژ حاصل از پانل‌های خورشیدی در طول روز متفاوت است ولی انرژی تولیدی آن به باتری قابل شارژ متصل شده و در آن ذخیره می‌شود. لذا باتری یا بانک باتری وظیفه اصلی تأمین انرژی الکتریکی را به عهده دارد. با قرار دادن یک دستگاه مبدل (Inverter) می‌توان ولتاژ DC را به ولتاژ AC تبدیل نمود. شکل ۱۲-۳ این فرایند را نشان می‌دهد.

گلخانه‌خورشیدی استفاده می‌کنند. در شکل ۱۲-۵ تعدادی از وسایلی که انرژی آن از طریق سلول‌های خورشیدی تأمین می‌شود را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲-۵—کاربرد انرژی خورشیدی

اطلاعات فنی مربوط به پانل‌های خورشیدی در برگه‌های اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های تولیدکننده نوشته می‌شود. در شکل ۱۲-۶ یک نمونه برگه اطلاعات را مشاهده می‌کنید.

	CS6P-200P	CSEP-210P	CS6P-220P	CS6P-230P	CSEP-240P
Nominal Maximum Power at STC (Pmax)	200W	210W	220W	230W	240W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	28.9V	28.9V	29.3V	29.8V	30.4V
Optimum Operating Current (Imp)	6.93A	7.26A	7.52A	7.71A	7.91A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.2V	38.4V	38.8V	38.8V	37.0V
Short Circuit Current (Isc)	7.68A	7.91A	8.09A	8.34A	8.61A
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Maximum System Voltage	1,000V (IEC) / 600V (UL)				
Maximum Series Fuse Rating	15A				
Power Tolerance	±5W				
Temperature Coefficient	Pmax	-0.45%/°C			
	Voc	-0.35 %/°C			
	Isc	0.060 %/°C			
	NOCT	45°C			

شکل ۱۲-۶—برگه اطلاعات یک نمونه پانل خورشیدی



اگر بخواهیم یک دستگاه با توان 400 وات و با همان ولتاژ را توسط این مدل پانل خورشیدی راه اندازی کنیم، از چند پانل و به چه صورت باید استفاده کنیم؟

۱۲-۳- انرژی باد (Wind Energy)

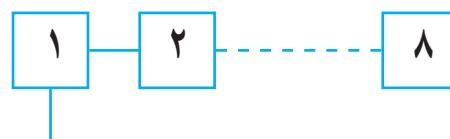
انرژی حاصل از هوای متحرک، انرژی باد است. در بین انرژی‌های تجدیدپذیر انرژی باد یکی از بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق است. این نوع انرژی مانند انرژی خورشیدی آلودگی زیست‌محیطی ندارد و پایان‌ناپذیر است. به طور کلی با جایگزینی انرژی برق - بادی «به جای انرژی برق حاصل از نیروگاه‌های فسیلی، می‌توان انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد و ضمن ایجاد جاذبه‌های طبیعی، از سطح زمین نیز برای فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری استفاده نمود. در شکل ۱۲-۸ مجموعه‌ای از توربین‌های بادی جهت تولید انرژی الکتریکی نشان داده شده است. در شکل ۱۲-۹ ساختمان داخلی یک توربین بادی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲-۸ - توربین‌های بادی

تمرین: اطلاعات زیر را از برگه اطلاعات پانل خورشیدی داده شده در شکل ۱۲-۶ برای دو نمونه استخراج کنید.

- ۱- حداکثر توان نامی
 - ۲- ولتاژ کار مطلوب
 - ۳- جریان کار مطلوب
 - ۴- ولتاژ مدار باز
 - ۵- جریان اتصال کوتاه
 - ۶- درجه حرارت کار
 - ۷- کدام نوع از پانل‌های خورشیدی شکل ۱۲-۶ بیشترین توان نامی را دارد؟
 - ۸- کدام مدل از پانل‌های خورشیدی شکل ۱۲-۶ کم‌ترین جریان اتصال کوتاه را دارد؟
 - ۹- خطای توان در این مدل‌ها چند وات است؟
- مثال ۱:** اگر با استفاده از پانل CS6P-۲۰۰W در شکل ۱۲-۶ بخواهیم یک دستگاه با ولتاژ کار در محدوده ۲۰ تا ۲۴ ولتی و با توان ۲۰ وات را راه اندازی کنیم، چند پانل و به چه صورت (سری - موازی) باید استفاده کنیم؟
- حل:** $\frac{۲۴}{۲۸/۹} = \frac{۲۴}{۲۸/۹} = ۸/۳$ تعداد پانل‌ها از ۸ پانل و به صورت سری مانند شکل ۱۲-۷ استفاده می‌شود.



شکل ۱۲-۷ - قرار گرفتن پانل‌ها به صورت سری

در محاسبات دقیق، ضرایب و جداولی مانند ضریب تولید پانل (ضریب شدت تابش نور خورشید) توسط کارخانه سازنده برای طراحان ارائه می‌شود، که لازم است هنگام طراحی عملی این ضرایب را در محاسبات دخالت دهیم. در این مثال، ضرایب لحاظ نشده است.



شکل ۱۲-۱- یک توربین بادی

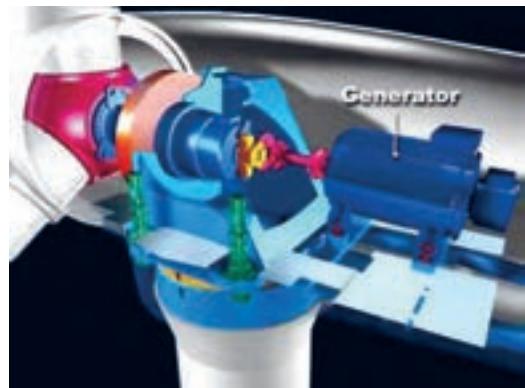
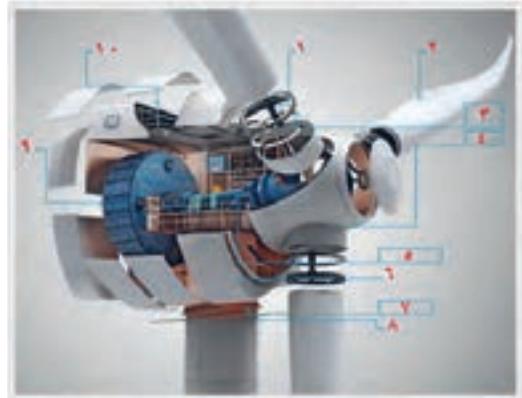
برخی مزایای استفاده از انرژی باد عبارت اند از :

- عدم نیاز به توربین‌هایی که با سوخت فسیلی کار می‌کنند.
- رایگان بودن انرژی باد
- عدم نیاز به آب
- نداشتن آلودگی زیست‌محیطی



پژوهش

با مراجعه به منابع مختلف از جمله فضای مجازی، بررسی کنید در ایران چند مزرعه مولد انرژی «برق، بادی» وجود دارد؟ مکان آن‌ها کجاست؟ چند درصد از انرژی تولیدی ایران از طریق نیروگاه «برق، بادی» تأمین می‌شود؟



اجزای یک توربین بادی

- ۱- هدایت جهت پره‌ها
- ۶- پوشش بدنه
- ۲- بال‌ها
- ۷- هدایت مسیر
- ۳- برج
- ۸- اتصال بال‌ها
- ۴- روتور
- ۹- ژنراتور
- ۵- مدار برق
- ۱۰- شفت روتور

شکل ۱۲-۲- اجزای داخلی توربین‌های بادی

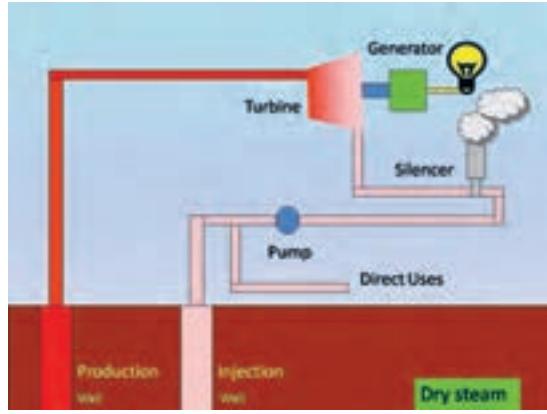


نکته

اجزاء داخلی توربین بادی برای آشنایی است و نباید از این اجزاء سؤال داده شود.

نیروگاه بادی تکی مانند شکل ۱۲-۱ می‌تواند انرژی الکتریکی واحدهای مسکونی، تجاری، صنعتی یا کشاورزی را تأمین کند. یک مزرعه مولد انرژی «برق، بادی» می‌تواند بخشی از تقاضای انرژی برق شبکه سراسری را تأمین نماید.

۱۲-۳- انرژی «زمین- گرمایی» (Geothermal Energy) رئو به معنی زمین و ترمال به معنی گرما (گرمایی) است. بنابراین در تولید انرژی «زمین- گرمایی»، از انرژی درونی زمین استفاده می‌شود. زمین در زمان پیدایش حالت مذاب داشته و تدریج‌آساند شده و بخش خارجی آن به صورت جامد درآمده است. اما بخش‌های داخلی زمین حالت مذاب خود را حفظ کرده و دارای درجه حرارت بسیار بالا است. مناطق دارای چشممه‌های آب گرم و آبغشان‌های طبیعی، مناطقی مناسب برای استفاده از انرژی «زمین- گرمایی» هستند. در شکل ۱۲-۳ یک نیروگاه «زمین- گرمایی» نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۳- نیروگاه زمین‌گرمایی با بخار خشک در انتهای، مجموعه بخار و آب خروجی وارد یک صداخفه کن (Silencer) می‌شود تا آن قسمت از سیال که به صورت بخار است به فضای منتقل شود. از مایع گرم خروجی توربین، برای مصارف مستقیم حرارتی استفاده می‌کنند، یا آن را دوباره به داخل چاه تزریق (Injection Well) بر می‌گردانند.

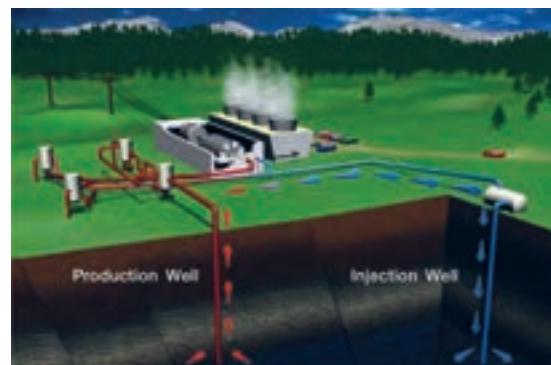
ب- نیروگاه بخار حاصل از آب داغ: این نوع نیروگاهها از آب داغ حاصل از مخازن زیرزمینی استفاده می‌کنند. به این ترتیب که با حفر چاه، آب داغ به سطح می‌آید و به دلیل آزادشدن از فشار مخازن، بخشی از آن به بخار تبدیل می‌شود. بخار حاصل برای چرخاندن توربین به کار می‌رود.

پ- نیروگاه ترکیبی (بخار و آب داغ): در این نوع نیروگاه، آب گرم خارج شده از زمین، قادر هرگونه بخار است. این آب از میان مبدل‌های گرمائی (Heat Exchanging) می‌گذرد و گرمara به نوعی مایع دیگر انتقال می‌دهد. چون این مایع نسبت به آب دارای نقطه جوش پائین‌تری است. با گرمای حاصل از مایع اول گرم شده و به بخار تبدیل می‌شود. این نیروگاه را نیروگاه دوسیاله هم می‌نامند. شکل ۱۴-۱۴ عملکرد این نوع نیروگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۱۲- نیروگاه زمین‌گرمایی

در نیروگاه «زمین- گرمایی»، آب داغ و بخار خارج شده از مخازن زمین‌گرمایی، نیروی لازم را برای چرخاندن توربین ژنراتور فراهم می‌کند تا انرژی الکتریسیته تولید شود. آب مورد استفاده از طریق چاه‌های تزریق به مخزن برگشت داده می‌شود تا دوباره مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۱۲-۱۲ این فرایند را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۱۲- نیروگاه زمین‌گرمایی

سه نوع نیروگاه «زمین- گرمایی» برای تولید برق وجود دارد.

الف- نیروگاه خشک (Dry Steam):

در این نیروگاه بخار خشک از چاه تولید بخار (Production Well) به وسیله لوله به سمت نیروگاه هدایت می‌شود و نیروی لازم را برای چرخاندن توربین ژنراتور فراهم می‌کند.

شکل ۱۲-۱۳ عملکرد این نوع نیروگاه را نشان می‌دهد.

کلمات انگلیسی مندرج در شکل ۱۲-۱۵ را ترجمه کنید و نتایج را در کلاس به بحث بگذارید.

«زیست - توده» قابلیت تولید انرژی الکتریکی، حرارت، سوخت‌های مایع، سوخت‌های گازی و انواع کاربردهای مفید را دارد. منابع «زیست - توده» در حالت مستقیم مثلاً در بخاری‌های هیزمی در منازل یا تولید حرارت برای آب گرم در صنایع به کار می‌رود. چنانچه از «زیست - توده» بیوگاز(Biogas)، تولید شود می‌توان از آن در ژنراتورهای مولد برق استفاده کرد. در این روش با استفاده از بیوگاز بخار آب تولید می‌شود و بخار آب سبب گردش توربین ژنراتورها برای تولید برق می‌شود. شکل ۱۲-۱۶ تعدادی از کاربردهای بیوگاز را نشان می‌دهد.



الف - تولید سوخت با استفاده از زیست توده

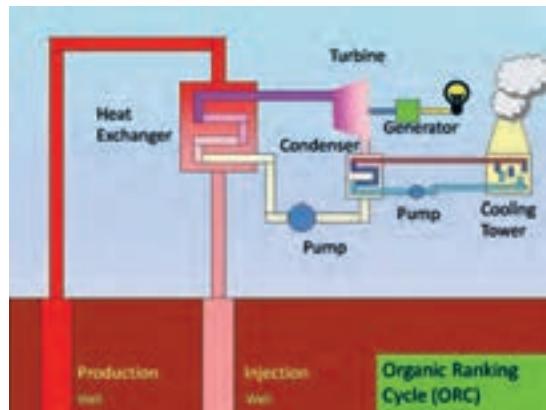


ب - سوخت وسیله نقلیه با استفاده از بیوگاز



پ - ژنراتور برق که با سوخت حاصل از بیوگاز کار می‌کند.

شکل ۱۲-۱۶ - مواردی از کاربرد بیوگاز



شکل ۱۲-۱۴ - نیروگاه دو سیاله زمین‌گرمایی

نیروگاه‌های دو سیاله (دو فازی) براساس چرخه کار و تجهیزات مورد استفاده به چند دسته تقسیم‌بندی می‌شوند؟ در این مورد پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۱۲-۱۵ - انرژی «زیست - توده» (Biomass)

«زیست - توده» یکی از منابع مهم انرژی‌های تجدیدپذیر است. به هر موجود زنده‌ای که قابلیت رشد و نمو را دارد، «زیست - توده» می‌گویند. جنگل‌ها، اجزاء گیاهان، برگ‌ها، موجودات زنده موجود در اقیانوس‌ها، زاندات حیوانی، پسماندهای شهری و غذائی، فاضلاب‌های شهری جزء «زیست - توده» هستند. این مواد قابلیت ذخیره انرژی را در خود دارند. شکل ۱۲-۱۵ تعدادی از منابع «زیست - توده» را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۱۵ - منابع زیست توده

جهت آبیاری مزارع، ورزش‌های آبی و بروزش موجودات آبزی و تأمین آب شرب مناطق پائین دست سد می‌توان استفاده کرد.

■ انرژی اقیانوس (Ocean Energy) : انرژی موجود در اقیانوس‌ها و دریاها در سه شکل به صورت زیر وجود دارد :

الف - امواج

ب - انرژی جزر و مد

پ - انرژی حاصل از اختلاف دما

با وجود پتانسیل بسیار زیاد اقیانوس‌ها، به دلیل نیاز به فناوری ویژه و هزینه زیاد برای بهره‌برداری، معمولاً از این انرژی در حد قابل قبول استفاده نمی‌شود. در شکل ۱۲-۱۹ یک نمونه از توربین‌های نصب شده در عمق اقیانوس و زیر آب را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۲-۱۹ - توربین‌ها در زیر آب

۶-۱۲- انرژی آبی (Hydropower)

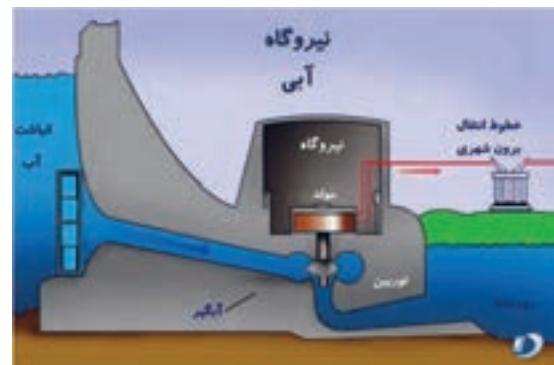
این انرژی از اختلاف سطح و حرکت آب به دست می‌آید. انرژی آب مانند انرژی خورشید، از منابع طبیعی انرژی است. با ایجاد سد در مقابل رودخانه‌ها می‌توان انرژی جنبشی آب را به صورت انرژی پتانسیل ذخیره کرد. (شکل ۱۲-۱۷)



شکل ۱۲-۱۷ - ذخیره آب در سد

در نیروگاه‌های «برق-آبی» با استفاده از انرژی آب، انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

شکل ۱۲-۱۸ فرآیند تولید برق را در یک نیروگاه «برق-آبی» نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۱۸ - فرآیند تولید برق در نیروگاه «برق-آبی»

بیشترین مزیت نیروگاه‌های «برق-آبی» عدم نیاز به سوخت و کاستن آلایندگی زیست‌محیطی است. همچنین در این نیروگاه‌ها هزینه‌های مربوط به تأمین سوخت حذف می‌شود. معمولاً عمر نیروگاه‌های «برق-آبی» بیشتر از نیروگاه‌های گرمایی است. در ضمن از آب ذخیره شده در پشت سد



(ب)

شکل ۱۲-۲۱—دو نوع پانل خورشیدی قابل حمل

۵ قسمتی از برگه اطلاعاتی مربوط به یک پانل خورشیدی در شکل ۱۲-۲۲ آمده است. مطالب را به فارسی ترجمه و استخراج کنید.



شکل ۱۲-۲۲—برگه اطلاعات و شکل ظاهری یک نمونه پانل خورشیدی

الگوی پرسش (ارزشیابی و احیادگیری ۱۲ از فصل چهارم) :

۱ انواع انرژی‌های نور را نام ببرید و مزایای استفاده از آن را بنویسید.

۲ معنی فارسی Solar Energy و معنی فارسی Biomass است.

۳ انرژی الکتریکی مورد نیاز برای یک چادر عشاپری مانند شکل ۱۲-۲۰ را می‌توان با پانل خورشیدی تأمین نمود.

درست نادرست



شکل ۱۲-۲۰—شکل سؤال ۳

۴ در صورتی که انرژی خورشید کافی باشد، از سیستم شکل ب-۱۲-۲۱ و برای تأمین شارژ باتری تلفن همراه، لب تاپ و تبلت از شکل الف-۱۲-۲۱ استفاده می‌شود.

درست نادرست



(الف)



شکل ۱۲-۲۵— نمونه دیگری از آسیاب بادی

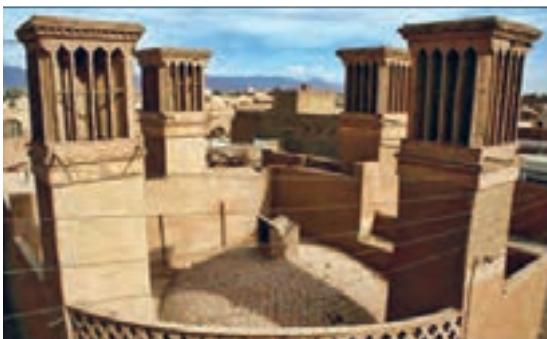


شکل ۱۲-۲۶— یک نمونه نیروگاه برق—بادی



پژوهش

در شکل ۱۲-۲۷ یک نمونه بادگیر را که در مناطق کویری مورد استفاده قرار می‌گیرد مشاهده می‌کنید. بررسی کنید که قدمت و دلیل استفاده از این بادگیرها در ایران چیست؟ نتیجه را به کلاس ارائه نماید.



شکل ۱۲-۲۷— یک نمونه بادگیر مناطق کویری

۶ چهار مورد مزایای استفاده از نیروگاه بادی را شرح دهد.

Geo ▼ به معنی و

Thermal به معنی است.

۸ کدام گزینه تولید انرژی را توسط زائدات حیوانی، پسماندهای شهری و غذایی و فاضلاب شهری بیان می‌کند؟

Biomass _۲ Hydropower _۱

Ocean Energy _۴ Geothermal _۲

۹ شکل ۱۲-۲۳— چه نوع تولید انرژی را نشان می‌دهد؟

۴ مرحله نشان داده شده در شکل را شرح دهد.



شکل ۱۲-۲۳— شکل سؤال ۹

در شکل ۱۲-۲۶، ۲۵، ۲۷ دو نمونه آسیاب بادی و یک نمونه نیروگاه «برق—بادی» نشان داده شده است. با مراجعه به سایت‌های اینترنتی، این دو سامانه را به مقایسه کنید. در ضمن بررسی نماید اولین آسیاب بادی در کدام کشور ساخته شده و قدمت آسیاب بادی در ایران چند سال است.



شکل ۱۲-۲۴— یک نمونه آسیاب بادی

ارزشیابی شایستگی پودمان ۴ : کار و توان الکتریکی

سال تحصیلی: ۱۳۹۶-۹۷		پایه: دهم	رشته تحصیلی: الکترونیک	
کد کتاب: ۲۱۰۲۷۵		کد درس:	کد رشته: ۷۱۴۱۰	
نمره	شاخص تحقق		استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)
۳	اجرای همه بندها و ارائه نمونه های جدید از انرژی های نو	بالاتر از حد انتظار	۱- مفاهیم مرتبط با کار و توان الکتریکی	۱- انرژی و توان
۲	اجرای بند ۲، ۳ و ۴	در حد انتظار	۲- محاسبه توان و ضریب بهره در مدار	
۱	اجرای ۱ یا ۲ بند	پایین تر از حد انتظار	۳- محاسبه هزینه برق مصرفی ۴- انرژی های نو	۲- انرژی های نو
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان				
نمره پودمان از ۲۰				

- نمره شایستگی پودمان منحصراً شامل نمرات ۱، ۲ یا ۳ است.
- زمانی هنرجو شایستگی کسب می کند که در ارزشیابی پودمان حداقل نمره شایستگی ۲ را اخذ کند.
- حداقل نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه پودمان ها، شایستگی مورد نیاز را کسب نماید.



پودهمان پنجم

الکترونیک و کاربرد آن



واحد یادگیری ۱۳ : کسب شایستگی لازم در شناخت رفتار و عملکرد دیود در مدارهای الکترونیکی و استفاده از روابط مربوطه برای انجام محاسبات ساده و انطباق آن با محاسبات نرم افزاری.

واحد یادگیری ۱۴ : کسب شایستگی لازم در شناخت رفتار و عملکرد ترانزیستور در تحلیل مدارهای الکترونیکی و استفاده از روابط مربوطه برای انجام محاسبات ساده و انطباق آن با محاسبات نرم افزاری.

واحدیادگیری ۱۳

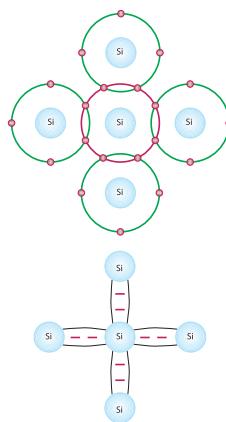
دیود

۱۳-۱- نیمه‌هادی‌ها

۱۳-۳- پیوند اشتراکی (کووالانس) در اتم‌های سیلیکون و ژرمانیوم

هرگاه اتمی در مدار آخر خود دارای هشت الکترون باشد مدار آن کامل بوده، از نظر شیمیایی حالت پایداری پیدا می‌کند. نیمه‌هادی‌ها و عایق‌ها تمایل به دریافت الکترون و تکمیل مدار آخر خود دارند.

چون اتم سیلیکون و ژرمانیوم در مدار آخر خود چهار الکترون دارند، می‌خواهند مدار آخر خود را کامل کنند. برای این منظور هر اتم یک الکtron را اتم مجاور به اشتراک می‌گذارد. (الکترون‌های ظرفیت هر اتم علاوه بر اینکه به دور هسته خود در گردش هستند، به دور هسته اتم مجاور هم گردش می‌کنند). این نوع پیوند بین اتم‌ها را "پیوند اشتراکی" یا "کووالانس" گویند. در شکل ۱۳-۲ پیوند اشتراکی بین اتم‌های سیلیکون را مشاهده می‌کنید. البته پیوند بین اتم‌های ژرمانیوم نیز مشابه اتم‌های سیلیکون است. چون هر اتم در مدار آخر خود هشت الکترون دارد و دارای حالت پایدار بوده و در صفر مطلق کریستال سیلیکون و ژرمانیوم الکtron آزاد ندارند و عایق هستند.



شکل ۱۳-۲- پیوند اشتراکی بین اتم‌های سیلیکون

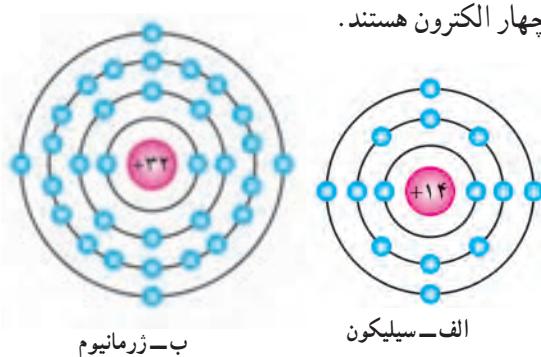
به عناصری که اتم‌های آن در مدار آخر خود چهار الکترون دارند «نیمه‌هادی» گویند. نیمه‌هادی‌ها در صفر مطلق (${}^{\circ}\text{C}$ - ${}^{\circ}\text{273}$) تقریباً عایق هستند. در درجه حرارت معمولی (${}^{\circ}\text{25}$) انرژی حرارتی محیط باعث آزاد شدن تعدادی از الکترون‌های لایه ظرفیت می‌شود و هدایت الکتریکی در جسم بالا می‌رود. البته افروden ناخالصی هم می‌تواند هدایت الکتریکی جسم را بالا ببرد. عناصری نظیر کربن، سیلیکون و ژرمانیوم جزء نیمه‌هادی‌ها به شمار می‌آیند. دو عنصر نیمه‌هادی سیلیکون و ژرمانیوم در برق و الکترونیک کاربرد فراوان دارند.

بررسی کنید آیا عنصری وجود دارد که در صفر مطلق هادی باشد؟ نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

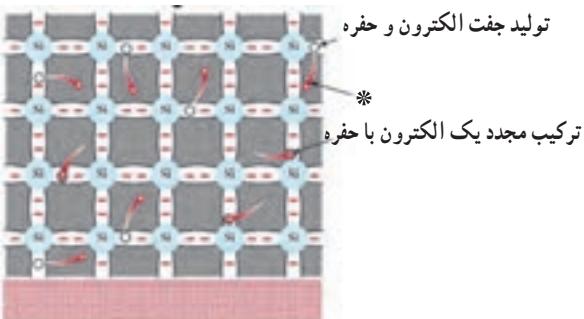


پژوهش

۱۳-۲- ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم سیلیکون دارای عدد اتمی ۱۴ است. یعنی دارای ۱۴ پروتون و ۱۴ الکترون است. ژرمانیوم دارای عدد اتمی ۳۲ است، یعنی ۳۲ پروتون و ۳۲ الکترون دارد. در شکل ۱۳-۱ ساختمان اتمی سیلیکون (Si) و ژرمانیوم (Ge) نشان داده شده است. هر دو عنصر سیلیکون و ژرمانیوم در لایه ظرفیت دارای چهار الکترون هستند.

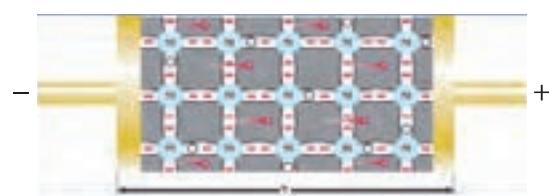


شکل ۱۳-۱- ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم



شکل ۱۳-۴- تولید زوج «الکترون-حفره»

وقتی مطابق شکل ۱۳-۵ ولتازی به دوسر کریستال متصل شود، الکترون‌های آزاد به طرف قطب مثبت باتری حرکت می‌کنند و شارشی را در مدار بوجود می‌آورند که ناشی از حرکت الکترون‌ها است و به این شارش جریان الکترون‌ها گویند.



شکل ۱۳-۵- جریان الکترون‌ها

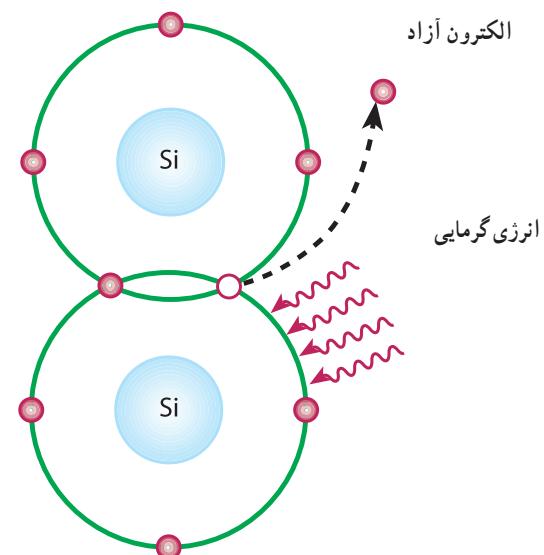
۶- ۱۳- جریان حفره‌ها

وقتی در اتم حفره‌ای وجود دارد به دلیل آنکه حفره گرایشی به جذب الکترون دارد از اتم مجاور الکترونی را جذب می‌کند، اما جای الکترون جذب شده حفره جدیدی ایجاد می‌گردد. به این ترتیب به نظر می‌رسد وقتی الکترون از چپ به راست حرکت می‌کند حفره از راست به چپ در حرکت است. این جریان فرضی را جریان حفره‌ها می‌نامند.

۷- ۱۳- افودن ناخالصی به کریستال نیمه‌هادی چون تعداد الکترون‌های آزاد و حفره‌های ایجاد شده در کریستال نیمه‌هادی سیلیکون و ژرمانیوم در اثر انرژی گرمایی به اندازه کافی نیست و از این نیمه‌هادی‌ها نمی‌توان برای ساختن قطعاتی نظیر دیود یا ترازیستور استفاده کرد. برای افزایش هدایت نیمه‌هادی به آن ناخالصی اضافه می‌کنند.

۴- ایجاد حفره (Hole)

انرژی‌های خارجی نظیر حرارت می‌توانند باعث شکسته شدن پیوند شوند و در نتیجه الکترون از قید هسته آزاد گردد. آزاد شدن یک الکترون از مدار ظرفیت، یک جای خالی الکترون ایجاد می‌کند که به این جای خالی الکترون حفره می‌گویند. در شکل ۱۳-۳ الکترون آزاد و محل خالی آن یعنی حفره نشان داده است. چون محل خالی الکترون می‌تواند یک الکترون آزاد نزدیک به خود را جذب کند، مانند یک بار مثبت عمل می‌کند.



شکل ۱۳-۳- الکترون آزاد و محل خالی آن حفره

۵- ۱۳- جریان الکترون‌های آزاد

الکترون‌های آزاد شده در کریستال به صورت نامنظم حرکت می‌کنند. اگر بصورت اتفاقی الکترونی به حفره‌ای نزدیک شود جذب حفره می‌گردد. به این ترتیب تا زمانی که نیرویی از خارج اعمال نشود، حرکت الکترون‌ها و جذب آن‌ها به وسیله حفره‌ها در کریستال به طور نا منظم ادامه می‌یابد. در شکل ۱۳-۴ چگونگی تولید زوج «الکترون-حفره» و ترکیب مجدد الکترون با حفره نشان داده شده است.

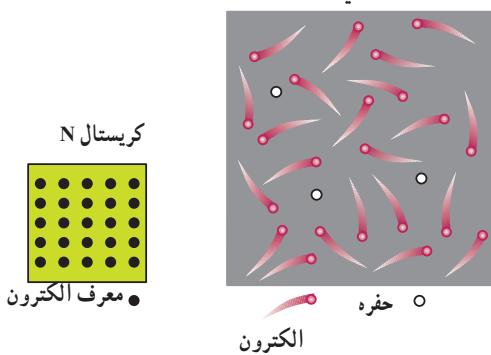
به این کریستال که حامل‌های اکتریت برای هدایت الکتریکی در آن الکترون‌ها هستند، کریستال نوع N می‌گویند. در شکل ۱۳-۷ الکترون‌ها و حفره‌های کریستال نوع N نشان داده شده است.

یادآور می‌شود که در مجموع کریستال N از نظر بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بارهای مثبت و منفی موجود در آن با هم برابرند.

کارگروهی

با توجه به شکل ۱۳-۶ و ۱۳-۷ چگونگی افزودن اتم سه ظرفیتی و تشکیل کریستال نوع P را بررسی کنید و نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید.

ناخیمه



شکل ۱۳-۷- الکترون‌ها و حفره‌ها در کریستال نوع N

بارش فکری

جدول ۱۳-۱ را از طریق بارش فکری به بحث بگذارید.

جدول ۱۳-۱- جمع‌بندی

جمع‌بندی کریستال نوع P	جمع‌بندی کریستال نوع N
۱- حامل‌های اکتریت حفره است و در اثر افزودن ناخالصی سه ظرفیتی به وجود می‌آید.	۱- حامل‌های اکتریت الکtron است و در اثر افزودن ناخالصی پنج ظرفیتی به وجود می‌آید.
۲- حامل‌های اقلیت حفره است و در اثر حرارت به وجود می‌آید.	

در صورت اتصال ولتاژ به کریستال N یا P، جریان کل از مجموع حامل‌های اکتریت و اقلیت شکل می‌گیرد. چرا؟

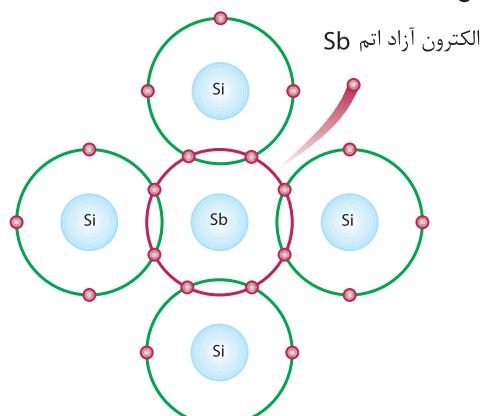
به عبارت دیگر: حامل‌های اقلیت + حامل‌های اکتریت = جریان کل
ناشی از حامل‌های اکتریت $I_T = I_{\text{اکتریت}} + I_{\text{اقلیت}}$

ناخالص کردن نیمه‌هادی به دو شکل با اتم پنج ظرفیتی و سه ظرفیتی صورت می‌گیرد.

۱۳-۸- ناخالص کردن کریستال نیمه‌هادی با اتم پنج ظرفیتی (نیمه‌هادی نوع N)

هرگاه یک عنصر پنج ظرفیتی مانند ارسنیک (As)، آنتیموان (Sb) یا فسفر (P) را که در لایه ظرفیت خود پنج الکترون آزاد دارند، به کریستال سیلیسیوم یا رزمانیوم اضافه کنیم، اتم ناخالص با چهار اتم سیلیسیوم مجاور خود تشکیل می‌یابند (اشتراکی می‌دهد). از طرفی در لایه ظرفیت آنتیموان (Sb) یک الکترون می‌تواند به راحتی از قید هسته آزاد شود و به صورت الکترون آزاد درآید، به این ترتیب با افزودن هر اتم ناخالصی یک الکترون آزاد در کریستال ایجاد می‌شود. پس با تغییر تعداد اتم‌های ناخالصی، می‌توان تعداد الکترون‌های آزاد کریستال را کنترل کرد.

علاوه بر الکترون‌های آزادی که در اثر افزودن اتم‌های ناخالصی پنج ظرفیتی به کریستال بوجود می‌آیند، تعداد کمی الکترون نیز در اثر انرژی گرمایی محیط از قید هسته آزاد می‌شوند و جای خالی آن‌ها حفره ایجاد می‌گردد. در این فرآیند، اتم ناخالص ۵ ظرفیتی که یک الکترون آزاد به کریستال می‌دهد، به صورت یون مثبت در می‌آید. لذا به این اتم کریستال «اهداکننده» یا «Donor» می‌گویند، (شکل ۱۳-۶).

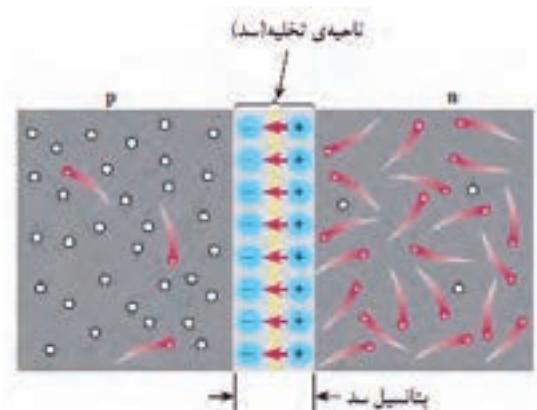


شکل ۱۳-۶- اتم Donor



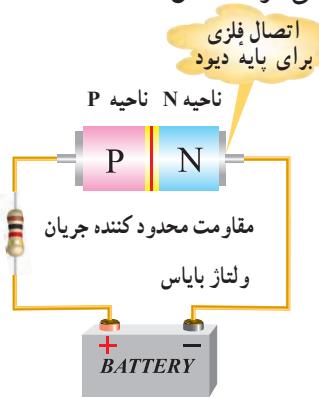
فیلم چگونگی تشکیل پیوند را ملاحظه کنید.

که مانع عبور الکترون از محل اتصال شود، ولتاژ بین دو کریستال P و N به وجود می‌آید. ولتاژ ایجاد شده در ناحیه تخلیه، پتانسیل سد نام دارد و مقدار آن برای دیود سیلیکونی حدود $7/7^\circ$ و برای دیود ژرمانیومی حدود $2/2^\circ$ ولت است. در شکل ۱۳-۹ ناحیه تخلیه و پتانسیل سد نشان داده است. به پیوند PN، دیود (Diode) یا دو قطبی می‌گویند زیرا از دو کریستال P و N تشکیل شده است.



شکل ۱۳-۹ ناحیه تخلیه (سد)

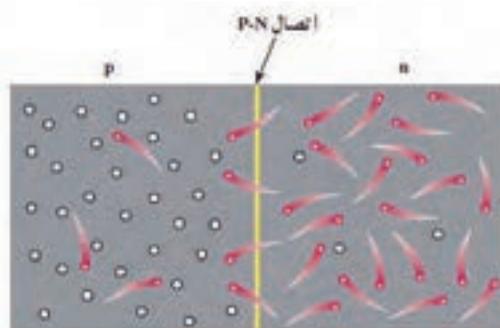
۱۳-۱۰- ولتاژ بندی یا بایاس (Bias) دیود اتصال ولتاژ به دیود را ولتاژ بندی یا بایاس کردن (Biasing) دیود می‌نامند. اتصال ولتاژ به دیود به دو صورت امکان پذیر است. اگر نیمه‌هادی نوع P را به قطب مثبت باتری و نیمه‌هادی نوع N را به قطب منفی آن متصل کنیم، دیود در بایاس مستقیم قرار می‌گیرد. (شکل ۱۳-۱۰).



شکل ۱۳-۱۰- پیوند PN در بایاس موافق

۱۳-۹- اتصال PN (دیود پیوندی—Junction Diode)

هرگاه دو کریستال نیمه‌هادی نوع N و P به هم اتصال یابند، الکترون‌های آزاد نیمه‌هادی نوع N که در تزدیک محل اتصال PN قرار دارند به منطقه P نفوذ کرده و با حفره‌های کریستال نوع P ترکیب می‌شوند. به این ترتیب تعدادی از حفره‌ها و الکترون‌ها از بین می‌روند و شرایط خاصی را به وجود می‌آورند. در شکل ۱۳-۸ ترکیب الکترون‌ها با حفره‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۸- پیوند PN

عبور یک الکtron از محل اتصال سبب ایجاد یک جفت یون می‌شود. هنگامی که ناحیه N یک اتم بنج ظرفی، الکترونی از دست می‌دهد، آن اتم به یون مثبت تبدیل می‌شود. در مقابل در ناحیه P اتم‌های سه ظرفیتی الکtron دریافت می‌کنند و تبدیل به یون منفی می‌شوند. ترکیب بی‌دریبی الکترون‌ها با حفره‌ها در محل پیوند، تعداد زیادی یون مثبت و منفی را ایجاد می‌کند. این یون‌ها در کریستال ثابت هستند و نمی‌توانند مانند الکترون‌های آزاد حرکت کنند. بنابراین در محل پیوند ناحیه‌ای به نام لایه تخلیه به وجود می‌آید که در آن حامل‌های هدایت الکتریکی یعنی الکترون‌ها و حفره‌ها، وجود ندارد. به ناحیه تخلیه ناحیه سد هم گفته می‌شود.

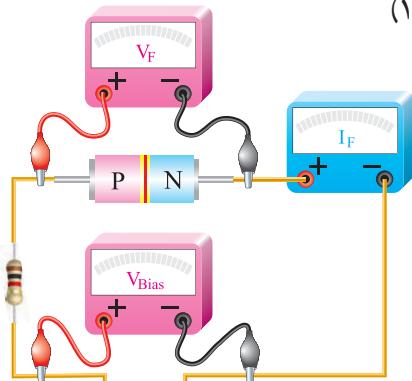
یون‌های مثبت و منفی در ناحیه تخلیه سبب ایجاد میدان الکتریکی می‌شود و نمی‌گذارد الکترون‌های آزاد از محل اتصال عبور کند. هرگاه میدان ایجاد شده به حدی برسد

بارش فکری

رفتار دیود در در بایاس مستقیم و بایاس معکوس در مدارهای الکتریکی چه کاربردی می‌تواند داشته باشد؟

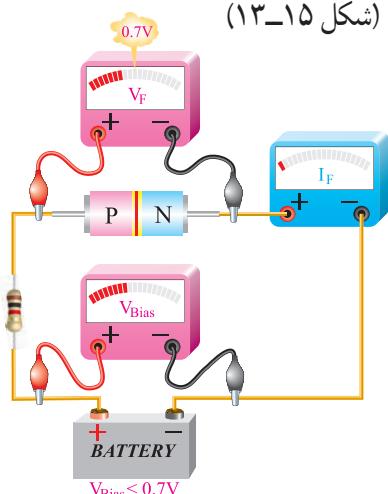
۱۳-۱۲- منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در بایاس مستقیم

اگر دیودی را در بایاس مستقیم قرار دهیم و ولتاژ متصل شده به آن را به تدریج از صفر ولت افزایش دهیم و جریان عبوری از دیود را به وسیله میلیآمپر متر اندازه بگیریم، در ولتاژ صفر جریان عبوری از دیود صفر است. (شکل ۱۳-۱۴)



شکل ۱۴- ۱۳- ولتاژ صفر- جریان صفر

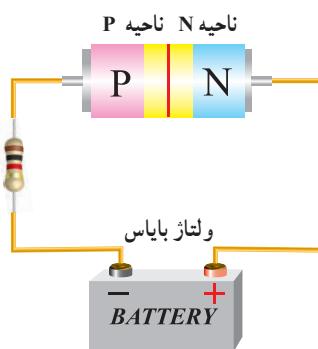
با افزایش ولتاژ جریان عبوری از دیود هم افزایش می‌یابد. هنگامی که ولتاژ بایاس برای یک دیود سیلیکونی کمتر از 7 V ولت است، جریان بسیار ناچیزی از دیود عبور می‌کند. (شکل ۱۳-۱۵)



شکل ۱۵- ۱۳- ولتاژ کمتر از 7 V ولت، جریان بسیار کم

ب- دیود در بایاس معکوس (مخالف) (Reverse Bias)

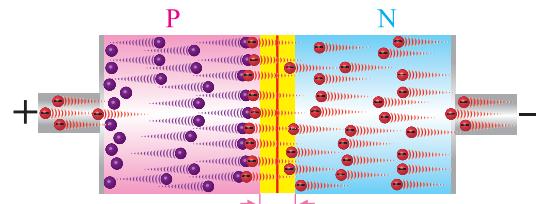
در صورتی که نیمههادی نوع P را به قطب منفی باتری و نیمههادی نوع N را به قطب مثبت آن وصل نماییم، این حالت را بایاس معکوس می‌نامند. (شکل ۱۳-۱۱).



شکل ۱۱- ۱۳- پیوند PN در بایاس مخالف

۱۳-۱۳- رفتار دیود در بایاس مستقیم

شکل ۱۳-۱۲ تصویر پیوند دیود (PN) را در هنگام اتصال باتری در بایاس مستقیم نشان می‌دهد.

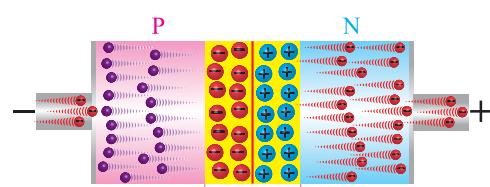


شکل ۱۳-۱۲- رفتار دیود در بایاس مستقیم



کارگروهی

با توجه به لایه سدکه در شکل‌های ۱۳-۱۲ و ۱۳-۱۳، با اعضاء گروه، رفتار دیود در بایاس مستقیم و بایاس معکوس را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.



شکل ۱۳- ۱۳- بایاس معکوس (مخالف)

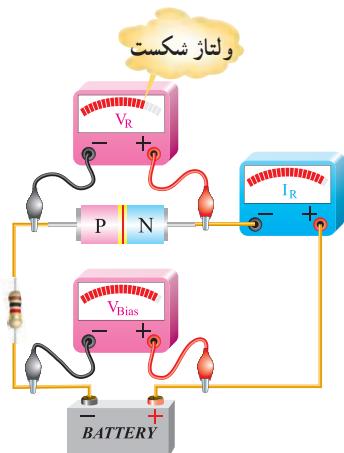
۱۳-۱۳- منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در بایاس معکوس

اگر دیود را به طور معکوس بایاس کنیم جریان بسیار ناچیز نشستی از دیود می‌گذرد. با افزایش ولتاژ معکوس، در یک ولتاژ معین که «ولتاژ شکست دیود» (breakdown) نامیده می‌شود. در این حالت جریان عبوری از دیود به سرعت افزایش می‌یابد و دیود آسیب می‌بیند.



فیلم دیود در ولتاژ موافق و مخالف و چگونگی ترسیم منحنی دیود را بینید.

شکل ۱۳-۱۸ حالتی را نشان می‌دهد که ولتاژ بایاس دیود به حد ولتاژ شکست رسیده است. در این حالت جریان عبوری از دیود به شدت افزایش یافته است.



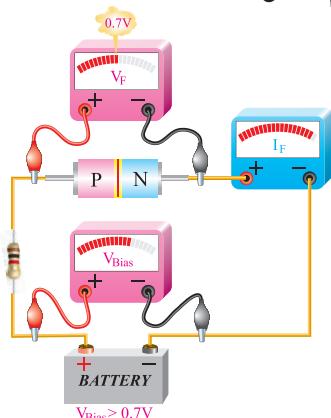
شکل ۱۳-۱۸- ولتاژ شکست دیود در بایاس مخالف

در شکل ۱۳-۱۹ منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در گرایش معکوس نشان داده شده است.

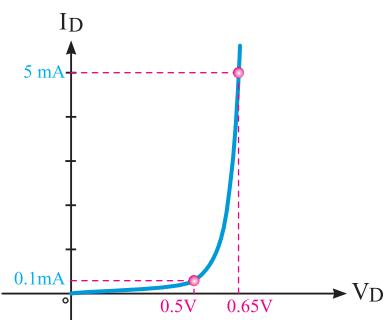


با مراجعه به منابع مختلف درباره جریان نشستی دیود پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید.

اگر ولتاژ بایاس زیاد شود (یعنی پتانسیل خارجی بیشتر از 7V ولت شود)، این پتانسیل بر پتانسیل سد غلبه می‌کند و سد شکسته می‌شود و سرانجام جریان عبوری از دیود به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. برای محدود کردن جریان عبوری از دیود لازم است مقاومتی را با آن به صورت سری بینندیم، شکل ۱۳-۱۶.



شکل ۱۳-۱۶- ولتاژ بیشتر از 7V ولت، از دیود جریان عبور می‌کند. چنان‌چه در محورهای مختصات، به محور x مولفه ولتاژ و به محور y مؤلفه جریان را اختصاص دهیم، با استفاده از مقادیر مختلف اندازه‌گیری شده، می‌توانیم منحنی مشخصه دیود را ترسیم کنیم. شکل ۱۳-۱۷ منحنی ولت آمپر دیود در بایاس موافق نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۱۷- منحنی ولت آمپر دیود در بایاس موافق

با استفاده از نرم افزاری که در اختیار دارید، مدار بایاسینگ دیود را بیندید و آن را تجربه کنید.



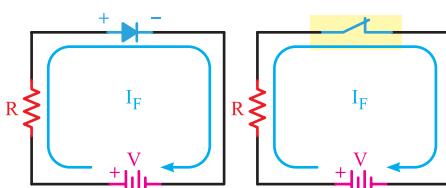


جستجو کنید



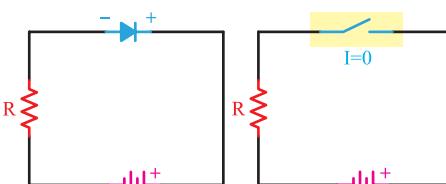
آیا از نظر شکل ظاهری انواع دیگری از دیودها وجود دارد؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۱۳-۱۵- بررسی دیود در حالت ایدهآل
 چون دیود در بایاس مستقیم جریان را به راحتی عبور می‌دهد و در بایاس معکوس جریان بسیار ناچیز از دیود عبور می‌کند، پس در حالت ایدهآل در بایاس مستقیم مانند هادی و در بایاس معکوس مانند عایق عمل می‌کند. عملکرد دیود را در حالت ایدهآل در بایاس موافق می‌توان با یک کلید وصل مقایسه کرد. در بایاس معکوس یک دیود ایدهآل مانند یک کلید باز عمل می‌کند. در شکل ۱۳-۲۲ دیود ایدهآل در بایاس موافق نشان داده شده است. مقاومت R در مدار به عنوان محدود کننده جریان بکار رفته است.



شکل ۱۳-۲۲- دیود ایدهآل در بایاس موافق

هم چنین در شکل ۱۳-۲۳ معادل دیود ایدهآل در بایاس مخالف نشان داده شده است.

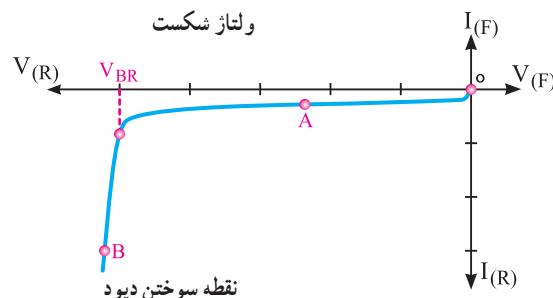


شکل ۱۳-۲۳- دیود ایدهآل در بایاس مخالف

۱۳-۱۶- انواع دیودهای نیمههادی و نمایشگرهای آنها
 انواع متعددی از دیودهای پیوند PN وجود دارند که از لحاظ نوع کار، مشخصه و زمینه کاربرد با هم متفاوتند. از انواع این دیودها، می‌توان دیود اتصال نقطه‌ای، دیود زنر، دیود نوردهنده (LED) و دیود واراکتور، فتو دیود،

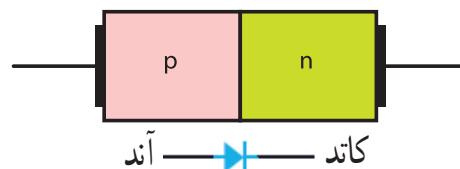
با استفاده از یک دیود زنر(zener) موضوع شکست

دیود را در ولتاژ مخالف تجربه کنید.



شکل ۱۳-۱۳- منحنی ولت-آمپر دیود در بایاس مخالف

۱۳-۱۴- علامت اختصاری و شکل ظاهری دیود معمولی
 در شکل ۱۳-۲۰ ساختمان کریستالی و علامت اختصاری یک دیود معمولی نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۲۰- ساختمان کریستالی و علامت اختصاری دیود

نیمههادی نوع P آند و نیمههادی نوع N کاتد نام دارد. همان‌گونه که دیده می‌شود علامت اختصاری دیود مانند یک پیکان از سمت آند به جانب کاتد بوده که معرف این نکته است که جریان قرار دادی به راحتی از سمت آند به کاتد عبور می‌کند. در شکل ۱۳-۲۱ شکل ظاهری چند نمونه دیود را مشاهده می‌کنید. در این شکل پایه‌های آند و کاتد برخی از دیودها روی شکل ظاهری آنها نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۲۱- شکل ظاهری چند نمونه دیود

نکته



معمولًاً مشخصات فنی و کاربرد دیودهای را با توجه به شماره فنی آن در برگه اطلاعات دیود (data sheet) می‌نویسند. برگه‌های اطلاعات با شماره دیود از شبکه‌های مجازی از جمله سایت alldatasheet.com قابل بارگیری است.



شکل ۱۳-۲۵-نمایش ساختمان دیود اتصال نقطه‌ای

دیود شاتکی، دیود منتشرکننده اشعه مادون قرمز، دیود لیزری و دیود جریان ثابت را نام برد.

دیود یکسوکننده معمولی (Rectifiers Diodes)

این نوع دیود برای یکسوسازی یا یک طرفه کردن ولتاژهای متناوب (معمولًاً سینوسی) به کار می‌رود و با جریان متوسط (I_F) حدود ۵۰۰۰ mA تا ۵۰۰۰۰ آمپر ساخته می‌شود. دیودهای یکسوکننده معمولی در محدوده فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز کار می‌کنند. لذا برای یکسوسازی فرکانس‌های بالاتر باید از دیودهای سریع استفاده شود. شکل ۱۳-۲۴ شکل ظاهری چند نمونه از دیود یکسوکننده معمولی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۲۴-چند نمونه دیود یکسوکننده معمولی

پژوهش
دیودهای ولتاژ زیاد (high voltage) حداکثر دارای چه ولتاژ و جریانی هستند؟

دیود اتصال نقطه‌ای (Point Contact Diode)

اگر بخواهیم دیودها را در فرکانس‌های بالا به کار ببریم، باید ظرفیت خازنی آنها را در بایاس مخالف کم کنیم. برای کم کردن ظرفیت خازن، ساده‌ترین راه، کم کردن سطح اتصال هادی‌ها و سطح اتصال محل پیوند است. بر این اساس دیودهای اتصال نقطه‌ای برای فرکانس‌های بالا ساخته می‌شود. شکل ۱۳-۲۵ ساختمان ساده یک دیود اتصال نقطه‌ای را نشان می‌دهد.



پژوهش

با مراجعه به فضای مجازی درباره زندگی نامه zener تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

معمولًاً مقدار تولرنس را روی بدنه دیود زنر می‌نویسند.
برای تلرانس ۵ درصد از حرف C و برای تلرانس ۱۰ درصد از حرف D استفاده می‌کنند. مثلاً ولتاژ دیود زنر $5\text{V}/C^3/2\text{BZX}$ ۳/۹ ولت و تلرانس آن (C) ۵ درصد است. در نامگذاری دیود علامت V به جای ممیز بکار می‌رود.

توان زنر : جربانی که در بایاس معکوس، از دیود زنر عبور می‌کند اگر زیاد شود به سوختن دیود منجر می‌شود. مقدار جربان ماقزیمی که دیود زنر می‌تواند تحمل کند به توان دیود زنر و ولتاژشکست زنر بستگی دارد.

$$P_Z = I_Z \times V_Z$$

نکته

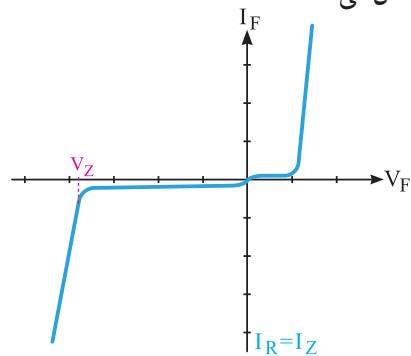
معمولًاً مشخصات فنی و کاربرد دیودهای زنر را با توجه به شماره فنی آن در برگه اطلاعات دیود (data sheet) می‌نویسند. این موارد شامل توان مجاز، ولتاژ موافق و مخالف است. امروزه دیودهای زنر را همراه با سایر قطعات در داخل آی‌سی رگولاتور مانند 7805 قرار می‌دهند، این آی‌سی می‌تواند ولتاژ ۵ ولت و جربان یک آمپر تولید کند و جایگزین دیود زنر شود.

دیود جربان ثابت (Constant Current Diode)
این دیود که به آن رگولاتور جربان گفته می‌شود بر عکس دیود زنر که ولتاژ دوسران ثابت و جربان عبوری از آن تغییر می‌کند، جربان را ثابت نگه می‌دارد. به عبارت دیگر از این دیود می‌توان به عنوان رگولاتور جربان استفاده کرد. نماد فنی دیود در شکل ۱۳-۲۹ رسم شده است.



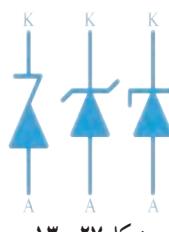
شکل ۱۳-۲۹ - نماد مداری دیود جربان ثابت

شکل ۱۳-۲۶ منحنی مشخصه «ولت - آمپر» یک دیود زنر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۲۶ - منحنی مشخصه ولت-آمپر

دیود زنر، در بایاس معکوس استفاده می‌شود. با توجه به این که ولتاژ زنر تقریباً در جربان‌های مختلف معکوس ثابت است. از این خاصیت جالب زنر، برای تثبیت ولتاژ استفاده می‌کنند. نمادهای فنی دیود زنر در شکل ۱۳-۲۷ و شکل ظاهری چند نمونه دیود را در شکل ۱۳-۲۸ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۳-۲۷

پژوهش

با مراجعه به فضای مجازی از جمله سایت roshd.ir. مقادیر استاندارد دیودهای زنر را باید و به کلاس ارائه دهید. همچنین موارد درج شده در کادر را ببینید و از صحت آن اطمینان حاصل کنید.



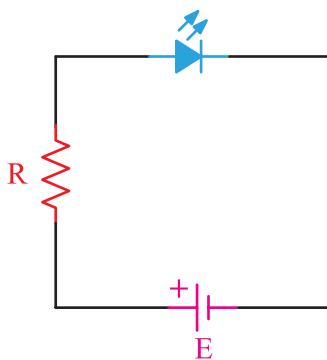
شکل ۱۳-۲۸

نکته

پخش می‌کند. همواره برای محدود کردن جریان و ممانعت از سوختن دیود باید مقاومتی را با LED سری کنیم.

نکته !

با استفاده از نرم افزار Electronic Assistance مقدار مقاومت سری با LED‌ها را با شرط داشتن جریان و ولتاژ نامی دیود و ولتاژ تغذیه، محاسبه و صحت آن را با نرم افزار دیگر بررسی و تجربه کنید.



شکل ۱۳-۳۲ – نحوه بایاس نمودن LED

پژوهش

مشخصات فنی LED را با توجه به شماره فنی آن در برگه (data sheet) می‌دهند. در مورد LED‌های با شدت نور بالا HB = High Brightness پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

در شکل ۱۳-۳۳ چند نمونه LED نمایش داده شده است.



شکل ۱۳-۳۳ – چند نمونه LED

معمولًاً مشخصات فنی این نوع دیود که شامل ولتاژ کار و جریان ثابت است را با توجه به شماره فنی آن در برگه اطلاعات دیود (data sheet) می‌نویسنند.

!

جستجو کنید

با مراجعه به فضای مجازی مشخصات دیودهای ۱N5214 و ۱N5283 را پیدا کنید و به کلاس ارائه دهید.

Light Emitting Diode (LED): دیود نوردهنده (LED) همان طور که از نام آن پیداست این دیود مولد نور است. دیود نوردهنده، از دو قطعه نیمه‌هادی نوع N و P تشکیل شده است. هرگاه این دیود، در بایاس مستقیم قرار گیرد و شدت جریان عبوری از آن به اندازه کافی باشد، دیود از خود نور پخش می‌کند. نور LED در محل پیوند PN به وجود می‌آید. در شکل‌های ۱۳-۳۰ و ۱۳-۳۱ چند نمونه LED و ساختمان داخلی و نماد فنی آن‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۳۰ – نماد فنی و ساختمان داخلی LED



شکل ۱۳-۳۱ – نمونه‌هایی از انواع LED

چنانچه مطابق شکل ۱۳-۳۲ LED را در بایاس مستقیم قرار دهیم، به شرط عبور جریان نامی از دیود، LED از خود نور

پرسش : آیا با LED شکل ۱۳-۳۴ می‌توان سه رنگ تولید کرد؟

LED با نور فوق العاده زیاد

LED های با نور فوق العاده زیاد نوع دیگری از LED است که با نام Ultra Bright LED ساخته شده است. میزان نوردهی آنها فوق العاده زیاد است و ددها برابر یک LED معمولی نور تولید می‌کنند. این LED ها در رنگ‌های آبی، سبز، قرمز و سفید در بازار یافت می‌شود. (شکل ۱۳-۳۶)



شکل ۱۳-۳۶ – یک نمونه LED با نور فوق العاده زیاد

استفاده از LED های پر نور امروزه در سطح بسیار گسترده‌ای توسعه یافته است. استفاده از ریسه‌های LED، ترمز اتومبیل، تابلوی روان و نور تزئینی، تعدادی از موارد کاربرد LED های پرنور است. آرایه‌های LED پرنور سفید به تدریج جایگزین لامپ‌های فلورسنت می‌شوند، زیرا این نوع LED ها به راحتی در هوای بد نورافشانی می‌کنند و نور آنها صدبرابر بیشتر است. LED های پرنور سفید و رنگی به خانه‌ها، مغازه‌ها و مراکز تجاری نیز وارد شده‌اند و جای لامپ‌های کوئنی را گرفته‌اند. همچنین این نوع LED ها وارد صنایع اتومبیل‌سازی نیز شده‌اند. در چراغ‌های جلوی خودروها از LED های پرنور استفاده می‌شود.

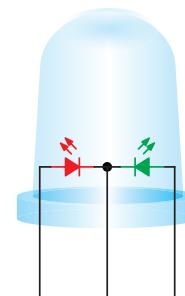
Organic LED(OLED) های ارگانیک

کلمه ارگانیک به معنای سازگاری با محیط و بدن انسان است. LED های ارگانیک از دو یا سه لایه مواد ارگانیک پلی‌مری ساخته شده‌اند که در اثر اعمال ولتاژ می‌توانند نور تولید کنند. در صورتی که آند و پایه اصلی نیز از مواد شفاف ساخته

LED ها در انواع گوناگون ساخته می‌شوند که به ترتیب برخی از آنها می‌پردازم:

LED های دو رنگ

ساختار این نوع LED ها معمولاً ترکیبی از دو LED مجزا به رنگ‌های سبز و قرمز است که در داخل قطعه معمولی جاسازی شده است. LED های دو رنگ دارای سه پایه هستند، یکی از پایه‌ها مشترک و دو پایه دیگر هر کدام مربوط به LED های قرمز و سبز است. (شکل ۱۳-۳۷)

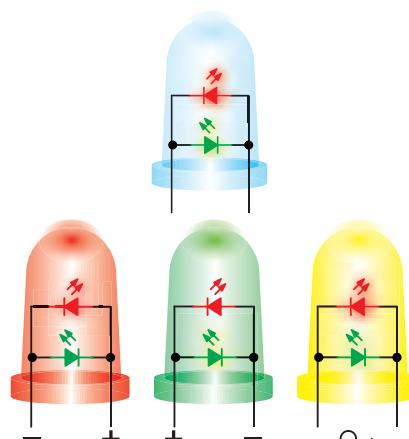


شکل ۱۳-۳۷ – LED دو رنگ

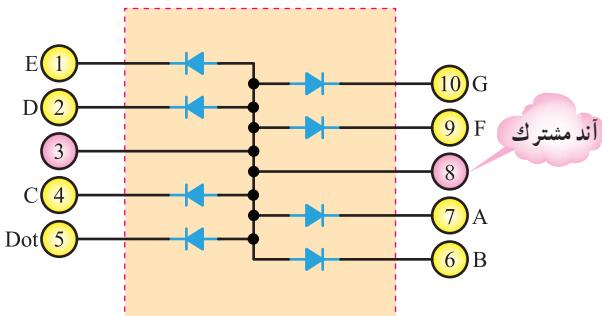
با استفاده از نرم‌افزار چند نمونه LED را بیندید و عملکرد آن را تجربه کنید.

LED های سه رنگ

نوع دیگری از LED وجود دارد که دارای دو پایه هستند و سه رنگ مختلف را تولید می‌کنند. شکل ۱۳-۳۵ یک نمونه LED دو پایه و چگونگی اتصال ولتاژ را به آن نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۳۵ – LED سه رنگ دو پایه



شکل ۱۳-۳۸ - نمایشگر آند مشترک

شوند، نور از هر دو طرف پخش می‌شود. در این حالت می‌توانیم از OLED‌ها برای صفحات نوردهنده دو طرفه استفاده کنیم. برای ساختن OLED‌ها امروزه به راحتی می‌توان مانند پخش جوهر روی یک صفحه، OLED‌ها را روی یک پایه اصلی قرار داد. این تکنولوژی باعث شده است که بتوانند صفحات بزرگ نمایشگر را با لایه‌های سیار نازک طراحی و تولید کنند.



فعالیت

با توجه به نمایشگر هفت قطعه‌ای آند مشترک، نقشه مدار نمایشگر کاتد مشترک را رسم کنید.



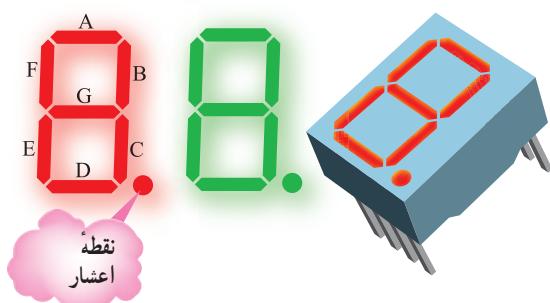
پژوهش

با مراجعه به فضای مجازی انواع دیگر LED را بیابید و به کلاس ارائه کنید.

نقشه مدار نمایشگر کاتد مشترک

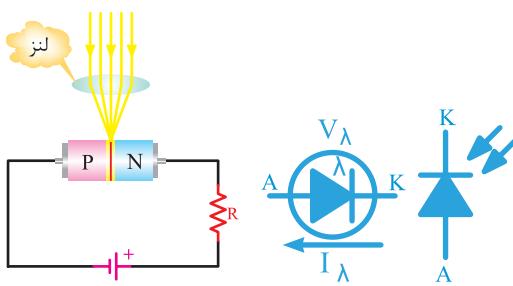
نمایشگرهای ترکیبی LED

امروزه LED‌ها به طور گسترده برای نمایش پیام‌ها، علائم بزرگ و کوچک در فضاهای داخلی و خارجی و به عنوان تلویزیون صفحه بزرگ به کار می‌رود. نمایش سیگنال‌ها می‌تواند به صورت چند رنگ و تمام رنگی باشد. در نمایشگرهای تمام رنگی از گروه‌های LED فشرده با نور زیاد که تشکیل نقطه نورانی رنگی را می‌دهند استفاده



شکل ۱۳-۳۷ - نمایشگر ۷ قطعه‌ای

نمایشگر ۷ قطعه‌ای به دو صورت آند مشترک (Common Anode) و کاتد مشترک (Common Cathode) ساخته می‌شوند. شکل ۱۳-۳۸ - نمایشگر ۷ قطعه‌ای آند مشترک را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۴۱—نماد و بایاس فتو دیود

در شکل ۱۳-۴۲ شکل ظاهری چند نمونه فتو دیود نشان داده شده است. از این دیود برای مواردی مانند تشخیص نور، سنجش نور در دستگاه های نورسنج، شمارش سریع یا سوئیچ کردن استفاده می شود.



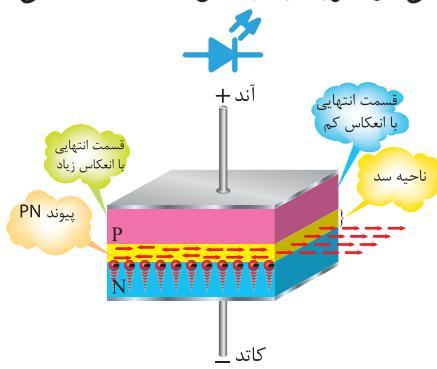
شکل ۱۳-۴۲—شکل ظاهری چند نمونه فتو دیود

نکته !

مشخصات فنی و کاربرد فتو دیودها را با توجه به شماره فنی آن در برگه اطلاعات دیود (data sheet) می نویسند.

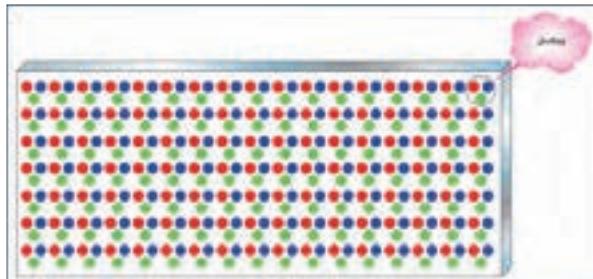
دیود لیزری : (Laser Diode)

دیود لیزری دیودی است که می تواند نور تک رنگ تولید کند. نور لیزر را نور ذاتی یا نور خالص نیز می نامند. زیرا نور پخش شده یک نور با طول موج مشخص است. ساختمان داخلی و نماد فنی دیود لیزری را در شکل ۱۳-۴۳ مشاهده می کنید.



شکل ۱۳-۴۳—ساختمان داخلی و نماد دیود لیزری

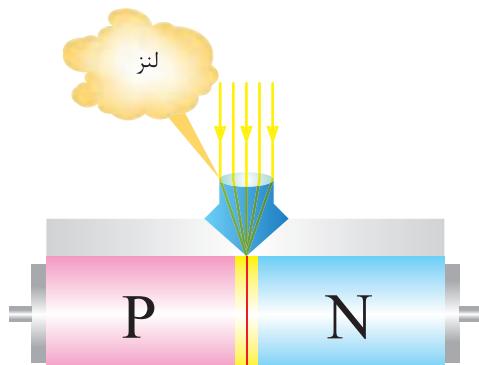
می شود. این نقاط رنگی را پیکسل (Pixel) می گویند. پیکسل ها از سه رنگ قرمز (R—Red) سبز (G—Green) و آبی (B—Blue) شکل می گیرند که اصطلاحاً آن را RGB می نامند. (شکل ۱۳-۳۹)



شکل ۱۳-۳۹—پیکسل های LED به کار رفته در صفحه نمایش

فتو دیود (Photo Diode)

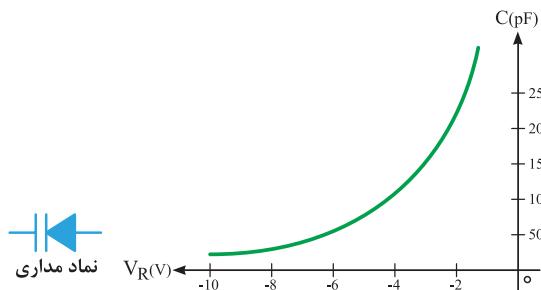
ساختمان فتو دیود، مانند یک دیود معمولی با پیوند PN است، با این تفاوت که محل پیوند PN را، جهت تابانیدن نور به آن از مواد پلاستیکی سیاه، نمی پوشانند. این ناحیه توسط شیشه یا پلاستیک شفاف پوشیده می شود تا نور بتواند به آسانی به آن بتابد. روی اکثر فتو دیودها، یک لنز بسیار کوچک نصب می شود تا نور تابانیده شده به آن را متتمرکز کند و به محل پیوند برساند. (شکل ۱۳-۴۰)



شکل ۱۳-۴۰—فتو دیود همراه با لنز

فتو دیود همیشه در بایاس معکوس به کار می رود و با تابش نور به محل پیوند آن، جریان معکوس آن افزایش می یابد. افزایش جریان به علت شکستن پیوندها با انرژی نور است. شکل ۱۳-۴۱ نماد فنی و چگونگی بایاس کردن دیود را نشان می دهد.

دیود خازنی (واراکتور) (Varactor)

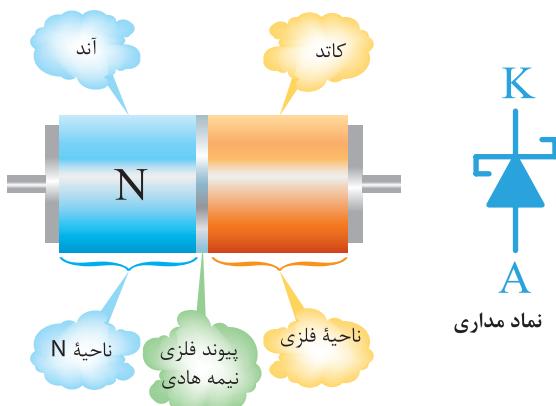


شکل ۱۳-۴۵— منحنی «ظرفیت—ولتاژ» و نماد دیود خازنی

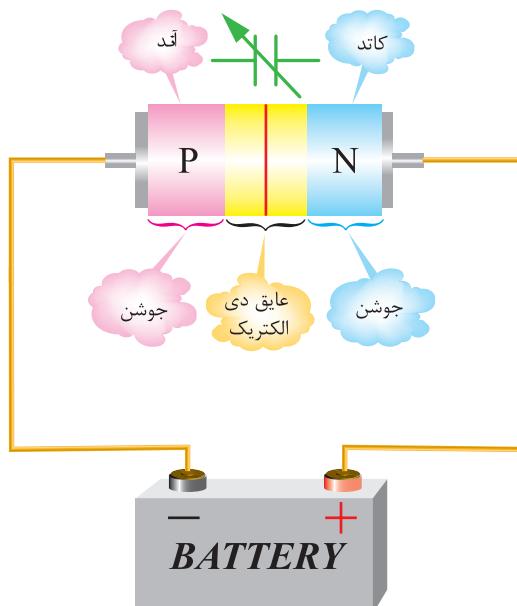
دیود خازنی، مانند یک دیود معمولی است و از دو قطعه نیمه‌هادی نوع P و N، که معمولاً از جنس سیلیسیوم است، ساخته می‌شود. همان‌طور که قبلاً باد گرفتیم، یک دیود معمولی، بدون بایاس در محل پیوند، یک لایه سد دارد. این لایه به صورت یک عایق بین نیمه‌هادی P و N قرار می‌گیرد. اگر دو نیمه‌هادی P و N را به عنوان دو هادی و لایه سد را به عنوان عایق به حساب بیاوریم، این مجموعه عملاً یک خازن است که در منطقه تخلیه به وجود می‌آید. ظرفیت خازن منطقه تخلیه حدود پیکوفاراد (PF) است. (شکل ۱۳-۴۴)

دیود شاتکی (Schottky)

دیودهای معمولی اتصال PN، نمی‌توانند خیلی سریع قطع و وصل شوند. برای بالا بردن سرعت قطع و وصل در یک دیود در حد چند میلیارد بار در ثانیه، از دیود شاتکی استفاده می‌کنند. ساختمان دیود شاتکی و نماد فنی آن در شکل ۱۳-۴۶ نشان داده شده است.



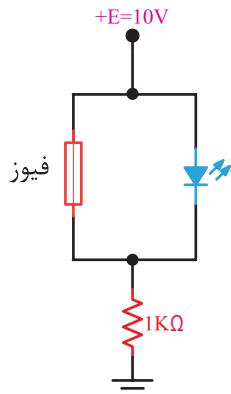
شکل ۱۳-۴۶— ساختمان و نماد دیود شاتکی



شکل ۱۳-۴۴— ایجاد ظرفیت خازنی در دیود واراکتور

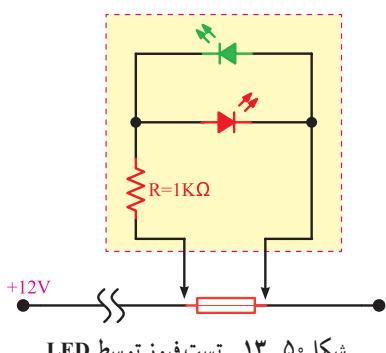
از دیودهای واراکتور، در مدارهای رادیو و تلویزیون به صورت یک خازن متغیر استفاده می‌شود، زیرا حجمی بسیار کم، ظرفی و محکم دارند. شکل ۱۳-۴۵ منحنی تقریبی ظرفیت خازن نسبت به ولتاژ معکوس و نماد دیود خازنی را نشان می‌دهد.

۱۳-۴۹ در شکل ۱۳-۴۹، در صورتی که فیوز بسوزد یا سالم باشد، در نور LED چه تغییری به وجود می‌آید؟ شرح دهید.



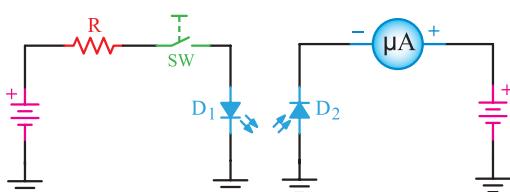
شکل ۱۳-۴۹—فیوز موازی با LED

۱۳-۵۰ در مدار شکل ۱۳-۵۰ اگر فیوز سوخته یا سالم باشد، در نور LED چه تغییری ایجاد می‌شود؟ شرح دهید.
دو LED که به طور معکوس بسته شده‌اند چه نقشی در مدار دارند؟



شکل ۱۳-۵۰— تست فیوز توسط LED

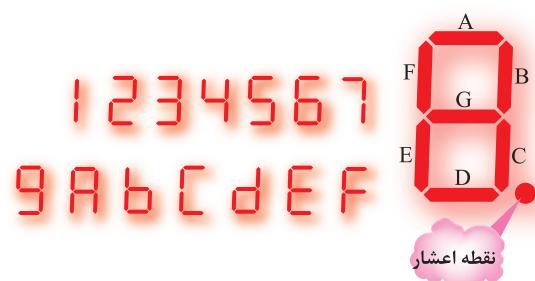
۱۳-۵۱ در شکل ۱۳-۵۱ چنانچه کلید SW بسته شود، در صورتی که دیودهای D₁ و D₂ از نظر نوری به هم کوپل شده باشند، چه تغییری در جریان میکروآمپر متر رخ می‌دهد؟



شکل ۱۳-۵۱—کوپل نوری توسط دیود

الگوی پرسش (ارزشیابی و احديادگيري ۱۳ از فصل پنجم):

- ۱ خصوصيات و اصول کار دیود زنر را توضیح دهید.
- ۲ ولتاژ شکست و درصد خطای دیود زنر با شماره فنی BZX ۳۲ / C^۳ V^۹ چقدر است؟
- ۳ دیود واراکتور در چه بایاسی کار می‌کند؟ عامل متغیر در دیود واراکتور را نام ببرید.
- ۴ فتودیود در چه بایاسی کار می‌کند؟
- ۵ چه المانی می‌تواند جایگزین فتو دیود شود؟ نام ببرید.
- ۶ برای نوشتن هر یک از اعداد و حروف شکل ۱۳-۴۷ کدام LED‌ها در هفت قطعه‌ای باید روشن شود؟

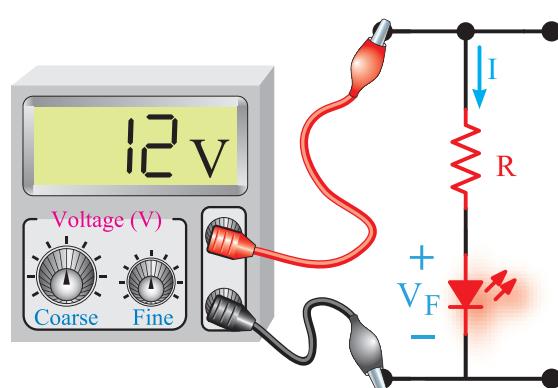


شکل ۱۳-۴۷— روشن کردن هفت قطعه‌ای

۱۳-۴۸ در شکل ۱۳-۴۸ در صورتی که ولتاژ تغذیه E=۱۲ ولت باشد، مقدار R را طوری محاسبه کنید که LED نور مناسب داشته باشد.

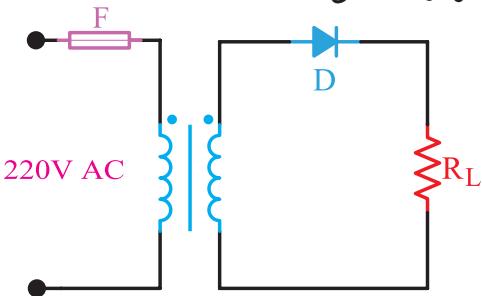
$$V_F = ۳V$$

$$I = ۱.۰ \text{ mA}$$



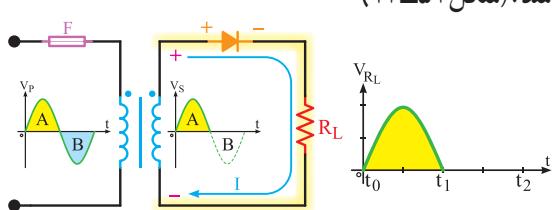
شکل ۱۳-۴۸— محاسبه مقاومت سری با LED

الف - مدار یکسوکننده نیم موج :
 یکسوکننده های نیم موج، نیم سیکل مثبت یا نیم سیکل منفی را یک طرفه (یکسو) می کنند. شکل ۱۳-۵۲ مدار یکسوکننده نیم موج را شناس می دهد. در این مدار یکسوکننده و مدارات دیگر، فرض می شود که دیودهای به کار برده شده ایده آل هستند، یعنی، هیچ گونه افت ولتاژی در دو سر آنها به وجود نخواهد آمد، ولی در عمل حدود ۷٪ تا ۱/۵ ولت (بسته به جریان عبوری از دیود) در دو سر دیود افت می کند.



شکل ۱۳-۵۳ - یکسو ساز نیم موج (دیود ایده آل)

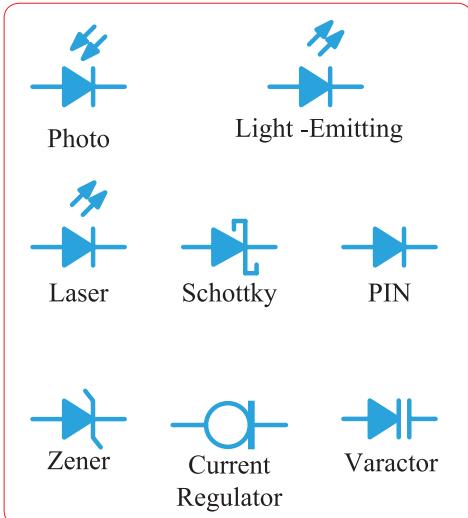
در مدار شکل ۱۳-۵۳، در مدت نیم سیکل مثبت ورودی، دیود در بایاس مستقیم قرار می گیرد و هادی است. لذا، جریان در نیم سیکل مثبت از دیود و مقاومت بار عبور می کند و مسیر خود را می بندد. بنابراین، تمام ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور در نیم سیکل مثبت دو سر بار، ظاهر خواهد شد. (شکل ۱۳-۵۴)



شکل ۱۳-۵۴ - در نیم سیکل مثبت دیود وصل است.

در مدت نیم سیکل منفی، دیود در بایاس معکوس قرار دارد و قطع است. لذا از مدار جریان عبور نمی کند. بنابراین، ولتاژ دو سر بار در نیم سیکل منفی، صفر است.

۱۱ هر یک از دیودهای شکل ۱۳-۵۲ در چه بایاسی می توانند عمل کنند (موافق یا مخالف)؟



شکل ۱۳-۵۲ - تعیین نوع بایاس در دیودها

۱۳-۱۷ - کاربرد دیودها

در مطلب گذشته به شرح ساختمان، مشخصات و معرفی انواع دیودهای نیمه هادی پرداختیم. در ادامه با کاربرد دیود در مدارهای مختلف، از جمله یکسوکننده های دیودی، چندبرابر کننده ها و تغییر دهنده های شکل موج آشنا خواهید شد. هر چند محدوده کاربرد دیودها زیاد است ولی اصول کار آن در زمینه های مختلف یکسان است.

۱۳-۱۸ - مدارهای یکسوکننده دیودی

مدارهای یکسوکننده دیودی، مدارهایی هستند که ولتاژ متناوب را به ولتاژ مستقیم (یک طرفه) تبدیل می نمایند.

فیلم یکسوکننده ها و صافی ها را ببینید.



فیلم

به طور کلی سه نوع مدار یکسوکننده یک فازه وجود دارد.

۱ - مدار یکسوکننده نیم موج Half wave rectifier

۲ - مدار یکسوکننده تمام موج با ترانس سروسط

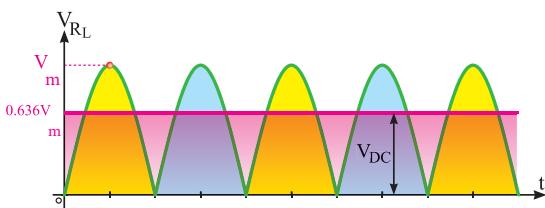
full wave rectifier

۳ - مدار یکسوکننده تمام موج جل Bridge rectifier

خروجی) دو برابر ولتاژ یکسو شده نیم موج است، یعنی :

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = 2 \times (\frac{1}{318} V_m) = 0.636 V_m$$

شکل ۱۳-۵۷ - معدل ولتاژ دو سر بار را در یکسوساز تمام موج نشان می دهد.



شکل ۱۳-۵۷ - ولتاژ متوسط یکسوساز تمام موج



چگونگی عملکرد یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط را به طور اجمالی با دیدگاه ترکیب دو یکسوساز نیم موج، مورد بحث قرار دهید.

مقادیر حد در دیودها : حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیود (Peak Inverse Voltage = PIV) :

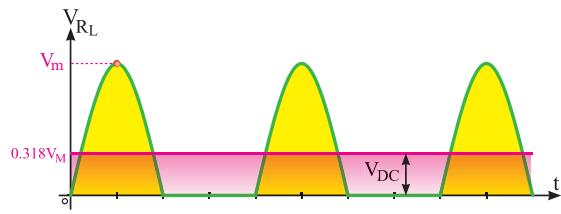
همان طور که می دانیم، یکی از پارامترهای مهم مشخصات الکتریکی دیود، تحمل حداکثر ولتاژی است که در بایاس معکوس دوسر دیود قرار می گیرد. باید دید در یکسوساز نیم موج حداکثر ولتاژی که دو سر دیود در بایاس معکوس قرار می گیرد تا دیود نسوزد، چقدر است؟

باتوجه به شکل ۱۳-۵۸ هنگامی که دیود در بایاس معکوس قرار دارد (در نیم سیکل منفی) جریان در مدار صفر و افت ولتاژ دو سر بار نیز صفر است. لذا، تمام ولتاژ نیم سیکل منفی در دو سر دیود قرار می گیرد.

متوجه ولتاژ دو سر بار : اگر ولت متر جریان مستقیم (dc) را در دو سر بار قرار دهیم، ولت متر چه ولتاژی را نشان می دهد؟ همان طور که می دانیم، ولت متر جریان مستقیم، مقدار ولتاژ متوسط را و ولت متر جریان متناوب، مقدار ولتاژ مؤثر را نشان می دهد. چون در این حالت ولتاژ مستقیم (یک طرفه) است. در این حالت ولت متر مقدار ولتاژ متوسط سیکل های یکسو شده را نشان خواهد داد. مقدار متوسط این ولتاژ یک طرفه، برابر است با :

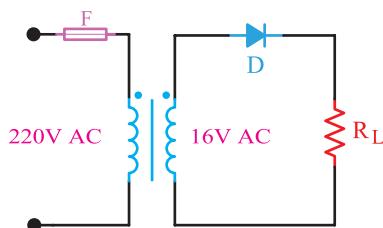
$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 V_m$$

در شکل ۱۳-۵۵ مقدار ولتاژ متوسط (dc) نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۵۵ - ولتاژ متوسط یکسوساز نیم موج

مثال ۱ - مقدار ولتاژ dc شکل ۱۳-۵۶ چه قدر است؟ ولتاژ مؤثر ثانویه ترانسفورماتور ۱۶ ولت است و دیود نیز ایدهآل فرض می شود.



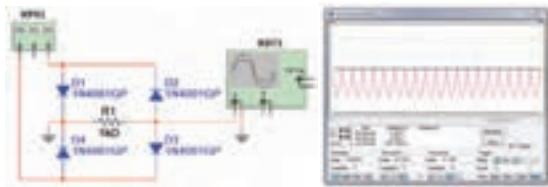
شکل ۱۳-۵۶ - محاسبه ولتاژ DC در یکسوساز نیم موج

$$V_{dc} = 0.318 \times V_m$$

$$V_m = \sqrt{2} \times V_e = 1/41 \times 16 = 22/56 V$$

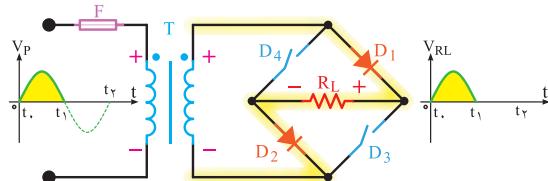
$$V_{dc} = 0.318 \times V_m = 0.318 \times 22/56 = 7/177 V$$

نوع دیگری از یکسوسازها وجود دارند که تمام موج، یعنی نیم سیکل مثبت و منفی را یکسو می کنند. در این یکسوسازها معدل ولتاژ دو سر بار، (مقدار ولتاژ متوسط



شکل ۱۳-۶۰- یکسوساز تمام موج پل در نرم افزار

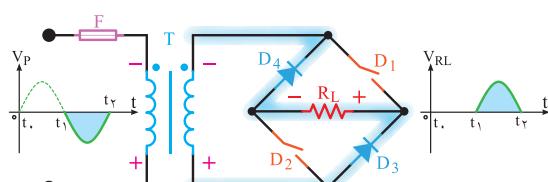
همان طوری که از شکل ۱۳-۵۹ پیداست، در این مدار یکسوکننده، از چهار دیود و یک سیم پیچ برای ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور استفاده شده است. با توجه به D_۱، ۱۳-۶۱، در مدت نیم سیکل مثبت، دیودهای D_۱ و D_۲ در بایاس مستقیم و دیودهای D_۳ و D_۴ در بایاس معکوس قرار دارند. بنابراین، جریان از دیود D_۱ و بار R_L و دیود D_۲ مسیر خود را می‌بندد. با توجه به اینکه دیودها ایده‌آل فرض شده‌اند، لذا تمام ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور در دو سر بر ظاهر می‌شود.



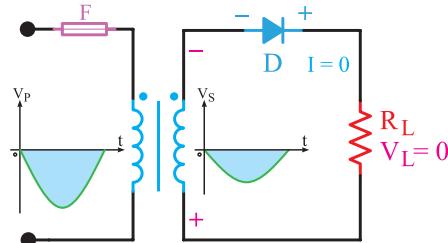
شکل ۱۳-۶۱- رفتار یکسوساز پل دیود در نیم سیکل مثبت

کارگروهی

با توجه به شکل ۱۳-۶۲ عملکرد دیود در نیم سیکل منفی را به صورت کارگروهی در کلاس به بحث بگذارید و نتایج را به کلاس ارائه کنید.



شکل ۱۳-۶۲- رفتار یکسوساز پل دیود در نیم سیکل منفی



شکل ۱۳-۵۸- ولتاژ دیود در بایاس معکوس

حداکثر این ولتاژ برابر با حداکثر دامنه (Vm) است. ولتاژ معکوسی که دو سر دیود قرار می‌گیرد با حروف PIV و به صورت رابطه زیر برای یکسوساز نیم موج نشان داده شده است.

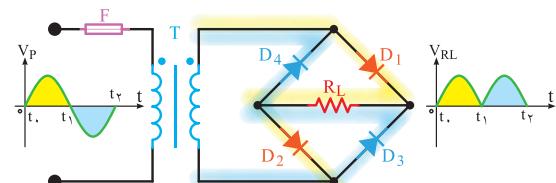
$$PIV = V_{max}$$

PIV = Peak Inverse Voltage

نکته

با توجه به شماره فنی دیود، در برگه اطلاعات دیود (data sheet) یکی از مشخصات فنی دیود که مقدار ولتاژ معکوس قابل تحمل توسط دیود (PIV) را می‌نویسنند.

ب- مدار یکسوساز تمام موج پل : نوع دیگری از یکسوکننده تمام موج، یکسوکننده پل است. شکل ۱۳-۵۹ یک مدار یکسوکننده پل را همراه با شکل موج یکسوشده، نشان می‌دهد. تصویر نرم افزاری این مدار را، که توسط مولتی‌سیم بسته شده است، در شکل ۱۳-۵۹ مشاهده می‌کنید.



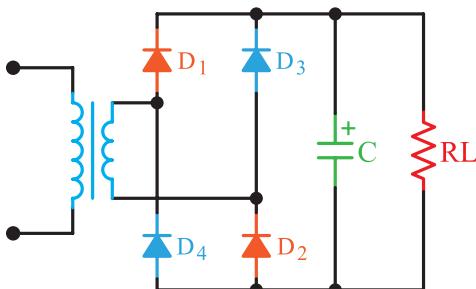
شکل ۱۳-۵۹- یکسوساز تمام موج پل

۱۳-۱۹- صافی‌ها (Filters)

همان‌طور که دیدیم، توسط دیودها می‌توان ولتاژ متناوب را به ولتاژ یک طرفه (dc) تبدیل نمود، اما این ولتاژ یکسو شده دارای نوسان‌هایی است (فرکانس ۱۰۰ هرتز در یکسوکننده تمام‌موج و ۵ هرتز در یکسوکننده نیم‌موج). در الکترونیک بیشتر به یک ولتاژ ثابت نیاز داریم. برای این‌که بتوانیم این ولتاژ نوسان‌دار را به یک ولتاژ ثابت تبدیل کنیم، باید از قطعاتی استفاده کنیم که بتوانند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کنند و در زمان مناسب، انرژی ذخیره شده را به مصرف‌کننده پس بدهند. المان‌هایی که می‌توانند انرژی را در خود ذخیره کنند سلف و خازن هستند. در توان‌های کم از خازن و در توان‌های زیاد از سلف استفاده می‌شود. ضمن این‌که در توان‌های بالا یکسوکننده‌های چند فازه را به کار می‌برند.

در مدارهای الکترونیکی، برای ثابت کردن ولتاژ یکسو شده، کمتر از سلف استفاده می‌شود، زیرا سلف دارای حجم، وزن و قیمت زیاد است، لذا خازن را که دارای حجم کم و قیمت ارزان‌تر است به کار می‌برند.

صافی خازنی: زمانی که خازن به صورت صافی به کار می‌رود به طور موازی با بار قرار می‌گیرد. (شکل ۱۳-۶۴)



شکل ۱۳-۶۴- مدار یکسوساز پل با صافی خازن

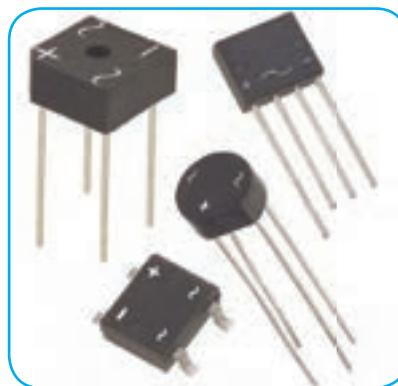
شکل ۱۳-۶۵- منحنی شارژ و دشارژ خازن را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود شکل موج دو سر بار دارای ضربان است.

مقدار ولتاژ متوسط یکسوساز پل نیز برابر با یکسوکننده تمام‌موج با ترانس سر و سط است.

$$V_{dc} = \frac{1}{2} V_m$$

پاسخ دهید: در مدار یکسوکننده پل، حداکثر ولتاژی که در بایاس معکوس دو سر هر دیود قرار می‌گیرد، برابر با V_m است. چرا؟

معمولًاً چهار عدد دیود مجزا از هم را که به صورت پل بسته می‌شوند، به صورت قطعه یکپارچه می‌سازند. شکل ۱۳-۶۳ نمونه‌هایی از این نوع پل دیود را نشان می‌دهد. این قطعه دارای چهار پایه است، دو پایه آن را با علامت (~) مشخص می‌کنند (ولتاژ متناوب به این دو پایه وصل می‌شود). دو پایه دیگر بل، ولتاژ خروجی و یکسوشده را به ما می‌دهد که با علامت (+) (قطب مثبت) و (-) (قطب منفی) مشخص می‌شود.



شکل ۱۳-۶۳- نمونه‌هایی از پل دیود

با مراجعه به فضای مجازی، برگه اطلاعات یک نمونه دیود پل را بباید، بارگیری کنید و مشخصات مهم کاربرد آن را استخراج و به کلاس ارائه دهید.



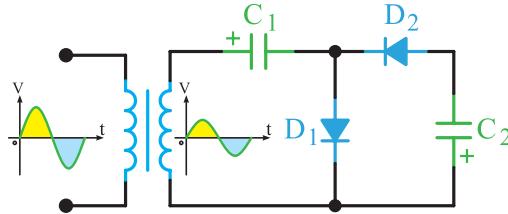
پژوهش

یکسوساز نیم‌موج و پل را با هم مقایسه کنید و نتایج را در یک جدول دسته‌بندی کرده و به کلاس ارائه دهید.



بارش فکری

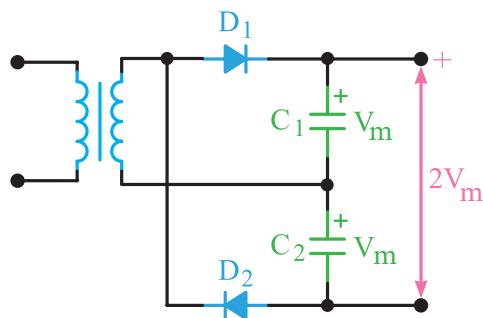
الف - دو برابر کننده های ولتاژ : شکل ۱۳-۶۶ یک مدار دو برابر کننده ولتاژ نیم موج را نشان می دهد.



شکل ۱۳-۶۶ - مدار دو برابر کننده ولتاژ

در این مدار، بعد از چند سیکل خازن C_1 تا ماکریم ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور (V_m) و خازن (C_2) تا $2V_m$ شارژ می شود. از توضیح چگونگی شارژ خازن ها صرف نظر شده است.

نوع دیگر مدار دو برابر کننده ولتاژ، در شکل ۱۳-۶۷ رسم شده است. این مدار، دو برابر کننده ولتاژ تمام موج نام دارد.



شکل ۱۳-۶۷ - نوع دیگری از مدار دو برابر کننده ولتاژ



عملکرد مدار شکل ۱۳-۶۷ را از طریق بارش فکری تجزیه و تحلیل کنید.

ب - مدارهای سه و چهار برابر کننده ولتاژ : در شکل ۱۳-۶۸ یک مدار سه و چهار برابر کننده ولتاژ نشان داده شده است. در حقیقت این مدار، یک مدار دو برابر کننده ولتاژ است که در صفحات پیش مورد بررسی



شکل ۱۳-۶۵ - منحنی شارژ و دشارژ خازن

برای کاهش ضربان (ریپل) موج دوسر بار چه راهکاری وجود دارد؟ در این مورد تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

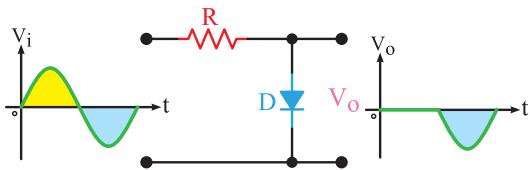


پژوهش

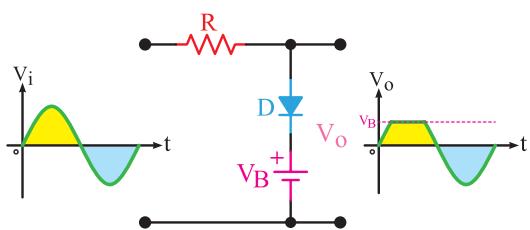
۱۳-۲۰ - چند برابر کننده های ولتاژ

با استفاده از دیود و خازن می توان، ضمن یک سو کردن ولتاژ متناوب، آن را چند برابر نیز نمود. کاربرد چند برابر کننده ها، در مواردی است که جریان زیاد مورد نیاز نباشد (حدود چند صد میکروآمپر). چند برابر کننده ها معمولاً در ولتاژ های بسیار بالا (حدود کیلوولت) به کار می روند. مواردی مانند قسمت ولتاژ زیاد (high voltage) تلویزیون ها و مانیتورهای قدیم، دستگاه های پزشکی و خودرو از مواردی هستند که نیاز به ولتاژ زیاد دارند. در این دستگاه ها ولتاژ در حدود ۲۵ کیلو ولت مورد نیاز است. ابتدا ولتاژ حدود ۵ کیلو ولت را توسط ترانسفورماتور ایجاد می کنند، سپس آن را توسط یک مدار ۵ برابر کننده به مقدار حدود ۲۵ کیلو ولت می رسانند. مزایای این عمل صرفه جویی در حجم و قیمت ترانسفورماتور افزاینده ولتاژ است. زیرا عایق کاری ترانسفورماتور ۲۵ کیلو ولت مشکل است، ضمن اینکه میدان های مغناطیسی زیادی را در اطراف خود تولید می نماید. همچنین ولتاژ معکوس در دیودهای به کار رفته در مدارهای یک سو کننده در مقایسه با دیودهای چند برابر کننده، کاهش می یابد. در این قسمت جهت آشنایی به تشریح اجمالی مدارهای ۲، ۳ و ۴ برابر کننده، می پردازیم.

الف—مدار برش‌دهنده مثبت: مدار برش‌دهنده مثبت، قادر است قسمت مثبت سیکل‌ها را، به هر مقدار که لازم باشد، محدود کند. شکل الف ب ۱۳-۷۰ یک مدار برش‌دهنده مثبت را نشان می‌دهد. برای سادگی کار، دیود را ایده‌آل در نظر می‌گیریم.



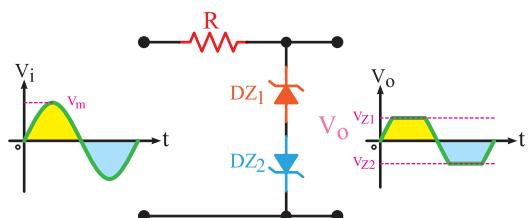
الف—مدار برش‌دهنده نیم سیکل مثبت



ب—مدار برش‌دهنده قسمتی از نیم سیکل مثبت
شکل ۱۳-۷۰—مدارهای برش‌دهنده مثبت

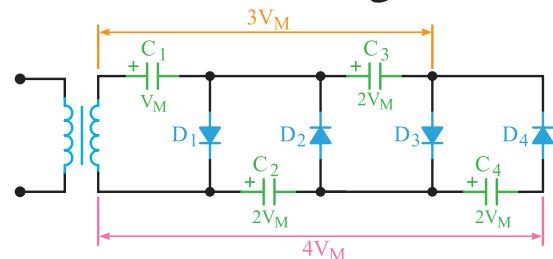


مدار شکل ۱۳-۷۱ ولتازهای دو سر دیود زنر و ولتاژ پیک ورودی را به دلخواه تعیین کنید و عملکرد مدار را به بحث بگذارید.



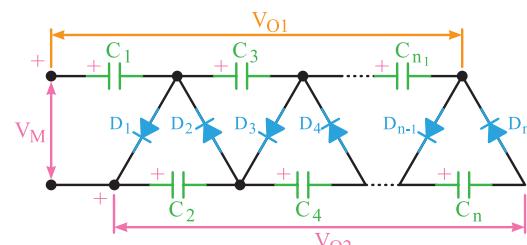
شکل ۱۳-۷۱—برش‌دهنده با استفاده از دیود زنر

قرار گرفت. با این تفاوت که به ازای هر یک برابر افزایش ولتاژ، یک خازن و یک دیود به آن اضافه شده است. این مدار می‌تواند با اضافه شدن متواالی دیودها و خازن‌ها به عنوان مدارهای پنج و شش برابرکننده، به کار آید.



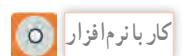
شکل ۱۳-۶۸—مدار سه و چهار برابرکننده ولتاز

شکل ۱۳-۶۹، یک مدار n برابرکننده را نشان می‌دهد. خازن‌های ردیف بالا، نمایشگر ضرایب فرد مقدار شارژ، نسبت به ابتدای مدار و خازن‌های ردیف پایین، نمایشگر ضرایب زوج مقدار شارژ، نسبت به ابتدای مدار است. امروزه اغلب مدارهای چند برابرکننده را به صورت یکپارچه (ماجول modular) می‌سازند.



شکل ۱۳-۶۹—مدار n برابرکننده ولتاز

حداقل دو نمونه از مدارهای چند برابرکننده را با نرم افزار تجربه کنید.



فیلم مدارهای برش‌دهنده و قیچی‌کننده را بینید.



(Clipper) ۱۳-۲۱—برش‌دهنده‌ها

در بسیاری از موارد، از جمله در دیجیتال و کامپیوتر لازم می‌شود که دامنه سیگنال‌ها از قسمت مثبت یا منفی یا هر دو به اندازه معینی محدود شود. این عمل به وسیله مدارهای برش‌دهنده انجام می‌شود.

این سه روش مطابق شکل ۱۳-۷۴ عبارت اند از:
۱- روش ژاپنی - ۲- روش اروپایی - ۳- روش آمریکایی



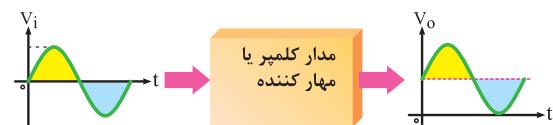
اینک چگونگی نام‌گذاری هر یک از سه روش فوق را توضیح می‌دهیم:

روش ژاپنی: در این روش نام‌گذاری از عدد ۱ و حرف S، که به دنبال آن می‌آید استفاده می‌شود و به دنبال آن تعدادی شماره خواهد آمد که با مراجعه به جدول می‌توان مشخصات الکتریکی آنها را به دست آورد. در این روش، جنس و نوع دیود مشخص نمی‌شود. برای مثال، دیود ۱SC1۰ دیود زنراست (در موارد زیادی برای دیودهای زنر حرف A را در انتهای شماره‌ها می‌آورند) و دیود ۱S31۰ یک دیود معمولی و دیود ۱S2۰۴۹ دیود واراکتور است.

روش اروپایی: در روش اروپایی تا سال ۱۹۶۰ تمامی دیودهارا با حروف OA با تعدادی شماره به دنبال آن مشخص می‌کردند، که با مراجعه به جدول می‌توانستیم مشخصات الکتریکی آنها را به دست آوریم. مانند دیود OA34. اما از سال ۱۹۶۰ به بعد این روش نام‌گذاری تغییر کرد. نحوه تغییر به این صورت بود: دیودهایی که پیشتر در مدارات رادیو و تلویزیون به کار می‌رond، با دو حرف و سه شماره مشخص می‌شوند. و دیودهایی که کاربرد آنها در مدارات مخصوصی است با سه حرف و دو شماره معین می‌گردد.

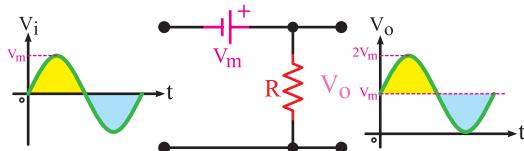
در ذیل روش نام‌گذاری دو حرفی و سه شماره‌ای را شرح می‌دهیم. حرف اول، جنس نیمه‌هادی به کار رفته در دیود را مشخص می‌کند، اگر دیود از جنس ژرمانیوم باشد آن

۱۳-۲۲- مدارهای مهارکننده (Clampers)
در مدار مهارکننده، تنها کاری که انجام می‌گیرد، اضافه شدن مؤلفه DC به سیگنال است. عمل مهارکنندگی در شکل ۱۳-۷۲ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که در مهارکننده‌ها باید ولتاژ DC باتری با V_M (مقدار ماکریم دامنه موج AC) برابر باشد.



شکل ۱۳-۷۲- عمل مهارکنندگی

در حقیقت مهارکننده، فقط روی سیگنال، یک تغییر مکان عمودی می‌دهد. این تغییر مکان می‌تواند به سمت بالای خط صفر(ثبت) و یا زیر خط صفر (منفی) باشد، که به ترتیب مهارکننده مثبت و منفی نام دارد. شکل ۱۳-۷۳ مهارکننده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۷۳- مدار مهارکننده مثبت

عملکرد مدار شکل ۱۳-۷۳ را تحلیل کنید.

امروزه مدارهای برشده‌نده را به صورت مدارهای مجتمع (آی‌سی) می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند.

در مورد کاربردهای مهارکننده پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

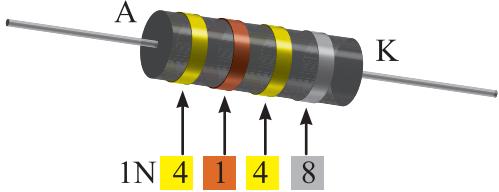
فعالیت

نکته

پژوهش

۱۳-۲۳- نام‌گذاری دیودها

برای نام‌گذاری دیودها، معمولاً سه روش وجود دارد. هرچند، برخی از کارخانجات سازنده در گوش و کنار دنیا از روش‌های دیگری برای نام‌گذاری استفاده می‌نمایند.



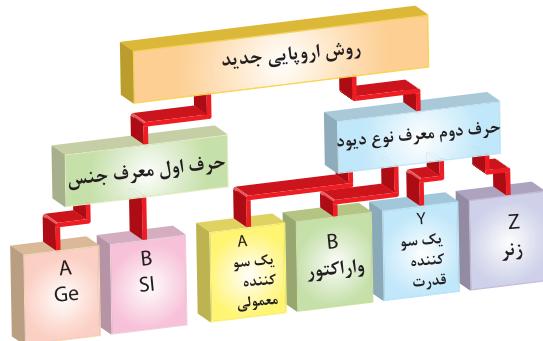
شکل ۱۳-۷۶ – نامگذاری دیودها با نوار رنگی جدید

نکته !

معمولًاً در ابتدای کتابهای دستینه (handbook) و کتابهای اطلاعات قطعات (databook) روش نامگذاری قطعات توسط کارخانه سازنده بیان می‌شود.

را با حرف A و اگر از جنس سیلیسیم باشد با حرف B مشخص می‌نمایند. حرف دوم نوع دیود را مشخص می‌کند.

A – دیود معمولی یکسوکننده Y – دیود یکسوکننده قدرت B – دیود واراکتور Z – دیود زنر. (شکل ۱۳-۷۵)



شکل ۱۳-۷۵ – نامگذاری دیودها به روش اروپایی

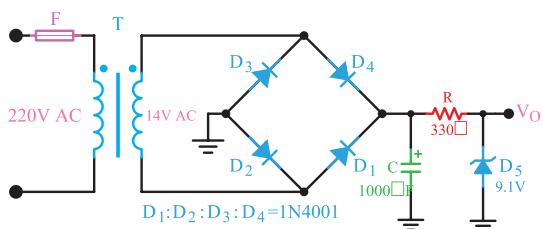
بعد از حروف، شماره‌هایی آورده می‌شود که می‌توان با مراجعه به جدول، مشخصات الکتریکی آن را به دست آورد. یادآوری می‌شود در اکثر مواقع در مورد نامگذاری دیود زنر، ولتاژ زنر را نیز روی آن قید می‌نمایند.

روش آمریکایی : در این روش از عدد ۱ و حرف N و تعدادی شماره، که به دنبال آن می‌آید، استفاده می‌شود. در این روش جنس و نوع دیود مشخص نیست. مانند ۱N⁴⁰⁰⁶ که یک دیود یکسوکننده است.

با مراجعه به شماره‌ای که بعد از ۱N می‌آید، می‌توان با مراجعه به جدول مربوطه، مشخصات الکتریکی و نوع دیود را تعیین کرد. بعضی مواقع نیز به جای ارقام بعد از ۱N، از کدهای رنگی استفاده می‌شود. زمانی که از کدهای رنگی استفاده می‌شود از چاپ حرف و عدد ۱N صرف نظر می‌گردد. کدهای رنگی مانند مقاومت‌ها هستند، با این تفاوت که شماره رنگ‌ها به دنبال هم قرار می‌گیرند، مثلاً شکل ۱۳-۷۶ ۱N⁴¹⁴⁸ دیود را نشان می‌دهد.

- الگوی پرسشن (ارزشیابی و احیادگیری ۱۳ از فصل پنجم) :**
- ۱ یکسوسازی را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید.
- ۲ یکسوسازی نیم موج را با رسم شکل و شکل موج‌های ورودی و خروجی، توضیح دهید.
- ۳ حداکثر ولتاژ معکوس دوسر دیود یکسوساز نیم موج، چقدر است؟
- ۴ یکسوساز پل را توضیح دهید. شکل مدار و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن را رسم کنید.
- ۵ رابطه حداکثر ولتاژ معکوس دیود در یکسوکننده تمام موج را بنویسید.
- ۶ صافی (فیلتر) را تعریف کنید و اثرات آن را در یکسوکننده‌های نیم موج، تمام موج و پل با هم مقایسه کنید.
- ۷ اصول کار چند برابرکننده‌های ولتاژ را توضیح دهید.
- ۸ مدار شکل ۱۳-۶۸ را توضیح دهید.
- ۹ کاربرد چند برابرکننده‌های ولتاژ را نام ببرید.
- ۱۰ اصول کار مدارهای محدودکننده را توضیح دهید.

۱۴ با توجه به مدار شکل ۱۳-۷۸ که مربوط به منبع تعذیه ۹ ولت است، در صورت ایدهآل بودن دیودها، ولتاژ کار خازن چند ولت باشد تا آسیب نمیند؟

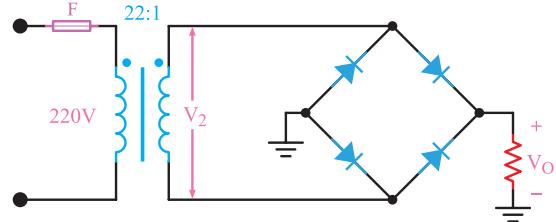


شکل ۱۳-۷۸ - مدار سؤال ۱۴

۱۵ نام‌گذاری دیود با روش ۱N4148
و OA۹۰ نام‌گذاری دیود با روش
است.

۱۶ برش‌دهنده‌های مثبت و منفی را با رسم شکل توضیح دهید.

۱۷ روش‌های نام‌گذاری دیود را نام ببرید.
با توجه به شکل ۱۳-۷۷ اگر نسبت دور ترانسفورماتور ۱:۲ باشد میانگین ولتاژ دو سر بار و PIV هر دیود چقدر است؟ (دیودها ایدهآل هستند).

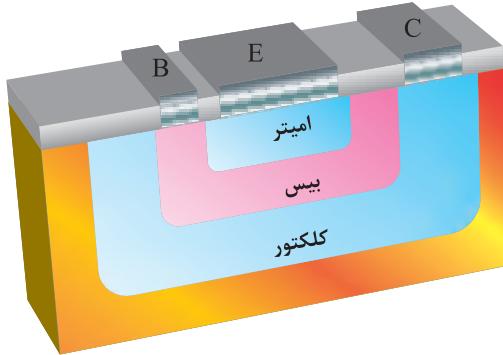


شکل ۱۳-۷۷ - مدار سؤال ۱۳

واحدیادگیری ۱۴

ترانزیستور

۱۴-۱ ساختمان ترانزیستور



شکل ۱۴-۲- لایه‌های ترانزیستور

نیمه‌هادی نوع P یا N که به عنوان امیتر به کار می‌رود، نسبت به لایه بیس و کلکتور، ناخالصی بیشتری دارد. ضخامت این لایه حدود چند ده میکرومتر است (عملًاً حدود $20\text{ }\mu\text{m}$) و سطح تماس آن نیز به میزان فرکانس وقدرت ترانزیستور بستگی دارد.



فیلم فناوری ساخت ترانزیستور را ببینید.

لایه بیس، نسبت به کلکتور و امیتر، ناخالصی کمتری دارد و ضخامت آن نیز به مراتب از امیتر و کلکتور کمتر است و عملًاً از چند میکرومتر تجاوز نمی‌کند.

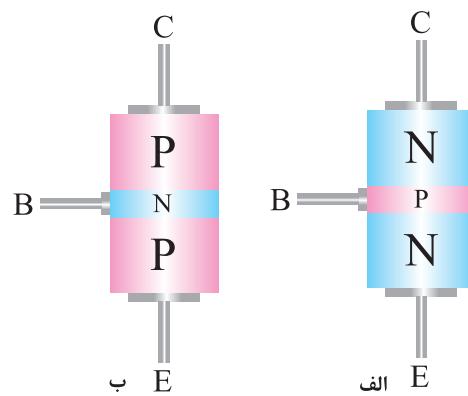
ناخالصی لایه کلکتور از امیتر کمتر و از بیس بیشتر است. ضخامت این لایه به مراتب از امیتر بزرگ‌تر است، زیرا تقریباً تمامی تلفات حرارتی ترانزیستور در کلکتور ایجاد می‌شود. شکل ۱۴-۳ تصویری از نسبت تقریبی لایه‌ها را نشان می‌دهد. سطح تماس کلکتور با بیس، حدوداً ۹ برابر سطح تماس امیتر با بیس است.

ترانزیستور معمولی یک المان سه پایه است که از سه کریستال نیمه‌هادی نوع N و P، که در کنار هم قرار دارند، تشکیل شده است. ترتیب قرار گرفتن نیمه‌هادی‌ها در کنار هم، به دو صورت انجام پذیر است:

(الف) دو قطعه نیمه‌هادی نوع N در دو طرف و نیمه‌هادی نوع P در وسط.

(ب) دو قطعه نیمه‌هادی نوع P در دو طرف و نیمه‌هادی نوع N در وسط.

در حالت (الف)، ترانزیستور را NPN و در حالت (ب)، ترانزیستور را PNP می‌نامند. شکل ۱۴-۱ ترتیب قرار گرفتن نیمه‌هادی‌ها را کنار هم نشان می‌دهد.



شکل ۱۴-۱ ساختمان ترانزیستور

در شکل ۱۴-۲، لایه‌های ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. پایه‌های خروجی ترانزیستور را به ترتیب امیتر (منتشرکننده Emitter=Emitter)، بیس (پایه Base=B) و کلکتور (Collector=Collector) نام‌گذاری کرده‌اند. امیتر را با حرف E، بیس را با حرف B و کلکتور را با حرف C نمایش می‌دهند.

استفاده می‌شود و اغلب به صورت مدار مجتمع یا آسی (IC – Integrated Circuit) به بازار عرضه می‌گردد.

۱۴-۳-عملکرد ترانزیستور

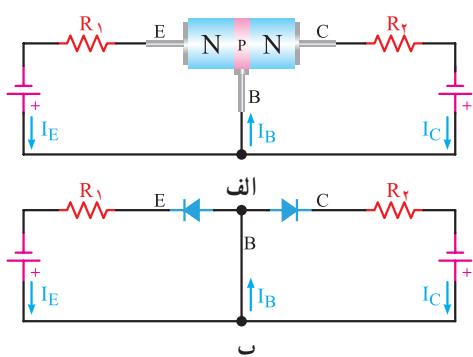
با یاس ترانزیستور: برای اینکه بتوان از ترانزیستور به عنوان مدارهایی مانند تقویت‌کننده و سوئیچ استفاده نمود، ابتدا باید ترانزیستور را از نظر ولتاژ DC تغذیه کرد، عمل تغذیه ولتاژ پایه‌های ترانزیستور را با یاس ترانزیستور می‌نامند.

با توجه به اینکه ترانزیستور دارای سه پایه مجزا است می‌توانیم یکی از پایه‌های را پایه مشترک و دو پایه دیگر را ورودی و خروجی آن در نظر بگیریم.

اتصال ولتاژ DC به پایه‌های ترانزیستور، نحوه عملکرد آن را در مدار بیان می‌کند. نظر به اینکه تعداد پایه‌های ترانزیستور ۳ عدد است، می‌توانیم ولتاژ DC را به فرم‌های مختلف به ترانزیستور متصل کنیم. در این قسمت به شرح انواع اتصال ولتاژ DC به ترانزیستور می‌پردازیم. با این توضیح که در اینجا بیسین بین ورودی و خروجی، مشترک گرفته شده است.

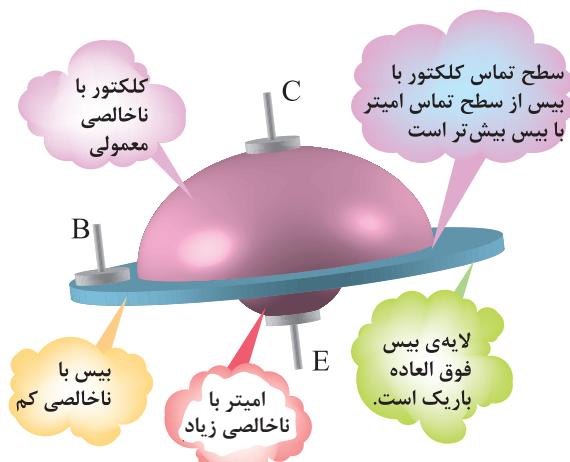
(الف) هر دو اتصال بیس-امیتر و اتصال بیس-کلکتور نیز در با یاس مستقیم است. شکل الف ۱۴-۵ این نوع با یاس را نشان می‌دهد. مقاومت‌های R_1 و R_2 در این شکل برای کنترل جریان به کار رفته است.

شکل ب ۱۴-۵ مدار معادل شکل الف ۱۴-۵ است.



شکل ۱۴-۵- با یاس موافق در مدار معادل دیودی

همان‌طوری که از شکل مدار معادل پیدا است، در این حالت با یاس، دو جریان I_E (جریانی که از امیتر عبور



شکل ۱۴-۳-نمایش نسبت تقریبی لایه‌های ترانزیستور

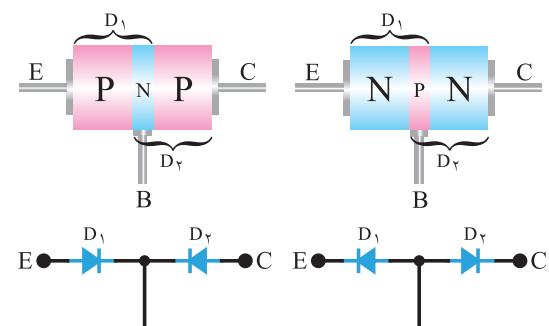
این نوع ترانزیستورها را به اختصار ترانزیستور دو قطبی تک پیوندی یا (Bipolar Junction Transistor) یا BJT می‌نامند.

به چه دلیل این نوع ترانزیستور را Bipolar یا دو قطبی نامیده‌اند.



۱۴-۲-معادل دیودی ترانزیستور

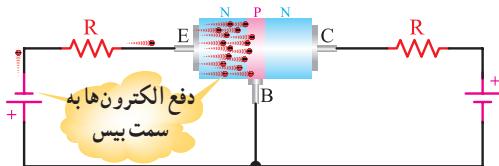
هر ترانزیستور، دارای سه پایه و ۲ پیوند است. هر پیوند را می‌توان به صورت یک دیود نشان داد. در نتیجه، معادل دیودی یک ترانزیستور به صورت شکل ۱۴-۴ نشان داده می‌شود.



شکل ۱۴-۴-معادل دیودی ترانزیستور

قطعاتی مانند مقاومت، حافظن، دیود و ترانزیستور که به صورت تکی ساخته می‌شوند، را قطعات مجزا از هم یا دیسکریت (Discrete) می‌نامند. امروزه از قطعات دیسکریت کمتر

در بایاس مستقیم است، لذا بایدیک جریان در مدار بیس-امیتر داشته باشیم. (در این قسمت استثنائً جهت جریان را در جهت واقعی الکترون‌ها در نظر می‌گیریم). (شکل ۱۴-۸) (شکل ۱۴-۸)



شکل ۱۴-۸ - حرکت الکترون‌ها

همان‌طوری که از شکل ۱۴-۸ بیدا است، الکترون‌های نیمه‌هادی نوع N، توسط ولتاژ منفی باتری به سمت بیس رانده می‌شوند. گفتم که لایه بیس نسبت به امیتر و کلکتور ناخالصی کمتری دارد و ضخامت آن نیز، نسبت به دو لایه دیگر فوق العاده کم است. در اینجا سؤالی پیش می‌آید که آیا این جریان الکترون‌ها مسیر خود را از طریق امیتر-بیس می‌بندد یا اتفاق دیگری می‌افتد؟

در نگاه اول چنین به نظر می‌آید که جریان الکترون‌ها مسیر خود را باید از طریق بیس-امیتر بیند، ولی عالمًاً این طور نیست و قسمت اعظم این جریان از طریق کلکتور بسته می‌شود. دلیل این عمل به شرح زیر است :

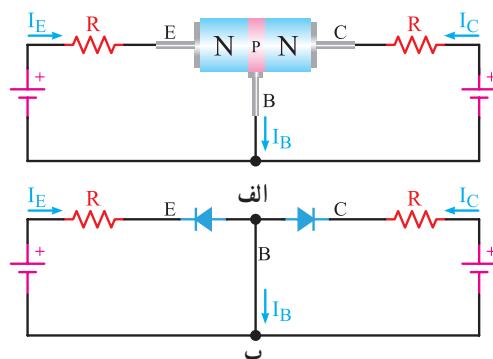
- به کلکتور ولتاژ مثبت وصل شده است و این ولتاژ قادر است، الکترون‌ها را به طرف خود جذب کند.

- لایه بیس بسیار نازک است و الکترون‌ها به محض وارد شدن به لایه بیس به دلیل کم بودن این فاصله با کلکتور جذب می‌شوند. ثالثاً، سطح کلکتور حدود ۹ برابر بزرگ‌تر از سطح امیتر است، لذا نسبت به ورود الکترون‌ها به لایه بیس احاطه کامل دارد و تقریباً تمام آنها را جذب می‌کند.

- ناخالصی بیس کم است و الکترون‌ها با حفره‌ها کمتر ترکیب می‌شوند. لذا تقریباً بیش از ۹۵٪ الکترون‌هایی که به لایه بیس وارد می‌شوند، مدار خود را از طریق

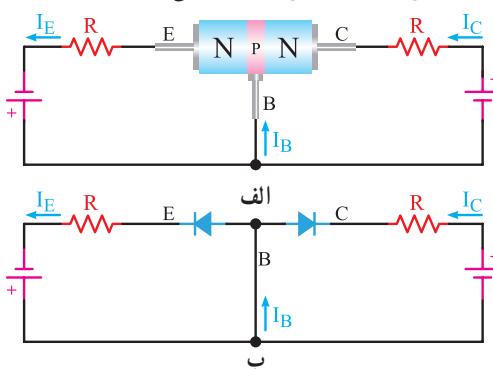
می‌کند) و I_C (جریانی که از کلکتور عبور می‌کند) هر کدام مسیر جداگانه‌ای در دو حلقه طی می‌کنند، فقط در پایه بیس با یکدیگر جمع می‌شوند و دوباره تقسیم می‌گردند.

ب) هر دو اتصال بیس - امیتر و اتصال بیس - کلکتور نیز در بایاس معکوس است. این نوع اتصال در شکل ۱۴-۶ نشان داده شده است. شکل ب ۱۴-۶ مدار معادل شکل الف ۱۴-۶ است. همان‌طوری که از مدار معادل پیداست، هردو دیود در بایاس معکوس قرار گرفته و قطعه‌اند. لذا جریان I_E و I_C برابر صفر است. البته جریان بسیار ضعیفی در اثر شکستن پیوندها در دمای معمولی از مدار عبور می‌کند که از آن صرف نظر می‌کنیم. در این حالت نیز ترانزیستور هیچ عملی انجام نمی‌دهد.



شکل ۱۴-۶ - بایاس مخالف

پ) اتصال بیس - امیتر در بایاس مستقیم و اتصال بیس - کلکتور در بایاس معکوس است. شکل الف و ب ۱۴-۷ این حالت بایاس را نشان می‌دهد.



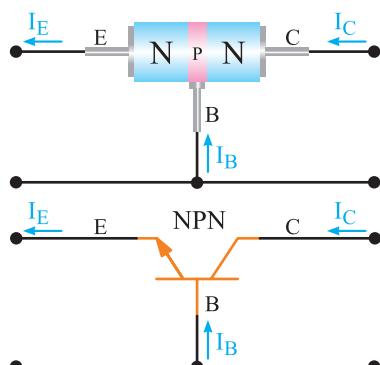
شکل ۱۴-۷ - بایاس موافق و مخالف

همان‌طوری که از شکل ۱۴-۷ پیداست، اتصال بیس - امیتر

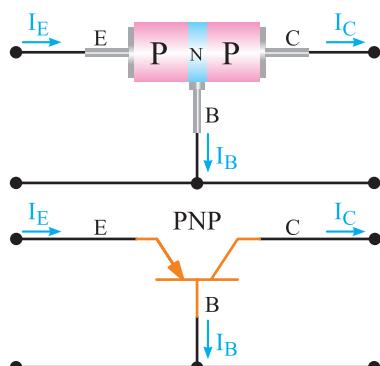
امیتر با مجموعه جریان پیس و جریان کلکتور پر این است.

$$I_E = I_C + I_B \quad : \text{يعني}$$

برای سادگی و درک جهت جریان، معمولاً جهت قراردادی را در نظر می‌گیرند. درجهت قراردادی، جریان از قطب مثبت با تری با منبع تغذیه خارج و پس از عبور از مدار خارجی، به قطب منفی آن وارد می‌شود. در شکل‌های ۱۱-۱۴ و ۱۲-۱۴ جهت قراردادی جریان در ترازنی‌ستورهای NPN و PNP نشان داده شده است. جهت قراردادی جریان، همسه با حلهت دیویدسیس - امیت مطابقت دارد.



شکل ۱۱-۱۴- جهت قراردادی چریان در ترانزیستور NPN

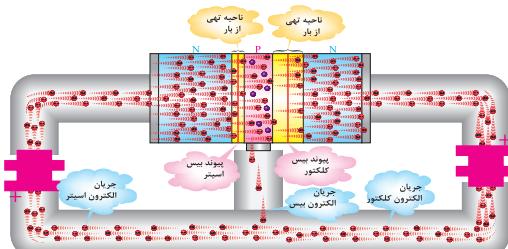


PNP، ۱۴- جهت قراردادی، حیان در ته اینستم، شکا



با توجه به شکل‌های ۱۴-۱۱ و ۱۴-۱۲ در مورد جهت جریان واقعی و قراردادی بحث کنید و شکل‌های مربوط به جهت واقعی جریان را با نظر گرفتن قطب‌های ولتاژ ترسیم کنید.

کلکتور می بندند۔ شکل ۹-۱۴، نسبت تقسیم تقریبی الکترون ها بین کلکتور و بیس را نشان می دهد.

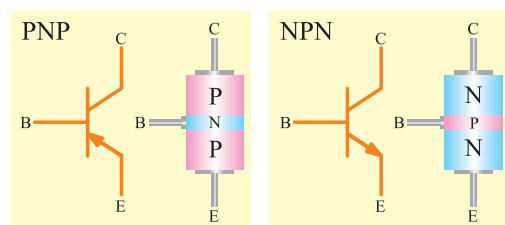


شکل ۹-۱۴- الکترون‌های عبوری از بیس و کلکتور

فیلم ولتاژیندی ترازتیستور و روابط بین I_E ، I_B و I_C را بینند.

۱۴- نماد فنی ترانزیستور

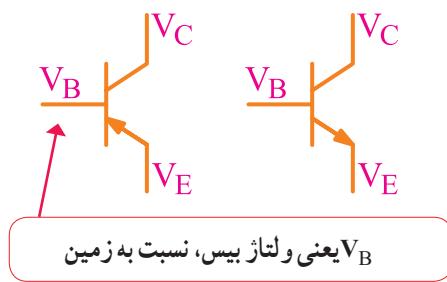
برای ساده‌تر نشان دادن ترازیستورها در نقشه‌ها از علامت اختصاری استفاده می‌شود. شکل ۱۴-۱، نماد فنی ترازیستورهای PNP و NPN را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴-۱۰. علامت قرار دادی ترانزیستورهای PNP و NPN

۱۴- جهت جریان‌ها در ترانزیستور

جريانی که از کلکتور عبور می‌کند با I_C ، جريانی که از بیس عبور می‌کند با I_B و جريانی که از اميتر عبور می‌کند با I_E نشان داده می‌شود. همان‌طوری که در شکل ۱۱-۱۴ نشان داده شده است، جريانی که از اميتر عبور می‌کند به دو انشعاب تقسيم می‌شود. قسمت بسيار کمي از جريان از پيش و قسمت اعظم آن از کلکتور عبور مي‌کند، لذا جريان



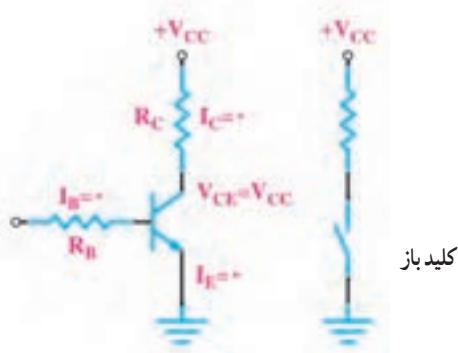
شکل ۱۴-۱۴—ولتاژ هر پایه ترانزیستور نسبت به زمین



فیلم حالات مختلف عملکرد ترانزیستور را بینید.

۱۴-۷—ترانزیستور در حالت قطع

در شکل ۱۴-۱۵ یک ترانزیستور در حالت قطع نشان داده شده است. بیس در این حالت بایاس نشده است، از این رو $I_B = 0$ بوده، در نتیجه $I_C = 0$ هم صفر است. در دو سر V_C هیچ افت ولتاژی نداریم و همه ولتاژ منبع یعنی V_{CC} در دو سر کلکتور-امیتر ترانزیستور افت می‌کند. در این حالت ترانزیستور مانند یک کلید باز است.



شکل ۱۴-۱۵—ترانزیستور در حالت قطع

۱۴-۸—ترانزیستور در حالت اشباع

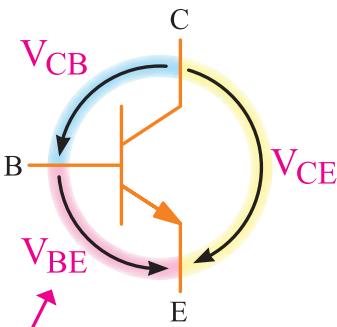
وقتی بیس امیتر ترانزیستور را بایاس موافق کنیم و I_B را افزایش دهیم، I_C هم افزایش می‌یابد، هرگاه I_C به حد اکثر مقدار خود برسد، $(I_{Cmax} = \frac{V_{CC}}{R_C})$ ولتاژ کلکتور امیتر صفر و ترانزیستور در حالت اشباع است. ترانزیستور

۱۴-۹—نام‌گذاری ولتاژهای ترانزیستور

برای اینکه بتوان از ترانزیستور به عنوان مداری مانند تقویت‌کننده سیگنال‌های الکتریکی استفاده کرد، باید ترانزیستور با ولتاژ DC تغذیه شود. در هر حالت، ولتاژهایی که به قسمت‌های مختلف ترانزیستور اعمال می‌شوند، با هم فرق می‌کنند در این قسمت به نام‌گذاری ولتاژ قسمت‌های مختلف می‌پردازیم.

ولتاژ که به پایه‌های بیس و امیتر وصل می‌شود با V_{BE} ، ولتاژی که به پایه‌های کلکتور-بیس داده می‌شود با V_{CB} ، ولتاژی که بین کلکتور-امیتر وصل می‌شود با V_{CE} ، ولتاژ منبع تغذیه کلکتور را با V_{CC} و ولتاژی که انرژی بیس را تأمین می‌کند با V_{BB} نشان می‌دهند.

در شکل ۱۴-۱۳، ولتاژهای قسمت‌های مختلف ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. بین ولتاژهای ترانزیستور، رابطه $V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$ برقرار است.



يعني ولتاژ بیس، نسبت به امیتر

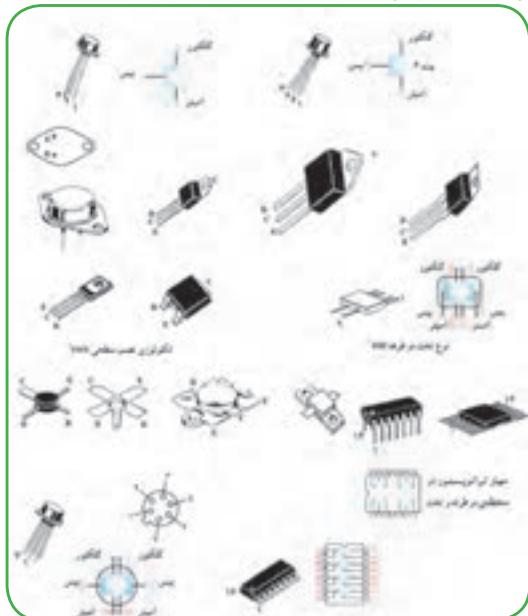
شکل ۱۴-۱۳—نام‌گذاری ولتاژ بین پایه‌های ترانزیستور

ولتاژ هر پایه، را نسبت به زمین یا نسبت به هر مرجع دیگری، با حرف V و نام پایه مورد نظر نشان می‌دهند. مثلاً V_C پتانسیل (ولتاژ) پایه کلکتور نسبت به زمین است. در شکل ۱۴-۱۴ ولتاژ نقاط مختلف یک ترانزیستور نسبت به زمین نشان داده شده است.

مدار یک نمونه چشمکزن ساده با استفاده از ترانزیستور به عنوان سوئیچ را در نرم افزار تجربه کنید.

۱۴-۱۰- شکل ظاهری چند نمونه ترانزیستور و پایه‌های آن

در شکل های ۱۴-۱۸ انواع ترانزیستور و پایه های آن را مشاهده می کنید. مانند سایر قطعات الکترونیکی مشخصات فنی ترانزیستور را نیز در برگه اطلاعات (Data Sheet) می نویسند. این اطلاعات قابل دسترسی در فضای مجازی است.



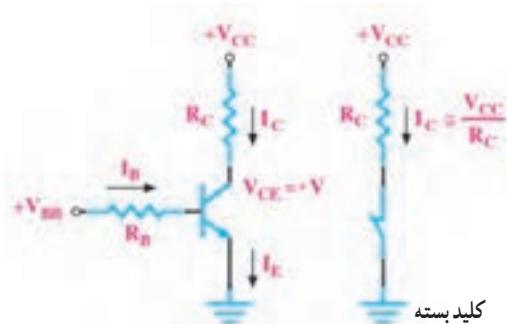
شکل ۱۸-۱۴- انواع ترانزیستور



فیلم عمل تقویت‌کنندگی در ترانزیستور را بینید.

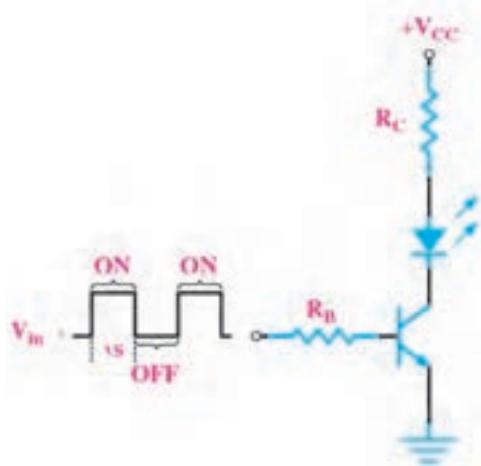
۱۴-۱۱-چگونگی عمل تقویت کنندگی در ترانزیستور برای تقویت یک سیگنال الکتریکی توسط ترانزیستور، باید سیگنال را به ورودی ترانزیستور داد و از خروجی آن، سیگنال تقویت شده را دریافت نمود، در شکل ۱۴-۱۹ پایه پیس پایه میشترک بین ورودی و خروجی، امیتر-پیس

در حالت اثبات به طور ایده‌آل مانند یک کلید بسته عمل می‌کند. (شکل ۱۶-۱۴)



شکل ۱۶-۱۴- ترانزیستور در حالت اشباع

۱۴- کاربرد ساده ترانزیستور به عنوان کلید در شکل ۱۷ کاربرد ساده ترانزیستور به عنوان کلید نشان داده شده است. به بیس ترانزیستور موجی مربعی با زمان تناوب ۲ ثانیه اعمال شده است. در نیم پریودی که موج ورودی صفر و ترانزیستور قطع است، جریان کلکتور صفر و LED خاموش است. زمانی که موج مربعی دارای ولتاژ زیاد است، ترانزیستور وصل و در حالت اشباع قرار می‌گیرد. در این شرایط جریان کلکتور از LED عبور نموده، آن را روشن می‌کند. بدین ترتیب، LED یک ثانیه دوشن، و یک ثانیه خاموش، بوده و حشمک می‌نماید.



شکل ۱۷-۱۴- کاربرد ترانزیستور به عنوان کلید

یک سیگنال متناوب با دامنه مثلاً 10V ولت را به ورودی ترانزیستور اعمال می‌کنیم. می‌خواهیم بینیم آیا این سیگنال تقویت خواهد شد یا نه؟ اگر مقاومت دیود امیتر-بیس را به هنگام اعمال سیگنال، معادل $2\text{k}\Omega$ فرض کنیم در حلقه ورودی، جریان ناشی از سیگنال متناوب برابر است با :

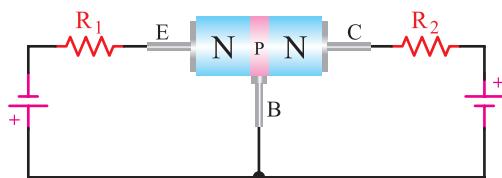
$$I = \frac{10\text{V}}{10\text{k}\Omega + 2\text{k}\Omega} = 0.83\text{mA} = 83\text{mA}$$

همان‌گونه که بیان شد، قسمت اعظم جریان امیتر از طریق کلکتور مسیر خود را می‌بندد. از این رو، این جریان تقریباً از مقاومت $R_e = 1\text{k}\Omega$ ، که با کلکتور سری شده است، عبور می‌کند و در دو سر مقاومت $1\text{k}\Omega$ افت ولتاژ متناوبی با دامنه $U_{RE} = 83\text{V}$ ایجاد می‌کند. افت ولتاژ متناوب دو سر R_2 به مراتب از افت ولتاژ متناوب ورودی بیشتر است. در نتیجه ولتاژ ورودی تقویت می‌شود. اگر ضریب تقویت ولتاژ را با A_v نشان دهیم، رابطه و مقدار A_v برابر است با :

$$A_v = \frac{\text{دامنه سیگنال خروجی}}{\text{دامنه سیگنال ورودی}} = \frac{83}{10} = 8.3$$

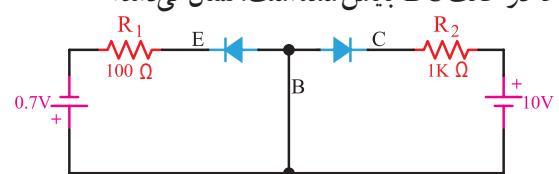
پس سیگنال متناوب ورودی 8.3 مرتبه تقویت شده است. با طراحی مدارهای ترانزیستوری و با تغییر مقدار مقاومت‌ها می‌توان دامنه سیگنال خروجی را روی مقدار مورد نظر تنظیم نمود. همان‌گونه که مشاهده شد، تمام جریانی که از مقاومت R_e می‌گذرد تقریباً از مقاومت R_e هم عبور می‌کند. این عمل تنها به وسیله ترانزیستور صورت گرفته است. به این ترتیب می‌توان گفت ترانزیستور عمل انتقال مقاومت را انجام داده است. نام ترانزیستور هم از همین عمل انتخاب شده است. Transistor از ترکیب دو کلمه Transfer of resistor گرفته شده است.

ورودی ترانزیستور و کلکتور-بیس خروجی آن در نظر گرفته شده است. اتصال بیس - امیتر در بایاس مستقیم و اتصال بیس - کلکتور در بایاس معکوس است.



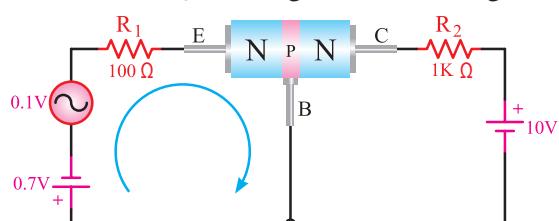
شکل ۱۴-۱۹- ترانزیستور بایاس شده

نظر به اینکه اتصال بیس - امیتر در بایاس مستقیم است، مقاومت آن کم است و اتصال بیس - کلکتور در بایاس معکوس و در نتیجه مقاومت آن زیاد است. حال یک مقاومت مثلاً $100\text{ }\Omega$ اهم، را جهت کنترل جریان در ورودی ترانزیستور با اتصال بیس - امیتر سری می‌نماییم. ازان جایی که اتصال کلکتور-بیس در بایاس معکوس است، سری کردن یک مقاومت زیاد، مثلاً یک کیلو اهم، اثر چندانی روی ترانزیستور ندارد. شکل ۱۴-۲۰ معادل دیودی ترانزیستور را که در حالت DC بایاس شده است، نشان می‌دهد.



شکل ۱۴-۲۰- بایاس DC ترانزیستور

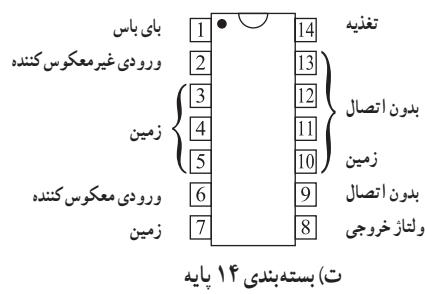
ولتاژ بایاس امیتر-بیس را حدود 7V ولت (زیرا ولتاژ 7V ولت، دیود امیتر - بیس را کاملاً هادی می‌سازد) و ولتاژ باتری کلکتور-بیس را حدود 1V ولت انتخاب می‌نماییم. چون دیود کلکتور-بیس در بایاس معکوس است، هیچ‌گونه اشکالی در مدار به وجود نمی‌آید. (شکل ۱۴-۲۱)



شکل ۱۴-۲۱- اتصال سیگنال متناوب به مدار



فیلم فناوری ساخت و چگونگی استفاده از برگه اطلاعات IC را بینید.



شکل ۱۴-۲۴- شکل ظاهري

مشخصات فني مدارهای مجتمع را مانند ساير قطعات در برگه اطلاعات (Data Sheet) مي آورند.

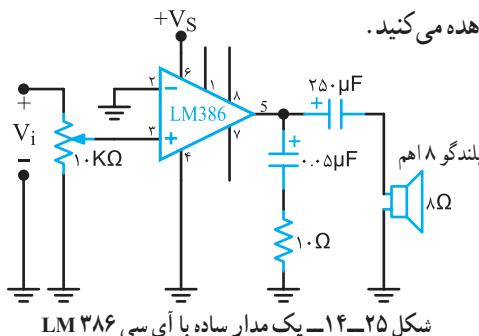
آي سى LM386 نوعی تقويت‌کننده صوتي است که می‌تواند تا چند صد ميلی‌وات توان را به خروجی تحويل دهد، اين آي سى می‌تواند در ولتاژهای کم تا ۴V ۴۷ کار کند. در زیر تعدادی از مشخصات LM386 داده شده است.

توجه : ارزشیابی اين اطلاعات با استفاده از Data Sheet صورت می‌گيرد، لذا نيازی به حفظ کردن و به خاطر سپردن اطلاعات نیست.

- توان خروجی ۳۲۵-۷۰۰ mW
- بهره ولتاژ ۲۰-۲۰۰
- ولتاژ تغذیه ۴-۱۲V
- مقاومت ورودی ۵۰ kΩ
- پهنه‌ي باند ۳۰۰ KHz

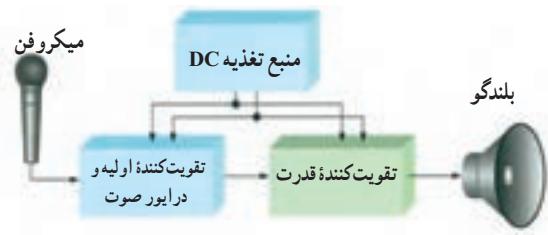
نقشه يك مدار ساده با استفاده از LM386 ، نماد فني و شکل ظاهري آي سى را در شکل‌های ۱۴-۲۷، ۲۶، ۲۵

مشاهده مي‌کيد.



۱۴-۱۲- معرفی دو نمونه آي سى آمپلي فايير

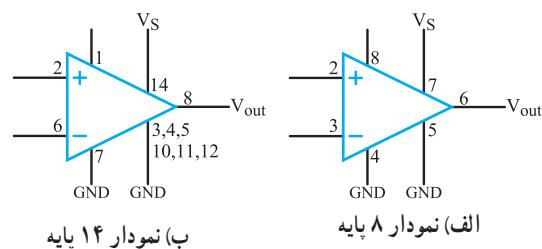
همان‌طور که اشاره شد امروزه مدارهای الکترونيکی را به صورت مدار مجتمع يا IC می‌سازند. در شکل ۱۴-۲۲ بلوک دياگرام يك نمونه تقويت‌کننده صوتي (Audio amplifier) را مشاهده مي‌کنيد.



شکل ۱۴-۲۲- بلوک دياگرام يك نمونه آمپلي فايير صوتي

در سال‌های اخیر تعداد متنوعی از تقويت‌کننده‌های قدرت که توانایي تحويل تا چند وات را به مقاومت‌های بارکوچک (مانند بلندگو) دارند، به صورت تراشه ساخته شده‌اند.

يکی از تراشه‌ها LM38۰ است که شکل ظاهري و نماد آن را در شکل‌های ۱۴-۲۴، ۲۳ ۱۴-۲۴ مشاهده مي‌کنيد. در بسته‌بندی های ۱۴ و ۸ پایه وجود دارد. در بسته‌بندی نوع ۱۴ پایه، تعدادی از پایه‌ها به زمين وصل شده‌اند و نقش رادياتور را بر عهده دارند.



شکل ۱۴-۲۳- نماد آي سى



شکل ۱۴-۲۸_روش‌های نام‌گذاری ترانزیستورها

فرایند نام‌گذاری قطعات مانند ترانزیستورها و آی‌سی‌ها در کتاب اطلاعات (Data Book) درج می‌شود و هنرجویان باید قادر باشند این اطلاعات را از منابع مربوطه استخراج و استفاده کنند.

■ نام‌گذاری به روش ژاپنی

نام‌گذاری ترانزیستورها با روش ژاپنی با عدد ۲ شروع می‌شود و به دنبال آن حرف S می‌آید. بعد از ۲S، یکی از چهار حرف A، B، C و D قرار می‌گیرد، که با توجه به کتاب اطلاعات مفاهیمی به شرح زیر دارد :

۱- حرف A نشان‌دهنده ترانزیستور از نوع PNP است و در فرکانس‌های بالا، نیز می‌تواند کار کند.

(High frequency=HF)

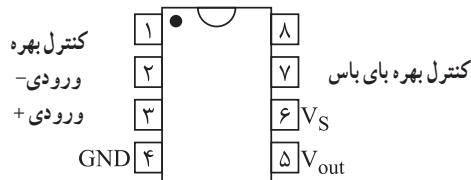
۲- حرف B نشان‌دهنده ترانزیستور از نوع PNP است در فرکانس‌های کم می‌تواند کار کند.

(Low frequency=LF)

۳- حرف C نشان‌دهنده ترانزیستور از نوع NPN است و در فرکانس‌های بالا، نیز می‌تواند کار کند.

۴- حرف D نشان‌دهنده ترانزیستور از نوع NPN است و در فرکانس‌های کم نیز می‌تواند کار کند.

- بعد از این حروف تعداد ۲ یا ۳ یا ۴ رقم عدد قرار می‌گیرد که با مراجعه به جدول می‌توان مقادیر مشخصه‌های الکتریکی آن را به دست آورد. در این سیستم، حروف روی ترانزیستور، مشخص‌کننده جنس نیمه‌هادی به کار



شکل ۱۴-۲۶_بسته بندی ۸ پایه



شکل ۱۴-۲۷_شکل ظاهری



فعالیت

- ۱- در یکی از نرم‌افزارها یکی از مدارهای تقویت‌کننده با IC را بیندید و تجربه کنید.
- ۲- با مراجعه به فضای مجازی، برگه اطلاعات (Data Sheet) آی‌سی تقویت‌کننده LM۳۸۶ را بارگیری کنید و مشخصات آن را با مشخصات داده شده در کتاب تطبیق دهید.

۱۴-۱۳_نام‌گذاری ترانزیستورها

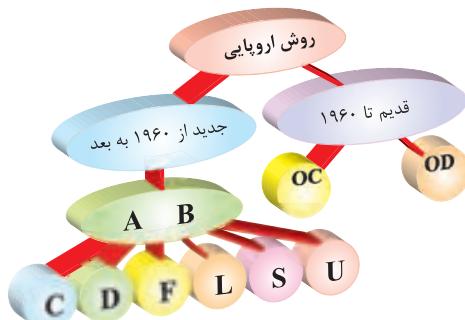
برای نام‌گذاری ترانزیستورها، سه روش مشهور در دنیا وجود دارد. گرچه تعدادی از کارخانجات در گوش و کنار دنیا از نام‌گذاری خاصی استفاده می‌نمایند.

این سه روش، عبارت اند از :

- نام‌گذاری به روش ژاپنی
- نام‌گذاری به روش اروپایی
- نام‌گذاری به روش امریکایی

شکل ۱۴-۲۸_نموداری از نام‌گذاری‌ها را نشان می‌دهد.

برای استخراج آن باید به منابع مربوطه مراجعه کنید.



شکل ۱۴-۳۰—نامگذاری ترانزیستورها به روش اروپایی

حرف اول در این روش، نشان دهنده جنس نیمه‌هادی است که اگر ژرمانیوم باشد آن را با حرف A و اگر سیلیسیم باشد با حرف B مشخص می‌نمایند.

حرف دوم را از حروف C, D, F, L, S, L, F, D، یا U استفاده می‌نمایند که معانی هر یک از این حروف به شرح زیر است :

C : ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کارکم.

D : ترانزیستور قدرت – فرکانس کار کم

F : ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کارزیاد

L : ترانزیستور قدرت – فرکانس کارزیاد

S : ترانزیستور کم قدرت که به صورت سوئیچ به کار می‌رود.

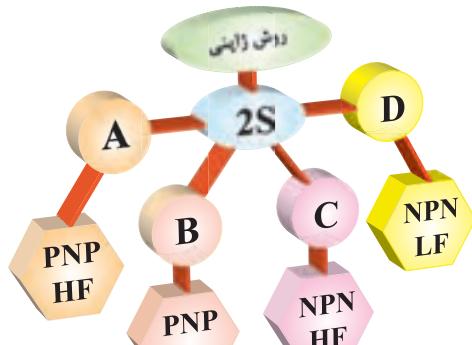
U : ترانزیستور قدرت، به صورت سوئیچ به کار می‌رود.

سه شماره بعد، نشان دهنده سری ترانزیستور است، که با استفاده از این سه شماره و جدول مشخصات، می‌توان مشخصات الکتریکی ترانزیستور را به دست آورد. برای مثال مشخصات ترانزیستور BC107 در شکل ۱۴-۳۱ نشان داده شده است :



شکل ۱۴-۳۱—مشخصات ترانزیستور ۱۰۷

رفته (ژرمانیوم یا سیلیسیم) و همچنین حدود قدرت آن نیست. مثلاً المان سه پایه به شماره ۲S۳۰۸۲۹ نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN با محدوده فرکانسی بالا است. بر روی اکثر ترانزیستورها، حرف ۲S را قید نمی‌نمایند، مثلاً ۲SC۸۲۹ همان ۲SC۸۲۹ است. (شکل ۱۴-۲۹)



شکل ۱۴-۲۹—نامگذاری ترانزیستورها به روش ژاپنی

■ نامگذاری به روش اروپایی

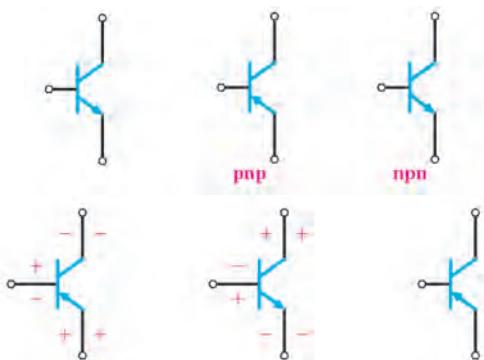
در نامگذاری روش اروپایی، تا سال ۱۹۶۰، ترانزیستور را با حرف OC و OD و با ۲، ۳ یا ۴ عدد به دنبال آن مشخص می‌کردند که OC برای ترانزیستورهای کم قدرت و OD برای ترانزیستورهای پرقدرت به کار می‌رفت. مانند ۲S، ۲SC۷۲، در این روش نامگذاری، نوع ترانزیستور (PNP-NPN) یا جنس نیمه‌هادی به کار رفته یا محدوده فرکانسی آن مشخص نبود.

از سال ۱۹۶۰ به بعد، سیستم نامگذاری ترانزیستورها تغییر کرد. به این طریق که ترانزیستورهای به کار رفته در رادیو و تلویزیون و یادرو سایل الکترونیکی عمومی بیشتر با دو حرف و سه شماره و ترانزیستورهای خاص، با سه حرف و دو شماره مشخص می‌شوند. مانند ترانزیستور شماره BUX38، که این ترانزیستور در فرکانس‌های رادیویی با جریان ولتاژ زیاد به کار برده می‌شود. در این مبحث روش نامگذاری با دو حرف و سه شماره گفته خواهد شد. (شکل ۱۴-۳۰)

معمولًاً مفاهیم مربوط به هر یک از حروف و اعداد را در جایگاه خود در کتاب اطلاعات ترانزیستور می‌نویسند و

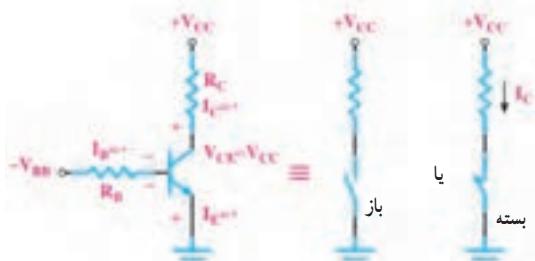
الگوی پرسش (ارزشیابی و احیدادگیری ۱۴ از فصل پنجم):

- ۱ ساختمان ترانزیستور را شرح دهید.
- ۲ بایاسینگ ترانزیستور را شرح دهید.
- ۳ در مورد انتخاب نام ترانزیستور توضیح دهید.
- ۴ شمای مداری و معادل دیودی ترانزیستور NPN و PNP را رسم کنید.
- ۵ پایه‌ها و جهت قراردادی جریان و ولتاژ‌های ترانزیستورهای شکل ۱۴-۳۲ را تعیین کنید.



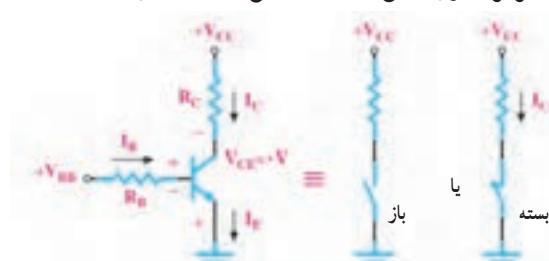
شکل ۱۴-۳۳—مدار سؤال ۵

- ۶ ترانزیستور شکل ۱۴-۳۴ آیا معادل یک کلید باز است یا کلید بسته؟



شکل ۱۴-۳۴—مدار سؤال ۶

- ۷ ترانزیستور شکل ۱۴-۳۵ آیا معادل یک کلید باز است یا بسته؟



شکل ۱۴-۳۵—مدار سؤال ۷

همچنین برخی از مشخصات فنی ترانزیستور BF480° ترانزیستور کم قدرت بوده، و جنس آن از سیلیسیم است و با فرکانس زیاد (10GHZ) نیز می‌تواند کار کند. در این سیستم نام‌گذاری نوع ترانزیستور (NPN-PNP) از روی حروف ترانزیستور مشخص نیست.

■ نام‌گذاری به روش آمریکایی

در این روش نام‌گذاری، ترانزیستور و المان‌های ۳ قطبی را با حرف و عدد ۲N ۲ مشخص می‌کنند و تعدادی رقم را برای شماره سری به دنبال آن می‌آورند. حرف N و عدد ۲ فقط المان‌های ۳ قطبی را از المان‌های ۲ قطبی (مانند دیود) مشخص می‌سازد. با توجه به شماره‌های بعدی که به دنبال آن می‌آورند و با توجه به جدول مشخصات المان‌ها، نوع المان و همچنین مشخصات الکتریکی آنها را باید به ۲N2219 دست آورد. برای مثال مشخصات ترانزیستور ۲N2219 و چند المان سه قطبی را در شکل ۱۴-۳۲ مشاهده می‌کنید.

2N 2219



۲N3055= ترانزیستور قدرت (NPN)

که در فرکانس‌های کم کار می‌کند.

۲N2646= ترانزیستور تک اتصالی (UJT)

۲N1842= تریستور

۲N6139= تراپاک

شکل ۱۴-۳۲—مشخصات ظاهری چندالمان سه قطبی

ارزشیابی شایستگی پودمان ۵ : الکترونیک و کاربرد آن

سال تحصیلی: ۱۳۹۶-۹۷			پایه: دهم	رشته تحصیلی: الکترونیک	
کد کتاب: ۲۱۰۲۷۵			کد درس:	کد رشته: ۷۱۴۱۰	
نمره	شاخص تحقق			استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)
۳	اجرای همه بندها و ارائه موارد دیگری از کاربردهای دیود و ترانزیستور	بالاتر از حد انتظار	نتایج ممکن	۱- مفاهیم و تعاریف دیود و ترانزیستور و ولتاژبندی آنها	۱- دیود و کاربرد آن
۲	اجرای بند ۲، ۳ و ۴	در حد انتظار		۲- انواع دیود	۲- ترانزیستور و کاربرد آن
۱	اجرای فقط ۲ بند	پایین‌تر از حد انتظار		۳- کاربردهای دیود	کاربرد آن
۴- کاربردهای ترانزیستور					
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان					
نمره پودمان از ۲۰					
<ul style="list-style-type: none"> - نمره شایستگی پودمان منحصراً شامل نمرات ۱، ۲، ۳ است. - زمانی هنرجو شایستگی کسب می‌کند که در ارزشیابی پودمان حداقل نمره شایستگی ۲ را اخذ کند. - حداقل نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. - نمره کلی درس زمانی لحاظ می‌شود که هنرجو در کلیه پودمان‌ها، شایستگی مورد نیاز را کسب نماید. 					

منابع و مأخذ مورد استفاده

- ۱- برنامه درسی رشته الکترونیک - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش - ۱۳۹۳
- ۲- اصول الکترونیک، گروپ، ترجمه احمد ریاضی، سید محمود صموتی، محمود همتایی دانشکده شهید شمسی پور
- ۳- فلوبید توماس، اصول و مبانی مدارهای الکتریکی، مترجم مهرداد عابدی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه امیرکبیر
- ۴- اندرسن چارلز، دوره جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی فر، انتشارات سپهر Electronic devices and Circuit theory by robert Boylestad Louis Nashilsky
- ۵- Transistor Fundamentals by Robert J Brite _۶
- Transistor Circuit action by Henry C. Vealch _۷
- Electronic Devices Electron Flow Version Flord _۸
- ۹- مبانی برق کد ۳۵۸/۱۸ مؤلفان فریدون قیطرانی، عین‌الله احمدی - حسین مظفری - محمود همتایی - مسعود تجلی‌پور، انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - ۱۳۹۴
- ۱۰- مبانی الکتریسیته، کد ۶۰۴/۷، مؤلف شهرام خدادادی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - ۱۳۹۴
- ۱۱- الکترونیک عمومی، مؤلفان ابوالقاسم جاریانی - فتح‌الله نظریان - محمود همتایی - سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی، ۱۳۹۴
- ۱۲- آزمایشگاه مجازی ۱، کد ۳۵۸/۳، مؤلفان مهین ظریفیان جولاوی - سید محمود صموتی - محمود شبانی - سید علی صموتی، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۳- آزمایشگاه مجازی ۲، کد ۴۶۶/۶، مؤلفان مهین ظریفیان جولاوی - سید محمود صموتی - سید علی صموتی - محمود شبانی، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۴- الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷، مؤلفان فتح‌الله نظریان - سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی - فرشته داودی لعل آبادی - سهیلا ذوالفقاری، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۵- الکترونیک عمومی، کد ۴۹۰/۵، مؤلفان سید محمود صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی - یدالله رضازاده - غلامحسین نصری - فتح‌الله نظریان، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۶- برگه اطلاعات (Data sheet) انواع قطعات الکتریکی و الکترونیکی (بارگیری از اینترنت)
- ۱۷- کتاب اطلاعات (Data book) انواع قطعات الکتریکی و الکترونیکی (بارگیری از اینترنت)
- ۱۸- دستینه (Hand book) انواع مدارها و قطعات (بارگیری از اینترنت)

