کتاب دانش فنی تخصصی (الکترونیک)

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

دانش فنی تخصصی

رشتهٔ الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی تخصصی (رشته الکترونیک) ـ ۲۱۲۲۷۵
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، رسول ملک محمد، محمود شبانی، احمد توکلی و مُنا گودرزی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
رضا فتاحی (پودمان۲)، رسول ملک محمد و احمد توکلی (پودمان۳)، سید محمود صموتی، شهرام نصیری‌سوادکوهی و محمود شبانی (پودمان‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵) (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ مجتبی احمدی (صفحه‌آرا) ـ مریم کیوان (طراح جلد) ـ محمود شوشتری، شهرام نصیری سوادکوهی و محمود شبانی(رسام و عکاس)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹، وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ نهم ۱۴۰۵

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 به‌صورت 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.

شابک ۷- ۳۱۶۱ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ ISBN 978 - 964 - 05 - 3161-7



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اوّلاً با هم متحد باشد، و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه ان‌شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت‌تان این است که کار بکنید. این عبادت است.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان اول: کسب اطلاعات فنی ۱

پودمان دوم: برنامه‌نویسی به زبان C ۳۵

پودمان سوم: تحلیل مدارهای دیجیتال ۸۱

پودمان چهارم: محاسبات DC در مدارهای الکترونیکی ۱۲۵

پودمان پنجم: محاسبه مقادیر AC در مدارهای الکترونیکی ۱۶۵

فهرست منابع ۲۱۶

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن 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 تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی بر اساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند نصب، راه‌اندازی، سرویس و تعمیر لوازم الکتریکی و الکترونیکی، خانگی، اداری، تجاری و صنعتی

۲ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی در راستای تربیت شهروند متعهد و مسئول

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش با توجه به اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای را تدوین نموده، که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی است که ویژه رشته الکترونیک برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی در این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و گسترش آن بر اساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند یاددهی ـ یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمرگام بردارید و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به روزرسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. درکارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود وچنانچه دریکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین درکتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما آورده شده است.کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند 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 محترمتان در ارتباط با رعایت مواردی که در کتاب آمده است را 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 جوانان شایسته و توانمند برای میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان عزیز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته الکترونیک بازطراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی، مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای ـ تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی، آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان‌های این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطالب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به‌صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد. به مانند سایر دروس، هنرآموزان گرامی باید 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 ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها شامل بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، 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 راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و سایر مراحل کلیدی بر اساس استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی می‌باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: کسب اطلاعات فنی

پودمان دوم: برنامه‌نویسی به زبان C

پودمان سوم: تحلیل مدارهای دیجیتال

پودمان چهارم: محاسبه مقادیر DC در مدارهای الکترونیکی

پودمان پنجم: محاسبه مقادیر AC در مدارهای الکترونیکی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نظرسنجی کتاب درسی

پودمان ۱

کسب اطلاعات فنی







با پیشرفت و گسترش روزافزون علوم و تنوع منابع ضروری است که برای تحقق اهداف و توسعه شایستگی‌های خود به منابع و مراجع غیرفارسی نیز مراجعه کنیم. در این راستا پودمان حاضر برای کتاب دانش فنی تخصصی طراحی و تألیف شده است. پودمان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازارکار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد.

می‌دانیم امروزه اغلب دستگاه‌های خانگی، صنعتی و پزشکی دارای برد الکترونیکی هستند. استفاده از این لوازم، کاربرد آنها را در حد وسیعی گسترش داده است. در این پودمان سعی شده است اطلاعات فنی مورد نیاز دربارهٔ چگونگی استفاده از دیتا شیت‌ها، راهنمای کاربرد و راهنمای تعمیر این‌گونه دستگاه‌ها و دسترسی به مشخصات فنی آنها به زبان اصلی در قالب فعالیت در ساعات درسی و غیردرسی آموزش داده شود، تا بتوانند مهارت لازم را در ارتباط با شیوه‌های مختلف نصب، راه‌اندازی و تعمیر کلی این‌گونه دستگاه‌ها کسب کنند.

بدیهی است هدف از ارائه این پودمان، تدریس زبان انگلیسی نمی‌باشد بلکه کسب اطلاعات فنی و تخصصی مربوط به حرفه خود است که از طریق خواندن منابع ذکر شده می‌توان به این هدف دست یافت. البته برای پشتیبانی از این امر در کتاب همراه هنرجو، که خود نیز عملاً یک دانشنامه ویژه است، بیشتر به خواندن درست لغات، جملات و درک مطالب ارائه شده در کاتالوگ‌ها، بروشور و کتاب‌های راهنمای کاربری وسائل الکترونیکی تأکید شده است.

پودمان ذکر شده حاوی یک لوح فشرده (CD) آموزشی نیز می‌باشد. در این لوح مطالب ارائه شده در درس به زبان اصلی بیان می‌شود تا راهنمایی برای خواندن و گفتار باشد.

واحد یادگیری ۱

کسب شایستگی در ترجمه متون ساده فنی و راهنمای کاربر دستگاه‌های الکترونیکی

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توان با استفاده از منابع مختلف موجود، اطلاعات فنی مورد نیاز را کسب کرد؟
- برای دسترسی به مفهوم واقعی یک متن ساده فنی، چه تعداد واژه به زبان اصلی مورد نیاز است؟
- چگونه می‌توان متون فنی به زبان اصلی را به‌صورت یک متن قابل درک ترجمه کرد؟
- چه روش‌هایی برای به خاطر سپردن واژگان پایه در آموزش زبان دوم وجود دارد؟
- برای ترجمه روان یک دستور کار آزمایشگاهی چه مراحلی را باید طی کرد؟
- برای ترجمه صحیح متونی مانند راهنمای تعمیر دستگاه‌ها، چه فرایندی را باید اجرا کرد؟

می‌دانیم یکی از ابزارهای بسیار مهم و مفید برای کار با هر دستگاه یا سرویس و تعمیر آن راهنمای کاربرد، سرویس و تعمیر آن است که ضرورت دارد قبل از استفاده از دستگاه، کاربر یا تعمیرکار آن را با دقت مطالعه کند تا در فرایند اجرای کار با مشکلی مواجه نشود. دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی نیز به دلیل فراگیر شدن از این امر مستثنی نیستند. معمولاً اطلاعات فنی مورد نیاز مانند چگونگی استفاده صحیح، تنظیم‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری دستگاه، شیوه نگهداری، سرویس و تعمیرات دستگاه در این نوع منابع وجود دارد. در صورتی که منابع اشاره شده به زبان فارسی باشد، ولی کاربر با اصطلاحات فنی موجود در آن آشنا نباشد، نمی‌تواند درک صحیحی از محتوا کسب کند و در نهایت با مشکل جدی مواجه می‌شود. مسئله زمانی دشوارتر می‌شود که منابع ذکر شده به یکی از زبان‌های بین‌المللی باشد. در این شرایط، کاربر، سرویس کار یا تعمیر کار نمی‌تواند هیچ کاری انجام دهد. در این واحد یادگیری به تشریح قوانین حاکم بر ترجمه متون فنی، چگونگی استخراج واژگان و ترجمه یک نمونه متن الکتریکی ساده و تشریح چگونگی ترجمه قسمتی از راهنمای کاربرد یک نمونه دستگاه الکترونیکی خانگی، اداری یا صنعتی می‌پردازیم. محتوایی که آموزش داده می‌شود برای سایر دروس در این پایه و آینده شغلی و تحصیلی هنرجویان مفید بوده و لازم است به‌صورت آموزش و یادگیری مادام‌العمر تداوم یابد.

در تمام مراحل آموزش باید به شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت کار و کیفیت، کاربرد فناوری، توجه‌های زیست‌محیطی، رعایت ایمنی و بهداشت، امانت‌داری و انصاف و احترام به حقوق دیگران توجه شود و عملاً به اجرا درآید.

استاندارد عملکرد

ترجمه روان و بومی‌سازی شده نمونه‌هایی از متون ساده فنی تخصصی رشته الکترونیک

۱ـ۱ـ تشریح قوانین حاکم بر ترجمه متون فنی انگلیسی

آشنایی با فرایند ترجمه و ضرورت به‌کارگیری آن

☑ اولین سؤالی که در ارتباط با ترجمه مطرح می‌شود این است که اصولاً چرا نیاز به ترجمه داریم؟ وجود قومیت‌های مختلف در کشورها و در سطح جهان سبب شده تا گویش‌ها و زبان‌های متفاوت به وجود آید. از سوی دیگر گسترش مهاجرت و برقراری ارتباط بین قوم‌های مختلف، مسئله نیاز به ترجمه را به وجود آورده و جهانی شدن ارتباطات بر این نیاز افزوده است. در مباحث فنی، موضوع نیاز به ترجمه بیشتر به چشم می‌خورد، زیرا به سبب ایجاد صنایع و حرفه‌های مختلف در کشورهای مختلف جهان و استفاده از این صنایع و حرفه‌ها در سایر مناطق، بر ضرورت فراگیری و کاربرد ترجمه به شدت افزوده است، شکل ۱ـ۱.

بارش فکری

ضرورت ترجمه

- موضوع گویش‌ها و زبان‌های مختلف و تفاوت گویش و زبان را در کلاس به بحث بگذارید و بررسی کنید چند نوع گویش و زبان در کلاس شما وجود دارد.
- برای آشنایی بیشتر با گویش‌ها و زبان‌ها، از هم‌کلاسی‌ها بخواهید با گویش و زبان‌های مختلف صحبت کنند. سپس بررسی کنید تا چه حد گویش‌ها را متوجه می‌شوید.
- پس از این مرحله ضرورت ترجمه را مطرح و جمع‌بندی کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.



شکل ۱ـ۱ـ چرا ترجمه؟ به دلیل ارتباط ملل و تنوع زبان‌ها در دنیا

☑ **برای ترجمه متن چه نیازهایی وجود دارد؟**

ـ ترجمه، به عنوان یک علم، بخشی از زبان‌شناسی کاربردی (Applied Linguistics) است.

ـ بررسی کامل نظریه‌های ترجمه به معنای ورود به موضوع‌ها و بحث‌های گسترده‌ای است که دربارهٔ هر یک از آنها چندین پژوهش صورت گرفته و کتاب‌ها و مقاله‌های متعدد نوشته شده است.

ـ لذا به دلیل اهداف تعیین شده و محدودیت زمانی نمی‌توانیم به مباحثی مانند دستور زبان فارسی یا انگلیسی بپردازیم.ضمن اینکه در سال‌های قبل در حد نیاز موارد ذکر شده آموزش داده شده است.

فکر کنید

آموزش دروس ادبیات فارسی، عربی و زبان‌خارجی تا چه اندازه درموفقیت شما نقش داشته و تا چه اندازه کاربردی بوده است.

فعالیت

- با استفاده از روش طوفان ذهنی، موضوع آموخته‌های هنرجویان در زمینه ادبیات فارسی، زبان عربی و زبان انگلیسی را از ابعاد سال تحصیلی، عنوان درس، تعداد ساعات و محتوای آموزش داده شده به بحث بگذارید.
- پس از جمع‌بندی، نتیجه را در جدول ۱ـ۱ بنویسید و در قالب یک گزارش ارائه دهید. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به وبگاه‌های مرتبط مراجعه کنید. در جدول ۱ـ۱یک نمونه مثال آورده‌ایم.
- شاید به نظر برسد فعالیت مطرح شده ارتباطی با درس ندارد. هدف از مطرح شدن این موضوع، یادآوری موضوع اهمیت یادگیری دقیق محتوای دروس و کاربرد آن است.
- در صورتی که موضوع‌های درسی مورد بحث را به خوبی فرا گرفته باشید، بعد از اتمام این پودمان به آسانی قادر به ترجمه متون مرتبط خواهید بود.

جدول ۱ـ۱ـ سوابق تحصیلی در زمینه ادبیات فارسی، عربی و زبان‌خارجی

مقطع	نام دروس	تعداد ساعات	محتوا	کاربرد محتوا با ذکر مثال
دبستان	فارسی پایه اول		آموزش الفبا و جملات	جمله‌نویسی ، کتاب‌خوانی
دوره اول متوسطه				
دوره دوم متوسطه				

☑ **آموزش زبان تخصصی به‌صورت کاربردی**

ـ در این واحد یادگیری می‌خواهیم با توجه به محدودیت زمان، چکیده‌ای از اصول و قوانین عملی و اجرایی حاکم بر ترجمه متون فنی الکترونیکی را آموزش دهیم.

ـ فرایند اجرای آموزش به مترجم نوآموز، به‌صورت گام به گام و مرحله به مرحله و کاربردی است.

ـ در این فرایند، نمونه‌هایی از متن‌های ساده را در قالب فعالیت عملی به‌طور صحیح، روان و مطابق با استاندارد تعریف شده به‌صورت کارگاه آموزشی ترجمه می‌کنیم.

تعریف ترجمه

ـ ترجمه به عنوان یک فرایند (process)، ترکیبی از فعالیت‌های ذهنی است که به کلام، گفتار یا متن نوشته شده تبدیل می‌شود.

ـ در این فرایند مفاهیم واژه (word)، عبارت، اصطلاح یا ضرب‌المثل (idiom_proverb_term)، جمله (sentence)، بند (پاراگراف ـ paragraph) یاپیام (message) از یک زبان به زبان دیگر برگردانده می‌شود.

ـ در این حالت، زبان اول را زبان مبدأ (SL_source language) و زبان دوم را زبان مقصد (TL_target language) می‌گویند.

ـ مثلاً در ترجمه متن فنی از زبان عربی و انگلیسی به فارسی، زبان عربی و انگلیسی زبان مبدأ و زبان فارسی زبان مقصد است.

فعالیت

در جدول ۲ـ۱ با استفاده از کلمات تخصصی داده شده، حداقل سه جمله، سه عبارت و یک پاراگراف بنویسید. استفاده از واژه‌های فعل، قید، صفت حروف ربط و اضافه بلامانع است. در ردیف اول جدول، یک نمونه عبارت و جمله نوشته شده است.

جدول ۲ـ۱ـ چگونگی نوشتن پاراگراف

ردیف	واژه	عبارت / عبارات	جمله / جملات	پاراگراف
۱	جریان	جریان متناوب با مولتی‌متر	جریان متناوب را با مولتی‌متر اندازه بگیرید.	
۲	مولتی‌متر			
۳	ولتاژ			
۴	توان			
۵	ده			
۶	کیلو اهم			
۷	متناوب			
۸	مدار			
۹	بِرِد ـ بُرد			
۱۰	کلید			

ویژگی‌های یک ترجمه خوب

ـ معیار سنجش وارزشیابی متن ترجمه شده، متن اصلی است. مترجم باید متن اصلی را به گونه‌ای صحیح بازآفرینی کند.

ـ مترجم ضمن وفادار بودن به محتوا، باید آن را با دستور زبان، ادبیات و فرهنگ زبان مورد ترجمه سازگار کند. به عبارت دیگر ترجمه خوب، عبارت از بازآفرینشی دقیق از متن مبدأ است.

ـ معیارهای متعددی برای سنجش یک ترجمه خوب و قابل قبول وجود دارد که در این مبحث به تعدادی از مهم‌ترین این ویژگی‌ها می‌پردازیم:

☑ آیا ترجمه، مفهوم متن اصلی را رسانده است؟

ـ متنی را که می‌خواهیم ترجمه کنیم، ممکن است کتبی یا شفاهی باشد، ممکن است صرفاً از یک واژه، عبارت کوتاه، جمله، پاراگراف، مقالهٔ چند صفحه‌ای یا یک کتاب چند جلدی باشد.

ـ مناسب‌ترین واحد ساختاری در بحث مقدماتی ترجمه، جمله است، زیرا جمله برخلاف واژه و عبارت، دارای پیام مشخصی است.

ـ در بسیاری از موارد، بررسی ترجمه فقط بر مبنای جمله کافی نیست، بلکه ترجمه باید به‌طورصحیح و منطبق با معنا و مفاهیم متن اصلی باشد.

☑ آیا مترجم زبان خاص و متناسب با متن را دریافته است؟

ـ ادبیات متن اصلی بسیار اهمیت دارد، اینکه از جملات کوتاه استفاده کرده یا جملات بلند؟

ـ متن ساده و روان است یا پیچیده؟ به‌طور خلاصه هنر مترجم این است که به گونه‌ای ترجمه کند که زبان متن ترجمه شده با زبان متن اصلی همسو باشد.

☑ آیا لحن نویسنده حفظ شده است؟

ـ در بسیاری از مواقع، مفهوم پیام نوشته شده به وسیله مؤلف متن اصلی، به جملات قبلی و بعدی و به موقعیت مکانی و زمانی، رابطهٔ بین گوینده و مخاطب و فرهنگ و سنت‌های جامعه مربوط می‌شود.

ـ در این شرایط باید مترجم بتواند هدف و لحن نویسنده را درک کند و ترجمه را متناسب با آن انجام دهد.

ـ مثلاً اگر مؤلف، متن علمی با جملات دستوری نوشته است، باید ترجمه متن نیز همین لحن را داشته باشد.

☑ آیا مترجم در ترجمه خود، واژه‌ها را به‌طور صحیح به کار برده و دستور زبان را رعایت کرده است؟

ـ موارد زیادی پیش می‌آید که ترجمهٔ جمله با معنی واژه‌هایی که ما از قبل می‌دانیم، جور در نمی‌آید. گاهی نیز از اینکه معنای واژه‌های موجود در حافظه، کمکی به ترجمه نمی‌کند تعجب می‌کنیم.

ـ در این‌گونه موارد، بهتر است توجه داشته باشیم که آن واژه یا عبارت ممکن است معنا یا معانی دیگری نیز داشته باشد که ما از آن بی‌خبریم.

ـ برای مثال، می‌دانیم واژهٔ (party) به معنی مهمانی است، اما همین واژه در عبارت third party به معنی شخص ثالث و در عبارت French Socialist Party به معنی حزب و در عبارت the other party به معنی طرف مقابل است.

ـ حتی ممکن است هیچ یک از آن معانی، مشکل ترجمهٔ ما را حل نکند. در این شرایط باید به دنبال معنا یا معانی دیگری باشیم که ما نمی‌دانیم و تاکنون به آن برنخورده‌ایم.

ـ این قاعده در مورد دستور زبان نیز صدق می‌کند.

☑ آیا مترجم، واژه‌های درست و دقیق و خوش‌آهنگی را به جای واژه‌های متن اصلی برگزیده است؟
ـ برخی از واژه‌ها مانند «ماهر»، «غیرماهر» و «منطقه» کلمات معادل همنشین متعدد دارند مثلاً به جای کلمه ماهر می‌توانیم کلمات «دارای مهارت»، «با تجربه» و «حرفه‌ای» را به کار ببریم.
ـ لازم است در ترجمه متن برای جلوگیری از تکرار واژگان از واژگان همنشین استفاده کنیم تا متن ترجمه شده خسته کننده نشود.

فعالیت

در جدول ۳ـ۱ یکی از معانی واژه‌ها داده شده است، واژگان همنشین را پیدا کنید و بنویسید.

جدول ۳ـ۱ـ کلمات همنشین (collocations)

ردیف	واژه به زبان متن اصلی	ترجمه/ترجمه‌ها	واژه‌های معادل همنشین انگلیسی	واژه‌های معادل همنشین فارسی
۱	Skilled	ماهر		
۲	Untrained	آموزش ندیده		
۳	Area	محدوده		
۴	Special	مخصوص		
۵	to depend on	بستگی داشتن		
۶	Unskilled	ناشی		
۷	Benefit	سود		
۸	Meeting	جلسه		

پژوهش

آموزش دروس ادبیات فارسی، عربی و زبان‌خارجی تا چه اندازه درموفقیت شما نقش داشته و تا چه اندازه کاربردی بوده است.

- تحقیق کنید و ببینید چه نوع واژه‌نامه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای ترجمه مناسب است.
- چگونه می‌توانیم به آن دسترسی پیدا کنیم و چگونه می‌توانیم آن را به کار ببریم.
- نتیجه را جمع‌بندی کنید و در قالب یک گزارش ارائه دهید.

نکته

ضرورت دارد کلیه هنرجویان چگونگی کاربرد واژه‌نامه‌های الکترونیکی را بیاموزند و عملاً از آن استفاده کنند.

☑ آیا واژه‌های ترکیبی مانند عبارات، اصطلاحات و ضرب‌المثل‌ها به درستی به کار رفته است؟

ـ در مرحلهٔ جست‌وجوی واژه‌های جدید و تحقیق در مورد معانی آنها، به عبارت‌هایی برمی‌خوریم که ظاهراً از کلمات کاملاً آشنا تشکیل شده‌اند ولی همنشینی و ترکیب آنها عبارت خاصی را شکل می‌دهند و معنا و مفهوم دیگری را پدید می‌آورند، به این نوع واژه‌ها اصطلاح یا ضرب‌المثل (idiom ـ proverb) می‌گویند.

ـ مثلاً در زبان فارسی واژه‌های، از خواب پریدن، آش نخورده و دهن سوخته، بشنو و باور مکن، شتر دیدی ـ ندیدی، کفگیر به ته‌دیگ خورده، آستین نو بخور پلو، باد آورده را باد می‌برد، فوت کوزه‌گری، بزک نمیر بهار می‌آد، دو قورت و نیمش باقی مانده، دوستی خاله خرسه و مثل آب خوردن نمونه‌هایی از اصطلاحات و ضرب‌المثل‌ها هستند که از کلمات معمولی و متداول استفاده می‌شود ولی مفهوم خاصی دارد. مثلاً عبارت «مثل آب خوردن» به معنی بسیار ساده و آسان است.

پژوهش

جست‌وجو کنید و مفهوم عبارات و اصطلاحات داده شده در جدول ۴ـ۱ را با توجه به الگوی مثال شماره یک انجام شده، بیابید و جدول ۴ـ۱ را کامل کنید. سپس سه اصطلاح دیگر پیدا کنید و به جدول اضافه نمایید.

جدول ۴ـ۱ـ مفاهیم برخی از عبارات، اصطلاحات و ضرب‌المثل‌ها در زبان فارسی

ردیف	اصطلاح	ترکیب کلمات	مفاهیم
۱	کفگیر به ته دیگ خورده	کفگیر ـ به ـ ته دیگ ـ خورده	تمام شده ـ هیچ چیز نمانده
۲	علاج واقعه را قبل از وقوع باید کرد		
۳	آش نخورده و دهن سوخته		
۴	هلو برو تو گلو		
۵	شتر دیدی، ندیدی		
۶	از این ستون به اون ستون فرج است		
۷	سرزده		
۸			
۹			
۱۰			

ـ در سایر زبان‌ها مانند زبان عربی و انگلیسی نیز عبارات، اصطلاحات و ضرب‌المثل‌های مشابه زبان فارسی وجود دارد.

ـمثلاً، look به معنی «دیدن» و for به معنی «برای» است. وقتی این دو واژه با هم ترکیب می‌شوند معنی «جست‌وجو کردن» را می‌دهد که با معنی هریک از واژه‌ها متفاوت است. واژهٔ get به معنی «به‌دست آوردن، گرفتن، کسب کردن» است.

ـاما در عبارتی مانند «get on the bus» که از واژه‌های get به معنی «گرفتن» و on به معنی «روی» و the (حرف اضافه) و bus به معنی «اتوبوس» است که کاملاً با مفهوم عبارت که به معنی، «سوارشدن به اتوبوس» است تفاوت دارد.

ـ یا کلمه let به معنی «اجازه دادن یا گذاشتن»، (cat) به معنی «گربه»، out of به معنی «بیرون از» است، که اگر با واژه‌های دیگر ترکیب شوند، عبارات جدید مفاهیم دیگری را به وجود می‌آورند.

ـدر سایر زبان‌ها، مانند زبان فارسی نیز ضرب‌المثل وجود دارد مثلاً معادل ضرب‌المثل «مثل آب خوردن» در زبان انگلیسی به‌صورت As easy as ABC است.

پژوهش

جست‌وجو کنید و مفهوم عبارات و اصطلاحات داده شده در جدول ۵ـ۱ را با توجه به الگوی مثال شماره یک انجام شده، بیابید و جدول ۵ـ۱ را کامل کنید. سپس سه اصطلاح دیگر پیدا کنید و به جدول اضافه نمایید.

جدول ۵ ـ ۱ـ مفاهیم برخی از عبارات، اصطلاحات و ضرب‌المثل‌ها در زبان انگلیسی

ردیف	اصطلاح/عبارت /ضرب المثل	ترکیب کلمات	معنی هر یک از کلمات به فارسی	مفاهیم اصطلاح/عبارت /ضرب المثل
۱	To make up	up + make	بالا + ساختن و ایجاد کردن	ترکیب کردن ـ درست کردن ـ تکمیل کردن ـ گریم ـ آرایش
۲	To get off			
۳	To call off			
۴	It’s in the bag			
۵	Down to the wire			
۶	Get a kick out of it			
۷	In hot water			
۸				
۹				
۱۰				

☑ **آیا به نقطه‌گذاری (نشانه‌های نگارشی) اهمیت لازم داده شده است؟**

ـ یکی از مسائل مهم در ترجمه، نشانه‌گذاری و نقطه‌گذاری اصولی است. زیرا اگر نشانه‌گذاری و نقطه‌گذاری درست نباشد، مفهوم متن از بین می‌رود یا عوض می‌شود.

ـ آشنایی با دستور زبان فارسی بسیار اهمیت دارد و به صحت متن ترجمه شده کمک می‌کند.

ـ چنانچه در این زمینه اشکال دارید، محتوای آموزش داده شده درباره دستور زبان فارسی که در سال‌های گذشته آموزش داده شده است را مرور کنید و تمرین‌های آن را دوباره انجام دهید.

نکته بسیار مهم: خصوصیت بارز مترجمان میزان آشنایی آنها با زبان بیگانه یا موضوع اختصاصی ترجمه نیست، بلکه میزان آگاهی آنها از این امر است که چه متن‌هایی را انتخاب کنند و برای رسیدن به اهداف، متن انتخابی را چگونه و با چه روشی ترجمه کنند. بنابراین، لازم است دقیقاً بدانند برای چه کسی ترجمه می‌کنند و کاربران با چه انگیزه‌ای از ترجمه آنان استفاده خواهند کرد.

۲ـ۱ـ تحلیل یک متن فنی ساده به زبان فارسی

برای درک ویژگی‌های یک ترجمه خوب لازم است متون فنی فارسی صحیح را خوب بشناسند و آن را تحلیل کنند.

فعالیت

- ابتدا متن فارسی زیر را از نظر دستوری تحلیل کنید.
- سپس حداقل تعداد شش فعل، فاعل، مفعول، صفت، موصوف، قید زمان و قید مکان را در جملات مشخص کنید.

در ادامه متن را از نظر علمی، به‌طور دقیق و صحیح کامل کنید.

- در نهایت نتیجه را به‌صورت پاورپوینت و در قالب یک بحث گروهی کلاسی، جمع‌بندی نمایید.

■ چگونگی آزمایش سلامت ترانزیستورهای NPN و PNP و تعیین پایه‌های آنها

- ابتدا مولتی متر دیجیتالی را روی آزمایش دیود قرار دهید.
- دو پایه ترانزیستور را به‌صورت تصادفی انتخاب کنید.
- پروب‌های مولتی‌متر را به پایه‌های انتخابی اتصال دهید.
- در این حالت مولتی‌متر، عدد مربوط به ولتاژ داخلی یا ولتاژ هدایت دیود را نشان می‌دهد.
- اگر مولتی‌متر، عدد مربوط به ولتاژ هدایت دیود را نشان نداد، محل اتصال پروب‌ها را عوض کنید.
- آن‌قدر پروب‌ها را روی پایه‌ها جابه‌جا کنید تا ولتاژ هدایت یکی از دیودهای BE و BC را نشان دهد.
- جهت اتصال پروب‌های مثبت و منفی مولتی‌متر مهم است و در تعیین نوع ترانزیستور نقش اساسی دارد.
- هنگامی که مولتی‌متر ولتاژ هدایت دیود را نشان می‌دهد، یکی از پایه‌های مولتی‌متر را به پایه سوم وصل کنید.
- اگر عدد ولتاژ هدایت دیود مشاهده نشد، پروب را به محل قبلی خود انتقال دهید.
- پروب متصل شده به پایه دیگر را جابه‌جا کنید.
- در این حالت اگر درست عمل کرده باشید، باید ولتاژ هدایت دیود مشاهده شود.
- اگر نتوانستید دو حالت ولتاژ هدایت دیود را با جابه‌جایی یک پروب ببینید، مراحل را تکرار کنید.

ادامه متن شامل تشخیص نوع PNP و NPN ترانزیستور و مقدار ولتاژ هدایت و تعیین پایه‌های ترانزیستور را به‌طور صحیح بنویسید.

- تشخیص نوع NPN: .....
- تشخیص نوع PNP: .....
- مقدار ولتاژ هدایت: .....
- تعیین پایه‌های ترانزیستور: .....

■ یک متن ساده به زبان فارسی درباره اندازه‌گیری مقاومت، جریان، ولتاژ و توان براساس قانون اهم و شکل مدار بنویسید و ارائه دهید.

الگوی پرسش

۱ ویژگی‌های یک ترجمه خوب را نام ببرید.

۲ برای ترجمه خوب یک متن از یک زبان به زبان دیگر، فقط دانستن واژه کفایت می‌کند.

درست ☐ نادرست ☐

۳ چهار مورد از نکاتی که باید در ترجمه متن رعایت شود را نام ببرید.

۴ انواع واژه‌های ترکیبی را نام ببرید و از هر کدام دو مثال به زبان فارسی و انگلیسی بیان کنید.

۵ در قالب چهار جمله کوتاه امری، اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت را در یک مدار سری با یک مقاومت بنویسید، سپس آن را به یک پاراگراف تبدیل کنید.

۳ـ۱ـ خواندن و ترجمه متن فنی الکترونیکی ساده به زبان انگلیسی

■ **ترجمه متون فنی ساده:** پس از فراگیری اصول حاکم بر ترجمه، گام‌های اول را برای ترجمه برداشته‌اید. حال لازم است به چگونگی ترجمه متون بپردازیم.



شکل ۲ـ۱ـ برخی از واژه‌های پایه

نکته

برای شروع به خواندن رسانه‌های علمی به زبان اصلی جهت کسب اطلاعات فنی، دانستن واژه‌های پایه که در سال‌های قبل خوانده‌اید ضروری است. چنانچه این نوع واژه‌ها، که برخی از آنها در شکل ۲ـ۱ آمده است را فراموش کرده‌اید، دوباره مرور کنید تا آنها را به خاطر آورید.

جست و جو

برای فراگیری و به‌خاطرسپاری واژه‌ها روش‌های گوناگونی مانند استفاده از جعبه لایتنر یا ابزارهای دیگر وجود دارد که می‌توانید از آنها استفاده کنید. با مراجعه به رسانه‌های مختلف، این ابزارها را شناسایی کنید و در قالب فایل پاور پوینت ارائه دهید و در فرایند یادگیری آنها را مورد استفاده قرار دهید.

فعالیت

■ متن زیر در کلاس درس با مشارکت هنرجویان و راهنمایی هنرآموز خوانده شود.

■ Circuit and component

Electronic circuits consist of components (parts) such as lamps, resistors and transistors, connected to an electrical supply, e.g. a battery. The connections are wires or strips of materials that are good electrical conductors, like copper. The connections and components must make a complete path, i.e. a circuit

نکته

برای اجرای ترجمه در متون بعدی هنرجو موظف است جدولی مشابه جدول‌های ۶ـ۱ و ۷ـ۱ ترسیم نموده و تکالیف را اجرا نماید.

■ با مراجعه به واژه‌نامه الکترونیکی معنی واژه‌های تخصصی متن را که در جدول ۶ـ۱ آمده است پیدا کنید و در جدول بنویسید.

جدول ۶ـ۱ـ معنی واژه‌ها به زبان فارسی

ردیف	واژه به زبان اصلی	معنی تخصصی واژه	ردیف	واژه به زبان متن اصلی	معنی تخصصی واژه	ردیف	واژه به زبان متن اصلی	معنی تخصصی واژه
۱	circuit		۹	e.g.		۱۷	path	
۲	consist		۱۰	Wire		۱۸	i.e.	
۳	component		۱۱	Strip		۱۹	complete	
۴	part		۱۲	material		۲۰	make	
۵	such as		۱۳	Like		۲۱	must	
۶	resistor		۱۴	copper		۲۲		
۷	to connect		۱۵	connection		۲۳		
۸	supply		۱۶	conductor		۲۴		

فعالیت گروهی در کلاس

با استفاده از واژه‌های جدول ۶ـ۱ متن Circuit and component را با همکاری اعضای گروه ترجمه کنید و ترجمه صحیح متن را پس از تأیید هنرآموزتان در جدول ۷ـ۱ بنویسید.

جدول ۷ـ۱ـ ترجمه متن Circuit and component

نام و نام‌خانوادگی اعضای گروه	۱ ۲	۳ ۴
ترجمه اولیه جملات	ترجمه صحیح پاراگراف	
۱ـ		
۲ـ		
۳ـ		

فعالیت در ساعات درسی

متن زیر در کلاس درس با مشارکت هنرجویان و راهنمایی هنر آموز خوانده شود.

Questions

1 In the simple circuit diagram of Fig. 1-3, identify the symbols.

2 The circuit in Fig. 1-4 shows the lamps L_1 and L_2 connected in series (that is, one after the other) with a cell and a closed switch what happens to L_1 if L_2 fails?

3 In Fig. 1-5 lamps L_1 and L_2 are connected in parallel (that is, side by side) and both are controlled by the same switch.

(a) What happens this time to L_1 if L_2 fails?

(b) Redraw circuits so that each lamp has a separate switch.

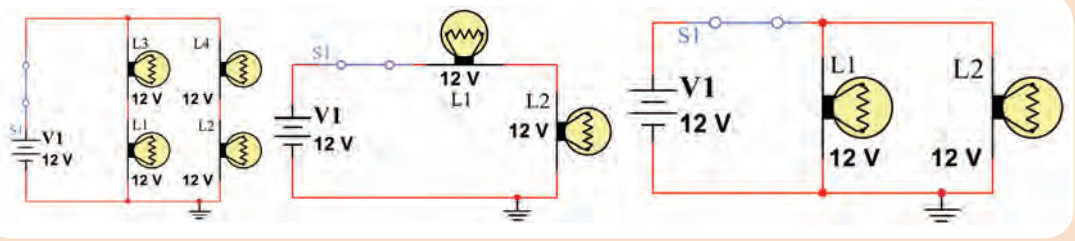
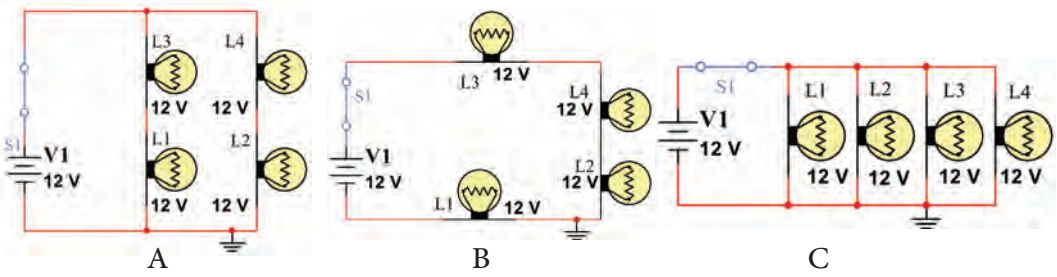


Figure -1-3 Figure -1-4 Figure -1-5

(b) Redraw the circuits

4- In Fig. 1-6, one lamp fails in each circuit. In which circuit, A, B or C, will:

(a) One lamp go out (b) Two lamps go out (c) Four lamps go out?



A B C

Figure -1-6

■ با مراجعه به واژه‌نامه الکترونیکی معنی واژه‌های تخصصی متن Questions را که در جدول ۸ـ۱ آمده است پیدا کنید و در جدول بنویسید.

جدول ۸ـ۱ـ معنی واژه‌ها به زبان فارسی

ردیف	واژه به زبان اصلی	معنی تخصصی واژه	ردیف	واژه به زبان متن اصلی	معنی تخصصی واژه	ردیف	واژه به زبان متن اصلی	معنی تخصصی واژه
۱	side by side		۹	series		۱۷	separate	
۲	circuit diagram		۱۰	Fail		۱۸	i.e	
۳	Fig= figure		۱۱	Parallel		۱۹	complete	
۴	what happens		۱۲	Simple		۲۰	make	
۵	That is		۱۳	Both		۲۱	must	
۶	one after the other		۱۴	Redraw		۲۲		
۷	Cell		۱۵	go out		۲۳		
۸	closed switch		۱۶	Part		۲۴		

فعالیت گروهی در کلاس

با استفاده از واژه‌های جدول ۸ـ۱ متن Questions را با همکاری اعضای گروه ترجمه کنید و ترجمه صحیح متن را پس از تأیید هنرآموزتان در جدولی مشابه جدول ۷ـ۱ بنویسید.

فعالیت گروهی در کلاس



عبارات و واژه‌های زیر را در کلاس بخوانید و با همکاری هنرآموز و استفاده از واژه‌نامه الکترونیکی ترجمه کنید و به خاطر بسپارید.

Exercise

Translate the following words and sentences into Persian: The world of electronics _ Circuit diagrams _ Electric current _ Transformers _ Integrated circuits _ Transducers _ Electronic systems _ Logic systems _ Microcomputer systems _ Audio systems _ Radio systems _ Instruments _Meters _ Fault finding_ Safety _ Dangers of electricity _ Safety precautions _ Content _ Building circuits _ Experiments _ Lamp circuits _ What resistors do _ Diode_ Thermistors _ LDR _ What a transistor does _ Projects _ Flashing lamp_ Electronic organ _ 'Chip' radio _ Components needed _ Addresses _ Index _Acknowledge

فعالیت گروهی در کلاس



متن زیر را در کلاس بخوانید و با همکاری هنرآموز و استفاده از واژه‌نامه الکترونیکی ترجمه کنید و واژه‌ها را به خاطر بسپارید. متن ترجمه شده را به‌صورت پاراگراف مجزا در جدولی مشابه جدول ۷ـ۱ بنویسید.

Transistor Construction and Packaging

Like the diode, the three layers of an NPN or PNP transistor are not formed by joining three alternately doped regions. These three layers are formed by a 'diffusion process', which first melts the base region into the collector region, and then melts the emitter region into the base region. For example, with the NPN transistor, the construction process would begin by diffusing or melting a p_type base region into the n _ type collector region. Once this p_type base region is formed, an n_type emitter region is diffused.

Transistor Applications

A transistor is a semiconductor device used to amplify or switch electronic signals electrical power. It is composed of semiconductor material usually with at least three treminals for connection to an external circuit. A voltage or current applied to one pair of the transistor's terminals controls the current through another pair of terminals. Because the controlled (output) power can be higher than the controlling (input) power, a transistor can amplify a signal. Today, some transistors are packaged individually, but many more are found embedded in intrgrated circuits.

فعالیت گروهی در کلاس

با توجه به آنچه که تاکنون آموخته‌اید متن زیر که قسمتی از دفترچه راهنمای کاربرد دستگاه مولتی‌متر است را طی مراحل زیر ترجمه کنید.

Multimeter Instruction Manual

WARRANTY

The Digital Multimeter (Figure 1-7) is warranted to be free from defects in materials and workmanship for a period of one year from the date of purchase. This warranty does not cover fuses, disposable batteries, or damage from drops, neglect, misuse, alteration, contamination, or abnormal conditions of operation or handling. Resellers are not authorized to extend any other warranty. To obtain service during the warranty period, contact your nearest service center directly. For full warranty details visit the producer Website.



Figure -1-7

GENERAL MAINTENANCE

Warning ⚠ If the current test leads are worn, replace test leads with identical or compatible leads:1000V 10A.

Warning ⚠ To avoid personal injury or damage to the meter, DO NOT wet the inner parts of the meter. Regularly clean the meter case with damp cloth and a small amount of detergent. Do not use abrasives or chemical solvents.

REPLACE BATTERIES & FUSES

Warning To avoid incorrect readings and possible electric shock or personal injury, when " ▭ " appears on the display, replace the battery immediately. Turn off the meter and disconnect the test probe from the meter before opening the back cover to replace batteries or fuses. Gain access to batteries and fuse by using a screwdriver to loosen the battery cover screws on the back of the meter and removing the cover.

GENERAL SPECIFICATIONS

- Operating Category: 600V CAT III, pollution degree: 2.
- Operating Elevation (< 2000 m)
- Operating Conditions: 0~40°C, <80% RH (do not use meter when temperature <10°C).
- Storage Conditions: -10~60°C, <70% RH (remove the battery).
- Temperature Coefficient: 1 × Accuracy/°C (<18°C or >28°C).
- Maximum Voltage between measurement end and ground: 600V DC or 600V AC RMS.
- Fuse protection: mA Grade: fuse F400mA/600V and 10A Grade: fuse F10A/600V
- Sampling rate: about 3 times/second.
- Display: 3 1/2 digits 2,000 count LCD display.
- Power supply: 1 x 9V battery.

گام اول: ابتدا واژه‌هایی را که ترجمه آنها را نمی‌دانید بیابید و در جدولی مشابه جدول ۶ـ۱ فهرست کنید، سپس با استفاده از واژه‌نامه معنی‌های فنی و مرتبط را پیدا کنید و در جدول بنویسید.

گام دوم: جملات را یک به یک ترجمه کنید و پس از اصلاح و روان‌سازی آنها را تبدیل به پاراگراف کنید و در جدولی مشابه جدول ۷ـ۱ بنویسید.

الگوی آزمون پایانی

۱ معنی واژه‌های داده شده در جدول ۹ـ۱ را با استفاده از واژه‌نامه الکترونیکی بنویسید.

جدول ۹ـ۱ـ بهترین معنی فنی و مرتبط با الکترونیک واژه‌ها به زبان فارسی

واژه	1- solid_state	2- recycling program	3- main board	4- registration	5- screen
معنی	ـ۱	ـ۲	ـ۳	ـ۴	ـ۵
واژه	6- Straight _ through	7- unplug the power cord	8- make sure	9- rather than	10- safety
معنی	ـ۶	ـ۷	ـ۸	ـ۹	ـ۱۰
واژه	11- input tray	12- environment	13- scope for storage	14- may damage	15- without
معنی	ـ۱۱	ـ۱۲	ـ۱۳	ـ۱۴	ـ۱۵

۲ متن زیر را به فارسی روان برگردانید.

Ohm's law describes the way current flows through a resistance when a different electric potential (voltage) is applied at each end of the resistance. The voltage is the water pressure, the current is the amount of water flowing through the pipe, and the resistance is the size of the pipe, (Figure 1-8).

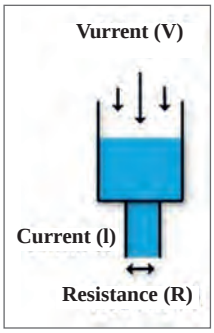


Figure -1-8

Ohm's law formula. The resistor's current I in amps (A) is equal to the resistor's voltage V in volts (V) divided by the resistance R in ohms (Ω): V is the voltage drop of the resistor, measured in Volts (V). This is called Ohm's law, (Figure 1-9).

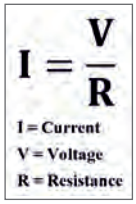


Figure -1-9

Let's say, for example, that we have a circuit with the potential of 1 volt, a current of 1 amp, and resistance of 1 ohm. The amount of water in the tank is defined as 1 volt and the «narrowness» (resistance to flow) of the hose is defined as 1 ohm, (Figure 1-10).

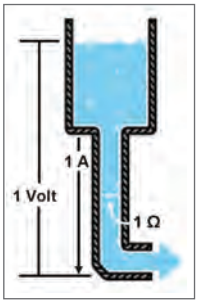


Figure -1-10

ارزشیابی واحد یادگیری ۱: کسب شایستگی در ترجمه متون ساده فنی و راهنمای کاربر برای دستگاه‌های الکترونیکی

شرح کار:

۱ از واژه‌نامه‌های کاغذی و الکترونیکی استفاده کند.
۲ اصول حاکم بر ترجمه را در ترجمه متن به کار گیرد.
۳ از ابزارهای مختلف مانند جعبه لایتنر، برای به خاطرسپاری واژه استفاده کند و عملاً آنها را به کار ببرد.
۴ متن ساده مربوط به ترانزیستور مبانی الکتریسیته، و دستگاه‌های ساده مانند مولتی‌متر را از زبان انگلیسی به فارسی ترجمه کند.

استاندارد عملکرد: ترجمه روان، بومی سازی شده نمونه‌هایی از متون ساده فنی تخصصی رشته الکترونیک

شاخص‌ها:

۱ استفاده دقیق و صحیح از واژه‌نامه‌های کاغذی و الکترونیکی	(۲۰ دقیقه)
۲ انتخاب صحیح واژه‌های متناسب با متن فنی	(۲۰ دقیقه)
۳ داشتن گنجینه واژه کافی در حافظه و استفاده از آن	(۲۰ دقیقه)
۴ ترجمه متن ساده فنی	(۵۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کلاس درس مجهز به رایانه

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	استفاده دقیق از واژه نامه‌های کاغذی و الکترونیکی	۲	
۲	شرح اصول حاکم در ترجمه متن و به‌کارگیری آن در ترجمه متن	۲	
۳	ترجمه متن ساده مانند متن مربوط به اپراتور j از زبان انگلیسی به فارسی	۲	
۴	ترجمه متن ساده مانند مبانی الکتریسیته و دستگاه‌های ساده مانند مولتی‌متر از زبان انگلیسی به فارسی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ دقت و تمرکز در اجرای کار ۲ دقت و مسئولیت‌پذیری ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

واحد یادگیری ۲

کسب شایستگی در استخراج و ترجمه قسمت‌هایی از برگه‌های اطلاعات قطعات الکترونیکی

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

۱ چه تفاوت اساسی بین Text book و Data book وجود دارد؟
۲ اطلاعات مربوط به برگه اطلاعات (Data sheet) و دستینه (hand book)ها چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟
۳ چگونه می‌توانیم به برگه اطلاعات (Data sheet) قطعات الکترونیکی دسترسی پیدا کنیم؟
۴ تمام قطعات و ابزار دارای برگه اطلاعات به زبان اصلی کشور سازنده یا سایر زبان‌ها هستند؟
۵ با کمی تلاش به آسانی می‌توانید متون مربوط به اطلاعات و مشخصات قطعات الکترونیکی را ترجمه کنید؟
۶ با استفاده از وب‌گاه‌های اینترنتی فنی مانند All Data sheet به آسانی می‌توانید مشخصات فنی قطعات مورد نیاز خود را بیابید؟

در واحد یادگیری یک با اصول حاکم بر ترجمه و فرایند چگونگی ترجمه متن، به‌طور صحیح آشنا شدید. در این واحد یادگیری می‌خواهیم متون فنی پیچیده‌تر و کاربردی‌تر مانند دفترچه راهنمای ماشین‌های اداری و صنعتی، آی‌سی ریزپردازنده، ترانزیستور قدرت MOSFET، حسگرهای دما، گاز، نور، سامانه کنترل خانگی مانند روشنایی و کنترلر، سامانه حفاظتی و ایمنی و موارد مشابه دیگر را به فارسی و با متن ساده، روان و قابل درک ترجمه کنیم.

استاندارد عملکرد

توانایی کسب اطلاعات مورد نیاز درباره قطعات و تجهیزات سامانه‌های الکترونیکی از رسانه‌های مختلف با توجه به نیاز

۱ـ۲ـ انواع متون فنی و کاربرد آنها

در واحد یادگیری ۱، به‌منظور دسترسی به اطلاعات فنی مورد نیاز و کسب اطلاعات فنی، اصول حاکم بر ترجمه و فرایند اجرای آن را آموختید و توانستید تعدادی از متون فنی را ترجمه کنید و اطلاعات مورد نیاز خود را به‌دست آورید. قبل از ورود به مبحث فنی جهت کسب اطلاعات از منابع مختلف به زبان اصلی، لازم است با برخی از مفاهیم مانند Text book، Datasheet و hand book آشنا شوید.

■ متون داده شده در جدول ۱ـ۲ را که به زبان اصلی است در کلاس با راهنمایی هنرآموزتان بخوانید و سپس آنها را به زبان فارسی روان ترجمه کنید و در محل تعیین شده در جدول بنویسید.

جدول ۱ـ۲

Table 2-1 Types of book	انواع کتاب‌ها
English text	Translation in Persian
■ Instruction manual a booklet or book, usually accompanying appliance, device, computer game or vehicle, which contains written guidelines informing how to use it. ■ Noun: Manual is defined as a guidebook that tells you how to operate something or do something. an example of manual is the book that comes with your DVD player that tells you how to hook it up and use it.	
■ Service manuals: Factory service manuals (FSM) are the manuals provided by manufacturers which cover the servicing, maintenance and repair of their products. They were not originally offered to the public as they were developed for the dealerships so that their mechanics were able to fix their own products	
■ Data book: The manufacturers and distributors of electronic components publish data books, containing cross-referencing information and individual component specifications. A few examples of such books are Semiconductor Replacement Guide.	
■ Electronic Handbooks: covers all important aspects of analog and digital circuit design with the internal circuitry for example; logic gates and continues with circuit design. Also Describes low frequency circuit design in various applications using different component	

■ با توجه به تعاریف ترجمه شده برای متون Types of book آنها را با هم مقایسه کنید و کاربرد هریک را در جدول ۲ـ۲ بنویسید.

جدول ۲ـ۲

Types of book	کاربرد انواع کتاب‌ها
☑Instruction manual	
☑Service manuals:	
☑Data book:	
☑Handbooks:	

جست و جو

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، در زمینه رشته الکترونیک تعدادی Instruction manual، Service manuals، Data book و Handbooks را بیابید، محتوای آنها را بررسی اجمالی کنید و ببینید آیا با تعاریف به‌دست آمده تطبیق دارد یا خیر؟ نتیجه را در قالب پاورپوینت به کلاس ارائه دهید.

۲ـ۲ـ ترجمه بخشی از راهنمای کاربرد یک دستگاه

در این قسمت، قصد داریم به متون پیچیده‌تر فنی در رشته الکترونیک مانند راهنمای کاربرد لوازم الکترونیکی اداری، صنعتی یا تجاری بپردازیم و با کسب اطلاعات مورد نیاز، بتوانیم آنها را نصب، راه‌اندازی، سرویس و تعمیر کنیم.

■ متن زیرکه مربوط به راهنمای کاربرد یک نمونه سخت‌افزار ماشین اداری به زبان اصلی است را در کلاس با راهنمایی هنرآموزتان بخوانید.

Hardware description

The printer provides 1200 dot-per-inch (dpi) printing. The optional copier/scanner scans at 600 dpi/ 24 - bits per pixel (bpp) and contains a document feeder that holds up to 30 pages.

The printer prints 15 pages per minute (ppm) on letter-size paper or 14 ppm on A4. With 1200 dpi printing resolution, the printer has exceptional text and graphics print quality. The simple control panel and improved paper handling make this product very easy to use.

The printer's main input tray has a 250-sheet capacity for continuous, multiple-page printing. Manual, single-sheet printing is possible through the priority input tray. Both trays are center-justified for all supported paper sizes. The printer output bin holds up to 125 sheets.

The printer has a very fast first-page-out, at less than 10 seconds. The formatter board contains 8 MB of ROM, 8 MB of RAM, and an embedded 32-bit cold fire V3 processor. There is one DIMM slot available for DIMM expansion (supporting an 8 MB, 16 MB, 32 MB, or 64 MB DIMM).

The printer engine has a 1000 average (10000 peak) page - per month duty cycle. For the printer, the standard toner life is 2500 pages, and the high capacity toner life is 3500 pages.

■ ابتدا واژه‌هایی که ترجمه آنها را نمی‌دانید، استخراج کنید و در جدول ۳ـ۲ بنویسید. سپس معنی واژه‌ها را با استفاده از واژه‌نامه بیابید و مقابل آن در جدول درج کنید.

جدول ۳ـ۲ـ استخراج واژه‌ها

NO	WORD	واژه	NO	WORD	واژه	NO	WORD	واژه

با استفاده از واژه‌های جدول ۳ـ۲، متون داده شده در جدول ۴ـ۲ را که به زبان اصلی است در کلاس با راهنمایی هنرآموزتان به زبان فارسی روان ترجمه کنید و در محل تعیین شده در جدول بنویسید.

جدول ۴ـ۲

Table 2-4 Hadware description	تشریح سخت‌افزار
English text	Translation in Persian
☑ The printer provides 1200 dot-per-inch (dpi) printing. The optional Copier/scanner scans at 600 dpi/ 24-bits per pixel (bpp) and contains a document feeder that holds up to 30 pages.	
☑ The printer prints 15 pages per minute (ppm) on letter-size paper or 14 ppm on A4. With 1200 dpi printing resolution, the printer has exceptional text and graphics print quality.	
☑ The simple control panel and improved paper handling make this product very easy to use.	

☑ The printer's main input tray has a 250-sheet capacity for continuous, multiple-page printing. Manual, single-sheet printing is possible through the priority input tray.	
☑ Both trays are center-justified for all supported paper sizes. The printer output bin holds up to 125 sheets.	
☑ The printer has a very fast first-page-out, at less than 10 seconds. the formatter board contains 8 MB of ROM, 8 MB of RAM, and an embedded 32-bit cold fire V3 processor.	
☑ There is one DIMM slot available for DIMM expansion (supporting an 8 MB, 16 MB, 32 MB, or 64 MB DIMM).	
☑ the printer engine has a 1000 average (10000 peak) page-per month duty cycle. For the printer, the standard toner life is 2500 pages, and the high capacity toner life is 3500 pages	

- با استفاده از ترجمه جمله‌ها درجدول ۴ـ۲، جمله‌ها را تبدیل به یک پاراگراف کنید و در محل تعیین‌شده در جدول ۵ـ۲ بنویسید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

جدول ۵ـ۲ـ ترکیب جملات و تبدیل آن به بند (پاراگراف)

فعالیت در ساعات غیر درسی

- ابتدا واژه‌هایی را که ترجمه آنها را نمی‌دانید از متن زیر که مربوط به تمیز کردن بخشی از پرینتر است استخراج کنید و معنی واژه‌ها را با استفاده از واژه‌نامه بیابید و یادداشت کنید.
- با استفاده از معنی واژه‌هایی که استخراج کرده‌اید، متن را در ساعات غیردرسی به زبان فارسی روان ترجمه کنید و در قالب یک تکلیف منزل بنویسید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

Cleaning the print cartridge area

Cleaning the print cartridge area can improve the quality of your printed sheets.

WARNING! Before cleaning the printer, disconnect it from the power source and wait for the printer

1 Open the print cartridge door, and remove the print cartridge. (Figure 2-1)

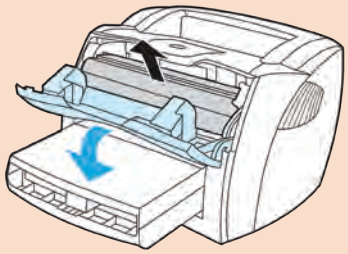


Figure -2-1

CAUTION: To prevent damage, do not expose the print cartridge to light. Cover the print cartridge if necessary. Also, do not touch the black sponge transfer roller inside the printer. Touching it can reduce the print quality of output.

2 Wipe the media path area and the print cartridge cavity with a dry, lint-free cloth. (Figure 2-2)

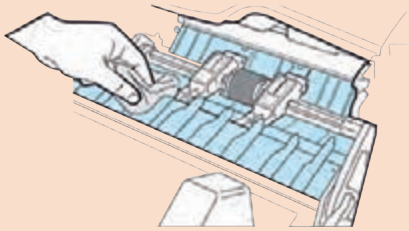


Figure -2-2

Note: Use only a dry, lint-free cloth to remove dust and toner. Using a vacuum or other device to clean inside the product can damage it.

3 Replace the print cartridge, and close the print cartridge door. (Figure 2-3)

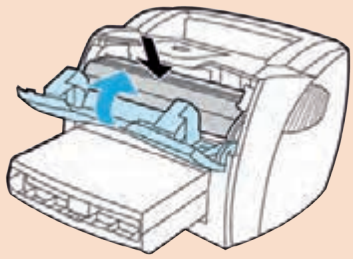


Figure -2-3

4 Plug the power cord back into the printer. (Figure 2-4)

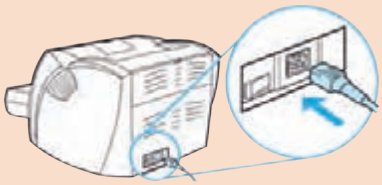


Figure -2-4

Cleaning the print path

Use this process if you discover toner specks or dots on printouts. This process produces a transparency with toner debris, which should be discarded.

Note: This process requires a transparency to remove dust and toner from the print paper path. Do not use bond or rough paper. Make sure the transparency you use meets media requirements for the printer. If transparency film is unavailable, you can use paper. If you must use paper, perform the procedure two or three times to ensure proper cleaning.

1 Load a transparency in the priority input tray.

2 Make sure that the printer is in the Ready state.

3 Press and hold the GO button for 10 seconds. The transparency feeds through the printer slowly. Discard the transparency.

Note: After you press and hold the GO button, the three printer lights blink until the cleaning process is complete.

Cleaning the printer pickup roller

If you want to clean the pickup roller rather than replace it, follow the instructions below:

Remove the pickup roller.

1 Dampen a lint-free cloth in isopropyl alcohol, and scrub the roller.

WARNING!

Alcohol is flammable. Keep the alcohol and cloth away from an open flame. Before you close the printer and plug in the power cord, allow the alcohol to dry completely.

2 Using a dry, lint-free cloth, wipe the pickup roller to remove loosened dirt.

3 Allow the pickup roller to dry completely before you reinstall it in the printer.

فعالیت در ساعات غیر درسی

- ابتدا متن زیر را بخوانید و واژه‌هایی را که نمی‌دانید استخراج کنید و معنی واژه‌ها را با استفاده از واژه‌نامه بیابید و یادداشت کنید.
- با استفاده از معنی واژه‌ها، متن داده شده در زیر را در ساعات غیردرسی به زبان فارسی روان ترجمه کنید در قالب یک تکلیف منزل بنویسید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

Making Detailed Adjustments

You can use the projectors on-screen menus to make detailed adjustments to the image quality, such as the brightness, contrast, sharpness, and color. You can also change the menu display, sleep mode settings, and other projector features.

Using the Menu System

You can access the menu system either from the remote control or the buttons on the projector's control panel. You can access the full menu or a line menu that lets you change selected settings. You can also change the menu language and control how the menus display.

Note: If you press Blank on the remote control while a menu is being displayed, the menu screen disappears. This is useful for checking the effects of your image this one, Fig 2-5.

Note: You may see different options, depending on your projector model and how your equipment is connected to it.

1 Press the up or down button to highlight a main menu option (Image, Signal, Settings, Memory, Info or Reset), then press the Enter button to select it.



Fig. 2-5

2 Press the up or down button to highlight a setting, then press the Enter button.

3 Press the up, down, left, or right button to change settings as necessary. You may have to press then Enter button to confirm your choice.

4 When you're finished, press the Esc button to return to the previous menu or press the Menu button to exit the menu system. To display one of the line menus, press the Enter button. You see a display like this at the bottom of the image (Fig.2-6):



Fig. 2-6

1 Press the up or down button to select the setting you want to adjust, Brightness, Contrast ,Sharpness ,Color Saturation, Tint, Absolute Color Temperature, Skin Tone (see page xx)
2 Press the left or right button to adjust the setting.
3 Press the Menu or Esc button to close the line menu when you're done.
Note: When a line menu is displayed, you can press Default on the remote control to reset its factory setting. Changing How the MenusDisplay, Use these options to control how the menus display.
1 Language: Settings > Language: Select from 21 languages to use in the menu system.
2 Menu Position: Use the arrow buttons to choose a position on the screen for displaying the menu.
3 Menu Color: Select a color scheme for displaying the menus.

۳ـ۲ـ ترجمه بخشی از برگهٔ اطلاعات قطعات الکترونیکی

می‌دانیم یکی از قطعات پرکاربرد، آی‌سی ریزپردازنده است. در این قسمت به ترجمه برگه اطلاعات یا دیتاشیت یک ریزپردازنده می‌پردازیم.

- متن زیر که مربوط به مشخصات کلی یک نمونه آی‌سی ریزپردازنده به زبان اصلی است را در کلاس با راهنمایی هنرآموزتان بخوانید.
- ابتدا واژه‌هایی را که ترجمه آنها را نمی‌دانید استخراج کنید و در جدولی مشابه جدول ۳ـ۲ بنویسید. سپس معنی واژه‌ها را با استفاده از واژه‌نامه بیابید و مقابل آن در جدول درج کنید.
- متون مربوط به feature در جدولی مشابه جدول ۴ـ۲ را که به زبان اصلی است در کلاس با راهنمایی هنرآموزتان به زبان فارسی روان ترجمه کنید و در محل تعیین شده در جدول بنویسید.
- جمله‌های ترجمه شده را تبدیل به یک پاراگراف کنید و در محل تعیین شده در جدولی مشابه جدول ۵ـ۲ بنویسید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

فعالیت در ساعات غیر درسی

- ابتدا متن زیر که بخشی از دیتاشیت IGBT است را بخوانید و واژه‌هایی که ترجمه آنها را نمی‌دانید استخراج کنید. معنی واژه‌ها را با استفاده از واژه‌نامه بیابید و یادداشت کنید.
- با استفاده از واژه‌ها، متن داده شده در زیر را در ساعات غیردرسی به زبان فارسی روان ترجمه کنید و در قالب یک تکلیف منزل بنویسید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

The insulated-gate bipolar transistors (IGBTs) combine a MOS gate with high-current and low-saturation-voltage capability of bipolar transistors as illustrated in Fig 2-7, and they are the right choice for high-current and high voltage applications. IGBT and MOSFET operation is very similar.The balance in trade-offs among switching speed, conduction loss, and ruggedness is finely tuned and the latest technology, especially for high voltag e (> 400 V) devices, improves speed and conduction so that IGBTs are overrun on the high frequency application scenario, which was dominated by Power MOSFET. Figure 2-8 shows a series of simplified equivalent circuits for an IGBT

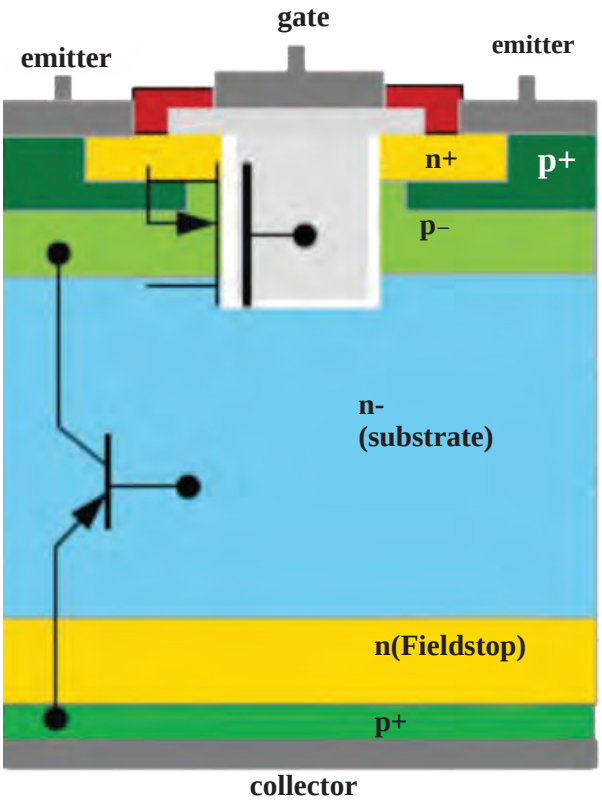


Figure -2 - 7

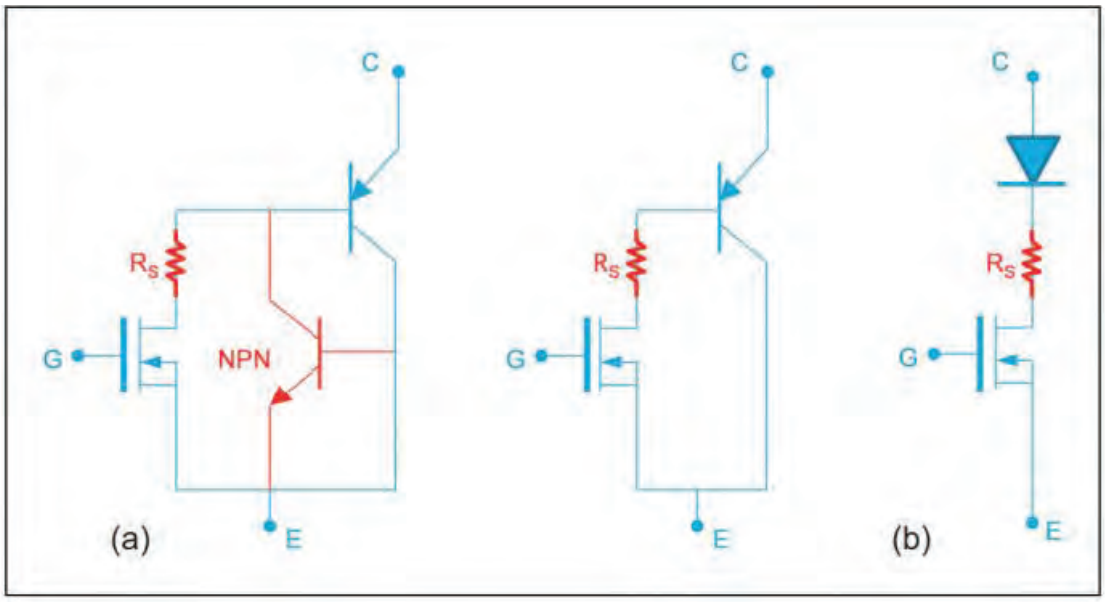


Figure -2-8

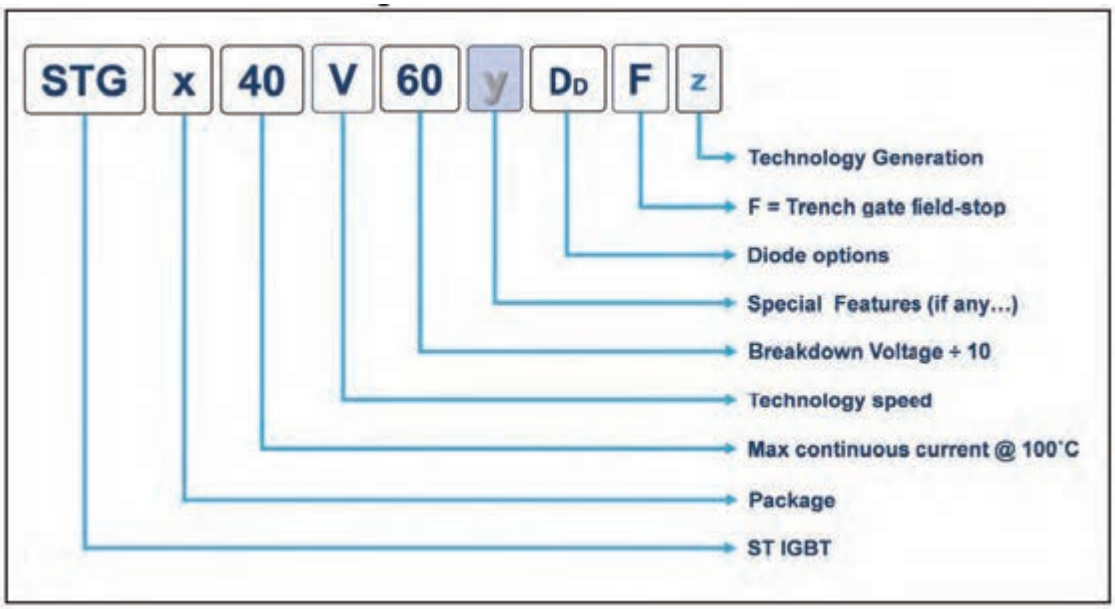


Figure -2- 9GBT nomenclature

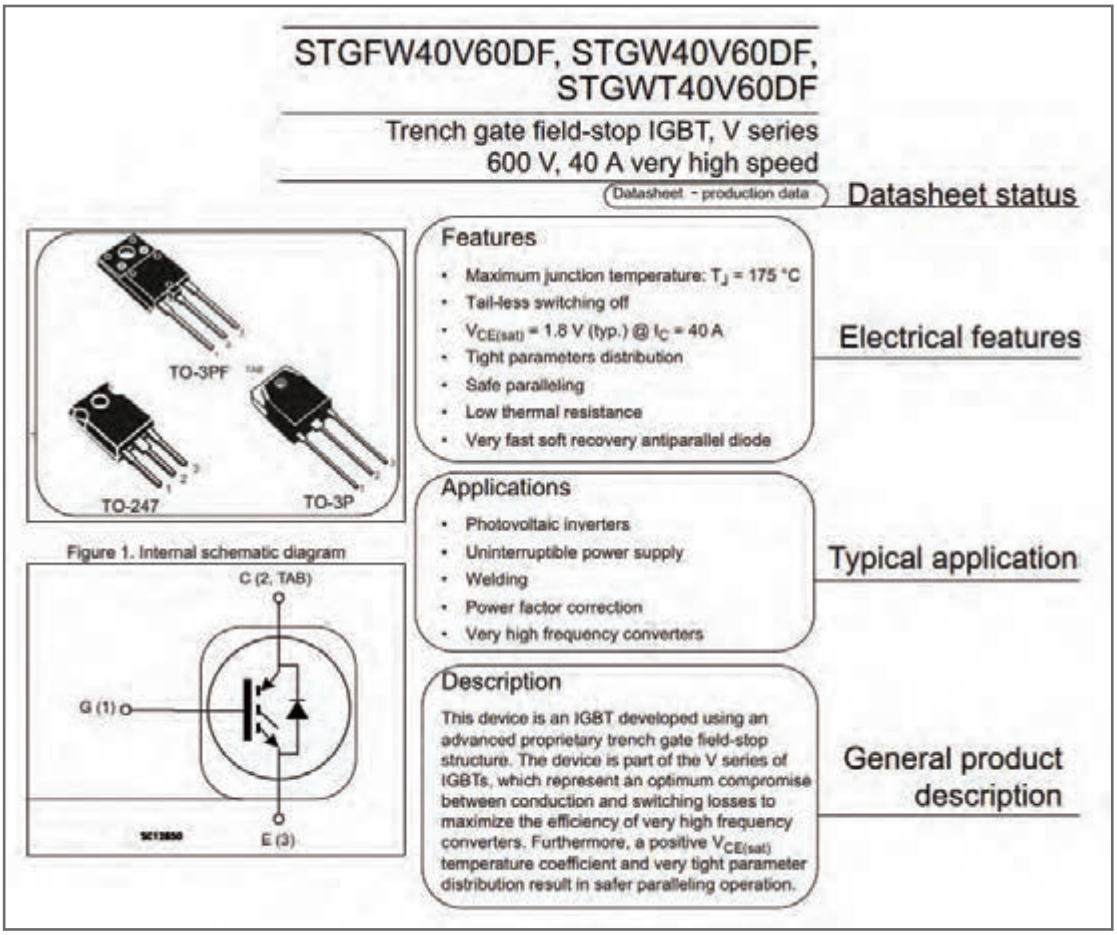


Figure -2-10 Cover page

فعالیت در ساعات غیر درسی

- با مراجعه به رسانه‌های مختلف، نمونه‌هایی از دیتاشیت قطعات MOSFET، حسگر دما، حسگر گاز را پیدا کنید و به هنرآموزتان ارائه دهید .
- بخش‌هایی از دیتاشیت که توسط هنرآموز محترم انتخاب می‌شود را با استفاده از واژه‌نامه در ساعات غیردرسی به زبان فارسی روان ترجمه کنید.
- پس از اتمام کار، ترجمه نهایی اصلاح شده و روان‌سازی شده را برای ارزشیابی ارائه دهید.

الگوی آزمون پایانی

ترجمه بخش‌هایی از متون مربوط به سامانه‌های کنترل روشنایی، حفاظتی، دیتاشیت قطعات یا متون مشابه دیگر با استفاده از واژه‌نامه.

ارزشیابی واحد یادگیری ۲: کسب شایستگی در استخراج و ترجمه قسمت‌هایی از برگه‌های اطلاعات قطعات الکترونیکی

شرح کار:
۱ قسمتی از برگه اطلاعات قطعات الکترونیکی، قسمتی از برگه اطلاعات یک کنترلر سامانه‌های خانگی (مانند روشنایی)، ترجمه قسمتی از برگه اطلاعات یک کنترلر سامانه‌های حفاظتی و ایمنی یا متون مشابه تخصصی دیگر با استفاده از واژه‌نامه

استاندارد عملکرد: توانایی کسب اطلاعات مورد نیاز درباره قطعات و تجهیزات سامانه‌های الکترونیکی از رسانه‌های مختلف با توجه به نیاز

شاخص‌ها:
۱ استفادهٔ دقیق از واژه‌نامه (۲۰دقیقه)
۲ استخراج واژه‌های کلیدی و ترجمه آنها به فارسی (۱۵دقیقه)
۳ ترجمهٔ روان متن مربوط به قطعات الکترونیکی به فارسی (۲۰دقیقه)
۴ ترجمهٔ روان متن مربوط به یک کنترلر سامانه خانگی به فارسی (۲۰ دقیقه)
۵ ترجمهٔ روان متن مربوط به سامانه حفاظتی یا ایمنی به فارسی (۲۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: اجرا در کلاس درس یا کارگاه یا سایت مجهز به کامپیوتر ـ لوازم‌التحریر ـ فرهنگ لغت ـ رایانه ـ برگه اطلاعات قطعات الکترونیکی ـ برگه اطلاعات کنترلر دستگاه‌های خانگی ـ برگه اطلاعات کنترلر سامانه‌های حفاظتی و ایمنی

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	استخراج صحیح واژه‌های کلیدی و ترجمه آنها به فارسی	۲	
۲	ترجمهٔ روان متن مربوط به قطعات الکترونیکی به فارسی	۲	
۳	ترجمهٔ روان متن مربوط به یک کنترلر سامانه خانگی به فارسی	۲	
۴	ترجمهٔ روان متن مربوط به سامانه حفاظتی یا ایمنی به فارسی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ دقت و تمرکز در اجرای کار ۲ دقت و مسئولیت‌پذیری ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

دستاوردهای نرم‌افزارهای شبیه‌سازدر دفاع مقدس



شبیه‌ساز یا سیمولاتور (SIMULATOR) امروزه به‌عنوان یکی از محصولات فناوری واقعیت مجازی یا Virtual Realty خدمات شایانی به برنامه‌های آموزشی برای کاربری بهتر وسایل هوایی، زمینی و دریایی و حتی امور پزشکی کرده است.

شاید پرهزینه‌ترین و پرمخاطره‌ترین نوع آموزش، آموزش خلبانی باشد. هواگردها (هواپیما، بالگرد و ...) عموماً وسایل بسیار گران‌قیمتی هستند و هم کاربران نظامی و هم غیرنظامی تا حدامکان تمایلی به صرف هزینه‌های بسیار زیاد آموزش (که عمدتاً ناشی از مصرف قطعات و سوخت است) ندارند. همچنین تمامی ساعاتی که هواگرد درگیر برنامه آموزش است از دسترس کاربری‌های عملیاتی دور است. از این‌رو ابتدا خلبانان را با هواپیماهای ساده‌تر آموزش داده، سپس آنها را با هواپیمای مدنظر روی زمین آشنا کرده و در نهایت به پرواز با هواپیمای اصلی مبادرت می‌نمایند.

با ساخت سامانه‌های شبیه‌ساز که از نظر تجهیزات و فضای داخلی و عملکرد دینامیکی مشابه هواپیمای اصلی بودند گام مهمی برای رفع مشکلات پیش گفته برداشته و به‌مرور این وسیله به‌جزء جدایی‌ناپذیر آموزش‌ها تبدیل شد.

به‌کمک این سامانه‌ها می‌توان تمامی حالاتی که احتمال بروز آنها در مواقع اضطراری وجود دارد را برای خلبان شبیه‌سازی کرد؛ مانند خاموش شدن موتور، قطع برق هواپیما، آتش‌سوزی در بخش‌های مختلف، باز نشدن ارابه فرود یا شکستن آن و ترکیدن لاستیک روی باند. همچنین می‌توان خلبان را در موقعیت‌های مختلف راهکنشی (تاکتیکی) نظیر نبردهای هوا به هوا، تهدید از جانب انواع ادوات پدافند هوایی، پروازهای جمعی با سایر هواپیماها و اجرای عملیات هوا به سطح قرار داد.

بالاترین رده شبیه‌سازها از نظر هوشمندی، شبیه‌سازهای «فضای رزم» هستند که در آنها علاوه بر شرایط محیطی، نیروهای خودی و طرف مقابل نیز در فضای مجازی ایجاد شده و یا از طریق دستگاه شبیه‌ساز دیگری به‌همین فضای مجازی مرتبط شده و به‌صورت گروهی تمرین می‌کنند.

به طور کلی شبیه‌ساز وسیله‌ای پیچیده و گران‌قیمت از نظر هزینه‌های طراحی و تولید است، اما این وسائل حتی تا ۳۰ سال قابلیت استفاده دارند و البته هزینه هر ساعت کار با شبیه‌ساز بسیار کمتر از هزینه یک ساعت آموزش با هواپیمای واقعی است. علوم مختلفی نظیر دینامیک و کنترل، واقعیت مجازی، برق، الکترونیک، کنترل، ساخت و تولید، طراحی صنعتی، هوانوردی، خلبانی و ... باید به‌صورت هماهنگ و دقیق برای مراحل طراحی معادلات پروازی، نرم‌افزارها، طراحی، نصب و راه‌اندازی سامانه تصویری و سامانه‌های حرکتی مورد استفاده قرار گیرند تا یک شبیه‌ساز کامل ساخته شود.

امروزه با وجود اینکه کشور عزیز ما در شرایط تحریم قرار دارد، علاوه‌بر ساخت شبیه‌ساز هواپیماهای غیرنظامی و شبیه‌ساز ادوات زمینی، دریایی و زیردریایی، بیش از ۱۰ نمونه شبیه‌ساز انواع هواپیماهای جنگنده و بالگرد توسط نیروی هوایی ارتش، هوانیروز، بخش‌های تحقیقاتی سپاه و با همکاری وزارت دفاع و سایر مراکز علمی داخلی، تولید شده و در خدمت یگان‌های مربوطه قرار داده شده است. این شبیه‌سازها با قیمت‌های بسیار کمتر از آنچه برای تهیه آنها از خارج باید پرداخت می‌شد ساخته شده‌اند.

همچنین برای رساندن شبیه‌سازهای بومی به سطح بالای فناوری و افزودن قابلیت‌های فضای رزم، تلاش‌های جدی برای بروزرسانی و توسعه آنها در حال انجام است.

فناوری پیچیده طراحی، ساخت، آزمایش و ارزیابی شبیه‌سازها به‌عنوان ابزار بسیار مهم در حفظ مهارت نیروهای نظامی و افزایش آن، در کشورمان بومی‌سازی شده است و ضمن به‌سازی شبیه‌سازهای قبلی برای انواع تجهیزات جدید به‌خصوص هواپیماها، شبیه‌سازهای مختلف ثابت و متحرک توسط مراکز تحقیقاتی و صنایع داخلی ساخته شده و درحال استفاده است.

این قابلیت‌ها در کنار طرح‌ها و ایده‌های ابتکاری و نوآورانه نیروهای مسلح کشورمان، باعث شده تا هم اکنون ایران به‌عنوان قطب مهم ساخت شبیه‌ساز در دنیا محسوب شود.

پودمان ۲

برنامه‌نویسی به زبان C



درکتاب مونتاژ و دمونتاژ SMD با میکرو کنترلر AVR و پروژه‌های ساده الکترونیکی آشنا شدید. همچنین مثال‌ها، تمرین‌ها و برنامه‌های آماده را که از طریق نرم‌افزار کد ویژن نوشته شده بود، در میکروکنترلر بارگذاری و آزمایش کردید. در این پودمان با چگونگی شکل‌گیری و نوشتن برنامه‌ها به زبان C آشنا می‌شوید تا بتوانید توانایی نوشتن برنامه‌های پیچیده‌تر را کسب کنید. در فرایند آموزش این پودمان، علائم الگوریتم، رسم فلوچارت و تبدیل آن به برنامه را فرا خواهید گرفت. یکی دیگر از اهداف آموزشی، آشنایی با قطعات و تجهیزات ورودی و خروجی است که به‌وسیله آن می‌توانید داده‌های دیجیتال و آنالوگ را به میکروکنترلر وارد کنید یا از آن دریافت نمایید. فرایند پردازش داده‌ها و اطلاعات توسط میکروکنترلر از مواردی است که هر متخصص الکترونیک باید با آن آشنایی داشته باشد که در ادامه آموزش به این موارد نیز می‌پردازیم.

واحد یادگیری ۳

کسب شایستگی در طراحی الگوریتم (فلوچارت) مدارپروژه ساده الکترونیکی

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- با چه زبان‌ها و کامپایلرهایی می‌توان اقدام به برنامه‌نویسی میکروکنترلرها نمود؟
- اولین زبان برنامه‌نویسی اختراع شده چه بوده است؟
- فلوچارت یا روند نما چیست و چه کاربردی دارد؟
- در فلوچارت هر یک از علائم چه معنایی دارد و با چه نرم‌افزاری رسم می‌شود؟
- از توابع و عملگرها در زبان C چگونه استفاده می‌شود؟
- به‌کارگیری توابع و عملگرها چگونه باعث افزایش سرعت برنامه‌نویسی و تفهیم بهتر آن می‌شود؟
- اتصال و راه‌اندازی صفحه کلید به میکروکنترلر چگونه صورت می‌گیرد؟
- راه‌اندازی سنسورهایی مانند سنجش دما و شدت نور به کمک واحد ADC در میکروکنترلرها چگونه انجام می‌شود؟

از زمان پیدایش و توسعه زبان برنامه‌نویسی C تا به امروز، این زبان همواره در حال توسعه بوده و در سیستم‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به‌کار می‌رود. با توجه به قدیمی بودن این زبان هیچ‌گاه دستور زبان به‌کار رفته در آن منسوخ نشده است. امروزه زبان‌های بسیار زیادی ایجاد شده‌اند که شباهت به C دارند و به شکل گسترده‌ای توسعه یافته‌اند. نفوذ زبان C در صنعت به قدری است که توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای میکروکنترلر، در حد گسترده از آن استفاده می‌کنند. امروزه زبان‌های برنامه‌نویسی متنوعی برای میکروکنترلرهایی مانند AVR، PIC و سری ARM با استفاده از کامپایلرهای مبتنی‌بر زبان C مانند Codeviosion، PICC، keil و IAR طراحی شده‌اند که بخش عظیمی از صنایع دنیا را پوشش می‌دهند.
در این واحد یادگیری ابتدا علائم و چگونگی ترسیم الگوریتم یا روند برای حل یک مسئله را مطرح می‌کنیم. سپس با مفاهیم ساختار کلی برنامه‌نویسی به زبان C آشنا خواهیم شد. همچنین به‌کارگیری برنامه C در برنامه‌نویسی میکروکنترلرهای AVR و توسعه سخت‌افزار مبتنی بر آن را مورد بحث قرار خواهیم داد.

استاندارد عملکرد

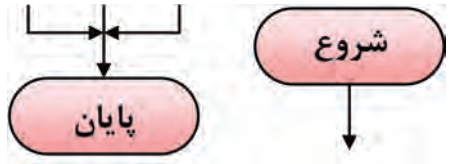
ترسیم فلوچارت برنامه‌های مختلف و پیاده‌سازی آن روی میکروکنترلر

۱ـ۳ـ طراحی الگوریتم (روند) برنامه

عناصر اصلی برای حل یک مسئله در کامپیوتر، ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. برای مثال، برای جمع دو عدد a و b ورودی‌ها a و b هستند. این برنامه یک خروجی دارد که حاصل جمع این دو عدد است. بنابراین نوشتن این برنامه بسیار ساده است، اما برای نوشتن برخی از برنامه‌ها به تفکر بیشتری نیاز داریم. در چنین مرحله‌ای لازم است ابتدا گام‌های برنامه مورد نظر را به‌دست آورید تا بتوانید برنامه مورد نظر را پیاده‌سازی کنید. غالباً اجرای این گام‌ها چندین ساعت طول می‌کشد. همچنین نیاز به محاسبات ریاضی فراوانی دارد. برای رسیدن به این هدف، ترسیم فلوچارت برای مسئله مورد نظر، امری کاربردی است.

به مجموعه‌ای از تصاویر و نمادها که الگوریتم (روند) برنامه را به‌صورت تصویری و نموداری نشان می‌دهد فلوچارت یا روندنما می‌گویند. رسم فلوچارت تا حد زیادی درک مسئله را برای ذهن ما ساده‌تر و قابل فهم‌تر می‌کند.

علائم استاندارد برای طراحی فلوچارت: برای رسم یک فلوچارت لازم است ابتدا با نمادهای آن آشنا شویم. نمادهایی که در روند نما به‌کار می‌رود شامل بیضی، مستطیل، متوازی‌الاضلاع و لوزی است که هر یک مفهومی به شرح زیر دارند.



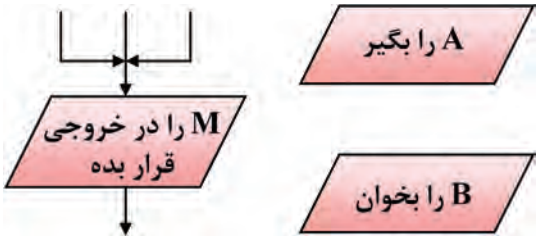
شکل ۱ـ۳

نماد شروع و پایان: برای شروع و پایان هر الگوریتم در فلوچارت از نماد بیضی مطابق شکل ۱ـ۳ استفاده می‌شود. معمولاً از نماد شروع یک پیکان خارج و به نماد پایان یک یا چند پیکان وارد می‌شود.



شکل ۲ـ۳

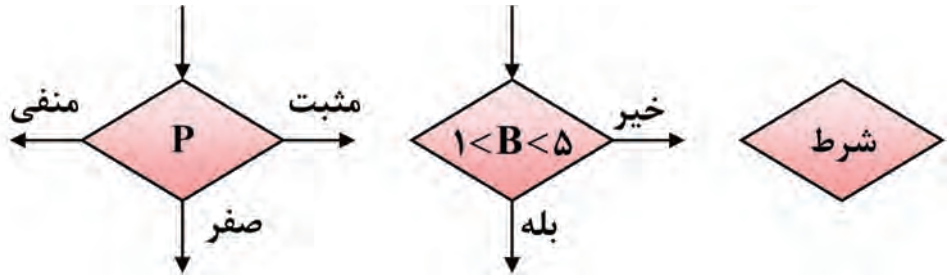
علامت پردازش یا اجرای عملیات: برای نمایش انجام یک عملیات مانند عملیات محاسباتی و پردازشی از علامت مستطیل مطابق شکل ۲ـ۳ استفاده می‌شود، مثلاً شکل ۲ـ۳ می‌گوید در A مقدار ۲، در B مقدار ۴ و حاصل‌ضرب محتوای A در محتوای B در C قرار می‌گیرد. به این نماد یک یا چند پیکان وارد شده و یک پیکان از آن خارج می‌شود.



شکل ۳ـ۳

نماد ورودی و خروجی: از علامت متوازی‌الاضلاع برای نمایش عملیات مربوط به مقادیر ورودی و خروجی داده‌ها استفاده می‌شود. در شکل ۳ـ۳ این نماد و مثال‌هایی از آن را مشاهده می‌کنید.

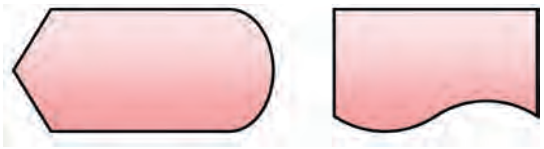
■ **علامت شرط یا if:** شرط یا شرط‌ها را طبق شکل ۴ـ۳ داخل لوزی قرار می‌دهیم. در عبارات شرطی، انجام عملیات منوط به برقرار بودن شرط یا شروط مورد نظر است. طبق شکل ۴ـ۳ به این نماد یک پیکان وارد و متناسب با نیاز دو یا سه پیکان خارج می‌شود. مثلاً در شکل پ ـ۴ـ۳ اگر P، مثبت، منفی یا صفر باشد در هر حالت عملیات مشخصی انجام می‌گیرد.



الف) ب) دو فلش به عنوان خروجی پ) سه فلش به عنوان خروجی

شکل ۴ـ۳

علامت چاپ: برای چاپ مقدار مورد نظر روی کاغذ یا صفحه نمایش، می‌توان از دو علامت شکل ۵ـ۳ استفاده کرد. مقدار مورد نظر برای چاپ، در داخل نماد نوشته می‌شود.



برای چاپ روی کاغذ — چاپ روی صفحه نمایش

شکل ۵ـ۳

فعالیت

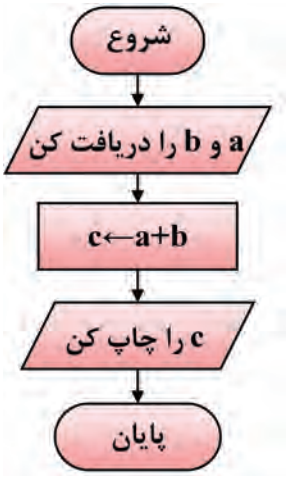
■ تحقیق کنید چه کامپایلرهای دیگری برای AVR به زبان C و پاسکال (PASCAL) وجود دارد.
■ با مراجعه به رسانه‌های مختلف انواع نرم‌افزارهای رسم فلوچارت را پیدا کنید و با پرسش از اهل فن، نرم‌افزار مناسب را انتخاب نمایید و در ساعت‌های غیر درسی با آن کار کنید.

الگوی پرسش

۱ به مجموعه‌ای از تصاویر و نمادها که الگوریتم (روند) یک برنامه را به‌صورت تصویری نشان می‌دهد ..... یا ..... می‌گویند.
۲ از نماد ..... برای شروع و پایان الگوریتم استفاده می‌شود.
۳ از نماد ..... برای پردازش استفاده می‌شود.
۴ از نماد لوزی تعداد ..... پیکان داخل و ..... پیکان خارج می‌شود.

مثال ۱: فلوچارتی رسم کنید که دو عدد a و b را بگیرد و حاصل جمع آنها را چاپ کند. در شکل ۶ـ۳ الگوریتم و فلوچارت برنامه ترسیم شده است.

پاسخ :

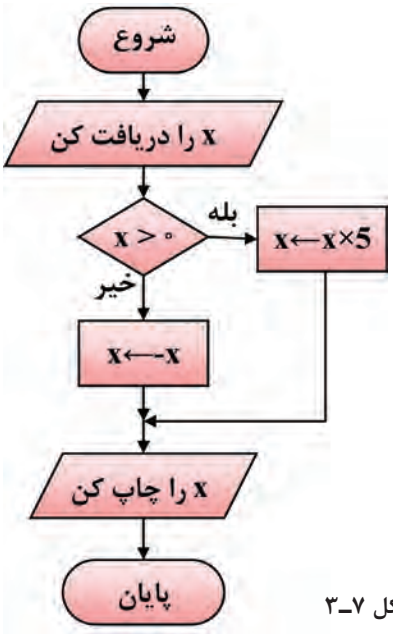


الگوریتم
۱ شروع
۲ a و b را دریافت کن
۳ c ← a + b
۴ c را چاپ کن
۵ پایان

شکل ۶ـ۳

مثال۲: فلوچارت برنامه‌ای را ترسیم کنید که عدد x را به عنوان ورودی دریافت، سپس اگر عدد x مثبت بود آن را در ۵ ضرب کرده و چاپ کند در غیراین صورت آن را در یک منفی ضرب کرده و سپس آن را چاپ نماید، شکل ۷ـ۳.

پاسخ :



الگوریتم
۱ شروع
۲ x را دریافت کن
۳ اگر x>۰، آنگاه
x← x ×۵ و برو به ۵
۴ x ← -x
۵ x را چاپ کن
۶ پایان

شکل ۷ـ۳

مثال ۳: فلوچارتی رسم کنید که عدد صحیح x را دریافت کند و از صفر تا x را شمارش کند.

پاسخ :

الگوریتم

۱ شروع

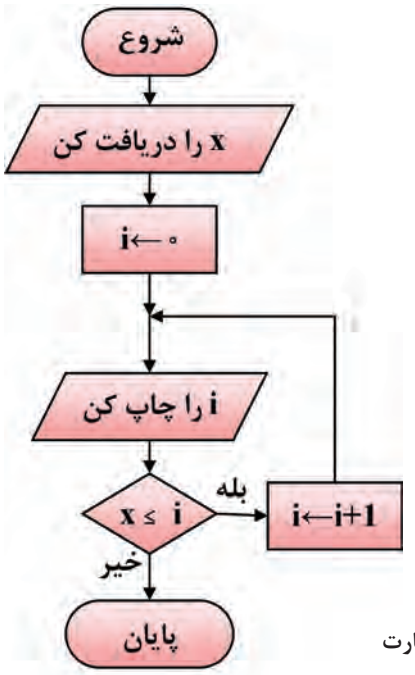
۲ x را دریافت کن

۳ i ← ۰

۴ i را چاپ کن

۵ اگر $i \leq x$ باشد، $i \leftarrow i + 1$ و برو به ۴

۶ پایان



شکل ۸ـ۳ـ فلوچارت

فعالیت

- برای روند (الگوریتم) زیر یک فلوچارت رسم کنید.

۱ شروع

۲ a و b را دریافت کن

۳ d=a.b (d را مساوی a ضربدر b بگیر)

۴ d را چاپ کن

۵ پایان

- برای رسم فلوچارت‌های ذکر شده از نرم‌افزاری که در مراحل قبل انتخاب کرده‌اید استفاده کنید. سپس فلوچارت رسم شده با نرم‌افزار را با فلوچارت‌های داده شده مقایسه کنید، در صورتی که تعارضی دارد درباره آن بحث کنید.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، در مورد یکی از نرم‌افزارهای تبدیل فلوچارت به‌زبان C با نام FlowcodeAVR جست‌وجو کنید. این نرم‌افزار را بارگیری نمایید و برای نوشتن برنامه در بخش‌های بعدی این پودمان مورد استفاده قرار دهید.

الگوی پرسش

۱ فلوچارت برنامه‌ای را رسم کنید که طول و عرض یک مستطیل را دریافت و مساحت و محیط آن را محاسبه و چاپ کند.

۲ روندنمای برنامه‌ای را رسم کنید که سه عدد را دریافت کرده و آنها را با هم مقایسه کند، سپس به ترتیب صعودی چاپ نماید.

۳ فلوچارت برنامه‌ای را رسم کنید که وضعیت یک کلید را از ورودی دریافت کند. اگر کلید در وضعیت باز (صفر) بود، در خروجی از صفر تا ۹ (به‌صورت صعودی) شمارش کنید و اگر کلید در وضعیت بسته (یک) بود، در خروجی از ۹ تا صفر (به‌صورت نزولی) شمارش کنید. شمارش به‌صورت تکراری صورت می‌گیرد تا وقتی که وضعیت کلید تغییر کند.

۴ فلوچارت پرسش‌های ۱ تا ۳ را با نرم‌افزار مناسب رسم کنید.

۲ـ۳ـ یادآوری ساختار برنامه‌نویسی به زبان C

زبان برنامه‌نویسی C در سال ۱۹۷۳ در آزمایشگاه بل طراحی و ارائه شد. خالق این زبان برنامه‌نویسی دنیس ریچی نام دارد. وی در کنار کن تامپسون علاوه‌بر خلق زبان C سیستم عامل یونیکس را توسعه داد. لذا در زمره افراد نامدار در زمینه محاسبات جدید و به عنوان یک فرد مشهور و نامی شناخته شده است. از ویژگی‌های زبان برنامه‌نویسی C، امکان دسترسی به سخت‌افزار و حافظه‌ها، امکان برنامه‌نویسی مستقل (ماژولار ـ Modular)، استفاده از برنامه‌های یک میکروکنترلر با کمی تغییر برای میکروکنترلرهای دیگر به خاطر استاندارد بودن این زبان نام برد.

در کتاب کارگاهی مونتاژ و دمونتاژ پایه یازدهم با ساختار و چگونگی برنامه‌نویسی به زبان C و کامپایلر کد ویژن آشنا شدید. علت استفاده از کدویژن فراگیر بودن آن در بین کاربران AVR، قابل اجرا بودن آن با حداقل سخت‌افزار رایانه‌ای و ساده و سبک بودن نرم‌افزار است. در این بخش مباحث تکمیلی و پیشرفته‌تری را درباره این موضوع آموزش می‌دهیم.

فعالیت

- با استفاده از رسانه‌های موجود، در مورد زبان‌های برنامه‌نویسی قبل از پدید آمدن زبان C گزارشی تهیه و به کلاس ارائه دهید.
- کامپایلر دیگری علاوه‌بر کد ویژن را بررسی و سعی کنید یک برنامه ساده را در آن محیط بنویسید و با میکروکنترلر اجرا کنید.

نرم‌افزار

پس از طراحی و ساخت سخت‌افزارهای میکروکنترلری، لازم است برنامه‌ای برای کنترل آن نوشته شود. تنها زبان قابل فهم برای پردازنده‌ها، زبان ماشین است که از کدهای دو دویی یا باینری (۱۱۰۰۰۱۰۰) تشکیل می‌شود. نوشتن برنامه و رفع اشکال آن به زبان ماشین (low level)کاری دشوار و طاقت فرسا است؛ لذا برای حل این مشکل، از زبان‌های سطح بالا (high level) مانند بیسیک، پاسکال و C استفاده می‌کنیم.

زبان‌های سطح بالا زبان‌هایی هستند که از نظر ساختاری به زبان محاوره انسان شباهت بیشتری دارند. هرقدر زبان برنامه‌نویسی به زبان ماشین که همان صفر و یک است نزدیک‌تر شود، آن زبان را اصطلاحاً زبان سطح پایین می‌گویند.

فعالیت

در مورد زبان اسمبلی Assembly تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

ساختار زبان C: برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرها به زبان C باید از ساختار کلی این زبان که در جدول ۱ـ۳ نشان داده شده است، پیروی کنیم:

جدول ۱ـ۳ـ ساختار و تعاریف مربوط به زبان C همراه با یک نمونه از برنامه

ساختار تعاریف مربوط به زبان C	نمونه‌ای از برنامه زبان C

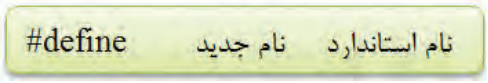
#include (هدر فایل)
ماکروها
متغیرهای عمومی
معرفی توابع
void main (void)
{
....
....
.... برنامه اصلی
....
....
}
بدنه تابع
{
....
.... برنامه تابع
....
}
 	
ادامه در ستون مقابل ⇒
	#include <mega8.h>
	#define key PINB.3
	unsigned char i=0;
	void wait (void);
	void main (void)
	{
	DDRD=0xff;
	while (1)
	{
	if (key==0)
	{
	i++;
	PORTD=i;
	wait( );
	}
	}
	}
	void wait (void)
	{
	int j;
	for(j=0;j<30000;j++);
	}

بارش فکری

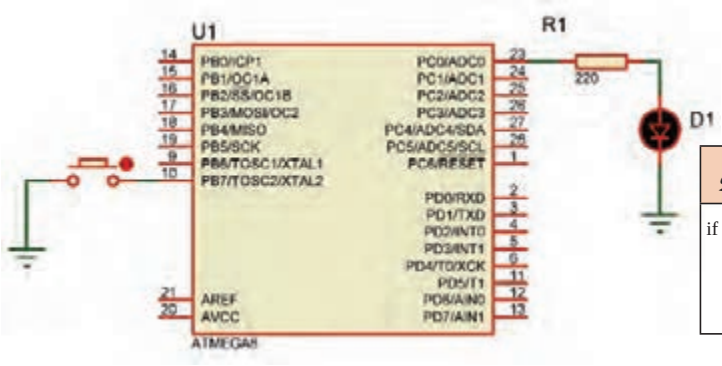
جدول ۱ـ۳ را از طریق بارش فکری به بحث بگذارید و نتیجه را جمع‌بندی کنید و در قالب یک گزارش ارائه دهید.

هدر فایل (Header File): برای تعریف ثابت‌ها، متغیرهای عمومی، دستورات پیش پردازنده و همچنین تعریف اولیه توابع از هدر فایل‌ها استفاده می‌کنیم. در نمونه ارائه شده در جدول ۱ـ۳ عبارت #include <mega8.h> ویژگی‌ها و مشخصات سخت‌افزاری قطعه ATMEGA8 و آدرس حافظه‌ها و رجیسترهای آن را برای کامپایلر معرفی می‌کند.

ماکرو (Macro): ماکرو رشته‌ای است که می‌تواند شامل حرف، عدد، مقادیر ثابت، توابع و مانند آن باشد. برای تعریف ماکرو از پیش پردازنده #define استفاده می‌شود. همچنین در انجام تعاریف جدید به‌جای مقادیر استاندارد و از پیش تعیین شده در مترجم نیز به‌کار می‌رود. استفاده از ماکروها باعث می‌شود تا با نام‌گذاری‌های جدید به‌جای نام‌های استاندارد، برنامه‌نویسی ساده‌تر و قابل فهم‌تر شود و از مراجعه پی درپی به نقشه سخت‌افزار جلوگیری به عمل آید. پیش پردازنده #define به‌صورت شکل ۹ـ۳ نوشته می‌شود: به مثال ۴ توجه کنید.



شکل ۹ـ۳ـ روش نوشتن پیش‌پردازنده در ماکرو



شکل ۱۰ـ۳

جدول ۲ـ۳ـ برنامه مثال ۴

با استفاده از ماکرو	بدون استفاده از ماکرو
#define key PINB.۷ #define led PORTC.۰ if (key==۰) led=۱;	if (PINB.۷==۰) PORTC.۰=۱;

مثال ۴: در شکل ۱۰ـ۳ می‌خواهیم با اتصال کلید PINB.7، LED متصل به PORTC.0 روشن شود، برنامه را یک بار بدون استفاده از ماکرو و سپس با استفاده از ماکرو می‌نویسیم.

حل: در جدول ۲ـ۳ برنامه نوشته شده با استفاده از ماکرو و بدون استفاده از ماکرو را ملاحظه می‌کنید.

متغیر (Variable): در هر زبان برنامه‌نویسی لازم است محل‌هایی از حافظه را برای نگهداری اعداد، کاراکترها و رشته‌ها در نظر بگیریم تا بتوانیم در هنگام اجرای برنامه آنها را بخوانیم یا روی آن بنویسیم. در نمونه ارائه شده در جدول ۱ـ۳ این متغیر با عبارت unsigned char i=0 نوشته شده که متغیر آن i و مقدار اولیه صفر اعلان شده است.

تابع (Function): در برنامه‌های طولانی و پیچیده که شامل چندین بخش منطقی و مستقل از هم هستند، بهتر است برای هر قسمت منطقی، برنامه جداگانه‌ای نوشته شود. برنامه‌هایی که برای هر یک از

بخش‌ها نوشته می‌شود را تابع می‌نامند. با استفاده از تابع، از نوشتن تکراری دستورها تا حد زیادی جلوگیری به‌عمل می‌آید. معمولاً توابع در ابتدای برنامه معرفی و بعد از تابع main تعریف می شوند. در نمونه ارائه شده در جدول ۱ـ۳ یک تابع با نام wait معرفی و در انتهای برنامه تعریف شده است. این تابع با هر بار اجرا یک تأخیر ایجاد می‌کند.

■ **تابع main:** ساختار زبان C بر پایه توابع بنا شده است. برای ترجمه و اجرای برنامه لازم است حتماً یکی از توابع را به نام main معرفی کنیم تا به عنوان تابع اصلی شناخته شود. اجرای برنامه با دستورهای نوشته شده در تابع main آغاز می‌شود.



شکل ۱۱ـ۳ـ ساختار چگونگی اعلان یک متغیر در برنامه C

■ **روش‌های بیان و نوشتن متغیرVariable:**
همان‌طور که گفته شد، در برنامه‌نویسی لازم است محل‌هایی از حافظه را برای نگهداری اعداد کاراکتر و رشته‌ها درنظر بگیریم. در زبان C برای اعلان یک متغیر از ساختار شکل ۱۱ـ۳ استفاده می‌کنیم.
مثال ۵: نمونه‌هایی از معرفی و اعلان متغیر در برنامه را در جدول ۳ـ۳ آورده‌ایم.

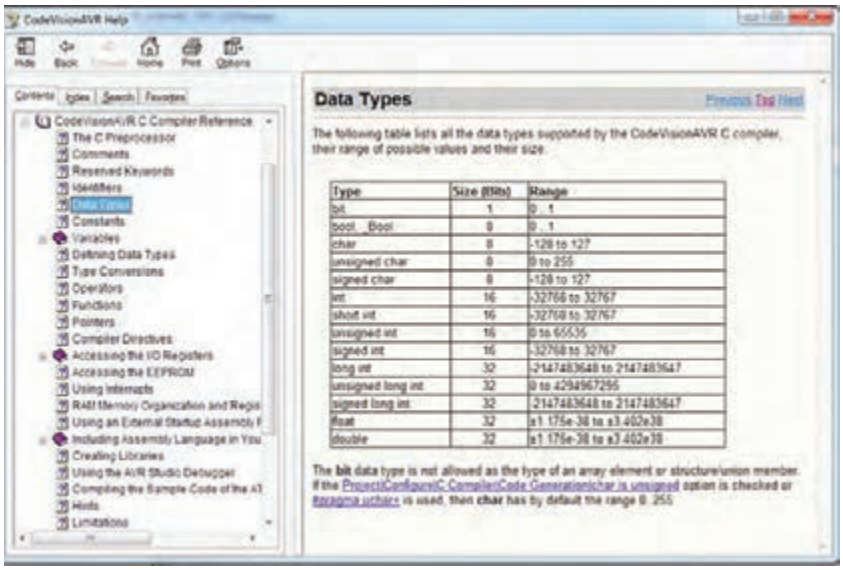
جدول ۳ـ۳

unsigned char	a=۵ ;
int	b,c,d=۲۰۰۰;
float	pi=۳/۱۴;
char	t='R';
char	s[ ]="REZA";

نکته

مقدار دهی اولیه اختیاری است.

■ با توجه به یافته‌های خود این مثال را بررسی کنید و با انطباق با جدول ۱ـ۳ فرایند آن را تعریف نمایید.
■ انواع متغیرها و رنج اعداد قابل نمایش به‌وسیله آنها در Help برنامه و در بخش Data Types طبق شکل ۱۲ـ۳ در دسترس است.



شکل ۱۲ـ ۳ـ جدول متغیرهای C در کدویژن

بازه اعداد قابل ذخیره در متغیرهای بدون علامت و علامت‌دار از روابط داده شده در جدول ۴ـ۳ محاسبه می‌شود.

جدول ۴ـ۳

علامت‌دار	بدون علامت
$-۲^{n-۱} \le N \le ۲^{n-۱}-۱$	$۰ \le N \le ۲^{n}-۱$
در روابط بالا n تعداد بیت و N رنج عدد قابل نمایش می باشد	

مثلاً برای دو متغیر signed char و unsigned char که هشت بیتی هستند، بازه اعداد قابل ذخیره را در جدول ۵ـ۳ ملاحظه می‌کنید:

جدول ۵ـ۳

signed char	unsigned char
$-۲^{۸-۱} \le N \le ۲^{۸-۱}-۱$ $-۱۲۸ \le N \le ۱۲۷$	$۰ \le N \le ۲^{۸}-۱$ $۰ \le N \le ۲۵۵$

فعالیت

با اعضای گروه خود محاسبات مربوط به بازه اعداد قابل نمایش را برای یک متغیر ۱۶ بیتی انجام دهید.

۳ـ۳ـ نوشتن اعداد در مبناهای مختلف در زبان C

در کد ویژن می‌توانید اعداد را در مبناهای ۲، ۸، ۱۰ و ۱۶ بنویسید. در جدول ۶ـ۳، اعداد ۰ تا ۱۵ در مبناهای ۲، ۸، ۱۰ و ۱۶ جهت یادآوری نوشته شده است.

جدول ۶ـ۳ـ تبدیل مبنا

مبنای ۱۰	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
مبنای ۲	۰۰۰۰	۰۰۰۱	۰۰۱۰	۰۰۱۱	۰۱۰۰	۰۱۰۱	۰۱۱۰	۰۱۱۱	۱۰۰۰	۱۰۰۱	۱۰۱۰	۱۰۱۱	۱۱۰۰	۱۱۰۱	۱۱۱۰	۱۱۱۱
مبنای ۱۶	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	A	B	C	D	E	F
مبنای ۸	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷

مثال ۶: می‌خواهیم عدد ۱۲ را در مبناهای مختلف به PORTD ارسال کنیم. برنامه مربوط به مثال ۶ به‌صورت جدول ۷ـ۳ نوشته می‌شود. همان‌طور که

جدول ۷ـ۳

$(۱۲)_{۱۰}=(۱۱۰۰)_{۲}=(۱۴)_{۸}=(C)_{۱۶}$

PORTD=۱۲;	مبنای ۱۰
PORTD=۰b۱۱۰۰;	مبنای ۲
PORTD=۰O۱۴;	مبنای ۸
PORTD=۰xC;	مبنای ۱۶

در جدول ۶ـ۳ دیده می‌شود برای نوشتن اعداد در مبنای ۲ از پیشوند b۰، برای مبنای ۸ از پیشوند O۰ و برای مبنای ۱۶ از پیشوند x۰ استفاده می‌شود. مبنای ۱۰ نیازی به پیشوند ندارد. توجه داشته باشید هر سه پیشوند با صفر شروع می‌شود.

مثال۷: طبق شکل ۱۳ـ۳ هشت عدد LED را به PORTB متصل کنید و یک شمارنده بالا شمار برروی آن ایجاد نمایید. در جدول ۸ـ۳ برنامه مربوط به مثال ۷ را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۸ـ۳

```
#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
unsigned char i=۰;
void main(void)
{
DDRB=۰xFF;
while(۱)
{
 PORTB=i;
 delay_ms(۵۰۰);
 i++;
}
}
```

نکته

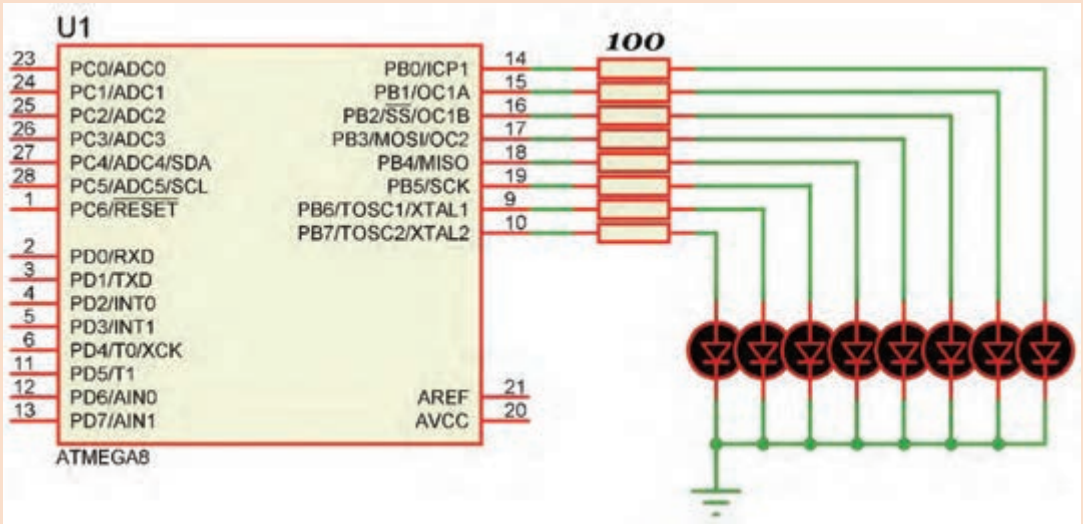
در نوشتن برنامه به زبان C باید دستورها با حروف کوچک و نام رجیسترها با حروف بزرگ نوشته شود.

فعالیت

برنامه مثال ۷ را در گروه خود بررسی کنید و فرایند اجرای آن را طبق الگوی برنامه داده شده به بحث بگذارید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

فعالیت

با توجه به مدار شکل ۱۳ـ۳ برنامه‌ای بنویسید که روی PORTB یک شمارنده پایین شمار ایجاد کند.



شکل ۱۳ـ۳

۴ـ۳ـ عملگرها (Operators)

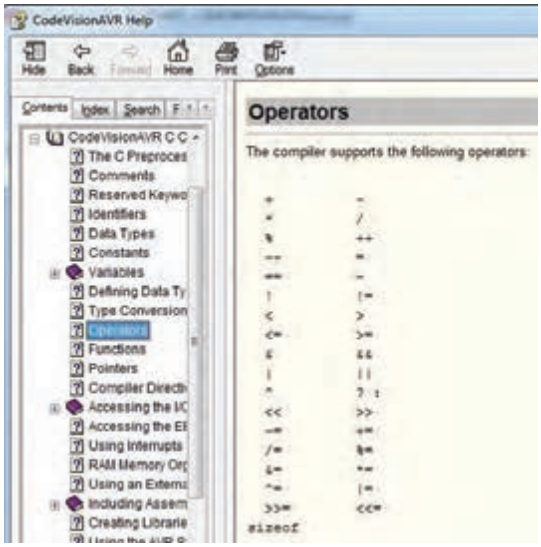
تعریف عبارت

در ریاضیات، به مجموعه‌ای مرکب از اعداد، متغیرها و عملگرها، عبارت گفته می‌شود. برای مثال هر یک از جملات زیر یک عبارت ریاضی است.

$-x \quad ۳/۱۴\times R\times R \quad ۷\times ۲+۴ \quad ۳+۶$

درجمله ۳+۶ علامت + را عملگر و دو عدد ۳ و ۶ را عملوند می‌گویند. از آنجایی که عملگر جمع، بر روی دو عملوند عمل می‌کند به آن عملگر دوتایی گفته می‌شود.

در جمله x- عملگر قرینه‌ساز فقط یک عملگر دارد و به آن عملگر یکتایی گفته می‌شود.



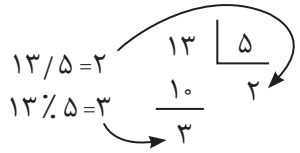
شکل ۱۴ـ۳ـ عملگرها در کدویژن

عملگرهایی که می‌توانید در زبان C و در برنامه کدویژن استفاده کنید، طبق شکل ۱۴ـ۳ در Help برنامه و در بخش Operators آورده شده است.

در جدول ۹ـ۳ فهرست عملگرهای ریاضی را به ترتیب اولویت مشاهده می‌کنید:

عملگرهای جمع (+)، **تفریق** (-) **و ضرب** (*): این عملگرها در واقع همان محاسبات ریاضی هستند که تاکنون آموخته‌اید.

عملگرهای تقسیم معمولی (/)، **باقی‌مانده** (٪) **و اعشار** (.): عملکرد این عملگرها به‌صورت زیر تعریف می‌شود.



در عملگر تقسیم معمولی اگر هر دو عملوند از نوع عدد صحیح باشند، نتیجه نیز عددی صحیح خواهد بود. اگر یکی یا هر دو عملوند از نوع عدد اعشاری باشند، نتیجه عدد اعشاری خواهد شد.

7/2=3 , 7/2.0=3.5 , 7.0/2=3.5, 7.0/2.0=3.5

عملگرهای افزایش به مقدار یک واحد (++) **و کاهش به مقدار یک واحد** (--): در جدول ۱۰ـ۳ عملکرد این عملگرها با مثال نشان داده شده است.

جدول ۹ـ۳ـ اولویت عملگرهای ریاضی در زبان C همراه با مثال

الویت	نام عملگر	نشانه	مثال	نوع عملگر
۱	قرینه	-	-۷	یکتایی
۲	ضرب تقسیم باقیمانده تقسیم	* / ٪	۷*۱۲ ۱۷/۴ ۱۳٪۵	دوتایی
۳	جمع تفریق	+ -	۶۷+۹ ۵۶-۷۸	دوتایی

جدول ۱۰ـ۳ـ عملگرهای افزایش و کاهش همراه با مثال

نتیجه	عملگر	مقدار اولیه
a=۶	a++	a=۵
a=۴	a--	a=۵

عملگرهای انتساب (=)، شرط مساوی (==) و شرط نامساوی (=!): نماد = مقداری را به یک متغیر نسبت می‌دهد و نماد == بررسی می‌کند که آیا دو مقدار با هم مساوی هستند یا خیر. همچنین نماد =! بررسی می‌کند که آیا دو مقدار با هم نامساوی هستند یا خیر.

- در دستور ;K=۵ مقدار ۵ در متغیر K قرار می‌گیرد.
- در دستور ;K==۵ مقدار K با عدد ۵ مقایسه می‌شود. اگر برابر باشند، نتیجه دستور مقدار یک یا TRUE است. در صورتی که مقدار K با عدد ۵ برابر نباشد، نتیجه دستور مقدار صفر یا FALSE خواهد بود.
- در دستور ;K!=۵ مقدار K با عدد ۵ مقایسه می‌شود. اگر برابر نباشند، نتیجه دستور مقدار یک یا TRUE و در صورتی که برابر باشند مقدار برابر با صفر یا FALSE است.

جدول ۱۱ـ۳ـ عملگرهای بیتی و منطقی

عملگر	بیتی	منطقی
NOT	~	!
AND	&	&&
OR	|	||
XOR	^	ندارد

عملگرهای بیتی و منطقی: نماد این عملگرها به‌صورت !، ~، &، &&، |، || و ^ است. در جدول ۱۱ـ۳ عملگرهای بیتی و منطقی و نماد آنها را ملاحظه می‌کنید.

در عملگرهای بیتی ابتدا عملوندها به‌صورت باینری نوشته و سپس بیت به بیت عمل مورد نظر بر روی بیت‌ها انجام می‌شود.

مثال ۸: اگر a=۰x۵۶ و b=۰x۹C باشد، مقادیر زیر را به‌دست آورید.

PORTD=a & b; PORTD=a | b; PORTD=a ^ b; PORTD=~a;

در جدول ۱۲ـ۳ عملگرها، نوع عملیات و نتیجه حاصل شده را ملاحظه می‌کنید.

در عملگرهای منطقی ابتدا درستی یا نادرستی هرعبارت مشخص و سپس عمل مورد نظر بر روی آنها انجام می‌شود.

جدول ۱۲ـ۳ـ پاسخ مثال ۷ عملگرهای بیتی

عملگر	عملیات	نتیجه
AND	a=۰x۵۶ ۰۱۰۱۰۱۱۰ b=۰x۹C ۱۰۰۱۱۱۰۰ a&b ۰۰۰۱۰۱۰۰	PORTD =۰۰۰۱۰۱۰۰=۰x۱۴
OR	a=۰x۵۶ ۰۱۰۱۰۱۱۰ b=۰x۹C ۱۰۰۱۱۱۰۰ a|b ۱۱۰۱۱۱۱۰	PORTD =۱۱۰۱۱۱۱۰=۰xDE
XOR	a=۰x۵۶ ۰۱۰۱۰۱۱۰ b=۰x۹C ۱۰۰۱۱۱۰۰ a^b ۱۱۰۰۱۰۱۰	PORTD =۱۱۰۰۱۰۱۰=۰xCA
NOT	a=۰x۵۶ ۰۱۰۱۰۱۱۰ ~a ۱۰۱۰۱۰۰۱	PORTD =۱۰۱۰۱۰۰۱=۰xA۹

فعالیت

در گروه کاری خود، جدول ۱۲ـ۳ را به بحث بگذارید و نتیجه آن را جمع‌بندی کرده و در قالب گزارش ارائه دهید.

مثال ۹: در جدول ۱۳ـ۳ که قطعه‌ای از یک برنامه است، اگر a=۵ و b=۸ باشد، بر روی پورت D چه عددی نمایش داده خواهد شد؟

در این مثال نتیجه عبارت a>۶ نادرست (false) و نتیجه عبارت b<۱۰ درست (true) می‌باشد.پس نتیجه عملگر منطقی AND نادرست خواهد بود و به دلیل برقرار نبودن شرط، دستور مربوط به else اجرا و روی PORTD عدد ۵۵ نمایش داده می‌شود.

شیفت به چپ و راست: در شکل ۱۵ـ۳ علامت شیفت یا جابه‌جایی به چپ و راست را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵ـ۳ـ شیفت به چپ و راست

□ با اجرای عملگرهای شیفت، از یک سمت «صفر» وارد و از سمت دیگر «یک بیت» خارج می‌شود. نماد شیفت به چپ با دو علامت کوچکتر « << » و نماد شیفت به راست با دو علامت بزرگتر « >> » نشان داده می‌شود.

در عبارت a>>۳ یعنی عدد موجود در متغیر a سه بار به سمت راست انتقال یابد.

مثال ۱۰: اگر b=۰xFE و a=۰xCF باشد، حاصل عبارت PORTD =((a>>۳) & (b<<۲)) را به‌دست آورید.

در جدول ۱۳ـ۳ پاسخ مربوط به مثال ۱۰ را مشاهده می‌کنید.

a=۱۱۰۰۱۱۱۱ b=۱۱۱۱۱۱۱۰

جدول ۱۳ـ۳ـ کد مثال ۹

```
if ((a>۶) && (b<۱۰))
PORTD =۹۹;
else
PORTD = ۵۵;
```

فعالیت

درباره جدول ۱۴ـ۳ و چگونگی کار عملگرها در آن بحث کنید و نتیجه را در یک پاراگراف بنویسید.

جدول ۱۴ـ۳ـ پاسخ مثال ۹ عملگرهای شیفت و AND

عملگر	نتیجه
a>>۳	۰۰۰۱۱۰۰۱
b<<۲	۱۱۱۱۱۰۰۰
&	۰۰۰۱۱۰۰۰

جدول ۱۵ـ۳ـ کد مثال ۱۱

```
if (a<b)
PORTD =۹۹;
else
PORTD =۵۵;
```

عملگرهای شرط بزرگ‌تر (>) و شرط کوچک‌تر (<):

مثال۱۱: در قطعه برنامه‌ای که در جدول ۱۵ـ۳ نشان داده شده است، اگر a=۵ و b=۸ باشد، پورت D چه عددی را نمایش می‌دهد؟

در این مثال به دلیل برقرار بودن شرط، دستور PORTD =۹۹ اجرا می‌شود.

بارش فکری

جدول ۱۵ـ۳ را از طریق بارش فکری به بحث بگذارید و نتیجه را با پاسخ داده شده مقایسه کنید.

عملگر شرطی «: ?»: این عملگر مانند دستور if else عمل می‌کند و به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

(دستور اول) ؟ (عبارت شرطی) : (دستور دوم)

اگر شرط موجود در عبارت شرطی برقرار باشد دستور اول و در غیر این صورت، دستور دوم اجرا می‌شود.

(a>b) ? (PORTD =۹۹) : (PORTD =۵۵)

عملگرهای تخصیص مرکب

توسط این روش می‌توان عبارات محاسبه ای را مانند جدول ۱۶ـ۳ به‌صورت خلاصه نوشت.

جدول ۱۶ـ۳ـ عملگرهای تخصیص مرکب

شکل خلاصه شده	شکل اصلی
a+ = 5	a = a+5
b* =7	b = b * 7
c& = 8	c = c & 8
d << =4	d = d<<4

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، درباره عملگرهای تخصیص مرکب تحقیق کنید و نتیجه را در قالب گزارش ارائه دهید.

عملگر sizeof:

خروجی عملگر sizeof، مقدار حافظه‌ای است که یک متغیر، برحسب بایت اشغال می‌کند.در جدول ۱۷ـ۳ مثال‌هایی آورده شده است.

جدول ۱۷ـ۳

مثال‌های مربوط به عملگر sizeof و نتیجه آنها

متغیر	عملیات	نتیجه
char a;	x= sizeof (a)	x =۱
int b;	x= sizeof (b)	x =۲
float c;	x= sizeof (c)	x =۴

الگوی پرسش

۱ برنامه‌ای بنویسید که عددی را از PORTB دریافت کند، اگر عدد دریافت شده، فرد بود روی PORTD عدد ۱ و اگر زوج بود عدد ۲ را روی PORTD نمایش دهد.

۲ برنامه‌ای بنویسید که یک عدد باینری را مشابه جدول ۱۸ـ۳ از PORTB دریافت کند، و تعداد صفرهای آن را روی PORTC و تعداد یک‌های آن را روی PORTD نمایش دهد.

۳ برنامه‌ای بنویسید که مشابه جدول ۱۹ـ۳ یک عدد باینری را از PORTB دریافت کند، در صورتی که خروجی دو سنسور به این پورت متصل شده باشند، عدد ارسالی هر سنسور را جدا کرده و به پورت‌های C و D ارسال نماید و آن را نمایش دهد.

جدول ۱۸ـ۳

PORTB	PORTC	PORTD
۱۰۱۱۰۱۱۰	۳	۵

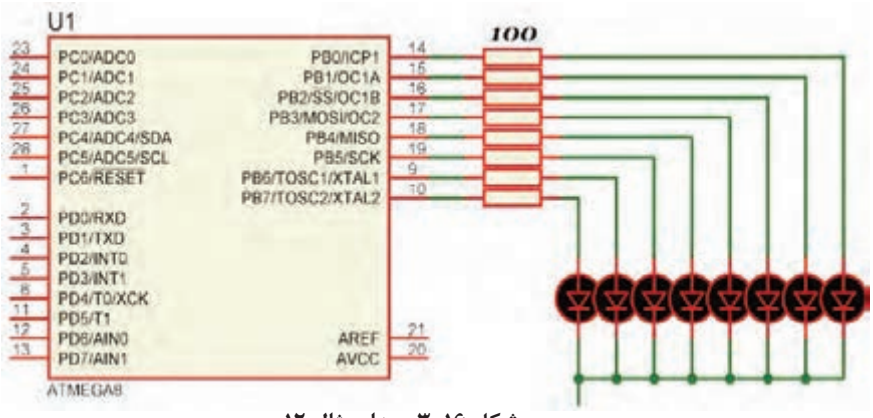
جدول ۱۹ـ۳

PORTB		PORTC	PORTD
S۱	S۲	S۱	S۲
۱۰۰۱	۰۱۱۱	۹	۷

مثال۱۲: با توجه به شکل ۱۶ـ۳ که هشت عدد LED به PORTB متصل است برنامه‌ای بنویسید که LEDها به‌صورت چشمک‌زن عمل کنند.

جدول ۲۰ـ۳

```
#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
void main(void)
{
 DDRB=۰xff;
 while(۱)
 {
 PORTB=۰b۰۰۰۰۱۱۱۱;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۱۱۱۱۰۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
}
}
```



شکل ۱۶ـ۳ـ مدار مثال ۱۲

فعالیت

در ساعات غیر درسی، برنامه را در نرم‌افزار بارگذاری کنید و مدار را راه‌اندازی نمایید. در صورت امکان، مدار را به‌صورت سخت‌افزاری نیز اجرا کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مثال۱۳: برای شکل ۱۶ـ۳ برنامه‌ای بنویسید که یک شمارنده حلقوی روی آن ایجاد شود.

جدول ۲۱ـ۳

```
#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
void main(void)
{
 DDRB=۰xff;
 while(۱)
 {
PORTB=۰b۰۰۰۰۰۰۰۱;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۰۰۰۰۰۱۰;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۰۰۰۰۱۰۰;
```

ادامه در ستون مقابل ⇒

```
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۰۰۰۱۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۰۰۱۰۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۰۱۰۰۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۰۱۰۰۰۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
PORTB=۰b۱۰۰۰۰۰۰۰;
 delay_ms(۵۰۰);
 }
}
```

در مثال ۱۳ چون برنامه با دستورهای ساده نوشته شد تعداد خطوط برنامه نیز بسیار زیاد شده است.

مثال۱۴: برنامه مثال ۱۳ را به کمک حلقه و دستور انتقال به چپ << بنویسید. این کار باعث کاهش تعداد خطوط برنامه می‌شود. برنامه نوشته شده را با برنامه داده شده در جدول ۲۲ـ۳ مقایسه کنید.

جدول ۲۲ـ۳

```
#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
unsigned char i;
void main(void)
{
 DDRB=۰xff;

⇒ ادامه در ستون مقابل
```

```
while(۱)
{
for (i=۰ ; i<۸ ; i++)
{
PORTB=۱<< i;
delay_ms(۵۰۰);
  }
 }
}
```

نکته

در این برنامه متغیر i با هر بار اجرای حلقه for یک واحد افزایش می‌یابد. در این حالت، در دستور PORTB=۱<< i; عدد یک به اندازه عدد متغیر i به سمت چپ انتقال می‌یابد.

فعالیت

برای شکل ۱۲ـ۳ برنامه‌ای بنویسید که یک شمارنده جانسون بر روی آن ایجاد شود. این فعالیت را یک‌بار با دستورهای ساده و بار دیگر با استفاده از حلقه و دستور انتقال انجام دهید.

راهنمایی: از عملگر ^ (XOR) استفاده کنید.

ـ در شمارنده جانسون LEDها یکی پس از دیگری روشن می‌شوند و روشن باقی می مانند تا همه آنها روشن شوند. سپس به همان ترتیب که روشن شده بودند خاموش خواهند شد.

۵ـ۳ـ دستور شرطی if

اگر قرار باشد دستور یا دستورهایی بنا به شرایط خاص انجام شود، از دستورهای شرطی استفاده می‌کنیم.

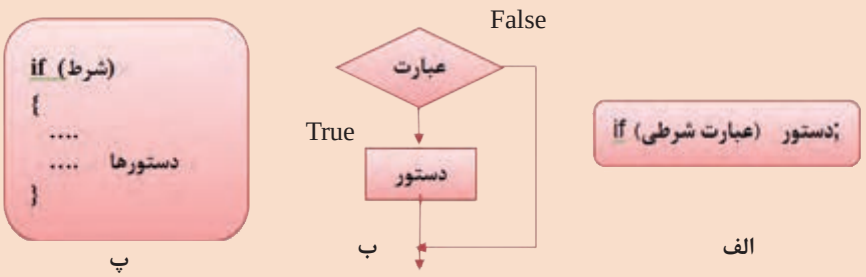
یکی از دستورهای شرطی پرکاربرد دستور if است که در شکل الف ـ ۱۷ـ ۳ مشاهده می‌کنید.

ـ توجه داشته باشید که نتیجه عبارت شرطی همواره یکی از دو حالت (true) یا (false) خواهد بود.

فلوچارت دستور if را در شکل ب ـ ۱۷ـ ۳ مشاهده می‌کنید.

نکته

اگر تعداد دستورهای بعد از if بیش از یک دستور باشد، طبق شکل پ ـ ۱۷ـ ۳ باید بین دو آکولاد {} قرار گیرد.



شکل ۱۷ـ۳

جدول ۲۳ـ۳

```
#include < mega۸.h >
#include < delay.h >
signed char i=۰;
void main (void)
{
 DDRB =۰xff;
 while (۱)
ادامه در ستون مقابل ⇒
{
PORTB =i;
delay_ms (۵۰۰);
i++;
if (i==۱۰) i=۰;
}
}
```

مثال۱۵: برای شکل ۱۶ـ۳ برنامه‌ای بنویسید که یک شمارنده باینری بالاشمار صفر تا ۹ ساخته شود.

در جدول ۲۳ـ۳ برنامه داده شده است. این برنامه را بررسی کنید و درباره آن بحث کنید.

فعالیت

در ساعات غیر درسی، برنامه را در نرم‌افزار بارگذاری کنید و مدار را راه‌اندازی نمایید. در صورت امکان، مدار را به‌صورت سخت‌افزاری نیز اجرا کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

فعالیت

برنامه مثال ۱۵ را طوری بنویسید که یک شمارنده باینری پایین شمار ۹ تا صفر داشته باشیم.

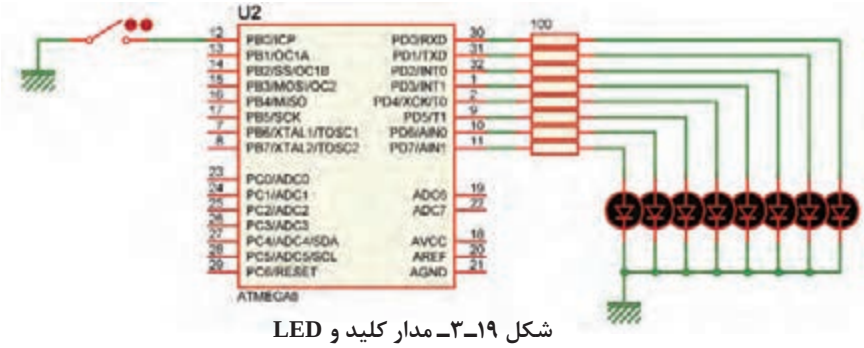
۶ـ۳ـ دستور if - else

اگر لازم باشد که در صورت برقرار بودن یک شرط، دستور یا دستورهایی اجرا شود، و در صورت برقرار نبودن آن شرط، دستورهای دیگری اجرا شود، از دستور if_else استفاده می‌کنیم. ساختار این دستور در شکل ۱۸ـ۳ نشان داده شده است.

مثال۱۶: هشت عدد LED به PORTD و یک کلید به PINB.0 مانند شکل ۱۹ـ۳ متصل است برنامه‌ای بنویسید که اگر کلید باز بود تمام LEDهای روی PORTD روشن و اگر کلید بسته بود همه LEDها خاموش شوند.



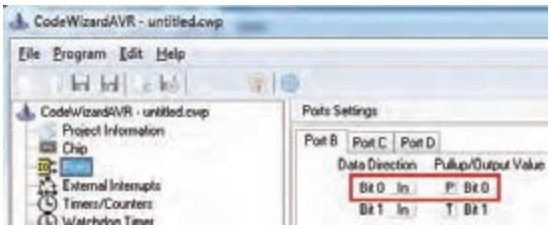
شکل ۱۸ـ۳ـ دستور if_else



شکل ۱۹ـ۳ـ مدار کلید و LED

توجه داشته باشید هنگام تنظیم wizard باید مانند شکل ۲۰ـ۳ بیت صفر مربوط به PORTB، یعنی PB0 را در حالت ورودی قرار دهیم و Pull_Up داخلی آن را فعال کنیم.

در جدول ۲۴ـ۳ برنامه داده شده است. این برنامه را بررسی و درباره آن بحث کنید.



شکل ۲۰ـ۳ـ تنظیم

جدول ۳ـ۲۴

#include <mega۸. h>
#include <delay. h>
void main (void)
{
while(۱)
{
if (PINB.۰ = =۱)
{
⇒ ادامه در ستون مقابل
	PORTD =۰b۱۱۱۱۱۱۱۱;
	}
	else
	{
	PORTD =۰b۰۰۰۰۰۰۰۰;
	}
	}
	}

فعالیت

برای سخت‌افزار شکل ۱۹ـ۳ برنامه‌ای بنویسید که اگر کلید باز بود روی PORTD یک شمارنده بالا شمار و اگر کلید بسته بود شمارنده پایین شمار داشته باشیم.

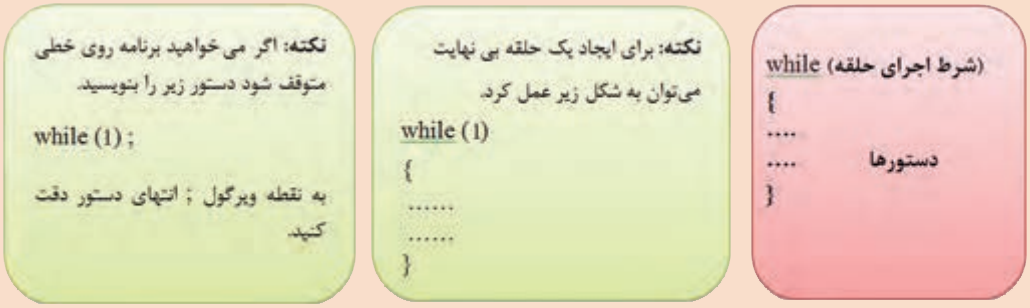
۷ـ۳ـ حلقه (Loop)

در برنامه‌نویسی حالت هایی پیش می‌آید که لازم است دستور یا دستورهایی چندین بار به‌صورت حلقه و تکراری اجرا شود. در این شرایط باید آنها را درون یک حلقه قرار دهیم تا به تعداد دفعات مورد نیاز تکرار شوند. در هر حلقه، یک شمارنده (Counter) وجود دارد که آن را با عدد حلقه پر می‌کنیم و با هر بار اجرا یک واحد از آن کم می‌کنیم. وقتی محتوای شمارنده صفر شود، از حلقه خارج می‌شویم.

دستور while : یکی از روش‌های ایجاد حلقه استفاده از دستور while است که در شکل الف ـ ۲۱ـ ۳ آن را ملاحظه می‌کنید.

بحث کنید

به نکات ذکر شده در شکل‌های ب ـ ۲۱ـ ۳ و پ ـ ۲۱ـ ۳ توجه کنید و آنها را مورد بحث قرار دهید. سپس نتیجه را جمع‌بندی کنید.



(الف) (ب) (پ)

شکل ۲۱ـ۳

جدول ۲۵ـ۳

#include <mega۸. h>
#include <delay. h>
signed char i;
void main (void)
{
DDRB=۰xff;
i=۵;
while(i >۰) //
تا زمانی که i بزرگ‌تر از صفر است حلقه انجام می‌شود
⇒ ادامه در ستون مقابل
	{
	PORTB =۰xff;
	delay_ms(۵۰۰);
	PORTB =۰x۰۰;
	delay_ms(۵۰۰);
	i_ _;
	}
	while (۱);}

مثال ۱۷: برای مدار شکل ۱۶ـ۳ با استفاده از دستور while برنامه‌ای بنویسید که LEDها را پنج بار روشن و خاموش کند.

در جدول ۲۵ـ۳ برنامه داده شده است. این برنامه را بررسی کنید و درباره آن بحث کنید.

با استفاده از دستور while برنامه‌ای بنویسید که بر روی PORTB یک شمارنده باینری بالا شمار صفر تا ۹ داشته باشیم.

جدول ۲۶ـ۳

#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
unsigned char i;
void main(void)
{
DDRB=۰xff;
for(i=۰;i<۵;i++)
⇒ ادامه در ستون مقابل
	{
	PORTB=۰xFF;
	delay_ms(۵۰۰);
	PORTB=۰x۰۰;
	delay_ms(۵۰۰);
	}
	while(۱);
	}

حلقه for: هرگاه تعداد دفعات تکرار حلقه مشخص باشد، بهتر است از دستور for با ساختار داده شده در شکل ۲۲ـ۳ استفاده کنیم.

مثال ۱۸: برای مدار شکل ۱۵ـ۳ با استفاده از حلقه for برنامه‌ای بنویسید که LEDها را پنج بار روشن و خاموش کند.

در جدول ۲۶ـ۳ برنامه داده شده است. این برنامه را بررسی و درباره آن بحث کنید.

```
for (گام حلقه ; شرط اجرای حلقه ; مقدار اولیه = متغیر حلقه)
{
....
....        دستورها
}
```

شکل ۲۲ـ۳

فعالیت

برای مدار شکل ۱۹ـ۳ با استفاده از دستور for برنامه‌ای بنویسید که بر روی PORTB یک شمارنده باینری بالا شمار از صفر تا ۹ داشته باشیم.

۸ـ۳ـ تابع (Function)

■ ساختار زبان C بر پایه توابع است. کاربر می‌تواند هر بخش از برنامه را به‌صورت یک تابع بنویسد و زمانی که لازم بود آن را فراخوانی و اجرا نماید. نوشتن برنامه به‌صورت توابع دارای مزایایی به شرح زیر است:

☑ خواندن برنامه و درک آن آسان‌تر است.
☑ رفع اشکال از برنامه ساده‌تر است.
☑ اصلاح و ارتقای برنامه ساده‌تر صورت می‌گیرد.
☑ می‌توان از توابع نوشته شده در برنامه‌های دیگر هم استفاده کرد.

■ بسته به این که تابع ورودی یا خروجی داشته باشد چهار حالت زیر به‌وجود می‌آید:

بدون ورودی ـ بدون خروجی `void f1(void)`
با ورودی ـ بدون خروجی `void f2(unsigned char x)`
بدون ورودی ـ با خروجی `char f3(void)`
با ورودی ـ با خروجی `int f4 (float y)`

نکته

■ اگر تابعی دارای چند ورودی از یک نوع باشد باید مانند نمونه زیر تک تک آنها معرفی شوند:
درست `void f1 (int x , int y , int z)` نادرست `void f1 (int x , y , z)`

■ هر تابع فقط می‌تواند یک خروجی داشته باشد. برای خروج دیتا از دستور return استفاده می‌شود.
`return` مقدار ثابت ; یا `return` نام متغیر ;

■ انواع توابع در زبان C

☑ توابع کتابخانه ای استاندارد (standard library function)
☑ توابع تعریف شده توسط کاربر (user defined function)

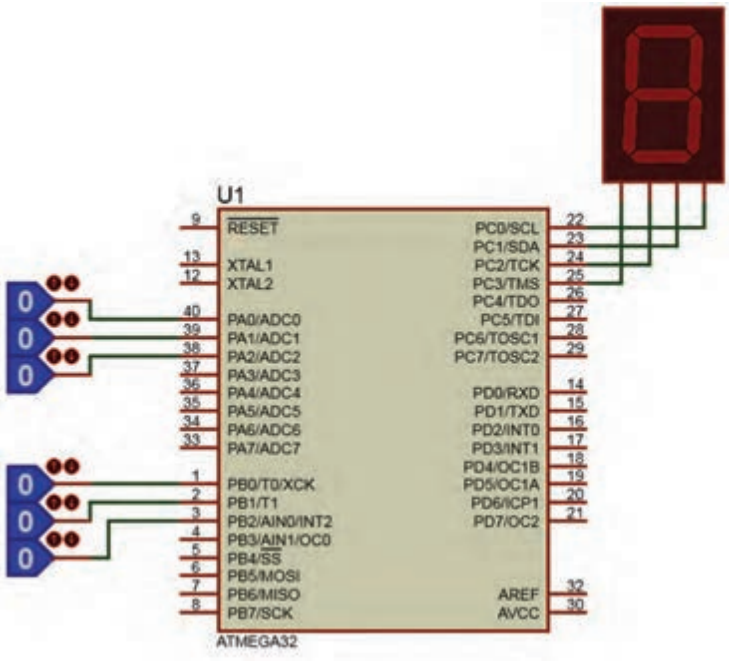
برخی از توابع پرکاربرد که در اغلب برنامه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، از قبل نوشته شده و در فایل‌هایی با پسوند h هنگام نصب برنامه در کنار بقیه فایل‌های کامپایلر C ذخیره می‌شوند. این توابع را توابع کتابخانه‌ای می‌نامند. برای مثال توابع ریاضی مانند sin() و cos() در کتابخانه math.h قرار دارند. فایل های دیگری نیز وجود دارند که در آرشیوهای دیگر تجمیع می‌شوند. و در صورت لزوم می‌توانیم از آنها استفاده کنیم.

■ ایجاد تابع جدید

□ محل قرار گرفتن تابع می‌تواند به یکی از شکل‌های نشان داده شده در جدول ۲۷ـ۳ باشد.

اگر توابع مستقل باشند، و از داخل یک تابع، تابع دیگری فراخوانی نشود، انتخاب شکل (الف) یا (ب) تفاوتی ندارد. در غیر این صورت باید روش الف را استفاده کنید.

مثال ۱۹ : برنامه‌ای بنویسید که در آن تابعی دو عدد را به‌عنوان ورودی دریافت و حاصل جمع آن‌ها را به‌عنوان خروجی به برنامه اصلی برگرداند و برنامه اصلی حاصل جمع را روی PORTC نمایش دهد. مانند شکل ۱۸ـ۳ دو عدد سه‌بیتی را از PORTA و PORTB بخوانید.



شکل ۲۳ـ۳

جدول ۲۷ـ۳ محل قرارگیری تابع

الف	ب
معرفی تابع ;	بدنه تابع
void main (void)	{
{	.....
.....	.....
.....	}
فراخوانی تابع	
.....	void main (void)
}	{
	.....
بدنه تابع	.....
{	فراخوانی تابع
.....	.....
.....	}
}	

جدول ۲۸ـ۳

```
#include <mega32.h>
unsigned char a,b,c;
unsigned char sum(unsigned char x,unsigned char y)
{
unsigned char z;
z=x+y;
return z;
}
void main (void)
{
DDRA=0x00;
DDRB=0x00;
DDRC=0xff;
```

ادامه در ستون مقابل ⇒

```
While(۱)
{
a=PINA & ۰x۰۷;      1
b=PINB & ۰x۰۷;      2
c=sum(a,b);
PORTC=c;
}
}
```

این مثال را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید. برای ورود اعداد باینری، از کتابخانه Debugging Tools ابزار Logicstate و برای نمایش اعداد از کتابخانه Optoelectronics قطعه 7SEG-BCD را بردارید. در جدول ۲۸ـ۳ برنامه داده شده است. این برنامه را بررسی کنید و فرایند اجرای آن را با دقت بیاموزید و درباره آن بحث کنید.

■ در خطوط مشخص شده با شماره‌های ۱ و ۲ به عمل انجام شده ماسک (Mask) کردن می‌گویند با این کار فقط سه بیت اول پورت خوانده شده و بقیه بیت‌ها صفر می‌شوند. (با توجه به درس مدار منطقی A.0=0 و A.1=A)

فعالیت

فعالیت‌های زیر را در محیط پروتئوس و با میکرو ATMEGA32، یک‌بار بدون تابع و یک بار با تابع انجام دهید.
یک عدد چهاربیتی را از پورت A دریافت کنید. اگر عدد ورودی زوج بود، روی پورت C عدد ۲ و اگر فرد بود عدد۳ را نمایش دهید.
یک عدد هشت‌بیتی را از پورت A دریافت و تعداد یک‌های آن را روی پورت C و تعداد صفرهای آن را روی پورت D نمایش دهید.

■ الگوی آزمون نرم‌افزاری واحد یادگیری ۳

مشابه یکی از مثال‌ها یا فعالیت های داده شده در متن واحد یادگیری را به‌صورت نرم‌افزاری اجرا کنید.

■ الگوی آزمون نظری واحد یادگیری ۳

۱ فلوچارت برنامه‌ای را بنویسید که بتواند از رابطه $y=(x+1)^2$ جذر بگیرد و مقدار y را به ازاء مقادیر بزرگ‌تر از یک محاسبه کند.

۲ اصلاحات Variable، Fuction و main را تعریف کنید.

۳ هر یک از دستورات زیر را تفسیر کنید.

```
unsigned char a = 6 ;
int b,c,d = 1000 ;
float pi =0.28;
char s[] =”ALI”;
```

۴ هریک از دستورات PORTD =12; و PORTD =0b11000; چه مفهومی دارند.

۵ دستور a++ نشانه ..... و دستور a-- نشانه ..... است.

۶ دردستور شرطی if برای اجرای چند دستور، دستورها همواره باید در بین دو آکولاد قرار گیرد.
درست ☐ نادرست ☐

۷ در ویزارد، پول آپ داخلی چه کاربردی دارد؟ شرح دهید. چنانچه فعال نشود چه اشکالی برای برنامه پدید می‌آورد؟

ارزشیابی واحد یادگیری ۳: کسب شایستگی در طراحی الگوریتم(فلوچارت) مدار پروژه ساده الکترونیکی

شرح کار:

۱ طراحی الگوریتم و فلوچارت
۲ عملگرها و کاربرد آن در برنامه C
۳ نوشتن چند برنامه ساده با دستورهای حلقه، شرطی و حلقه شرطی در زبان C
۴ تشریح توابع و توابع کتابخانه‌ای استاندارد و استفاده از آنها در نوشتن برنامه ساده به زبان C
۵ استفاده از شبیه‌سازی در نرم‌افزار در برنامه C

استاندارد عملکرد: ترسیم اجرای فلوچارت و نوشتن چند برنامه ساده با انواع دستورات اجرای آن به‌صورت نرم‌افزاری

شاخص‌ها:

۱ انتخاب فضای مورد نظر و مناسب بودن آن (میز کار)
۲ تدوین و طراحی الگوریتم و فلوچارت (۲۰ دقیقه)
۳ استفاده از عملگر در برنامه‌های ساده به زبان C (۲۰ دقیقه)
۴ نوشتن برنامه با دستورهای مختلف (۲۵ دقیقه)
۵ استفاده از توابع کتابخانه در برنامه C (۱۵ دقیقه)
۶ اجرای برنامه در نرم‌افزار (۳۰دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط انجام کار مشابه بقیه واحدهای یادگیری

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	طراحی الگوریتم، فلوچارت با استفاده از عملگرها	۱	
۲	نوشتن برنامه ساده، تبدیل مبناها و تحلیل و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
۳	نوشتن برنامه ساده با دستورهای مختلف و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

واحد یادگیری ۴

کسب شایستگی در برنامه‌نویسی به زبان C (یا هر زبان به روز دیگر) و تحلیل برنامه‌های آماده پروژه‌های الکترونیکی

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- برنامه‌نویسی مدارهای الکترونیکی چگونه انجام می‌شود؟
- چگونه می‌توان یک بارگراف (نمودار میله‌ای) را با استفاده از میکروکنترلر به نمایش درآورد؟
- برنامه‌نویسی برای نمایش‌گر LCD چگونه انجام می‌شود؟
- کد اسکی ASCII چیست و چه کاربردی دارد؟
- برای صفحه کلیدها از چه کدهایی استفاده می‌شود؟
- برنامه‌نویسی صفحه‌کلیدها چگونه انجام می‌شود؟
- برای اجرای پروژه‌های الکترونیکی برنامه‌های آماده وجود دارد؟

دنیای برنامه‌نویسی به‌قدری گسترده است که هرگز نمی‌توان برای آن انتهایی در نظر گرفت. امروزه تمام دستگاه‌های الکترونیکی الکتریکی خانگی، اداری، تجاری یا صنعتی که دارای کنترل‌هایی مانند دما، سرعت، نور و حرکت هستند از میکروکنترلر و برنامه‌های آن استفاده می‌کنند. کمی به‌دستگاه‌هایی که در اطراف خود می‌بینید توجه کنید. تقریباً در تمام آنها میکروکنترلر به‌کار گرفته شده است، ساده‌ترین این نوع دستگاه‌ها، دستگاه چای‌ساز است که برای کنترلر دما طی سه مرحله برنامه‌ریزی شده است، زمانی که آب به جوش می‌آید و زمانی که باید جوشیدن آب متوقف شود و دما در محدوده ۹۰ درجه ثابت بماند. در این واحد یادگیری بررسی نظری و نرم‌افزاری چند نمونه از پروژه‌های الکترونیکی که در آنها از برنامه‌نویسی و میکروکنترلر استفاده کرده‌اند می‌پردازیم.

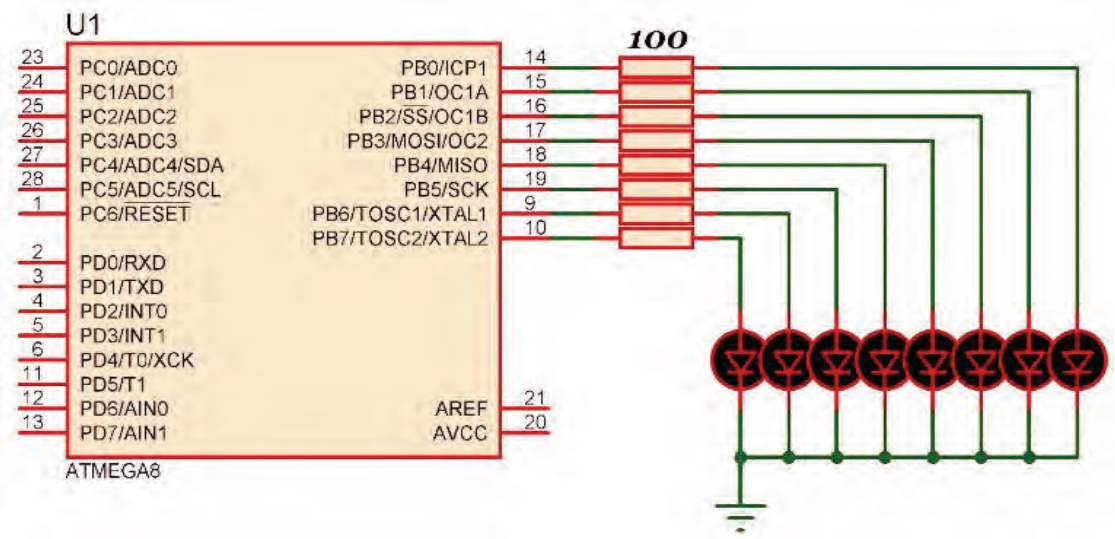
استاندارد عملکرد

برنامه‌نویسی به زبان C (یا هر زبان به‌روز دیگر) برای پروژه‌های عملی و تحلیل برنامه‌های سامانه‌های کنترلی

۱ـ۴ـ برنامه‌نویسی برای مدارهای الکترونیکی با LED

یکی از خروجی‌های پرکاربرد، ساده و متنوع از نظر شکل و رنگ LED است.دراین بخش چند پروژه ساده را با این قطعه انجام می‌دهیم.

مثال ۱: هشت عدد LED مانند شکل ۱ـ۴ به پورت B متصل کنید و یک چشمک زن بسازید. برنامه این مدار در جدول ۱ـ۴ آمده است.



شکل ۱ـ۴ـ مدار چشمک‌زن

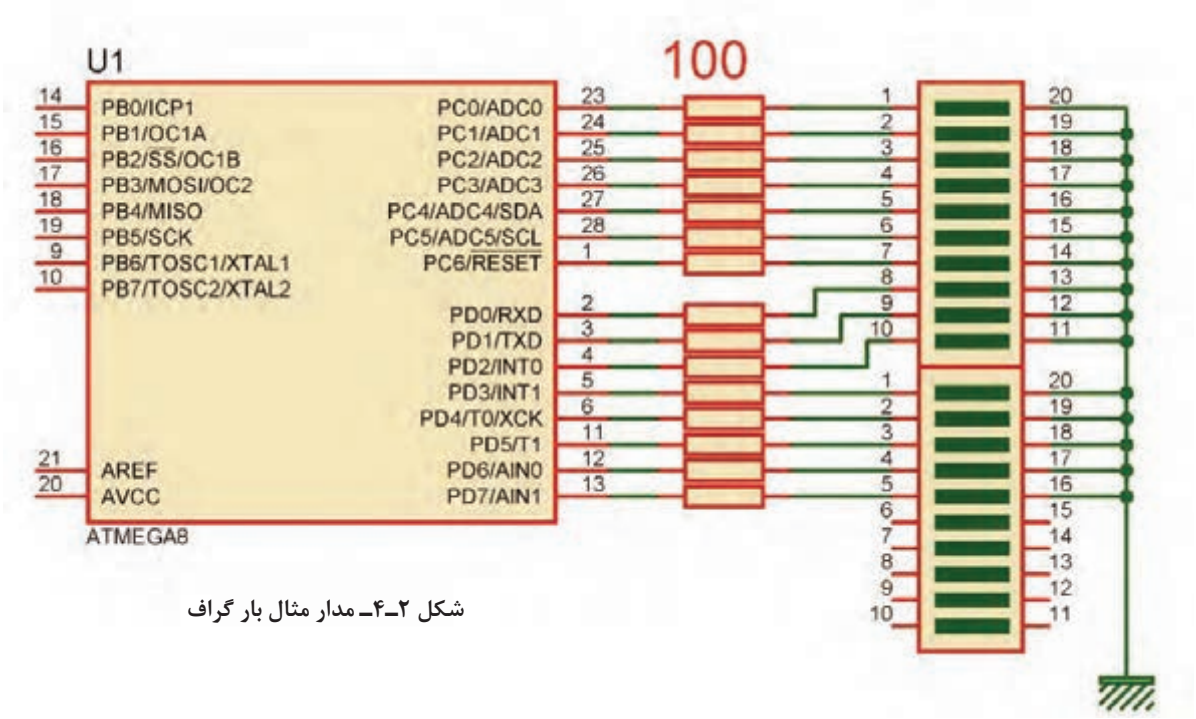
جدول ۱ـ۴

```
#include < mega۸. h >   //   معرفی کتابخانه میکروکنترلر
#include < delay. h >   //   معرفی کتابخانه تأخیر
void main (void)        //   شروع تابع اصلی
{
 DDRB=۰xff;             //   قرار دادن پورت در حالت خروجی
 while(۱)               //   شروع حلقه while
 {
 PORTB=۰b ۱۱۰۰۰۰۱۱;    //   روشن کردن چهار بیت کناری و خاموش کردن چهار بیت وسط
 delay_ms(۵۰۰);         //   ایجاد تأخیر به اندازه نیم ثانیه
 PORTB=۰b۰۰۱۱۱۱۰۰;      //   روشن کردن چهار بیت وسط و خاموش کردن چهار بیت کناری
 delay_ms(۵۰۰);         //   ایجاد تأخیر به اندازه نیم ثانیه
 }                      //   انتهای حلقه while
 }                      //   انتهای تابع اصلی
```

فعالیت

در ساعت‌های غیردرسی، برنامه را در نرم‌افزار بارگذاری کنید و مدار را راه‌اندازی کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مثال ۲: با اتصال شانزده عدد LED به میکروکنترلر مانند شکل ۲ـ۴ یک نمودارمیله‌ای (bar graph) بسازید.



شکل ۲ـ۴ـ مدار مثال بار گراف

جدول ۲ـ۴

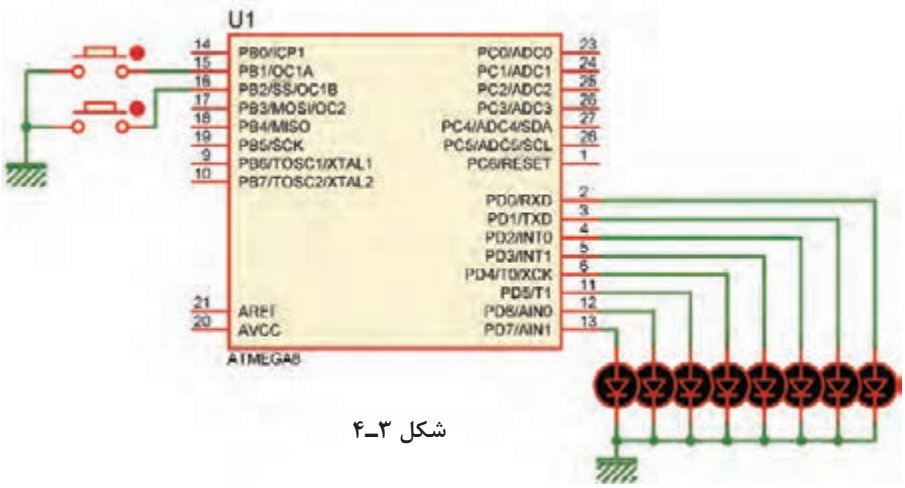
```
#include <mega۸. h > // معرفی کتابخانه میکروکنترلر
#include <delay. h > // معرفی کتابخانه تأخیر
signed char i; // تعریف متغیر علامت‌دار
void main(void) // شروع تابع اصلی
{
DDRB=۰xff; // قرار دادن پورت در حالت خروجی
DDRD=۰xff; // قرار دادن پورت در حالت خروجی
while(۱) // while شروع حلقه
{ // ------ LED ON ------
for(i=۷;i>=۰;i--) // for شروع حلقه
{
                    روشن کردن با استفاده از شیفت و عملگر xor
PORTD=PORTD^(۱<<i); //
delay_ms(۱۰۰); // ایجاد تأخیر
}
 for(i=۷;i>=۰;i--) // for شروع حلقه
{
⇒ ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا به پایین
```

```
                    روشن کردن با استفاده از شیفت و عملگر xor
PORTC=PORTC^(۱<<i); //
 delay_ms(۱۰۰); // ایجاد تأخیر
}
//------ LED OFF ------
for(i=۰;i<۷;i++) // for شروع حلقه
{
                    خاموش کردن با استفاده از شیفت و عملگر xor
 PORTC=PORTC^(۱<<i); //
 delay_ms(۱۰۰); // ایجاد تأخیر
}
for(i=۰;i<۸;i++) // for شروع حلقه
{
                    خاموش کردن با استفاده از شیفت و عملگر xor
 PORTD=PORTD^(۱<<i); //
 delay_ms(۱۰۰); // ایجاد تأخیر
}
}// while انتهای حلقه
} // انتهای تابع اصلی
```

۲ـ۴ـ استفاده از کلید (KEY)

یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین قطعات ورودی کلید فشاری است که در اکثر دستگاه‌های الکترونیکی مانند ریموت کنترل تلویزیون، کنترل دمای یخچال و کولر و مانند آنها به‌کار می‌رود.

مثال ۳: می‌خواهیم با استفاده از دو کلید، عدد باینری خروجی روی LEDهای متصل به پورت D را کم و زیاد کنیم. هشت عدد LED به PORTD و دو عدد کلید به پین‌های PINB.1 و PINB.2 متصل شده است، شکل ۳ـ۴. برنامه‌ای بنویسید که با هر بار زدن کلید PINB.1 عدد روی PORTD افزایش و با هر بار زدن کلید PINB.2 عدد روی PORTD کاهش یابد. (ورودی کلیدها pull_up داخلی شوند)



شکل ۳ـ۴

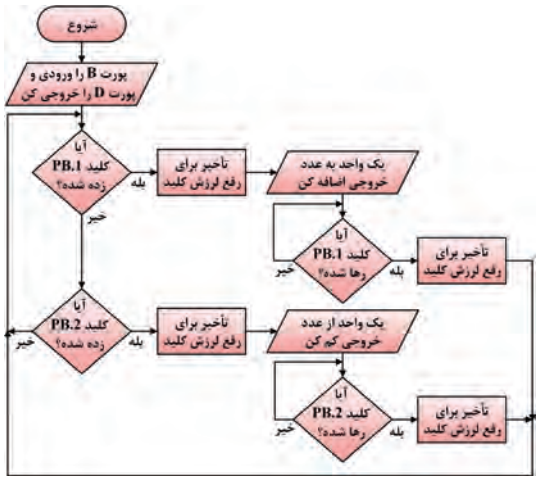
- ابتدا فلوچارت برنامه را به‌صورت شکل ۴ـ۴ رسم می‌کنیم:
- برنامه را طبق جدول ۳ـ۴ می‌نویسیم و پس از بارگذاری راه‌اندازی می‌کنیم.

جدول ۳ـ۴

```
#include < mega۸. h >
#include < delay. h >
unsigned char i=۰;
void main (void)
{
DDRB=۰x۰۰;
DDRD=۰xff;
while (۱)
{
if (PINB.۱==۰) // کلید اول
{
delay_ms(۲۵);
i++;
ادامه برنامه در ستون مقابل از ⇒ بالا به پایین

PORTD=i;
while (PINB.۱= = ۰);
delay_ms(۲۵);
}
if (PINB.۲==۰) // کلید دوم
{
delay_ms(۲۵);
i--;

PORTD=i;
while (PINB.۲= = ۰);
delay_ms(۲۵);
}
}}
```



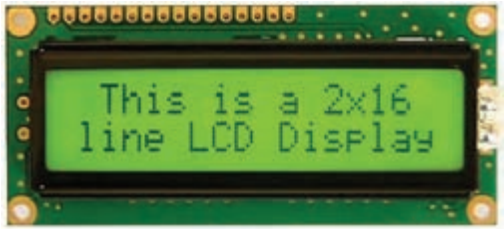
شکل ۴ـ۴ـ فلوچارت خواندن کلید و شمارش اعداد

فعالیت

در ساعت‌های غیردرسی، برنامه را در نرم‌افزار بارگذاری کنید و مدار را راه‌اندازی کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

۳ـ۴ـ راه‌اندازی LCD

یکی دیگر از دستگاه‌های خروجی، LCD کاراکتری است. روی LCD می‌توان متن، اعداد و علائم را نمایش داد. در LCD کاراکتری پارامترهای مهم، تعداد خط و تعداد کاراکترها در هر خط است. نوع ۲×۱۶ آن کاربرد بیشتری در مقایسه با سایر LCDها دارد.

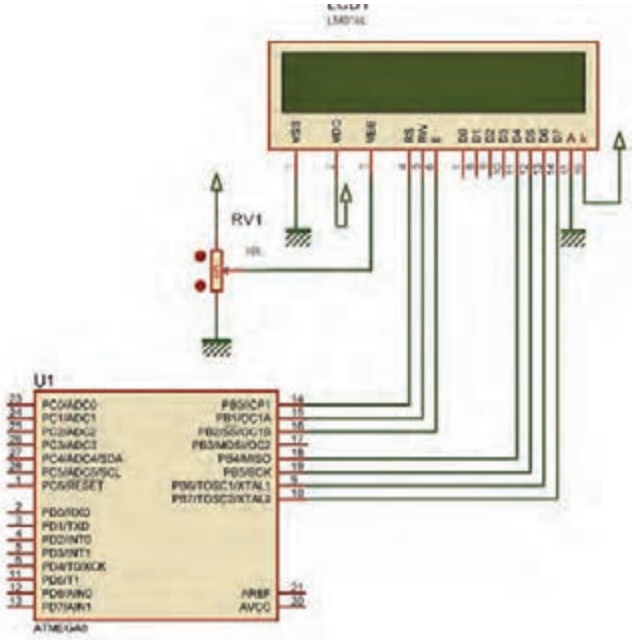


شکل ۵ـ۴ـ LCD کاراکتری ۲×۱۶

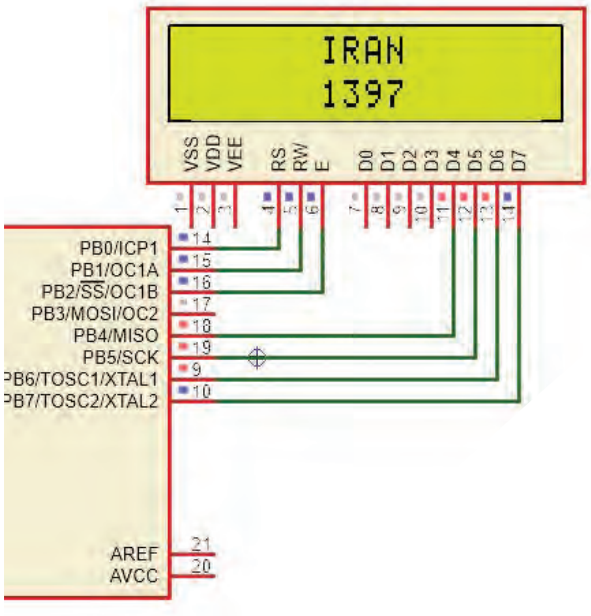
نکته

- LCDهای کاراکتری را می‌توان با ۴ خط دیتا راه‌اندازی کرد (خطوط D۴ تا D۷). برای مثال در شکل۶ـ۴ طرز اتصال یک LCD به PORTB با ۴ خط دیتا نشان داده شده است.
- کد ویژن از این نوع اتصال پشتیبانی می‌کند.

مثال۴: یک LCD را مانند شکل ۶ـ۴ به پورت B متصل کنید.
مانند شکل ۷ـ۴ برنامه‌ای بنویسید که وسط خط اول کلمه IRAN و وسط خط دوم ۱۳۹۷ نوشته شود.



شکل ۶ـ۴ـ نحوه اتصال LCD به میکروکنترلر



شکل ۷ـ۴

مراحل اجرای کار

ابتدا در ویزارد برگه Alphanumeric LCD را باز و آن را فعال می‌کنیم.

ـ در قسمت Character/Line مشخص می‌کنیم که در هر خط چند کاراکتر وجود دارد.

ـ در قسمت Connections مانند شکل ۸ـ۴ چگونگی اتصال LCD به میکروکنترلر مشخص شده و قابل ویرایش است.

ـ پس از تولید کد،کتابخانه <alcd.h> به برنامه اضافه می‌شود که توابع کار با LCD در این کتابخانه قرار دارد. این توابع عبارت‌اند از:

lcd_clear(); پاک کردن صفحه نمایش

lcd_gotoxy (x,y); مشخص کردن ستون و سطری که نوشتن از آنجا شروع می‌شود.

ـ در جدول ۴ـ۴ شماره سطرها و ستون‌های LCD نشان داده شده است.

ـ برای نوشتن متن روی LCD می‌توانید یکی از توابع موجود در جدول ۵ـ۴ را به‌کار ببرید.

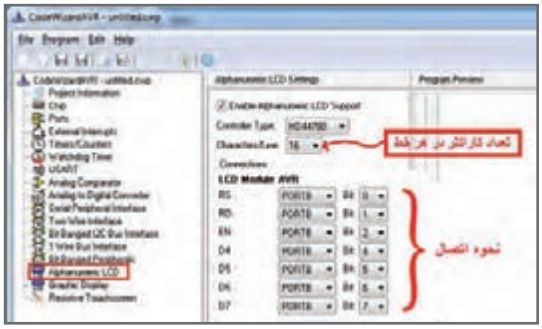
ـ کدهای مندرج در جدول ۶ـ۴ زیر را به کدهای تولید شده توسط ویزارد اضافه کنید.

مثال۵: برنامه‌ای بنویسید که کلمه IRAN را از ابتدای خط اول LCD تا انتهای خط اول حرکت دهد.

ـ کدهای وارد شده در جدول ۷ـ۴ را به کدهای تولید شده توسط ویزارد، اضافه کنید.

جدول ۴ـ۴

ستون‌های LCD	X=۰	X=۱	.....	X=۱۵
سطرهای LCD	Y=۰		.....	
	Y=۱		.....	



شکل ۸ـ۴ـ تنظیم ویزارد برای اتصال LCD به میکروکنترلر

جدول ۵ـ۴ـ توابع نوشتن بر روی LCD همراه با مثال

مثال	تابع
lcd_putchar('A');	lcd_putchar('کاراکتر');
lcd_putsf("ARASH");	lcd_putsf("رشته");
char s[ ]="IRAN"; lcd_puts(s);	lcd_puts(متغیر رشته‌ای);

جدول ۶ـ۴

```
char s[ ]="IRAN";
void main(void)
{
lcd_init(۱۶);
lcd_clear();
lcd_gotoxy(۶,۰);
lcd_puts(s);
lcd_gotoxy(۶,۱);
lcd_putsf("۱۳۹۷");
while (۱)
{
}
}
```

جدول ۷ـ۴

```
#include <delay.h>
unsigned char x;
void main(void)
{
while (۱)
{
for(x=۰;x<۱۳;x++)
{
lcd_clear();
lcd_gotoxy(x,۰);
lcd_putsf("IRAN");
delay_ms (۳۰۰);
}
}
}
```

کد اسکی American Standard Code for Information Interchange: (ASCII)

☑ کدهای اسکی توسط انجمن استاندارد آمریکا برای تبادل اطلاعات در سیستم‌های کامپیوتری و مخابراتی به‌وجود آمد. این کدها به‌صورت استاندارد برای همه دستگاه‌های ارتباطی درنظر گرفته شده‌اند تا تمامی سیستم‌های مخابره اطلاعات از استاندارد یکسانی جهت ارتباط با یکدیگر تبعیت کنند.

☑ ASCII کاراکترهای مورد استفاده برای ارسال و دریافت اطلاعات را به‌صورت کدهایی تعریف می‌کند که برای همه به‌صورت یکسان از قبل تعریف شده است. مثلاً حرف A با کد اسکی ۶۵ به‌صورت یک مشخصه استاندارد تعریف شده است، حال اگر سیستمی این کد را دریافت و یا ارسال کند همواره این کد برای سامانه‌های مختلف به عنوان حرف A تلقی خواهد شد.

☑ در LCDهای کاراکتری نیز از کد ASCII استفاده می‌شود.در ادامه، کدهای ASCII برخی کاراکترهای ASCII را ملاحظه می‌کنید:

A =۶۵ a =۹۷ c =۴۰ + =۴۳ @ =۶۴ ? =۲۳

☑ در جدول ۸ـ۴ کدهای اسکی مربوط به‌کاراکترها را ملاحظه می‌کنید.

جدول۸ـ۴ـ کدهای اسکی

Character	Binary Code	Character	Binary Code	Character	Binary Code
A	01000001	a	01100001	!	00100001
B	01000010	b	01100010	"	00100010
C	01000011	c	01100011	#	00100011
D	01000100	d	01100100	$	00100100
E	01000101	e	01100101	%	00100101
F	01000110	f	01100110	&	00100110
G	01000111	g	01100111	'	00100111
H	01001000	h	01101000	(	00101000
I	01001001	i	01101001	)	00101001
J	01001010	j	01101010	*	00101010
K	01001011	k	01101011	+	00101011
L	01001100	l	01101100	,	00101100
M	01001101	m	01101101	-	00101101
N	01001110	n	01101110	.	00101110
O	01001111	o	01101111	/	00101111
P	01010000	p	01110000	0	00110000
Q	01010001	q	01110001	1	00110001
R	01010010	r	01110010	2	00110010
S	01010011	s	01110011	3	00110011
T	01010100	t	01110100	4	00110100
U	01010101	u	01110101	5	00110101
V	01010110	v	01110110	6	00110110
W	01010111	w	01110111	7	00110111
X	01011000	x	01111000	8	00111000
Y	01011001	y	01111001	9	00111001
Z	01011010	z	01111010	?	00111111
				@	01000000

☑ برای ارسال اعداد به LCD لازم است که ابتدا آنها را توسط توابع موجود به کد ASCII تبدیل کرده و سپس ارسال نماییم. برای این کار توابعی وجود دارد که یکی از آنها تابع sprintf موجود در کتابخانهٔ <stdio.h> است. ساختار این تابع مانند شکل ۹ـ۴ است.

sprintf (متغیر رشته‌ای , "متن و نوع متغیرها و نحوه چاپ" , متغیر عددی)

شکل ۹ـ۴ـ ساختار تابع sprintf

☑ برای تعریف متغیر رشته‌ای طبق جدول ۹ـ۴ عمل کنید.

جدول ۹ـ۴

مثال	تعریف متغیر رشته‌ای
char s[۶];	char نام رشته [طول رشته];

☑ برای مشخص کردن نوع و چگونگی چاپ اعداد روی LCD از علامت ٪ به همراه کاراکترهای خاص استفاده می‌شود. مثلاً از علامت ٪d یا ٪i برای مشخص کردن اعداد صحیح و از ٪f برای اعداد اعشاری استفاده می‌شود.

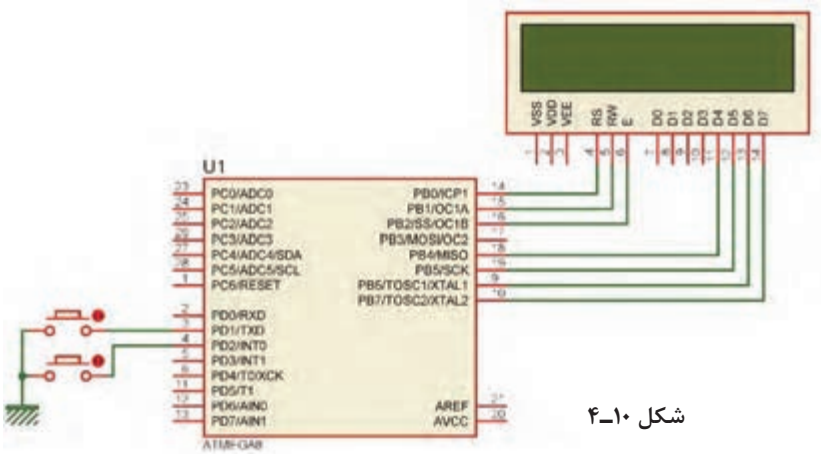
☑ برای مشخص کردن چگونگی چاپ، علاوه بر نوع متغیر، از اعداد نیز در کنار آنها استفاده می‌شود، مثلاً ٪۰۲d یعنی این که عدد به‌صورت دو رقمی چاپ شود حال اگر عدد یک رقمی باشد با قرار دادن یک ۰ قبل از عدد، آن را در دو رقم چاپ می‌کند (نمایش می‌دهد). برای مثال اگر مقدار متغیر ۳ باشد روی LCD عددورقمی ۰۳ دیده خواهد شد.

جدول ۱۰ـ۴

```
i=۳;
char s[۶];
sprintf (s , "٪۰۲d" , i);
lcd_puts(s);
```

☑ در جدول ۱۰ـ۴ یک نمونه برنامه مربوط به چاپ یا نمایش اعداد روی LCD را ملاحظه می‌کنید.

مثال۶: دو عدد کلید و یک LCD را مانند شکل ۱۰ـ۴ به میکروکنترلر متصل کنید، سپس برنامه‌ای بنویسید که با نگه داشتن یکی از کلیدها، عدد روی lcd زیاد و با کلید دیگر کاهش یابد و بازه تغییر عدد صفر تا ۲۰ باشد.



شکل ۱۰ـ۴

پاسخ: در جدول ۱۱ـ۴ برنامه مربوط به مثال ۵ آمده است.

جدول ۱۱ـ۴

```
#include <mega۸.h>
#include <alcd.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
unsigned char i=۰;
char s[۴];
void main(void)
{
lcd_init(۱۶);
lcd_gotoxy(۷,۰);
lcd_putsf("۰۰");
while (۱)
{
```

ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا
به پایین ⇒

```
if(PIND.۱==۰ && i<۲۰) // اگر کلید اول زده‌شده و i کوچک‌تر از ۲۰ باشد
{
delay_ms(۲۵);
i++;
sprintf(s,"%۰۲d",i);
 lcd_gotoxy(۷,۰);
 lcd_puts(s);
 delay_ms(۳۰۰);
 }
 if(PIND.۲==۰ && i>۰) // اگر کلید دوم زده شده و i بزرگ‌تر از صفر باشد
 {
 delay_ms(۲۵);
 i - -;
 sprintf(s,"%۰۲d",i);
 lcd_gotoxy(۷,۰);
 lcd_puts(s);
 delay_ms(۳۰۰);
 }
 }
}
```

فعالیت

برنامه داده شده در جدول ۱۱ـ۴ را تحلیل کنید و فرایند اجرای آن را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مثال۷: با توجه به مدار شکل ۱۰ـ۴ یک ساعت بر روی LCD طراحی کنید.

جدول ۱۲ـ۴

```
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
unsigned char h,m,s;
char time[۱۶];
void main(void)
{
lcd_clear();
while (۱)
{
s++;
if(s==۶۰)
{
```

ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا
به پایین ⇒

```
 s=۰;
m++;
if(m==۶۰)
{
m=۰;
h++;
if(h==۲۴) h=۰;
}}
sprintf(time,"%۰۲d: %۰۲d: %۰۲d",h,m,s);
lcd_gotoxy(۴,۰);
lcd_puts(time);
delay_ms(۱۰۰۰);
}
}
```

- برنامه‌این مثال در جدول ۱۲ـ۴ آمده است.
- دراین برنامه با گذشت هر ثانیه به مقدار متغیر s که ثانیه را در خود نگه می دارد یک واحد اضافه می‌شود.
- هرگاه s=۶۰ شود شرط موجود مقدار s را صفر و به مقدار m که دقیقه را در خود نگه می‌دارد یک واحد اضافه می‌کند.
- هرگاه m=۶۰ شود، شرط موجود m را صفر و به مقدار h که ساعت را در خود نگه می‌دارد یک واحد اضافه می‌کند.
- هرگاه h=۲۴ شود این متغیر نیز صفر خواهد شد.
- درتابع sprintf هر سه مقدار ساعت، دقیقه و ثانیه به‌صورت دو رقمی همراه با جدا کننده ":" به‌صورت یک رشته در متغیر رشته‌ای time قرار می‌گیرد؛ سپس وسط خط اول چاپ می‌شود.
- دستور delay_ms (۱۰۰۰) نیز باعث می‌شود هر ثانیه یک بار متغیر s زیاد شود.

نکته

توجه داشته باشید که برنامه ساعت نوشته شده دقیق نیست و برای داشتن یک ساعت دقیق لازم است از واحد تایمر و یا RTC استفاده شود.

پژوهش

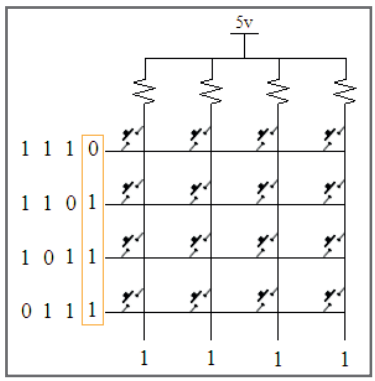
تحقیق کنید و دریابید که RTC چه مفهوم وچه کاربردهایی دارد.

فعالیت

با توجه به مدار شکل ۱۰ـ۴ یک ساعت بر روی LCD طراحی کنید، که بتوان توسط دو کلید جداگانه، ساعت و دقیقه را تنظیم کرد.

۴ـ۴ـ صفحه کلید

- اگر در مداری به تعداد زیادی کلید نیاز داشته باشیم و بخواهیم هر یک را به یک پین از پورت‌ها متصل کنیم، تعداد زیادی از پورت‌ها اشغال می‌شود. برای رفع این مشکل از صفحه کلید که یکی دیگر از وسایل ورودی است استفاده می‌کنیم. در این دستگاه ورودی‌ها، کلیدها هستند که طبق شکل الف ـ ۱۱ـ۴ به‌صورت ماتریسی چیده می‌شوند. در شکل الف و ب ۱۱ـ۴ دو نمونه صفحه کلید با سوکت‌های آنها را ملاحظه می‌کنید.



شکل الف ـ ۱۱ـ۴ـ مدار صفحه کلید



شکل ب ـ ۱۱ـ۴ـ دو نمونه صفحه کلید

روش خواندن صفحه کلید

ابتدا یک سطر را صفر و بقیه را یک می‌کنیم، سپس ستون‌ها را می‌خوانیم.
اگر همهٔ آنها یک باشند، یعنی در آن سطر کلیدی فعال نشده است.
آن سطر را یک و سطر بعدی را صفر می‌کنیم و دوباره ستون‌ها را می‌خوانیم. این کار را برای همهٔ سطرها انجام می‌دهیم.
اگر سطری را صفر کردیم و ستونی صفر شد با توجه به سطر و ستونی که صفر شده، کلید فعال مشخص می‌شود.
برای مثال اگر سطر دوم را صفر کنیم و ستون سوم صفر شود یعنی، کاربر کلید ۶ را زده است.

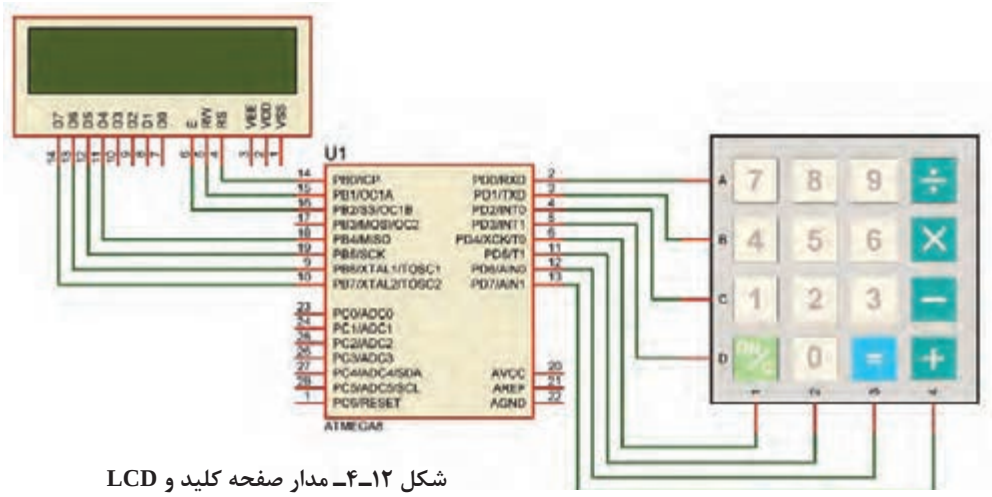
مثال۸: یک صفحه کلید ۴×۴ و یک LCD را مطابق شکل ۱۲ـ۴ به میکروکنترلر متصل کنید. برنامه‌ای بنویسید که با فعال کردن هر کلید، عدد نوشته شده روی کلید در خروجی ظاهر شود. برای کلیدهای غیر عددی یعنی نمادهایی مانند جمع و تفریق، کدهای داده شده در جدول ۱۳ـ۴ روی نمایشگر به نمایش درآید، چاپ کنید.

جدول ۱۳ـ۴ـ نمایش کدهای عددی متناظر برای کاراکترها

÷	×	−	+	=	on/c
۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵

نکته

توجه داشته باشید که برای ستون‌ها از Pull_Up داخلی استفاده شده است.



شکل ۱۲ـ۴ـ مدار صفحه کلید و LCD

توجه

جهت خواناتر شدن (کاربر پسندتر شدن User Friend) برنامه، با استفاده از ماکرو برای سطر و ستون‌ها از نام‌های جدید استفاده کرده‌ایم. همچنین برنامه خواندن صفحه کلید را به‌صورت یک تابع نوشته‌ایم.

جدول ۱۴ـ۴ برنامه مربوط به مثال ۸ را نشان می‌دهد.

جدول ۱۴ـ۴

```
#include <mega۸.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <alcd.h>
#define R۱ PORTD.۰
#define R۲ PORTD.۱
#define R۳ PORTD.۲
#define R۴ PORTD.۳
#define C۱ PIND.۴
#define C۲ PIND.۵
#define C۳ PIND.۶
#define C۴ PIND.۷
unsigned char kb(void);
unsigned char key;
char s[۴];
void main (void)
{
DDRD=۰x۰f;
lcd_init(۱۶);
while(۱)
{
 key=kb();
 if (key !=۱۶)
 {
 sprintf (s,"٪d",key);
 lcd_puts(s);
 }
}
}
//--------------- kb function ----------
unsigned char kb (void)
 {
⇒ ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا به پایین
```

```
 unsigned char k=۱۶;
 PORTD=۰xFF;
 ////------------ ROW۱ //------------
R۱=۰;
delay_ms(۳);
if (C۱==۰) {k=۷ ; while (C۱==۰);}
if (C۲==۰) {k=۸ ; while (C۲==۰);}
if (C۳==۰) {k=۹ ; while (C۳==۰);}
if (C۴==۰) {k=۱۰ ; while (C۴==۰);}
R۱=۱;
 ////------------ ROW۲ //------------
R۲=۰;
delay_ms(۳);
if (C۱==۰) {k=۴ ; while (C۱==۰);}
if (C۲==۰) {k=۵ ; while (C۲==۰);}
if (C۳==۰) {k=۶ ; while (C۳==۰);}
if (C۴==۰) {k=۱۱ ; while (C۴==۰);}
R۲=۱;
 ////------------ ROW۳ //------------
R۳=۰;
delay_ms(۳);
if (C۱==۰) {k=۱ ; while (C۱==۰);}
if (C۲==۰) {k=۲ ; while (C۲==۰);}
if (C۳==۰) {k=۳ ; while (C۳==۰);}
if (C۴==۰) {k=۱۲; while (C۴==۰);}
R۳=۱;
 //------------ ROW۴ //------------
R۴=۰;
delay_ms(۳);
if (C۱==۰) {k=۱۵ ; while (C۱==۰);}
if (C۲==۰) {k=۰ ; while (C۲==۰);}
if (C۳==۰) {k=۱۴ ; while (C۳==۰);}
if (C۴==۰) {k=۱۳ ; while (C۴==۰);}
R۴=۱;
return k;
}
```

فعالیت

در ساعت‌های غیر درسی برنامه را در نرم‌افزار بارگذاری کنید و مدار را راه‌اندازی نمایید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

جدول ۱۵ـ۴

```
while(۱)
{
 key=kb();
 if (key < ۱۰)
 {
 sprintf (s,"%d",key);
 lcd_puts(s);
 }
ادامه برنامه در ستون مقابل
⇒ از بالا به پایین
```

```
if (key==۱۰) lcd_putchar('/');
if (key==۱۱) lcd_putchar('*');
if (key==۱۲) lcd_putchar('-');
if (key==۱۳) lcd_putchar('+');
if (key==۱۴) lcd_putchar('=');
if (key==۱۵) lcd_clear();
}
```

مثال ۹: در مثال ۸ برنامه را طوری تغییر دهید که با فعال کردن کلیدهای مربوط به علائم، به‌جای اعداد ۱۰ تا ۱۴ علامت مشخصه آن کلید مانند تقسیم روی صفحه نمایشگر ظاهر شود و با فعال کردن کلید ON/C صفحه LCD پاک شود.

پاسخ: در برنامه مثال ۸ در حلقه while تغییرات داده شده در جدول ۱۵ـ۴ را انجام دهید.

فعالیت

برای مدار شکل ۱۳ـ۴ برنامه‌ای بنویسید که کاربر بتواند:

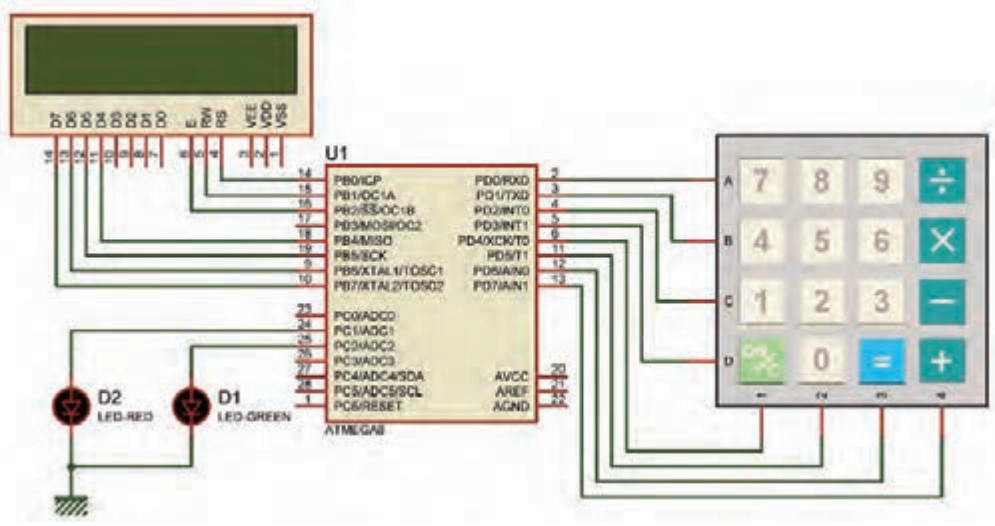
- یک رمز چهار رقمی را وارد کند.
- با فعال کردن کلید مساوی، عدد وارد شده با رمز تعیین شده مقایسه شود.
- اگر رمز صحیح بود LED سبز (متصل به PC.۲) و اگر رمز اشتباه بود LED قرمز (متصل به PC.۱) روشن و بعد از یک ثانیه خاموش شود.

راهنمایی: برای نوشتن برنامه قفل رمز لازم است موارد زیر را اجرا کنید:

- یک آرایه تعریف کنید.
- شماره کلیدهای انتخاب شده را در داخل آرایه ذخیره کنید.
- اگر کاربر کلید مساوی = را فشار داد، اعداد ذخیره شده در آرایه با ارقام رمز از پیش تعیین شده مقایسه شود.
- چنانچه عدد وارد شده با رمز برابر بود، LED۱ سبز رنگ و درغیر این صورت LED۲ قرمز رنگ روشن شود.

نکته

تعریف یک آرایه با نام d و تعداد ۱۰ خانه به‌صورت ;Char d[۱۰] بیان می‌شود.



شکل ۱۳ـ۴ـ مدار صفحه کلید، LCD و LED تمرین ۱۴

الگوی پرسش

۱ اگر در برنامه داده شده در جدول ۱۶ـ۴ متغیر i از نوع unsigned char تعریف شده باشد، چه خطایی وجود دارد و برای تصحیح آن چه باید کرد. با مراجعه به جدول شرح دهید و جدول را اصلاح کنید.

۲ یک LCD و دو عدد کلید به میکروکنترلر متصل است، برنامه‌ای بنویسید که با فشار دادن کلیدها یک نمودار میله ای افقی بر روی LCD ترسیم شده و کوتاه و بلند شود.

راهنمایی: دستور lcd_putchar(۲۵۵) باعث چاپ یک مستطیل تو پر ■ بر روی LCD می‌شود.

جدول ۱۶ـ۴

```
unsigned char i;
while(۱)
{
for(i=۰;i<۱۰;i++)
{
lcd_gotoxy(۷,۰);
lcd_puts(i);
delay_ms(۵۰۰);
}
}
```

۴ـ۵ ADC (Analog to Digital Converter)

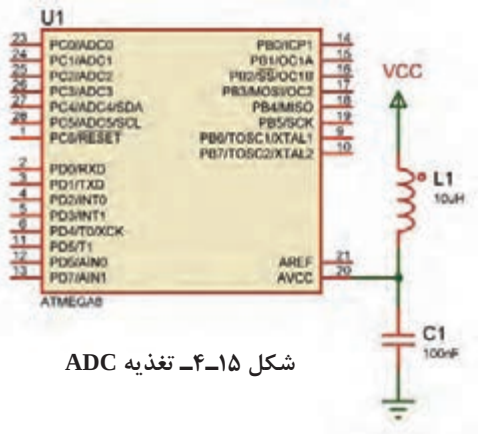
تمام کمیت‌های اطراف ما مانند دما، فشار و رطوبت کمیت‌های آنالوگ هستند. برای اندازه‌گیری و پردازش آنها لازم است ابتدا آنها را به یک کمیت دیجیتال تبدیل و سپس پردازش شوند. در ATMEGA۸ یک مبدل ۶ کاناله و ۱۰ بیتی پیش‌بینی شده است، شکل ۱۴ـ۴. توسط Multiplexer یکی از ۶ کانال ورودی انتخاب و کمیت آنالوگ آن کانال به مبدل وارد و در نهایت به یک عدد ۱۰یا ۸ بیتی تبدیل می‌شود.



شکل ۱۴ـ۴ـ واحد ADC

تغذیه ADC

برای بالا بردن دقت ADC و کاهش تأثیر نویزهای احتمالی که ممکن است از ولتاژ تغذیه اصلی به بخش ADC وارد شود، تغذیه این قسمت را از تغذیه سایر مدارهای مرتبط با میکروکنترلر جدا می‌کنند. کاربر می‌تواند تغذیه این بخش را جداگانه تأمین کرده یا با استفاده از یک فیلتر LC مانند شکل ۱۵ـ۴ به ولتاژ اصلی متصل نماید. برای تغذیه میکروکنترلر و بخش ADC مطابق جدول ۱۷ـ۴ عمل کنید.



شکل ۱۵ـ۴ـ تغذیه ADC

جدول ۱۷ـ۴ـ پایه‌های تغذیه اصلی و بخش ADC

عملکرد	شماره پایه
تغذیه اصلی VCC	۷
تغذیه اصلی GND	۸
تغذیه ADC AVCC	۲۰
تغذیه ADC AGNG	۲۲
ولتاژ مرجع خارجی Aref	۲۱

■ **ولتاژ مرجع:** در این نوع مبدل نیاز به یک ولتاژ مرجع داریم که می‌توانیم آن را از سه طریق تأمین کنیم:
☑ ولتاژ تغذیهٔ روی پایه AVCC علاوه‌بر تغذیه واحد ADC می‌تواند به عنوان ولتاژ مرجع نیز درنظر گرفته شود.
☑ ولتاژ روی پایه Aref، که می‌تواند بین ۰ تا ۵ ولت باشد و به عنوان ولتاژ مرجع خارجی درنظر گرفته شود.
☑ ولتاژ مرجع داخلی، یعنی ۲/۵۶ v ولت نیز می‌تواند ولتاژ مرجع باشد.

■ **ضریب تفکیک:** پارامتری (مشخصه‌ای) است که مشخص می‌کند حساسیت یا دقت ADC چقدر است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ضریب تفکیک} = \frac{V_{ref}}{۲^{n}-۱}$$

در این رابطه n تعداد بیت خروجی مبدل است که می‌تواند با توجه به تنظیمات انجام شده در بخش ADC ۸ یا ۱۰ باشد.

■ **عدد خروجی:** عدد خروجی مبدل را نیز می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\text{عدد خروجی مبدل} = \frac{V_{in}}{\text{ضریب تفکیک}}$$

در این رابطه V_{in} ولتاژ ورودی به مبدل است. توجه داشته باشید که حداکثر ولتاژ ورودی به یک مبدل برابر با ولتاژ مرجع است.

مثال۱۰: اگر ولتاژ ورودی به مبدل، یک ولت و ولتاژ مرجع، از نوع داخلی و برابر ۲/۵۶ v باشد، مطلوب است:
الف) ضریب تفکیک
ب) عدد خروجی مبدل

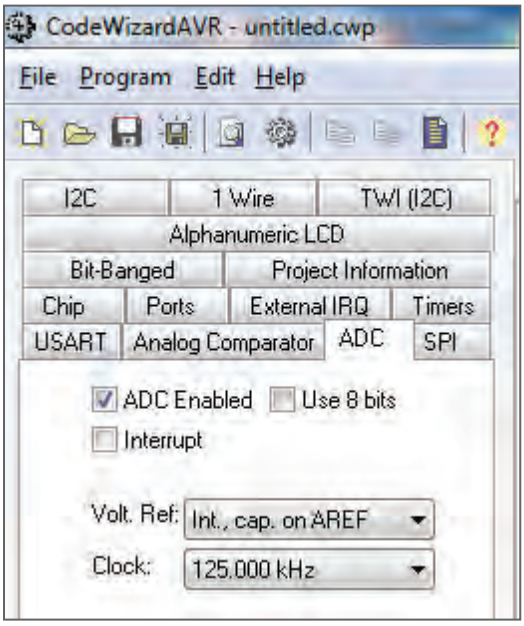
$$\text{ضریب تفکیک} = \frac{۲/۵۶v}{۲^{۱۰}-۱} \simeq ۲/۵mv \qquad \text{عدد خروجی مبدل} = \frac{۱v}{۲/۵mv} = ۴۰۰$$

نکته

برای تنظیم ADC در ویزارد مطابق شکل ۱۶ـ۴، برگهٔ ADC را باز کنید و آن را فعال نمایید. در قسمت volt. ref می‌توانیم مشخص کنیم که ولتاژ مرجع از کدام منبع تأمین شود. در این مثال ولتاژ مرجع را داخلی و برابر با ۲/۵۶ v انتخاب کرده‌ایم.

نکته

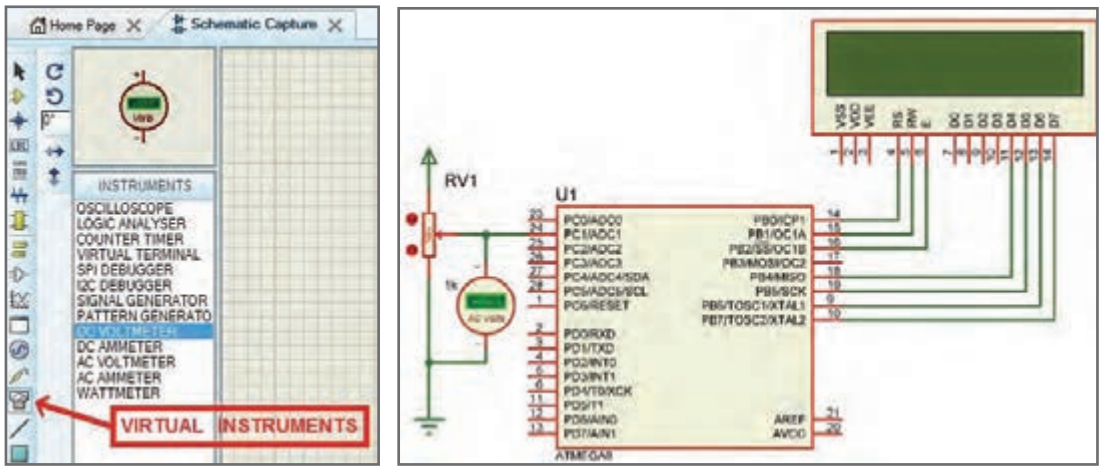
برای استفاده از مرجع داخلی لازم است، یک خازن در حد ۱μF، که طرف دیگر آن به زمین متصل است، بر روی پایه Aref قرار گیرد. در قسمت Clock فرکانس ورودی به قسمت ADC را مشخص می‌کنیم. این فرکانس باید بین ۵۰k تا ۲۰۰k هرتز باشد.



شکل ۱۶ـ۴ـ تنظیم ADC در ویزارد

مثال۱۱: یک پتانسیومتر و یک ولت‌متر DC را مانند شکل ۱۶ـ۴ الف به کانال ADC۱ متصل کنید، برنامه‌ای بنویسید که عدد خروجی مبدل بر روی LCD نمایش داده شود. با توجه به روابط مربوط به ضریب تفکیک و عدد خروجی، محاسبات را برای ولتاژ ورودی به‌دست آورید و نتایج را با اعداد نمایش داده شده بر روی LCD مقایسه کنید.

راهنمایی: در نرم‌افزار Proteus مطابق شکل الف و ب ۱۷ـ۴ می‌توانید پتانسیومتر را با تایپ عبارت POT_HG در قسمت Keywords و ولت‌متر را در صفحه اصلی از بخش VIRTUAL INSTRUMENT بردارید.



ب الف

شکل ۱۷ـ۴

پس از تولید کد ملاحظه می‌شود که تابع (read_adc) به برنامه اضافه شده، ورودی این تابع شماره کانال و خروجی آن که از نوع unsigned int می باشد، عدد خروجی مبدل ADC را نشان می‌دهد.

```
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
```

بنابراین نوع متغیری که برای دریافت عدد خروجی تعریف می‌شود را unsigned int انتخاب می‌کنیم. اگر کدهای نوشته شده در جدول ۱۸ـ۴ را در محل مناسب به برنامه اضافه کنید می‌توانید نتیجه را بر روی lcd ببینید.

فعالیت

با توجه به مدار شکل ۱۸ـ۴ برنامه را طوری تغییر دهید که یک ولت‌متر داشته باشیم.

جدول ۱۸ـ۴

```
#include <stdio.h>
unsigned int a;
char s[۶];
void main(void)
{
while (۱)
{
a=read_adc(۱);
sprintf (s,"%۰۴d",a);
lcd_gotoxy(۰,۰);
lcd_puts(s);
delay_ms(۱۰۰);
}}
```

مثال ۱۲: کار با سنسور دمای LM۳۵

ـ در کتاب مونتاژ و دمونتاژ پایه یازدهم با این سنسور آشنا شدید. حساسیت آن $۱۰mV/^{\circ}C$ است. یعنی اگر دمای محیط $۱^{\circ}C$ باشد خروجی آن ۱۰ میلی‌ولت خواهد بود.

ـ می‌خواهیم عدد خروجی مبدل ADC را با ولتاژ مرجع داخلی ۲/۵۶v محاسبه کنیم و برنامه‌ای بنویسیم که دمای محیط را بر روی LCD نمایش دهد.

ـ همچنین یک موتور FAN را که به میکروکنترلر متصل است در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد روشن و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خاموش کند. (چنانچه در محیطی که این آزمایش را انجام می دهید این دو دما قابل دسترس نیست می‌توانید آنها را تغییر دهید).

پاسخ:

☑ موارد مطابق شکل ۱۸ـ۴ است. در شکل ۱۹ـ۴ پایه‌های سنسور LM۳۵ وترانزیستور BDX۵۳C آمده است.

☑ مقدار عدد خروجی و ضریب تفکیک را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{ضریب تفکیک} = \frac{۲/۵۶v}{۱۰۲۳} \simeq ۲/۵mv$$

$$\text{عدد خروجی} = \frac{۱۰mv}{۲/۵mv} = ۴$$

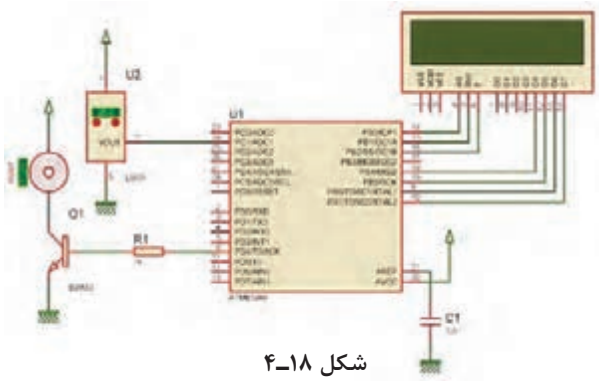
☑ با توجه به این که به ازای دمای $۱^{\circ}C$ عدد خروجی مبدل ۴ است پس برای نمایش دما روی LCD باید عدد خروجی مبدل را بر ۴ تقسیم کنیم.

☑ کدهای داده شده در جدول ۱۹ـ۴ را به کدهای تولید شده توسط ویزارد اضافه کنید.

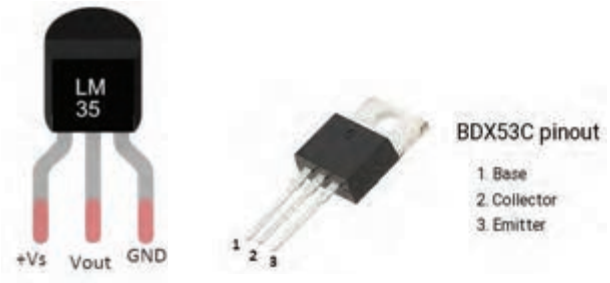
جدول ۱۹ـ۴

```
#include <stdio.h>
unsigned int a;
unsigned char t;
char s[۱۶];
void main(void)
{
while (۱)
{
a=read_adc(۱);
t=a/۴;
sprintf (s,"Temp=%۰۲d",t);
lcd_gotoxy(۰,۰);
lcd_puts(s);
if(t>=۳۰)
{
ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا به پایین ⇒
```

```
PORTD.۴=۱;
lcd_gotoxy(۰,۱);
 lcd_putsf("MOTOR ON ");
}
if(t<=۲۵)
{
PORTD.۴=۰;
lcd_gotoxy(۰,۱);
 lcd_putsf("MOTOR OFF ");
}
delay_ms(۱۰۰);
}
}
```



شکل ۱۸ـ۴

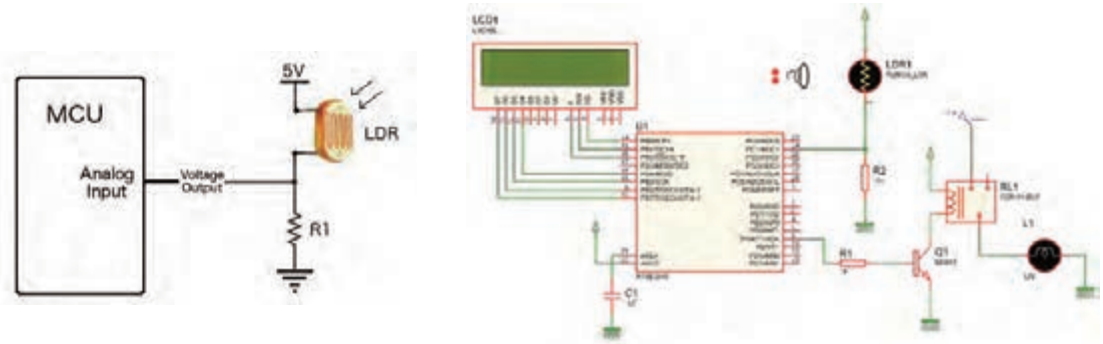


شکل ۱۹ـ۴ـ پایه‌های سنسور LM۳۵ و BDX۵۳

مثال ۱۳: کار با LDR

ـ LDR (light dependent resistor) یک مقاومت متغیر با تغییر شدت نور است. مقاومت این قطعه در تاریکی حدود ۱۰۰kΩ و در نور شدید در حد ۱۰۰Ω است.

ـ می‌خواهیم با توجه به مدار شکل ۲۰ـ۴ برنامه‌ای بنویسیم که با کم شدن نور محیط، لامپ متصل به رله روشن و با زیاد شدن نور محیط، لامپ خاموش شود.



شکل ۲۰ـ۴

ـ در این پروژه نیز از مبدل آنالوگ به دیجیتال استفاده شده است. LDR با یک مقاومت سری شده، در نتیجه با کم و زیاد شدن نور محیط، مقاومت آن و در نتیجه ولتاژ ورودی به ADC تغییر می‌کند.

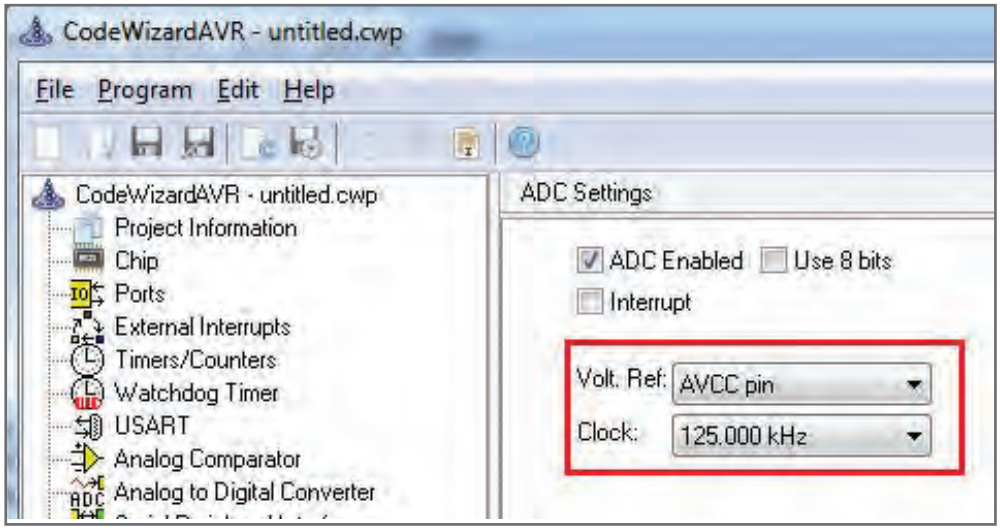
ـ برای کنترل لامپ، عدد خروجی ADC را خوانده و روی LCD نمایش می‌دهیم.

ـ با کم و زیاد کردن نور محیط و خواندن عدد روی LCD، تصمیم می‌گیریم که بر روی چه عددی لامپ روشن و یا خاموش شود.

ـ توجه داشته باشید که دو عدد انتخابی باید از هم فاصله مناسبی داشته باشند تا تغییر جزیی نور محیط، لامپ را به‌صورت پی‌درپی روشن و خاموش نکند.

توجه

مطابق شکل ۲۱ـ۴ ولتاژ مرجع را AVCC درنظر بگیرید. کدهای داده شده در جدول ۲۰ـ۴ را به کدهای تولید شده توسط ویزارد اضافه کنید.



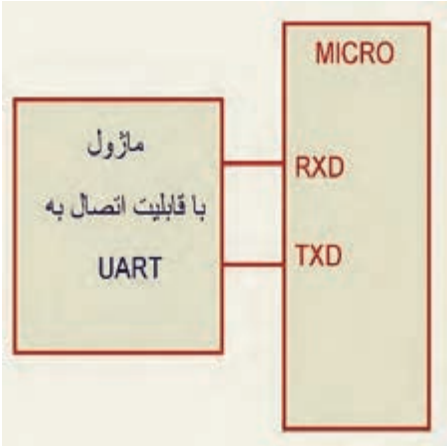
شکل ۲۱ـ۴ـ تنظیم ولتاژ مرجع

جدول ۲۰ـ۴

#include <stdio.h>
unsigned int a;
char s[۱۶];
void main(void)
{
while (۱)
{
a=read_adc(۱);
sprintf (s,"Light=٪۰۴d",a);
lcd_gotoxy(۰,۰);
lcd_puts(s);
ادامه برنامه در ستون مقابل از بالا به پایین ⇒
	if(a<=۵۰۰)
	{
	PORTD.۴=۱;
	Lcd_gotoxy(۰,۱);
	lcd_putsf("LAMP ON ");
	}
	if(a>=۵۵۰)
	{
	PORTD.۴=۰;
	
	Lcd_gotoxy(۰,۱);
	lcd_putsf("LAMP OFF ");
	}
	delay_ms(۱۰۰);}}

تحقیق کنید

یکی از درگاه‌های بسیار پرکاربرد در میکروکنترلرها UART است.درباره چگونگی اتصال سخت‌افزاری ماژول‌های آماده شکل ۲۲ـ۴ از قبیل حسگر اثر انگشت، کارت‌خوان‌های RFID، GPS و GSM به میکروکنترلر تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.



شکل ۲۲ـ۴ـ اتصال ماژول به میکروکنترلر

الگوی آزمون نرم‌افزاری واحد یادگیری ۴

مشابه یکی از مثال‌ها یا فعالیت‌های داده شده در متن واحد یادگیری را به‌صورت نرم‌افزاری اجرا کنید.

الگوی آزمون نظری واحد یادگیری ۴

۱ دستور# include < mega۸.h > در برنامه، بارگراف کتابخانه میکرو را معرفی می‌کند.

درست ☐ نادرست ☐

۲ دستور مربوط به شرط حلقه for و دستور تأخیر را بنویسید.

۳ LCD کاراکتری ۱۶×۲ نسبت به سایر LCDها پرکاربردتر است.

درست ☐ نادرست ☐

۴ برای اتصال LCD کاراکتری به میکروکنترلر، باید پایه‌های دیتای ..... تا ..... متصل شود.

۵ برای نوشتن کلمات در LCD با استفاده از میکروکنترلر حتماً باید از نرم‌افزاری مانند ویزارد استفاده کنیم.

درست ☐ نادرست ☐

۶ در مثال ;[۶] chars حرف s و عدد ۶ چه مفهومی دارد؟

۷ کد اسکی یک کد ..... که در ..... به‌کار می‌رود و در سطح جهان کاربرد یکسانی دارد.

۸ خروجی ۸ بیت یا ۱۰ بیت در ADC چه تفاوتی با هم دارد وروی چه مشخصه‌ای تأثیر می‌گذارد؟

ارزشیابی واحد یادگیری ۴: کسب شایستگی در برنامه‌نویسی به زبان C

شرح کار:
۱ تحلیل برنامه‌های نوشته شده به زبان C برای شمارنده
۲ تحلیل برنامه‌های نوشته شده به زبان C برای LCD
۳ تحلیل برنامه‌های نوشته شده به زبان C برای کنترل دما ونور
۴ اجرای انواع برنامه‌های کنترلی با نرم‌افزارC

استاندارد عملکرد: تحلیل انواع برنامه‌های آماده به زبان C برای مدارهای کنترلی ساده با استفاده از خروجی‌های LCD و LED و ورودی‌های حسگر دما، رطوبت و نور

شاخص‌ها:
۱ انتخاب فضای مورد نظر و مناسب بودن آن (میز کار)
۲ تحلیل برنامه نوشته شده به زبان C برای شمارنده یا LCD (۳۰ دقیقه)
۳ تحلیل برنامه نوشته شده به زبان C کنترل دما،رطوبت و نور (۳۰ دقیقه)
۴ اجرای نرم‌افزاری انواع برنامه‌ها (۴۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط انجام کار مشابه بقیه واحدهای یادگیری

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تحلیل انواع برنامه‌های آماده ساده	۱	
۲	تحلیل انواع برنامه‌ها برای شمارنده با LCD	۲	
۳	تحلیل انواع برنامه‌ها برای کنترل دما،نور و رطوبت	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۳

تحلیل مدارهای دیجیتال



دنیای کنونی که نام آن دهکده جهانی مطرح شده، به دلیل وجود شبکه‌های پیچیده و پیشرفته اطلاع‌رسانی و تجهیزات مدرن مخابراتی و حمل و نقل است. تحول دراین زمینه نیز سبب استفاده ازاین پدیده‌های مدرن در سایر زمینه‌های صنعتی، نظامی، کشاورزی و پزشکی شده است و به‌کارگیری‌این نوع تجهیزات و دستگاه‌ها که کارایی بالایی دارند، تقریباً همه‌گیر شده است. منشأ این کارایی را می‌توان در علوم دیجیتال جست‌وجو کرد. یکی از کاربردهای دیجیتال در رسانه‌های جمعی، رسانه‌های رایانه‌ای است. با توجه به‌این پدیده، در سال‌های آینده شاهد کاربرد بسیار محدود دستگاه‌های آنالوگ خواهیم بود و دستگاه‌های دیجیتالی همه‌گیر خواهند شد. کمااینکه هم اکنون استفاده از گیرنده‌های دیجیتال تلویزیونی فراگیر شده است و طولی نمی‌کشد که دیگر نمی‌توانید نمونه‌های گیرنده‌های آنالوگ تلویزیون را در منازل ببینید. زیرا انتقال حجم عظیم اطلاعات در زمان بسیار کوتاه، بازسازی اطلاعات ارسالی در مقصد با کیفیت بسیار بالا و تحلیل دقیق اطلاعات از طریق سامانه‌های دیجیتالی به آسانی امکان‌پذیر شده است.

بنابراین با توجه به نیازی که در ارتباط با تأمین نیروی انسانی وجود دارد، دراین پودمان، در دو واحد یادگیری مطالب پایه‌ای مورد نیاز مربوط به مدارهای دیجیتالی را آموزش می‌دهیم.

واحد یادگیری ۵

کسب شایستگی در به‌کارگیری قوانین جبر بول و نقشه کارنو (به صورت محاسباتی و نرم‌افزاری)

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- چرا باید توابع منطقی را ساده کنیم؟
- بستن مدارهای دیجیتالی با گیت‌های کمتر چه مزایایی دارد؟
- چه قوانینی برای نوشتن و ساده کردن توابع منطقی وجود دارد؟
- قوانین جبر بول چه شباهت‌هایی با قوانین حاکم بر اتحادهای ریاضی دارد؟
- چه روش‌هایی برای ساده‌سازی توابع منطقی وجود دارد؟
- چه نرم‌افزارهایی برای ساده‌سازی توابع منطقی وجود دارد؟
- ساده‌سازی توابع منطقی با نرم‌افزار، چه کمکی به آموزش می‌کند؟

برای طراحی مدارهای دیجیتالی باید از روش‌های استاندارد و تعریف شده‌ای استفاده کنیم که بتواند کار طراحی مدار را ساده کند. نخستین گام دراین راستا، نوشتن توابع منطقی و ساده کردن آن است. به‌این ترتیب می‌توانیم در طراحی و ساخت مدارهای الکترونیک و دیجیتالی از قطعات کمتری استفاده کنیم. همان‌طور که می‌دانید، استفاده از تعداد زیاد گیت‌های دیجیتالی سبب افزایش تعداد قطعات و در پی آن اشغال حجم زیاد، تلفات توان بالا، تأخیر در انتشار زیاد و هزینه بالا می‌شود. یکی از روش‌ها برای ساده‌سازی توابع منطقی، استفاده از قوانین جبر بول است.

دراین واحد یادگیری، ابتدا قوانین جبر بول توضیح داده می‌شود، سپس در ارتباط با آن چند مثال و تمرین حل می‌کنید تا بتوانید به مهارت‌های لازم برای به‌کارگیری‌این قوانین برسید. بعد از کسب مهارت در قوانین جبر بول، توابع منطقی را با استفاده از نقشه کارنو ساده خواهید کرد. به‌کارگیری نرم‌افزار برای ساده‌سازی توابع منطقی می‌تواند صحت عملکرد ما را مورد تأیید قرار دهد.

استاندارد عملکرد

به کارگیری قوانین جبر بول و نقشه کارنو برای ساده‌سازی توابع منطقی

۱ـ۵ـ یادآوری گیت‌های منطقی

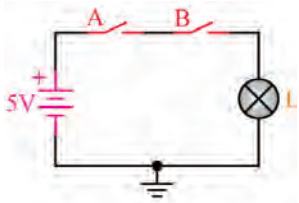
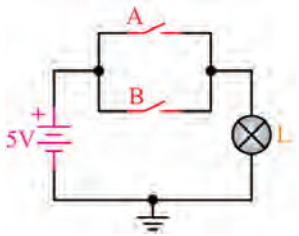
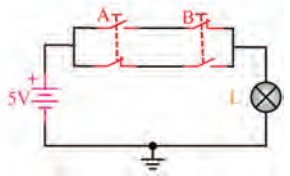
با گیت‌های منطقی پایه در پودمان‌های قبلی آشنا شده‌اید. جهت یادآوری عملکرد گیت‌های منطقی پایه، در جدول ۱ـ۵، نماد، تابع منطقی خروجی برحسب متغیرهای ورودی و جدول درستی آنها را آورده‌ایم. لازم است جهت یادآوری، جدول را مورد مطالعه دقیق قرار دهید.

جدول ۱ـ۵ نماد، تابع منطقی و جدول درستی

نام دروازه	نماد (سمبل گرافیکی)	تابع منطقی	جدول درستی
AND		$Y = AB$	A B Y 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1
OR		$Y = A + B$	A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1
NOT		$Y = \overline{A}$	A Y 0 1 1 0
NAND		$Y = \overline{AB} = (AB)'$	A B Y 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0
NOR		$Y = \overline{A+B} = (A+B)'$	A B Y 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0
XOR		$Y = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$	A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0
XNOR		$Y = \overline{A \oplus B} = \overline{A}\,\overline{B} + AB$	A B Y 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1
Buffer		$Y = A$	A Y 0 0 1 1

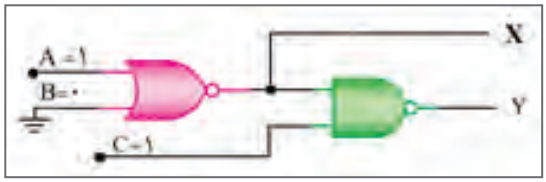
فعالیت

■ با توجه به مدار معادل کلیدی شکل ۱ـ۵، نماد هرگیت را در محل تعیین شده رسم کنید و تابع منطقی خروجی را برحسب متغیرهای ورودی بنویسید.

ردیف	نماد معادل کلیدی گیت	نمادگیت	تابع منطقی خروجی برحسب متغیرهای ورودی
۱			
۲			
۳			

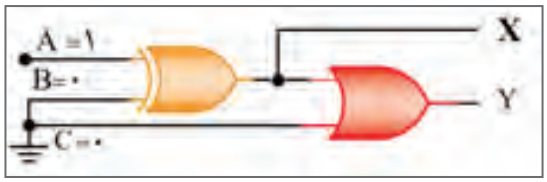
شکل ۱ـ۵

■ با توجه به شکل الف و ب ۲ـ۵، تراز منطقی ۰ یا ۱ را در خروجی‌های X و Y مربوط به هر گیت تعیین کرده و در جدول درستی هر یک از مدارها درج کنید.



الف

A	B	C	X	Y
۱	۰	۱		



ب

A	B	C	X	Y
۱	۰	۰		

شکل ۲ـ۵

۲ـ ۵ـ قوانین جبر بول (Boolean Algebra)

جبر بول مدلی ریاضی برای مدارهای منطقی است که چگونگی عملکرد یک مدار دیجیتالی را با زبان ریاضی تعریف شده خاص خود بیان می‌کند. با استفاده از قوانین جبر بول، مدل ریاضی ساده و قابل استفاده‌ای برای انواع مدارهای منطقی، مدارهای ترکیبی و ترتیبی دیجیتالی ارائه می‌شود. با استفاده ازاین روابط می‌توانیم به موارد زیر دست یابیم.

ـ روابط بین خروجی‌ها و ورودی‌های مدار به‌صورت ساده‌ترین شکل ریاضی.

ـ اجزای واقعی مدارهای کاربردی و عملی و آموزش آنها به ساده‌ترین شکل.

ـ بیان صحیح عملکرد منطقی مدارها.

برای فراگیری جبر بول و روابط آن لازم است برخی از مفاهیم را به خوبی یاد بگیریم. بدیهی است بدون فراگیری‌این مفاهیم نمی‌توانیم مدل‌های ریاضی جبر بول را به‌کار ببریم یا آنها را ساده کنیم. بسیاری ازاین موارد با مفاهیم پایه‌ای ریاضی تطابق داشته و برخی از آنها مربوط به جبر بول است. در ادامه به شرح‌این مطالب می‌پردازیم.

عضو خنثی: اگر در عملیات ریاضی، صفر را با اعداد یا توابع ریاضی دیگر جمع کنیم تأثیری در آن عدد یا تابع ندارد.این حالت یعنی در عملیات جمع به صفر عضو خنثی می‌گوییم. همچنین اگر عدد یک را در عدد یا تابع ریاضی ضرب کنیم، در عدد یا تابع ریاضی تأثیری ندارد. یعنی در عملیات ضرب، عدد یک را عضو خنثی می‌گوییم. دراین قسمت می‌خواهیم تأثیر عضو خنثی در عمل منطقی AND و OR را مورد بررسی قرار دهیم.

عضو خنثی (inactive) در عمل منطقی OR: در عمل منطقی OR، وقتی متغیر یا تابع با عضو خنثی جمع منطقی(OR) می‌شود، تابع یا متغیر به همان شکل باقی می‌ماند. دراین عمل منطقی، صفر منطقی را که چنین خاصیتی دارد عضو خنثی می‌نامند.

مثال۱: $0 + A = A$

مثال۲: $0 + AB + \overline{C}D = AB + \overline{C}D$

عضو خنثی در عمل منطقی AND: در عمل منطقی AND، یک منطقی را عضو خنثی می‌نامند.

فکر کنید

با توجه به تعریف بیان شده برای عضو خنثی در عمل منطقی OR، چرا عدد یک را برای عمل منطقی ANDعضو خنثی می‌نامند؟

مثال۳: $1 . A = A$

مثال۴: $1 . (AB + CD) = AB + CD$

کار گروهی

مدارهای کلیدی $A+0$ و $1.A$ را رسم کنید و عملکرد مدارهای کلیدی را بررسی کرده و نتیجه را ارائه دهید.

نکته

توجه داشته باشید که صفر ("۰") معادل مدار کلید همیشه باز و یک ("۱") معادل مدار کلید همیشه بسته است.

فعالیت در منزل

با استفاده از یکی از نرم‌افزارهایی که آموخته‌اید، عضو خنثی را در عمل منطقی OR و AND، در دوحالت به‌صورت مدار کلیدی و گیت منطقی ببندید و نتیجه عملکرد مدارها را مشاهده کنید و با مفاهیم تعریف شده تطبیق دهید.

بارش فکری

- اگر متغیر یا تابع منطقی با یک منطقی(۱) OR شود، حاصل چه خواهد شد؟ چرا؟ ?=A+۱
- اگر متغیر یا تابع منطقی با صفر منطقی(۰) AND شود، حاصل چه خواهد شد؟ چرا؟ ?=A . ۰

پس از بارش فکری نتیجه را جمع‌بندی کنید و در قالب یک گزارش کوتاه ارائه دهید.

قانون یکسانی یا عینیت (Identity)

هرگاه متغیر یا تابعی منطقی با خودش جمع منطقی شود(OR) یا ضرب منطقی شود (AND)، حاصل همان متغیر یا تابع خواهد بود.

فکر کنید

توجه داشته باشید که‌این عملیات با عملیات ریاضی تطبیق ندارد و از عملیات ویژه جبر بول است. چرا؟با مثال شرح دهید

مثال۵: $A + A + A = A$ و $A.A.A = A$

مثال۶: $AC + BD + AC + BD = AC + BD$

مثال۷: $A.AB = AB$

مثال۸: $(\overline{A}\,\overline{B} + CD).(\overline{A}\,\overline{B} + CD) = \overline{A}\,\overline{B} + CD$

فعالیت

توابع F_1 و F_2 را ساده کنید.

۱ $F_1 = AB + AB + CCD$

۲ $F_2 = \overline{A}\,\overline{A}BC + \overline{A}BC + BBC$

قانون جابه‌جایی(Relocation)

در عمل منطقی OR و AND بین چند متغیر، متغیرها جابه‌جایی پذیرند.

فکر کنید

این قانون با کدام یک از مفاهیم ریاضی انطباق دارد؟

مثال۹: $A + B + C = A + C + B = C + A + B = B + C + A$

مثال۱۰: $A.B.C = B.C.A = C.A.B$

قانون اتحاد (association)

مثال۱۱: $A + (B + C) = (A + B) + C$

مثال۱۲: $A.(B.C) = (A.B).C$

فکر کنید



آیا قانون اتحاد با قوانین و مفاهیم ریاضی انطباق دارد؟ پاسخ دهید و پاسخ خود را به بحث بگذارید و جمع‌بندی کنید.

قانون توزیع (Distribution)

توزیع AND در OR

مثال ۱۳:

$$A.\ (B+C) = A.\ B + A.\ C$$

توزیع OR در AND

مثال ۱۴:

$$A + B.\ C = (A + B\ ).\ (A + C)$$

فکر کنید



آیا عملیات مثال ۱۴شبیه عمل فاکتورگیری است یا از عملیات ویژه جبر بول به شمار می‌آید؟

فعالیت



با توجه به مقادیر داده شده به متغیرهای A، B و C، جدول ۲ـ۵ را کامل کنید. سپس نتیجه بگیرید که آیا طرفین تساوی مربوط به توزیع OR در AND با هم برابر است؟ نتیجه را به بحث بگذارید.

جدول ۲ـ ۵

متغیر A	متغیر B	متغیر C	تابع خروجی B.C	تابع خروجی A+B.C	تابع خروجی A+B	تابع خروجی A+C	تابع خروجی (A+B). (A+C)
۰	۰	۰					
۰	۰	۱					
۰	۱	۰					
۰	۱	۱					
۱	۰	۰					
۱	۰	۱					
۱	۱	۰					
۱	۱	۱					

کار نرم‌افزاری

مدار کلیدی A+BC و (A+B). (A+C) را به طور جداگانه ببندید و با تغییر وضعیت کلیدهای A، B و C جدولی تشکیل دهید و مباحث درج شده در ستون‌های جدول را از نظر علمی تأیید کنید و اثبات کنید که عملکرد مدار اولیه و مدار حاصل از توزیع OR در AND یکسان است.

قانون متمم (Complement)

ــ اگر متغیری با نفی خودش OR شود، حاصل یک منطقی (۱) می‌شود.این عمل جبر بول را قانون متمم می‌گویند.

$$A+\overline{A}=۱$$

ــ اگر متغیری با نفی خودش AND شود، حاصل صفر منطقی (۰) می‌شود. این عمل جبر منطقی را نیز قانون متمم می‌گویند.

$$A.\overline{A}=۰$$

فعالیت

با توجه به قانون متمم جدول ۳ـ۵ را تکمیل کنید.

جدول ۳ـ۵

A	$\overline{A}$	$A+\overline{A}$	$A.\overline{A}$
۰			
۱			

ساده‌سازی توابع با استفاده از قوانین جبر بول

با استفاده از قوانین جبر بول می‌توانیم توابع منطقی را ساده کنیم. دراین قسمت ساده‌سازی را از طریق مثال تشریح می‌کنیم.

مثال۱۵: تابع منطقی $F=A+\overline{A}B$ را ساده کنید.

پاسخ:

با به‌کارگیری قانون توزیع نتیجه می‌شود:

$$F=(A+\overline{A}).(A+B)$$
$$F = ۱.(A+B) = A+B$$

مثال۱۶: تابع F را ساده کنید. $F = A + AB$

پاسخ:

با به‌کارگیری قوانین جبر بول داریم:

$F = A.۱ + A.B$ $\quad F = A(۱ + B) = A(۱) = A$

مثال۱۷: تابع Y به‌صورت $Y=A\overline{B}+\overline{A}\,\overline{B}$ تعریف شده است.

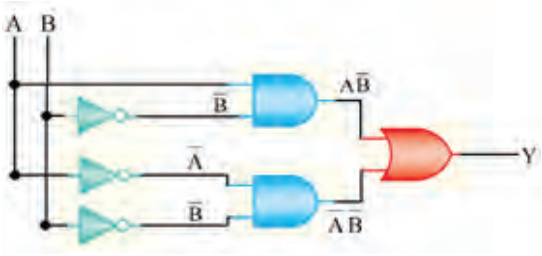
الف)مدار منطقی تابع Y را با گیت‌های منطقی رسم کنید.

ب) تابع Y را توسط قوانین جبر بول ساده کنید.

پ) مدار ساده شده را رسم کنید.

پاسخ:

الف) برای هر یک از گیت‌های داده شده در تابع، نماد آن را رسم می‌کنیم، سپس ورودی‌ها و خروجی‌ها را ارتباط می‌دهیم. شکل۳ـ۵ مدار معادل Y را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ۵ـ مدار معادل تابع Y

ب)با توجه به قوانین جبر بول تابع را ساده می‌کنیم.

با استفاده از قانون توزیع داریم:

$$Y = A\overline{B} + \overline{A}\,\overline{B} = \overline{B}(A + \overline{A})$$

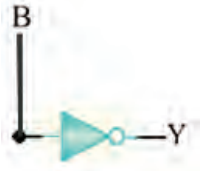
با استفاده از قانون متمم داریم:

$$Y = \overline{B}(1)$$

با استفاده از قانون عضو خنثی داریم

$$Y = \overline{B}$$

پ) مدار ساده شده به‌صورت شکل ۴ـ۵ در می‌آید.



شکل ۴ـ۵ـ مدار ساده شده تابع Y

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با توجه به قوانین ساده‌سازی جبر بول، توانستیم تابعی را که در آن تعداد ۲ متغیر قرار دارد و عملاً برای مدار آن مجبور بودیم تعداد ۶ گیت به‌کار ببریم، تبدیل به تابعی با یک متغیر و یک گیت نماییم.

مثال۱۸: تابع $F = \overline{A}B + A\overline{B} + AB$ را ساده کنید.

پاسخ:

با استفاده از قانون توزیع داریم:

$$F = \overline{A}B + A(\overline{B} + B)$$

با استفاده از قانون متمم داریم:

$$F = \overline{A}B + A(1) = \overline{A}B + A$$

با به‌کارگیری دوباره قانون توزیع و متمم داریم:

$$F = (A + \overline{A})(A + B) = 1(A + B) = (A + B)$$

فعالیت در ساعات غیر درسی

مدار معادل تابع اولیه و تابع ساده شده مثال ۱۸ را رسم کنید.

بحث کنید

درباره تعداد متغیرها و تعداد گیت‌های تابع اولیه بحث کنید و تعداد متغیرها و تعداد گیت‌ها را در هر دو حالت با هم مقایسه کنید. همچنین بررسی کنید آیا خروجی‌ها برای هر دو حالت یکسان است یا خیر؟

فعالیت

تابع $Y=\overline{A}B\overline{C}+AB\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$ را با استفاده از قوانین جبر بول ساده کنید. سپس از روی تابع ساده‌شده مدار منطقی Y را رسم کنید.

فعالیت نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی

هر دو تابع اصلی و ساده شده را به‌صورت نرم‌افزاری ببندید و عملکرد آنها را با هم مقایسه کنید. آیا نتیجه یکسان است؟

تمرین نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی

تابع $Y=\overline{A}B\overline{C}+AB\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$ را با استفاده از دستگاه Logic Convertor در نرم‌افزار مولتی‌سیم، ساده کنید و نتیجه را با تابع ساده شده توسط قوانین جبر بول مقایسه کنید.

نکته

تابع نرم‌افزاری اصلی و ساده شده توسط هنرآموز نمایش داده شود.

تمرین

مدار منطقی تابع Y را در تمرین نرم‌افزاری فوق با استفاده از گیت‌های منطقی رسم کنید و خروجی آن را به دست آورید. سپس تابع را ساده کنید و مدار منطقی تابع ساده شده را نیز ترسیم کنید و خروجی آن را تعیین نمایید. نتایج حاصل از خروجی‌ها را در دوحالت با هم مقایسه کنید. اگر عملیات ساده‌سازی را درست انجام داده باشید، خروجی‌ها باید برابر باشند. پس ازاین تطبیق نتایج را برای هر دو حالت با نتایج حاصل از نرم‌افزار مقایسه کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

جدول ۴ـ۵

A	B	C	F
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۰
۰	۱	۰	۱
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۰
۱	۰	۱	۰
۱	۱	۰	۱
۱	۱	۱	۱

تمرین نرم‌افزاری

الف)تابع منطقی جدول درستی ۴ـ۵ را بنویسید.
ب) توسط Logic Converter تابع F را ساده کنید.
پ) توسط قوانین جبر بول تابع F را ساده کنید.
ت) مدارهای مربوط به تابع ساده شده را رسم کنید.
ث) نتیجه عملیات انجام شده توسط خود را با عملکرد نرم‌افزار مقایسه کنید.

فعالیت گروهی

- با استفاده از تجربه‌های کسب شده، تعداد حداقل سه تابع با سه متغیر طراحی کنید.
- با استفاده از قوانین جبر بول توابع را ساده کنید.
- مدار معادل منطقی هر یک از توابع را در دو حالت اصلی و ساده شده با استفاده از گیت‌های منطقی ترسیم کنید.
- توابع اصلی را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کنید و خروجی هر یک را به‌دست آورید.
- توابع ساده شده را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کنید و خروجی هر یک را به‌دست آورید.
- هر یک از توابع طراحی شده در حالت ساده‌سازی با قوانین جبر بول و نرم‌افزاری را با هم مقایسه کنید و نتیجه آن را در قالب گزارش بنویسید.

الگوی پرسش: با به‌کارگیری قوانین جبر بول توابع زیر را ساده کنید. سپس مدار تابع اصلی و تابع ساده‌شده را ترسیم کنید. در نهایت صحت مدارها را با نرم‌افزار logic converter تأیید نمایید.

۱ $F_1 = \overline{A}B + A\overline{B} + AB$

۲ $F_2 = \overline{A}\,\overline{C} + AB\overline{C}$

۳ $F_3 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}C + \overline{A}B + A\overline{B}\,\overline{C}$

۴ $F_4 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}C + A\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B}C$

۵ $F_5 = A\overline{C} + B\overline{C} + \overline{A}B + \overline{A}\,\overline{B}$

۳ـ۵ ـ قانون دمورگان

- هرگاه روی تمام متغیرهای یک تابع منطقی علامت منفی کامل یا نفی کلی وجود داشته باشد($Y = \overline{A.B}$ یا $Y = \overline{A+B}$) می‌توان علامت نفی را روی تک تک متغیرهای تابع اثر داد. دراین حالت لازم است براساس قانون دمورگان عمل منطقی بین متغیرها از AND به OR یا از OR به AND یا از ۰ به ۱ یا از ۱ به ۰ تغییر کند.

مثال ۱۹:

$$Y = \overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$$
$$Y = \overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

به‌این ترتیب پس از تبدیل می‌توانیم توابع منطقی را با کمک قوانین جبر بول ساده کنیم.

مثال ۲۰: تابع $F = \overline{A+B+C}$ را با استفاده از قانون دمورگان ساده کنید.

$$F = \overline{A+B+C} = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}$$

تمرین: تابع $F = \overline{A.B.C}$ را با استفاده از قانون دمورگان ساده کنید.

مثال ۲۱: تابع $F = \overline{A+BC}$ را با استفاده از قانون دمورگان و قوانین جبر بول ساده کنید.

پاسخ: چون علامت منفی یا نفی کلی روی تمام تابع وجود دارد و تابع ترکیبی از سه متغیر به‌صورت AND و OR است باید عملیات ساده‌سازی طی چند مرحله انجام شود.

مرحله اول: طبق قانون دمورگان علامت نفی کلی روی تابع را به متغیر A و متغیرهای عبارت B. C منتقل و عمل منطقی OR را به AND تبدیل می‌نماییم.

$$F = \overline{A+BC} = \overline{A}.\overline{BC}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود عمل منطقی بین متغیرهای A و B.C از OR به AND تبدیل شده است.

مرحله دوم: علامت نفی روی متغیرهای B.C را به متغیرهای B و C انتقال می‌دهیم و عمل منطقی AND را به OR تبدیل می‌نماییم.

$$F=\overline{A}.\overline{BC}=\overline{A}.(\overline{B}+\overline{C})$$

مرحله سوم: با استفاده از قانون توزیع $\overline{A}$ را در متغیرهای $\overline{B}$ و $\overline{C}$ توزیع می‌کنیم.

$$F=\overline{A}.(\overline{B}+\overline{C})=\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}\,\overline{C}$$

مثال ۲۲: قانون دمورگان را برای تابع Y به‌کار ببرید.

$$Y=(\overline{A+B}).(\overline{CD})$$

پاسخ:

$$F=(\overline{A}.\overline{B}).(\overline{C}+\overline{D})=\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{D}$$

نکته

با استفاده از قانون دمورگان می‌توانیم تابع $Y=\overline{ABC}$ را به‌صورت $Y=\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}$ نیز بنویسیم.

بحث کنید

چگونگی حل مثال ۲۲ را مرحله به مرحله به بحث بگذارید تا قانون دمورگان و قوانین جبر بول کاملاً ملکه ذهنتان شود.

فعالیت

با توجه به طرف اول و دوم تابع $F=\overline{A+B}=\overline{A}.\overline{B}$ جدول ۵ـ۵ را کامل کنید.

جدول ۵ـ۵

طرف اول				طرف دوم		
A	B	A+B	$\overline{A+B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}.\overline{B}$
۰	۰					
۰	۱					
۱	۰					
۱	۱					

اثبات کنید: نتایج حاصل شده در جدول ۵ـ۵ را به بحث بگذارید و اثبات کنید که در هر مرحله طرف اول و دوم با هم برابر است.

الگوی پرسش

۱ تابع F را ساده کنید. مشابه مثال ۲۱، هریک از مراحل را به تفکیک بنویسید.

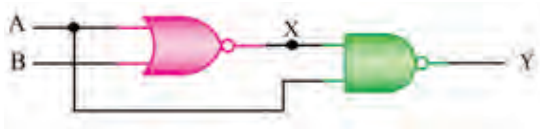
$$F=\overline{A+\overline{\overline{ABC}}}$$

۲ ابتدا تابع منطقی خروجی‌های X و Y شکل ۵ـ۵ را برحسب متغیرهای ورودی A و B بنویسید، سپس تابع خروجی Y را با استفاده از قوانین دمورگان و جبر بول ساده کنید.

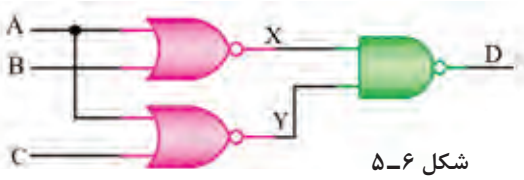
۳ با استفاده از قوانین دمورگان و جبر بول تابع Y را ساده کنید.

$$F=\overline{\overline{AB}C}+\overline{\overline{AB}C}$$

۴ در شکل ۶ـ۵ تابع منطقی خروجی هر گیت را برحسب متغیرهای ورودی A و B بنویسید سپس تابع خروجی D را با استفاده از قوانین جبر بول و دمورگان ساده کنید.



شکل ۵ـ ۵



شکل ۶ـ۵

۴ـ۵ـ مین‌ترم یک تابع (Minterm)

یک تابع با دو متغیر A و B را در نظر بگیرید. جدول درستی‌این تابع دارای $۲^۲=۴$ حالت است. هریک ازاین حالت‌ها را یک مین‌ترم می‌نامیم. بنابراین تابع می‌تواند چهارحالت یا چهار مین‌ترم داشته باشد. جدول درستی تابع با دو متغیر و مین‌ترم‌های آن در هر ردیف، در جدول ۶ـ۵ نشان داده شده است. در جدول ۷ـ۵ تابع F را برای یک سامانه فرضی در نظر می‌گیریم و مقادیر معادل صفر و یک آن را طبق جدول ۷ـ۵ می‌نویسیم. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سه ردیف از ستون مربوط به تابع F، مقدار تابع یک و در یک ردیف مقدار تابع صفر است. بنابراین تابع F برای ردیف‌هایی که ۱ است خروجی دارد. در نهایت تابع به‌صورت $F=\overline{A}\,\overline{B}+A\overline{B}+AB$ درمی‌آید.

اصطلاحاً می‌گوییم‌این تابع به‌صورت مین‌ترم نوشته شده است، زیرا مین‌ترم مربوط به مقدار صفر آن را حذف کرده‌ایم. تابع مین‌ترم دارای ۲ مشخصه به‌شرح زیر است:

در همه عبارت‌های تابع باید همه متغیرها یا نفی آنها حتماً وجود داشته باشد.

تابع حاصل ازاین مین‌ترم به‌صورت مجموعی (OR) از عبارت‌هایی است که در هر عبارت متغیرها با هم AND شده‌اند.

اثبات کنید: تابع $F=\overline{A}\,\overline{B}+A\overline{B}+AB$ را به بحث بگذارید. آیا دو مشخصه ذکر شده برای‌این تابع صدق می‌کند؟ توضیح دهید چرا؟

جدول ۵ـ۷

A	B	F
۰	۰	۱
۰	۱	۰
۱	۰	۱
۱	۱	۱

جدول ۵ـ۶

A	B	F
۰	۰	$\overline{A}\,\overline{B}$
۰	۱	$\overline{A}B$
۱	۰	$A\overline{B}$
۱	۱	AB

جدول ۵ ـ ۸

ورودی‌ها			خروجی	
A	B	C	Y	
۰	۰	۰	۰	
۰	۰	۱	۱	$\overline{A}\,\overline{B}C$
۰	۱	۰	۰	
۰	۱	۱	۰	
۱	۰	۰	۱	$A\overline{B}\,\overline{C}$
۱	۰	۱	۱	$A\overline{B}C$
۱	۱	۰	۰	
۱	۱	۱	۱	ABC

مثال ۲۳: به جدول ۸ـ۵ توجه کنید.این جدول مربوط به خروجی یک سامانه فرضی است که تعداد سه متغیر و تعداد ۸ مین‌ترم دارد (۸=$۲^۳$). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، خروجی چهار مین‌ترم تابع برابر با یک و چهار مین‌ترم دیگر خروجی برابر با صفر است. با استفاده از خروجی‌های ۱، تابع F را در ردیف‌هایی که برابر ۱ است به‌صورت مجموع مین‌ترم‌ها می‌نویسیم.

$$F=\overline{A}\,\overline{B}C+A\overline{B}\,\overline{C}+A\overline{B}C+ABC$$

پژوهش

درباره رابطه $F=\sum_M(۱,۴,۵,۷)$ که مربوط به مین‌ترم‌های تابع F مثال ۲۳ است، تحقیق کنید.

فعالیت

تابع خروجی Y را در جدول ۹ـ۵ به‌صورت مجموع مین‌ترم‌ها بنویسید.

جدول ۹ـ۵

ورودی‌ها			خروجی
A	B	C	Y
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۱
۱	۰	۱	۰
۱	۱	۰	۱
۱	۱	۱	۱

۵ـ۵ـ پیاده‌سازی توابع منطقی با استفاده از نقشه کارنو

در مبحث قبل ساده‌سازی توابع منطقی با استفاده از قوانین جبر بول، مانند قوانین توزیع(فاکتورگیری) و حذف متغیرها را آموختیم. مثلاً $Y=ABC+AB\overline{C}$ پس از ساده‌سازی به‌صورت $Y=AB$ در می‌آید. زیرا

$$Y=AB(C+\overline{C})=AB.۱=AB$$

یکی دیگر از روش‌های ساده‌سازی توابع منطقی استفاده از جدول یا نقشه کارنو است. در نقشه کارنو نیز متغیرها بر اساس همین قوانین ولی با روش ساده‌تر حذف و توابع ساده می‌شوند. در واقع نقشه کارنو شکل تغییر یافته و ساده شده جدول درستی توابع منطقی است.

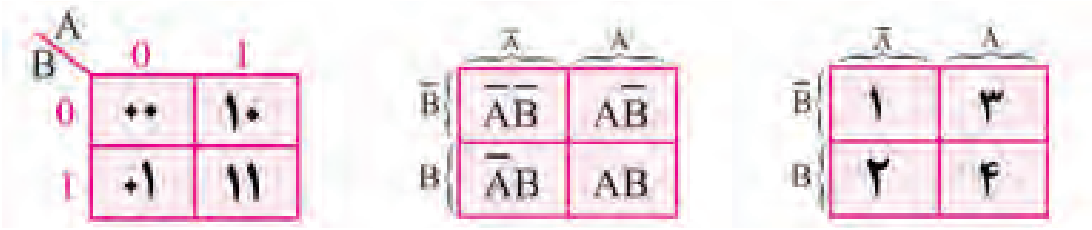
جدول ۱۰ـ۵ـ جدول درستی

ردیف	A	B	F
۰	۰	۰	$\overline{A}\,\overline{B}$
۱	۰	۱	$\overline{A}B$
۲	۱	۰	$A\overline{B}$
۳	۱	۱	AB

نقشه کارنو با دو متغیر: در جدول ۱۰ـ۵، جدول درستی و مین ترم‌های تابع F با دو متغیر A و B را مشاهده می‌کنید. نقشه کارنو نیز مشابه جدول درستی که دارای ۴ ردیف است، ۴خانه دارد که هر یک از خانه‌ها به یک مین‌ترم اختصاص داده می‌شود. در شکل الف ـ۷ـ۵ نمونه نقشه کارنو ۴ خانه‌ای را ملاحظه می‌کنید. روی هر ضلع مربع که دو خانه دارد متغیرها را به‌صورت A و $\overline{A}$ یا B و $\overline{B}$ می‌نویسیم.

نکته

انتخاب محل قراردادن متغیرها و اختصاص دادن خانه‌های مین ترم‌ها در جدول کارنو استاندارد تعریف شده‌ای ندارد ولی برای سادگی و جلوگیری از اشتباه معمولاً الگوی شکل الف ـ ۵ـ۷ را توصیه می‌کنند. در شکل ب ـ ۵ـ۷ خانه‌های اختصاص داده شده به مین‌ترم‌ها را در نقشه کارنو می‌بینید. شکل پ ـ ۵ـ۷ نقشه کارنو با اعداد باینری اختصاص داده شده به هر خانه نشان داده شده است.



الف) هر خانه معرف ردیف در جدول ب) هر خانه معرف مین‌ترم در هر ردیف پ) هر خانه معادل عدد باینری هر ردیف

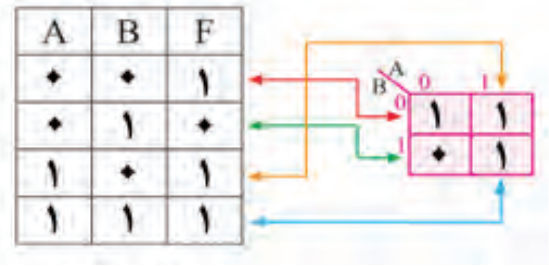
شکل ۵ـ۷ـ جدول کارنو

نمایش یک تابع در نقشه کارنو: در نمایش یک تابع در نقشه کارنو، به جای مین‌ترم‌هایی که تابع آن برابر با یک است، در مربع مربوطه مقدار عدد یک و در مربع‌های مربوط به مین‌ترم‌هایی که تابع به ازای آن صفر است، صفر قرار می‌دهیم. به جای صفر می‌توانیم مربع را خالی بگذاریم.

مثال ۲۴: با استفاده از جدول ۵ـ۱۱ تابع F را در نقشه کارنو شکل ۵ـ۸ نمایش دهید.

جدول ۵ـ۱۱

A	B	F
۰	۰	۱
۰	۱	۰
۱	۰	۱
۱	۱	۱



شکل ۵ـ۸ نمایش تابع F در نقشه کارنو

فعالیت

در شکل ب ـ۵ـ۷ در خانه «صفر» معادل $\bar{A}\bar{B}=0$ را قرار دهید. سپس جدول درستی مین‌ترم‌ها را در هر خانه مشخص کنید. آیا می‌توانیم به جای $\bar{A}\bar{B}=00=0$ و برای سایر خانه‌ها معادل یک را درج کنیم؟ چرا؟

نکته

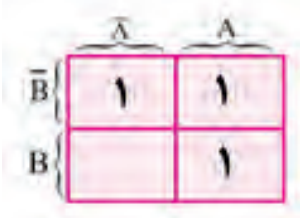
در شکل پ ـ ۵ـ۷ متغیر A و B را به جای اینکه تکرار کنیم، در بالا و سمت چپ روی خط مورب بالای جدول قرار داده‌ایم.

مثال ۲۵: تابع $F=\bar{A}B+A\bar{B}$ در نقشه کارنو شکل ۵ـ۹ نشان داده شده است.

مثال ۲۶: جدول درستی تابع $F=A+\bar{B}$ را رسم کنید. تابع در نقشه کارنوی شکل ۵ـ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۹



شکل ۵ـ۱۰

جدول ۱۲ـ۵

A	B	F
۰	۰	۱
۰	۱	۱
۱	۰	۰
۱	۱	۱

الگوی پرسش:

۱ـ با استفاده از جدول ۱۲ـ۵، نقشه کارنو را ترسیم کنید.

۲ـ نقشه کارنوی توابع زیر را ترسیم کنید، سپس ساده‌ترین شکل جدول درستی را از نقشه کارنو استخراج کنید.

الف) $F=\overline{A}B+AB$

ب) $F=\overline{B}+\overline{A}B$

پ) $F=\overline{A}+\overline{B}$

۶ـ۵ـ استخراج ساده‌ترین شکل تابع منطقی از نقشه کارنو

پس از نمایش تابع در نقشه کارنو، می‌توان ساده‌ترین شکل تابع را از نقشه استخراج کرد. به مین ترم‌های موجود در نقشه کارنو شکل ۱۱ـ۵ که مربوط به دو متغیر است توجه کنید. مین ترم‌ها در مربع‌های کنار هم فقط در یک متغیر با هم اختلاف دارند. زیرا در یک مین ترم متغیر و در مین ترم کناری مکمل آن $\overline{A}$ وجود دارد که با هم متفاوت است و متغیر $\overline{B}$ در هر دو مشترک است‌این دو خانه را اصطلاحاً مجاور یا همسایه می‌گویند. با توجه به‌این اشتراک، به آسانی می‌توانیم مربع‌های مجاور (با یک اختلاف در متغیرها) را ساده کنیم.

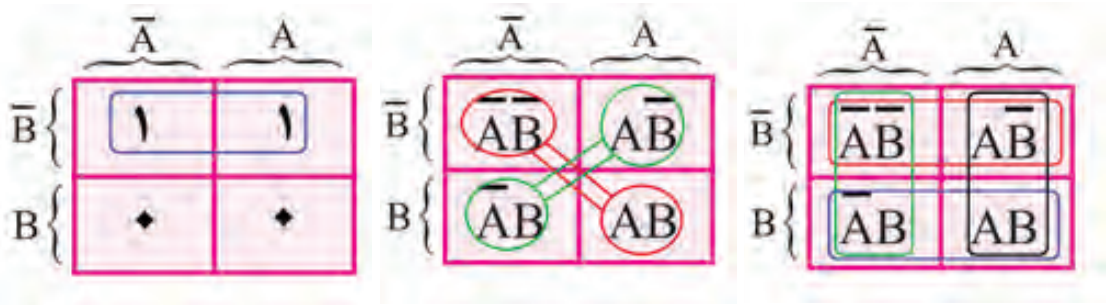
$$\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}B=\overline{A}(B+\overline{B})=\overline{A}$$

☑ اما مین‌ترم‌های موجود در مربع‌های واقع در قطرها مانند شکل ۱۲ـ۵، به دلیل داشتن دو اختلاف ساده‌پذیر نیستند. معمولاًاین مین‌ترم‌ها هستند که تابع خروجی را تشکیل می‌دهند. حال با ذکر یک مثال می‌خواهیم ساده‌ترین شکل تابع را از جدول کارنو استخراج کنیم.

مثال ۲۷: ساده‌ترین عبارت منطقی ممکن را از نقشه کارنو شکل ۱۳ـ۵ استخراج کنید.

پاسخ: با توجه به اینکه دو خانه پایین صفر است، از آن صرف‌نظر می‌کنیم. در دو خانه بالا متغیر $\overline{B}$ مشترک است. بنابراین $\overline{B}$ پاسخ مسئله است. زیرا دو خانه مجاور را می‌توان با یک متغیر مشترک $\overline{B}$ نوشت:

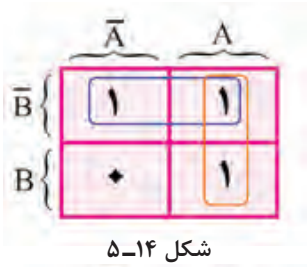
$$F=\overline{B} \qquad F=\overline{B}(\overline{A}+A) \qquad F=\overline{A}\,\overline{B}+\overline{B}A$$



شکل ۱۱ـ۵ شکل ۱۲ـ۵ شکل ۱۳ـ۵

مثال ۲۸: ساده‌ترین عبارت منطقی ممکن را از نقشه کارنو شکل ۱۴ـ۵ استخراج کنید.

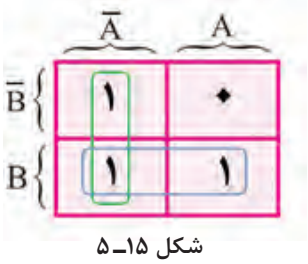
پاسخ: متغیرهای غیرمشترک را که پاسخ مسئله است پیدا می‌کنیم. $F=\overline{B}+A$



شکل ۱۴ـ۵

مثال ۲۹: تابع $F=\overline{A}B+AB+A\overline{B}$ را در نقشه کارنو نشان دهید سپس ساده‌ترین شکل تابع را استخراج کنید.

پاسخ: الف) جدول کارنو را طبق شکل ۱۵ـ۵ رسم می‌کنیم.



شکل ۱۵ـ۵

ب)متغیرهای مشترک را از جدول پیدا می‌کنیم. مجموعه‌این متغیرها پاسخ مسئله است. $F=\overline{A}+B$

فعالیت

الف) تابع منطقی Y مربوط به جدول درستی ۱۳ـ۵ را بنویسید.

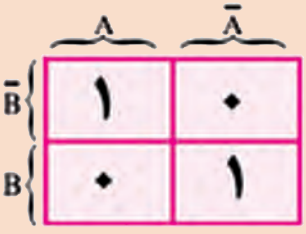
ب) تابع را در نقشه کارنو نمایش دهید. سپس ساده‌ترین شکل تابع Y را بنویسید.

جدول ۱۳ـ۵

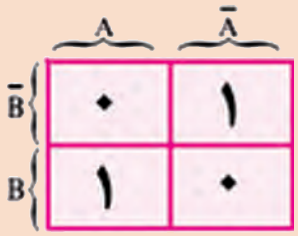
خروجی	ورودی	
Y	C	B
۱	۰	۰
۱	۱	۰
۰	۰	۱
۱	۱	۱

فکر کنید

تابع منطقی نقشه کارنو شکل ۱۶ـ۵ و ۱۷ـ ۵ را بنویسید. آیا مربع‌ها مجاور هستند (عضو مشترک دارند)؟ تابع هر نقشه کارنو معادل چه گیتی است؟



شکل ۱۶ـ۵

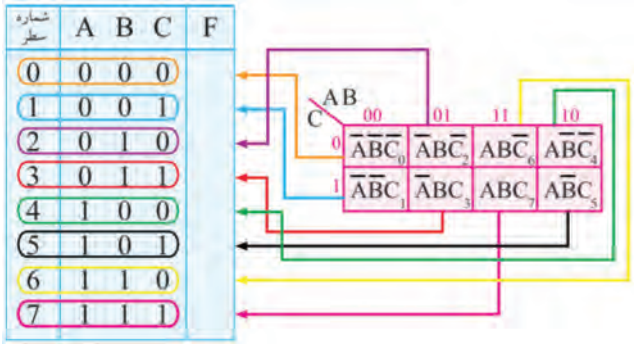


شکل ۱۷ـ۵

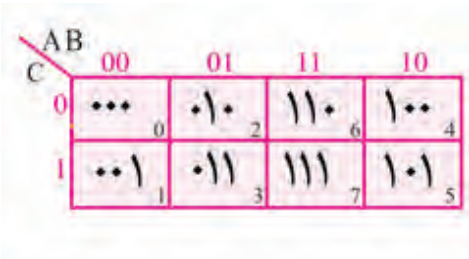
۷ـ۵ نقشه کارنو با سه متغیر

با توجه به وجود سه متغیر A، B و C، تعداد مین ترم‌ها طبق شکل ۱۸ـ۵ برابر $۸=۲^۳$ است. لذا نقشه کارنو باید ۸ خانه داشته باشد. هرخانه معرف یک ردیف از جدول درستی است. در شکل ۱۹ـ۵ نقشه کارنو را برای سه متغیر نشان داده‌ایم.

مشاهده می‌شود که به هر متغیر یا نفی آن ۴ خانه تعلق می‌گیرد. اشتراک دو متغیر (مثلاً A. B، A. C یا $\overline{B}C$) در دو خانه و اشتراک سه متغیر (مثلاً ABC) در یک خانه اتفاق می‌افتد. در شکل ۱۸ـ۵ جای مین‌ترم‌های هر ردیف جدول درستی را در نقشه کارنو مشاهده می‌کنید. هر مین‌ترم را می‌توانیم با عدد باینری معادل ردیف آن جایگزین کنیم. مثلاً $A\overline{B}C=101$ یا $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}=000$ را در نقشه کارنو نشان می‌دهیم. در شکل ۱۹ـ۵ هرخانه نقشه کارنو با عدد باینری معادل نشان داده شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، دراین جدول لازم است $\overline{A}$، $\overline{B}$ و $\overline{C}$ ها را مشخص کنیم. ولی معمولاً برای جلوگیری از شلوغی نقشه، آن را روی نقشه کارنو نمی‌نویسند.



شکل ۱۸ـ۵



شکل ۱۹ـ۵

بحث کنید

درباره چگونگی تشکیل نقشه کارنو با سه متغیر بحث کنید و فرایند اجرای آن را دقیقاً بیاموزید و به خاطر بسپارید.

نمایش تابع در نقشه کارنو: اگر جدول درستی توابع با سه متغیر موجود باشد، در ردیفی که مین‌ترم تابع ۱ است، در خانه مربوطه ۱ منطقی را قرار می‌دهیم.

مثال ۳۰: جدول درستی ۱۴ـ۵ را در نقشه کارنو نمایش دهید.

پاسخ: شکل ۲۰ـ۵

اگر تابع منطقی را بخواهیم در نقشه کارنو نمایش دهیم، جای هر عبارت تابع را در نقشه ۱ قرار می‌دهیم. باید توجه نمود برای اشتراک دو متغیر (مثلاً A.C) در دوخانه ۱ قرار داده می‌شود.

مثال ۳۱: تابع $F=\overline{A}BC+AB\overline{C}+AC$ را در نقشه کارنو نمایش دهید.

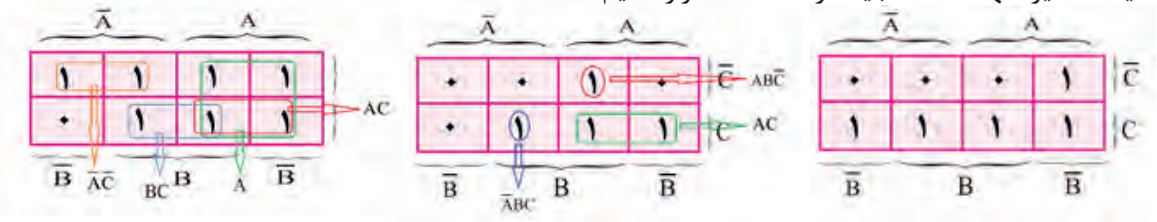
پاسخ: با استفاده از روش‌های ذکر شده جدول کارنو با ۸ خانه را تشکیل می‌دهیم، شکل ۲۱ـ۵.

جدول ۱۴ـ۵

A	B	C	F
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۱
۱	۰	۱	۱
۱	۱	۰	۰
۱	۱	۱	۱

مثال ۳۲: تابع $F = A + BC + \overline{A}\,\overline{C}$ را در نقشه کارنو نمایش دهید.

پاسخ: با استفاده از روش‌های ذکر شده نقشه کارنو را تشکیل می‌دهیم. شکل ۲۲ـ۵. باید توجه نمود که برای یک متغیر تنها مثلاً A، باید در ۴ خانه ۱ قرار دهیم.

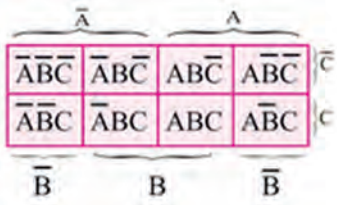


شکل ۲۰ـ۵ـ نقشه کارنو جدول ۱۴ـ۵ — شکل ۲۱ـ۵ — شکل ۲۲ـ۵

فعالیت

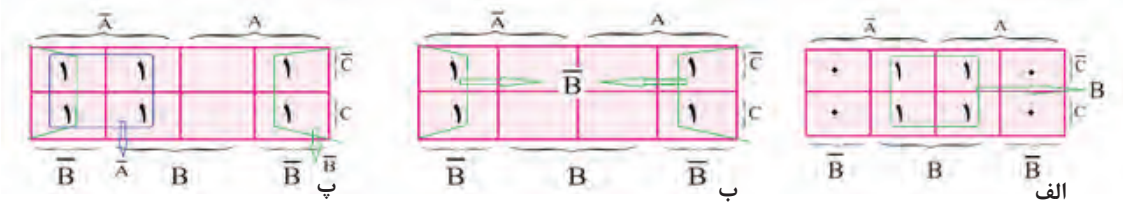
تابع $F = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B} + \overline{B}C$ را در نقشه کارنو نمایش دهید.

استخراج ساده‌ترین فرم تابع منطقی از نقشه کارنو با سه متغیر: اگر به مین‌ترم‌های موجود در نقشه کارنو شکل ۲۳ـ۵ توجه کنید، مین‌ترم‌های خانه‌های کنار هم و مین‌ترم‌های با دو خانه فاصله، فقط یک اختلاف با هم دارند و می‌توان به راحتی عمل ساده‌سازی را انجام داد. مین ترم‌هایی که یک خانه با هم فاصله دارند (اصطلاحاً خانه‌های یک در میان) و مین ترم‌های واقع در خانه‌های قطری، دارای دو اختلاف هستند و با هم نمی‌توان انتخاب و ساده نمود. در فرایند ساده‌سازی، پس از نمایش تابع منطقی در نقشه کارنو با توجه به نکات زیر می‌توان ساده‌ترین فرم منطقی تابع را نوشت.



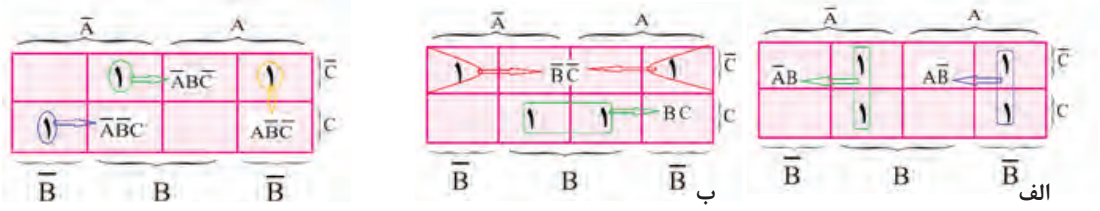
شکل ۲۳ـ۵

چهارخانه مجاور: چهارخانه مجاور را می‌توان با یک متغیر نشان داد. نمونه‌هایی را در شکل ۲۴ـ۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۴ـ۵

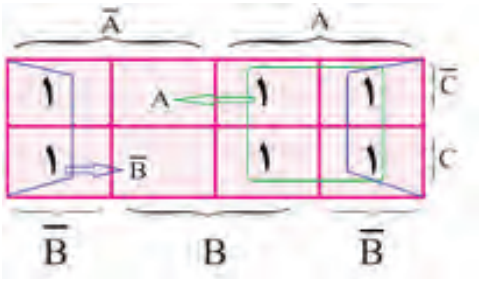
دو خانه مجاور: دو خانه مجاور را می‌توان با اشتراک(AND) بین دو متغیر نشان داد، شکل ۲۵ـ۵ـالف، ب نمونه‌هایی ازاین مثال را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵ـ۵ — شکل ۲۶ـ۵

خانه‌هایی که دارای ۱ منطقی است و خانه همسایه ندارد، به‌صورت مین‌ترم با سه متغیر نوشته می‌شود و ساده‌پذیر نیست. شکل ۲۶ـ۵ نمونه‌ای از این نقشه کارنو را نشان می‌دهد.

مثال ۳۳: تابع $F = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + AB + \bar{B}C + A\bar{B}\bar{C}$ را در نقشه کارنو نمایش دهید و ساده‌ترین فرم تابع را از آن استخراج کنید، شکل ۲۷ـ۵.



شکل ۲۷ـ۵

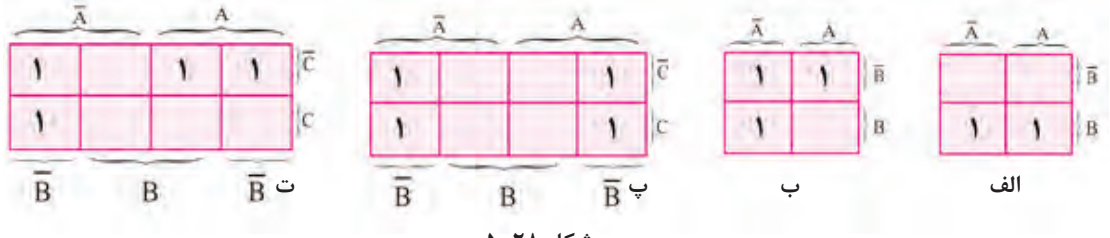
پاسخ: $F = A + \bar{B}$

نکته

خانه‌های غیر مجاور را با مین‌ترم‌های سه متغیر می‌نویسند.

الگوی پرسش

۱ ساده‌ترین تابع منطقی نقشه‌های کارنو شکل ۲۸ـ۵ را بنویسید.



شکل ۲۸ـ۵

۲ توابع منطقی زیر را با استفاده از نقشه کارنو ساده کنید.

$F_1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC + A\bar{B}C$

$F_2 = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + \bar{A}BC + AB\bar{C} + ABC$

$F_3 = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + A\bar{B}$

$F = \bar{A}B + AB + A\bar{B}$

الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری

۱ جدول درستی گیت NOR انحصاری را بنویسید.

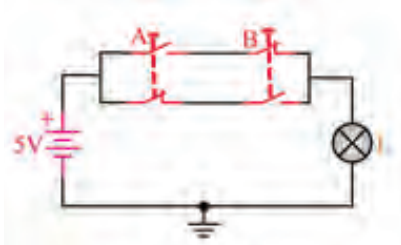
۲ گیت OR انحصاری (XOR) دو ورودی و یک خروجی دارد و خروجی زمانی در تراز «۱» منطقی قرار می‌گیرد که ورودی‌های گیت با هم در یک تراز نباشند.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ مدار کلیدی شکل ۲۹ـ۵ مربوط به کدام گیت است؟

الف) NAND ب) NOR

پ) XOR ت) XNOR



شکل ۲۹ـ۵

۴ تابع منطقی $F_1 = \overline{A + B} + A\overline{B} + AC$ را توسط قوانین جبر بول ساده کنید.

۵ تابع منطقی $F_2 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}C + ABC + A\overline{B}$ را توسط قوانین جبر بول ساده کنید.

۶ تابع منطقی F مربوط به جدول درستی ۱۵ـ۵ را به‌صورت مجموع مین‌ترم‌ها بنویسید.

۷ تابع منطقی $F = \overline{A}\,\overline{B} + A\overline{B} + AB$ را در نقشه کارنو نمایش دهید. سپس ساده‌ترین تابع را از نقشه کارنو استخراج کنید.

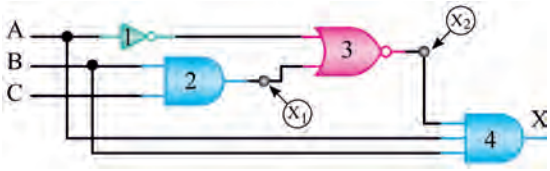
۸ تابع منطقی $F = \overline{A}\,\overline{B} + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + AB\overline{C} + A\overline{B}C$ را توسط نقشه کارنو ساده کنید. سپس از روی تابع ساده‌شده، مدار را با گیت‌های منطقی طرح کنید.

۹ در شکل ۳۰ـ۵ تراز منطقی خروجی X_1، X_2 و X را بنویسید. $A = ۰$، $B = ۰$ و $C = ۱$ است

۱۰ ساده‌ترین تابع منطقی نقشه کارنو شکل ۳۱ـ۵ را بنویسید.

جدول ۱۵ـ۵

A	B	C	F
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۱
۱	۰	۱	۱
۱	۱	۰	۰
۱	۱	۱	۱



شکل ۳۰ـ۵

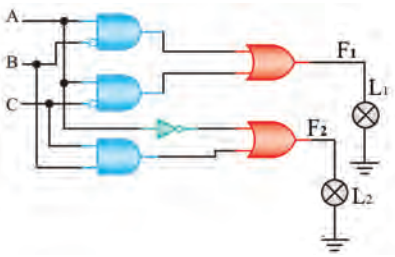


شکل ۳۱ـ۵

الگوی آزمون نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱ مدار شکل ۳۲ـ۵ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم شبیه‌سازی کنید و با تغییر مقادیر A، B و C، تراز خروجی F_1 و F_2 را تعیین کنید. سپس جدول درستی مدار را رسم کنید.

۲ تابع منطقی $F = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}C + \overline{A}BC + A\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B}C + AB\overline{C}$ را توسط Logic Converter ساده کنید و از روی تابع ساده شده مدار آن را ترسیم کنید.



شکل ۳۲ـ۵

توجه به روش و محتوای ارزشیابی

ارزشیابی شایستگی‌های مربوط به پودمان، واحد یادگیری و مراحل کار بر اساس محتوای ارائه شده در کتاب درسی و مشابه مثال‌ها و فعالیت‌های ارائه شده صورت می‌گیرد. ضرورت دارد ارزشیابی‌کنندگان به‌این امر توجه کرده و ارزشیابی را بر مبنای اهداف تعریف شده برای شایستگی‌ها اجرا نمایند و فراتر نروند.

ارزشیابی واحد یادگیری ۵: کسب شایستگی در به‌کارگیری قوانین جبر بول و نقشه کارنو

شرح کار:

۱ تشریح عملکرد گیت‌های منطقی پایه و ترسیم جدول درستی آنها
۲ تشریح قوانین جبر بول
۳ ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری قوانین جبر بول
۴ ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری نقشه کارنو
۵ ساده‌سازی توابع منطقی با استفاده از نرم‌افزار

استاندارد عملکرد: طراحی مدارهای ترکیبی و اجرای توابع و طراحی مدارهای ترتیبی با رعایت استانداردهای تعریف‌شده

شاخص‌ها:

۱ تشریح عملکرد گیت‌های منطقی پایه و ترسیم جدول درستی آنها (۱۰ دقیقه)
۲ تشریح قوانین جبر بول (۱۰دقیقه)
۳ ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری قوانین جبر بول (۱۵ دقیقه)
۴ ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری نقشه کارنو (۱۵ دقیقه)
۵ ساده‌سازی توابع منطقی با استفاده از نرم‌افزار (۱۵ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان مناسب انجام کار در کلاس یا کارگاه، سایت مجهز به رایانه، با کف عایق یا آنتی‌استاتیک، نور مناسب برای کارهای ظریف با ابعاد حداقل۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره، دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C)، انجام کار در حال نشسته یا ایستاده ـ رایانه ـ لوازم‌التحریر

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح عملکرد گیت‌های پایه و ترسیم درستی آنها	۱	
۲	تشریح قوانین جبر بول	۲	
۳	ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری قوانین جبر بول	۲	
۴	ساده‌سازی توابع منطقی با به‌کارگیری نقشه کارنو	۲	
۵	ساده‌سازی توابع منطقی با استفاده از نرم‌افزار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ محافظت از تجهیزات و دستگاه‌ها ۲ دقت و مسئولیت‌پذیری ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای ۵ رعایت نکات زیست‌محیطی ۶ به‌کارگیری فناوری نوین ۷ مستندسازی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

واحد یادگیری ۶

کسب شایستگی در طراحی مدارهای دیجیتالی و اجرای توابع آن

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- چه اصولی را برای طراحی مدارهای ترکیبی باید به‌کار ببریم؟
- چگونه با مدارهای رمزگشا توابع منطقی قابل اجرا می‌شود؟
- چگونه با مدارهای مالتی‌پلکسر می‌توانیم توابع منطقی را اجرا کنیم؟
- به‌کارگیری رمزگشا و مالتی‌پلکسر در اجرای توابع چه مزایایی دارد؟
- در ساختمان حافظه‌ها از چه مدارهای دیجیتالی استفاده می‌شود؟
- اطلاعات به چه روش‌هایی به حافظه‌ها انتقال می‌یابند؟
- در ساختمان شمارنده‌ها از چه مدارهای دیجیتالی استفاده شده است؟

در ساختار سامانه‌های دیجیتالی ممکن است از مدارهای ترکیبی که شامل متغیرهای ورودی، دروازه‌های منطقی و متغیرهای خروجی است، استفاده شود. طراحی مدارهای ترکیبی با تعریف یک مسئله شروع می‌شود و با دیاگرام منطقی مدار و مجموعه‌ای از توابع منطقی و روش‌های ساده‌سازی توابع پایان می‌یابد. روند طراحی مدارهای ترکیبی از اصول خاصی پیروی می‌کند، که دراین واحد یادگیری به آموزش آن می‌پردازیم. سپس توسط دکُدر و مالتی‌پلکسر، چگونگی اجرای توابع منطقی را شرح می‌دهیم.

چون اغلب سامانه‌های دیجیتالی مانند ماشین‌های حسابگر، سیستم‌های حفاظتی و مخابراتی باید اطلاعات را در حافظه خود نگه دارند، لازم است ساختمان حافظه‌ها و انواع آنها به اختصار تشریح شود و مدارهای شمارنده نیز مورد بررسی قرار گیرد. برای کسب مهارت و عمق بخشیدن به آموزش، استفاده از نرم‌افزارهای مناسب و شبیه‌سازی مدارها با نرم‌افزار الزامی است و باید به آن توجه ویژه شود.

استاندارد عملکرد

طراحی مدارهای ترکیبی و ترتیبی دیجیتالی و اجرای توابع آن

۱ـ۶ـ طراحی مدارهای ترکیبی

در طراحی و ساخت مدارهای منطقی باید از مدار ساده شده با کمترین قطعات استفاده کنیم. در پایه دهم در درس مونتاژ و دمونتاژ SMD و مستندسازی، اصول طراحی مدارهای ترکیبی آموزش داده شده است. برای یادآوری به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۱: در یک مدار ترکیبی با سه متغیر ورودی و یک خروجی مطابق بلوک شکل ۱ـ۶، زمانی خروجی مدار «۱»است که تعداد یک‌های موجود در متغیرهای ورودی در هر ردیف در مقایسه با صفر، در اکثریت باشد. مدار را طراحی کنید.

پاسخ:

ـ جدول درستی مدار را طرح می‌کنیم، جدول ۱ـ۶.

ـ تابع منطقی خروجی را می‌نویسیم.

$$Z = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

ـ تابع را به هر روش ممکن، مثلاً با استفاده از نقشه کارنو ساده می‌کنیم، شکل ۲ـ۶.

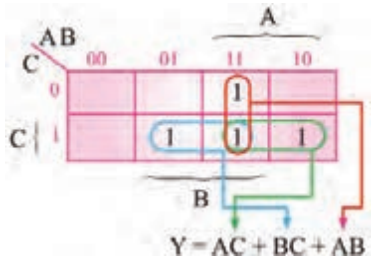
ـ ساده‌ترین رابطه منطقی را از جدول کارنو استخراج می‌کنیم.

جدول ۱ـ۶

A	B	C	Z
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۰
۱	۰	۱	۱
۱	۱	۰	۱
۱	۱	۱	۱



شکل ۱ـ۶ـ بلوک مدار

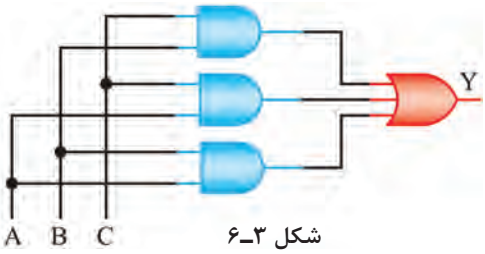


شکل ۲ـ۶

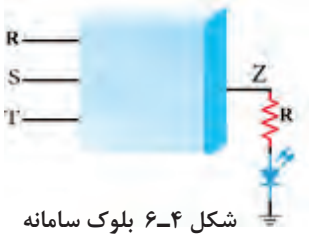
ـ مدار را طرح می‌کنیم. در شکل ۳ـ۶ مدار طراحی شده مربوط به مثال ۱ را نشان داده‌ایم.

فعالیت

برای یک سامانه سه فاز، مداری طراحی کنید که وقتی یک فاز یا دو فاز ورودی قطع می‌شود، خروجی مدار دیجیتالی برابر با «۱»، و لامپ سیگنال خطا روشن شود. در شکل ۴ـ۶ بلوک سامانه را نشان داده‌ایم.



شکل ۳ـ۶



شکل ۴ـ۶ بلوک سامانه سه فاز

۲ـ۶ـ طراحی مدار ترکیبی با دکُدر (رمزگشا Decoder)

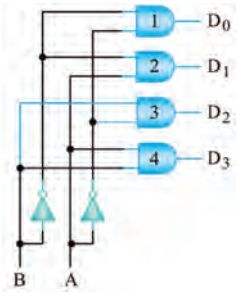
با مدار رمزگشا (Decoder) در پایه یازدهم آشنا شده‌اید.این مدار n خط در ورودی و 2^n خط در خروجی دارد و در هر لحظه تنها یکی از خروجی‌ها فعال است. در شکل ۵ـ۶ مدار رمزگشای ۴←۲ رسم شده است. دراین مدار، تعداد ورودی‌ها برابر ۲ = n و تعداد خروجی‌ها برابر ۴ = 2^n است.

بحث گروهی

در مورد عملکرد مدار رمزگشای ۴← ۲ بحث کنید. سپس جدول درستی ۲ـ۶ را کامل کنید.

فعالیت

اگر در شکل ۵ـ۶ به جای گیت AND از گیت NAND استفاده شود، حالت فعال خروجی چه تغییری می‌کند؟ جدول درستی ۳ـ۶ را برای‌این حالت کامل کنید.



شکل ۵ـ۶ـ مدار رمزگشای ۴ → ۲

جدول ۲ـ۶

B	A	D۰	D۱	D۲	D۳
۰	۰				
۰	۱				
۱	۰				
۱	۱				

جدول ۳ـ۶

B	A	D۰	D۱	D۲	D۳
۰	۰				
۰	۱				
۱	۰				
۱	۱				

■ **رمزگشای ۴→۲ با خط تواناساز یا فعال کننده (Enable)**: در شکل ۶ـ۶ مدار رمزگشای **۴→۲** با خط تواناساز (Enable) رسم شده است.

فعالیت

■ جدول ۴ـ۶ را با توجه به شکل ۶ـ۶ کامل کنید.

■ مدار رمزگشای **۸→۳** با خط توانا ساز را با استفاده از گیت NAND طراحی کنید و جدول درستی آن را بنویسید.

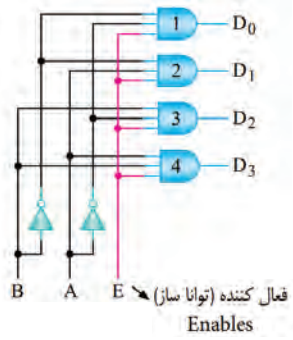
معرفی یک نمونه آی‌سی دکُدر: آی‌سی ۷۴۱۳۸، دکدر **۸→۳** با دو خط تواناساز است. در شکل ۷ـ۶ پایه‌های‌این آی‌سی را مشاهده می‌کنید.

پژوهش

با مراجعه به منابع معتبر، در مورد تحلیل مدار داخلی آی‌سی ۷۴۱۳۸ و چگونگی تنظیم جدول درستی آن تحقیق کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

جدول ۴ـ۶ـ جدول صحت مدار رمزگشای ۴ → ۲ با خط تواناساز

E	B	A	D۰	D۱	D۲	D۳
۰	X	X				
۱	۰	۰				
۱	۰	۱				
۱	۱	۰				
۱	۱	۱				



شکل ۶ـ۶ـ مدار رمزگشای ۴→۲با خط تواناساز (Enable)

اجرای توابع با رمزگشا

برای اجرای توابع منطقی می‌توانیم از رمزگشا استفاده کنیم. برای‌این منظور ابتدا باید هر یک از متغیرها را به ورودی آدرس تعریف شده و هم ارز با آن (متناظر) وصل کنیم. سپس همه خروجی‌های رمزگشا که تعریف شده و هم ارزش با حالت‌های «۱» تابع است را به ورودی یک دروازه OR اتصال دهیم.

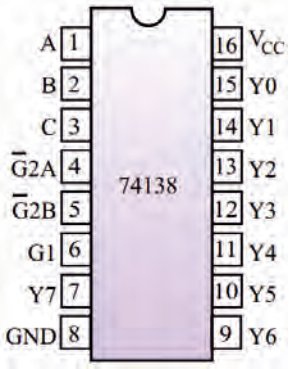
مثال ۲: با توجه به جدول ۵ـ۶، توابع منطقی F_1 و F_2 را به کمک یک رمزگشای ۸ ← ۳ اجرا کنید.

پاسخ:

ـ F_1 مجموع مین ترم‌های ردیف‌های (۱,۲,۴,۷) است $(F_1 = \sum m(1,2,4,7))$.

ـ F_2 مجموع مین ترم‌های ردیف‌های (۳, ۵, ۶,۷) است $(F_2 = \sum m(3,5,6,7))$.

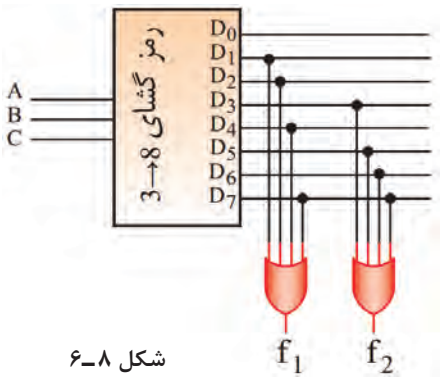
ـ برای اجرای هر یک از توابع، مطابق شکل ۸ـ۶، از دروازه منطقی OR با چهار ورودی استفاده می‌کنیم.



شکل ۷ـ۶ـ مشخصات پایه‌های آی‌سی ۷۴۱۳۸

جدول ۵ـ۶

f_2	f_1	A	B	C	معادل دسی‌مال
۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۱	۱	۰	۰	۱
۰	۱	۰	۱	۰	۲
۱	۰	۱	۱	۰	۳
۰	۱	۰	۰	۱	۴
۱	۰	۱	۰	۱	۵
۱	۰	۰	۱	۱	۶
۱	۱	۱	۱	۱	۷



شکل ۸ـ۶

گفت‌وگو کنید

اگر رمزگشا با دروازه منطقی NAND ساخته شده باشد، در مدار شکل ۸ـ۶ چه تغییری باید بدهیم؟ پس از گفت‌وگو، نتایج را در قالب گزارش کوتاه یادداشت کنید.

طراحی تمام جمع‌گر (Full Adder) با رمزگشا

ـ با مدار نیم جمع‌گر (Half Adder) در پایه یازدهم آشنا شده‌اید. در شکل ۹ـ۶، نقشه بلوکی تمام جمع‌گر نشان داده شده است.

ـ این مدار سه بیت باینری ورودی A، B و C_{in} را با هم جمع می‌کند و در خروجی، حاصل‌جمع (S) و دو بر یک حاصل از جمع "۱" و "۱" (C_{out}) را ظاهر می‌کند. در جدول ۶ـ۶، جدول درستی مدار تمام جمع‌گر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۹ـ۶ مدار بلوکی تمام جمع‌گر

جدول ۶ـ۶ جدول صحت جمع‌کننده

معادل دسی‌مال	A	B	C_{in}	C_{OUT}	S
۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۰	۰	۱	۰	۱
۲	۰	۱	۰	۰	۱
۳	۰	۱	۱	۱	۰
۴	۱	۰	۰	۰	۱
۵	۱	۰	۱	۱	۰
۶	۱	۱	۰	۱	۰
۷	۱	۱	۱	۱	۱

بارش فکری

جدول ۶ـ۶ را در کلاس به بحث بگذارید و علت‌ایجاد شدن دو بر یک (C_{out}) را بیابید. نتیجه را در قالب یک گزارش کوتاه ارائه دهید.

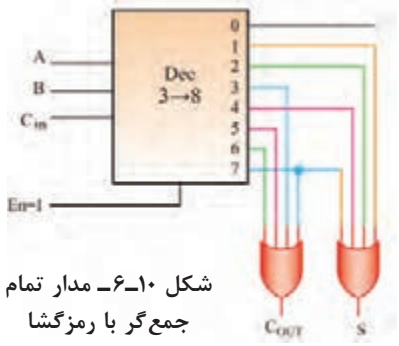
ـ همان‌طور که در جدول ۶ـ۶ مشاهده می‌شود، خروجی S در سطرهای ۱، ۲، ۴ و ۷ و خروجی C_{out} در سطرهای ۳، ۵، ۶ و۷ برابر با یک شده است. تابع خروجی S و C_{out} را می‌توانیم به‌صورت زیر تعریف کنیم.

$$C_{out} = \sum m(۳,۵,۶,۷) \quad S = \sum m(۱,۲,۴,۷)$$

ـ در تمام جمع‌گرها، تعداد۳ ورودی و ۲ خروجی وجود دارد. به همین خاطر، رمزگشایی را انتخاب می‌کنیم که تعداد ۳ ورودی داشته باشد. لذا این رمزگشا ۸ خروجی دارد ($۸ = ۲^۳$).

ـ طبق شکل ۱۰ـ۶ خروجی را بر اساس مین‌ترم‌ها با هم OR می‌کنیم تا مدار جمع‌کننده با استفاده از رمزگشا شکل بگیرد.

اجرای نرم‌افزاری: در ساعات غیر درسی مدار تمام جمع‌گر را با نرم‌افزار مولتی‌سیم طراحی کنید و جدول درستی آن را با جدول ۶ـ۶ مقایسه کنید.



شکل ۱۰ـ۶ـ مدار تمام جمع‌گر با رمزگشا

فعالیت

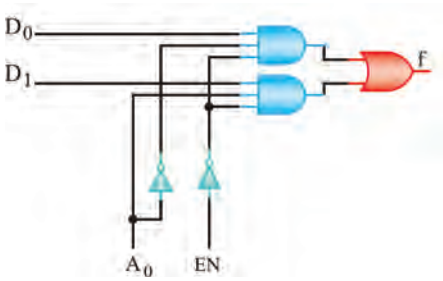
مثال ۱ و تمرین مربوط به سامانه سه فاز را با مدار رمزگشا طراحی کنید.

۳ـ۶ـ طراحی مدار ترکیبی با مالتی‌پلکسر (Multiplexer)

با مدار مالتی‌پلکسر در پایه یازدهم آشنا شده‌اید. در شکل ۱۱ـ۶ مدار مالتی‌پلکسر ۱←۲ (دو به یک) و جدول درستی آن را مشاهده می‌کنید.این مالتی‌پلکسر دارای خط توانا ساز (Enable) است.

جدول ۷ـ۶

A_0	EN	f
X	۱	۰
۰	۰	D_0
۱	۰	D_1



شکل ۱۱ـ۶ـ مدار مالتی پلکسر دو به یک

فعالیت

جدول درستی مالتی‌پلکسر ۱←۴ شکل ۱۲ـ۶ را تنظیم کنید.

برای آنکه اطلاعات D_2 به خروجی انتقال یابد، آدرس A_1A_0 را بنویسید.

معرفی آی‌سی مالتی‌پلکسر ۱ ← ۸: آی‌سی با شماره فنی ۷۴۱۵۱ یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۸ است. در شکل ۱۳ـ۶ نمادین آی‌سی و شماره پایه‌های آن را مشاهده می‌کنید.

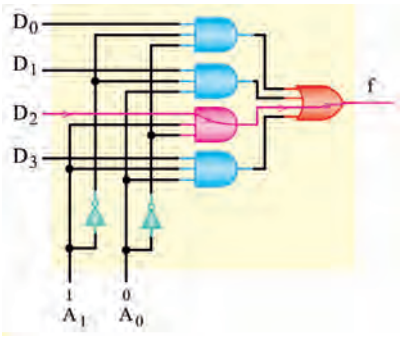
پژوهش

با مراجعه به منابع معتبر، در مورد مدار داخلی آی‌سی ۷۴۱۵۱ و جدول درستی آن تحقیق کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

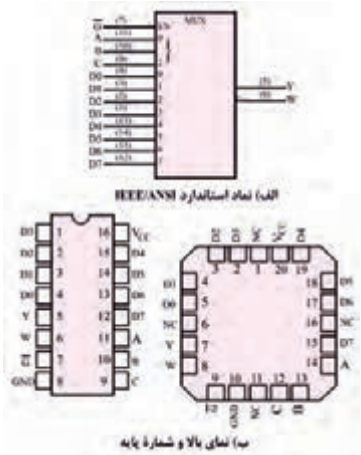
فعالیت

در بلوک دیاگرام شکل ۱۴ـ۶ مالتی‌پلکسر ۱ ← ۴ با استفاده از دو مالتی‌پلکسر ۱ ← ۲ نشان داده شده است. جدول درستی بلوک دیاگرام را بنویسید و عملکرد آن را مورد بررسی قرار دهید.

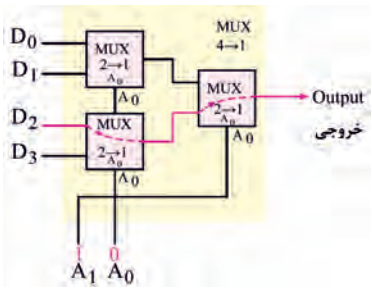
با توجه به توسعه ورودی‌های مالتی‌پلکسر در شکل ۱۴ـ۶، با استفاده از دو مالتی‌پلکسر ۱ ← ۴ و یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۲، یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۸ طراحی کنید و طرز کار مدار را مورد بررسی قرار دهید.



شکل ۱۲ـ۶ـ مدار مالتی‌پلکسر چهار به یک



شکل ۱۳ـ۶ـ نماد آی‌سی و شماره پایه‌های آن



شکل ۱۴ـ۶ـ مالتی‌پلکسر چهار به یک

اجرای توابع توسط مالتی‌پلکسر

یکی از کاربردهای مالتی‌پلکسر، اجرای توابع منطقی است. برای اجرای یک تابع منطقی با n متغیر، می‌توان از یک مالتی‌پلکسر با n خط آدرس استفاده کرد. معمولاً متغیرها را به پایه‌های آدرس تعریف شده و هم ارزش با آن وصل می‌کنند.

مثال ۳: تابع $F_1 = A\overline{B} + BC + A\overline{C}$ را با یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۸ اجرا کنید.

پاسخ:

ـ تابع را به‌صورت استاندارد مین‌ترم می‌نویسیم. برای‌این منظور، می‌توانیم طبق جدول ۸ـ۶ جدول درستی تابع را تشکیل دهیم و مجموع مین‌ترم‌های تابع را به دست آوریم.

ـ با توجه به خروجی‌های تابع، مجموع مین‌ترم‌ها از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$F_1 = \sum_m (3,4,5,6,7)$$

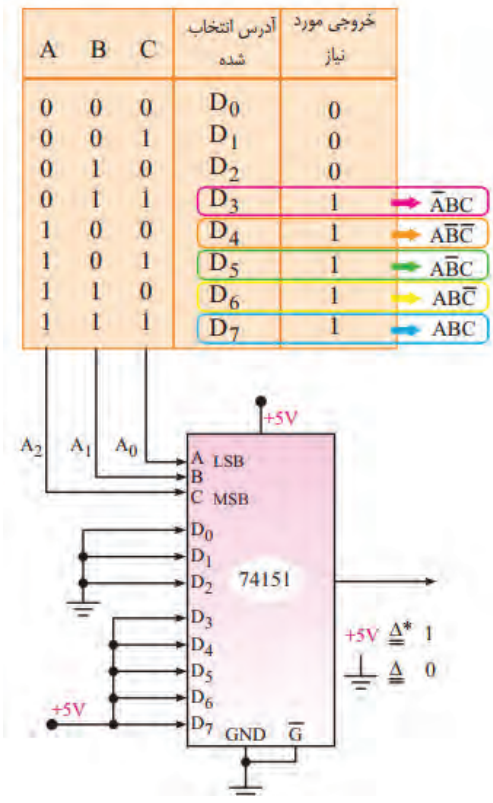
ـ طبق شکل ۱۵ـ۶، ورودی‌های D_0، D_1 و D_2 را به زمین و ورودی‌های D_3 تا D_7 را به ۵ ولت وصل می‌کنیم.

فعالیت در ساعات غیر درسی

ابتدا مدار مثال ۳ را با نرم‌افزار مولتی سیم شبیه‌سازی کنید. سپس جدول درستی آن را با جدول ۸ـ۶ مقایسه کرده و صحت عملکرد مدار را تأیید نمایید.

جدول ۸ـ۶

A	B	C	$A\overline{B}$	BC	$A\overline{C}$	F
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱
۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱
۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱
۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱



شکل ۱۵ـ۶

الگوی پرسش

۱ در مدار شکل ۱۶ـ۶ :

الف) خروجی Z_1 زمانی «۱» است که $C = ۰$، $A = B = ۱$ یا $B = ۰$، $A = C = ۱$ باشد.

ب) خروجی Z_2 زمانی «۱» است که $C = ۰$، $B = ۱$ و $A = ۰$ یا $C = ۱$، $B = ۰$ و $A = ۱$ باشد.

پ) در بقیه حالت‌ها Z_1 و Z_2 صفر هستند.



شکل ۱۶ـ۶

جدول ۹ـ۶

A	B	C	F
۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۰
۱	۰	۰	۱
۱	۰	۱	۰
۱	۱	۰	۱
۱	۱	۱	۰

با توجه به بندهای الف، ب و پ جدول درستی مدار را رسم کنید. تابع منطقی Z_1 و Z_2 را بنویسید و مدار را طراحی کنید.

۲ تابع F مربوط به جدول درستی ۹ـ۶ را به کمک نرم‌افزار، به وسیله دکدر و مالتی‌پلکسر اجرا کنید.

۳ با استفاده از ۹ مالتی‌پلکسر ۱ → ۸ می‌توان یک مالتی‌پلکسر ۱ → ۶۴ طراحی کرد. صحیح □ غلط □

۴ تابع $F(A,B,C) = \sum_m(۰,۱,۴,۶)$ را در فضای نرم‌افزاری با یک مالتی‌پلکسر ۱→۸ اجرا کنید.

۶ـ۴ـ شرح عملکرد انواع حافظه

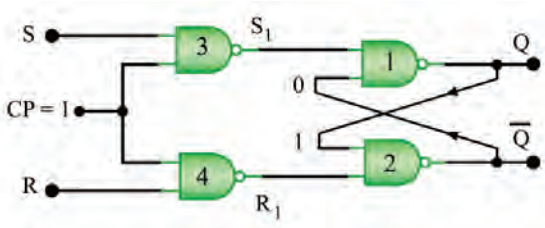
در مدارهای ترکیبی که تاکنون بحث شده است، خروجی مدار در هر لحظه تابع متغیرهای ورودی در زمان حاضر است. برخی سیستم‌های دیجیتالی از تعدادی مدار ترکیبی تشکیل می‌شوند. ولی بسیاری از سیستم‌های دیجیتالی، علاوه بر مدار ترکیبی، نیاز به مداری برای ذخیره اطلاعات به‌صورت بیت باینری (صفر و یک) دارند. ذخیره اطلاعات در فلیپ فلاپ‌ها صورت می‌گیرد. با فلیپ فلاپ‌ها در پایه یازدهم آشنا شده‌اید.

فلیپ فلاپ S ـ R

در شکل ۱۷ـ۶ مدار فلیپ فلاپ S_R ساعتی با گیت NAND را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱۰ـ۶

Clock	S	R	Q
۰	۰	۰	
۰	۰	۱	
۰	۱	۰	
۰	۱	۱	
۱	۰	۰	
۱	۰	۱	
۱	۱	۰	
۱	۱	۱	



شکل ۱۷ـ۶ـ مدار فلیپ SR با گیت NAND

فعالیت

عملکرد مدار شکل ۱۷ـ۶ را مورد بررسی قرار دهید. سپس جدول درستی ۱۰ـ۶ را که مربوط به‌این مدار است، کامل کنید.

پژوهش

در مورد عیب فلیپ فلاپ‌های S_R ساعتی تحقیق کنید و نتیجه را به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.

فلیپ فلاپ J_K

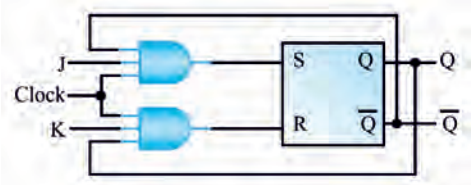
همان‌طور که قبلاً گفته شد، یکی از اجزای حافظه، فلیپ فلاپ‌ها هستند. در شکل ۱۸ـ۶ مدار بلوکی فلیپ فلاپ J_K رسم شده است.

نماد فلیپ فلاپ J_K را در شکل ۱۹ـ۶ ملاحظه می‌کنید.

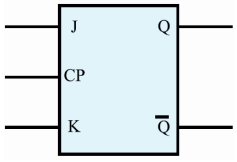
جدول ۱۱ـ۶، جدول درستی فلیپ فلاپ J_K را نشان می‌دهد.

پژوهش

در مورد عیب فلیپ فلاپ J_K تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.



شکل ۱۸ـ۶ـ مدار فلیپ فلاپ J_K



شکل ۱۹ـ۶ـ نماد فلیپ فلاپ J_K

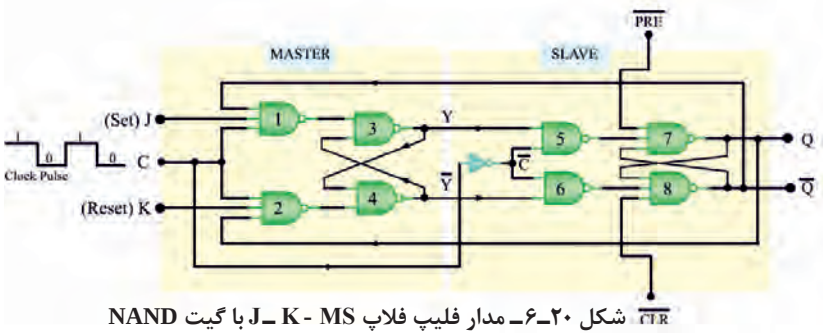
جدول ۱۱ـ۶

J	K	CP	Q_t
0	0	⎍	$Q_{(t-1)}$ حالت قبلی را حفظ می کند
0	1	⎍	0 RESET
1	0	⎍	1 SET
1	1	⎍	$\overline{Q}_{(t-1)}$ حالت قبلی عکس می شود

فلیپ فلاپ J_K_MS (J_K Master Slave)

در شکل ۲۰ـ۶ مدار فلیپ فلاپ J_K_MS با گیت NAND رسم شده است.

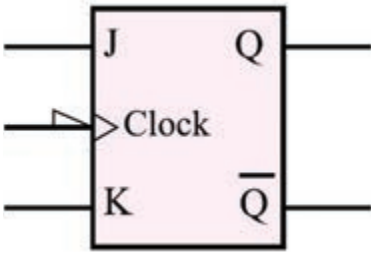
این فلیپ فلاپ، از دو فلیپ فلاپ S_R مجزا و مشابه هم درست شده است که یکی مستر (اصلی ـ Master) و دیگری اسلیو (فرعی ـ Slave) نام دارد. جدول ۱۲ـ۶، جدول درستی‌این فلیپ فلاپ را نشان می‌دهد. نماد مداری فلیپ فلاپ را در شکل ۲۱ـ۶ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۰ـ۶ـ مدار فلیپ فلاپ J_K - MS با گیت NAND

جدول ۱۲ـ۶

J	K	$Q_{(t)}$
۰	۰	$Q_{(t-۱)}$
۰	۱	۰
۱	۰	۱
۱	۱	$\overline{Q}_{(t-۱)}$



شکل ۲۱ـ۶ـ نماد J-K- MS

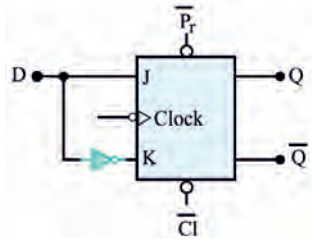
فلیپ فلاپ نوع D (تأخیری Delay)

این فلیپ فلاپ یک ورودی دارد و به عنوان یک سلول ثبات (ثبت‌کننده) یک بیتی استفاده می‌شود. زیرا اطلاعات ورودی آن پس از هر پالس ساعت وارد حافظه فلیپ فلاپ می‌شود و تا پالس ساعت بعدی آن را حفظ می‌کند.

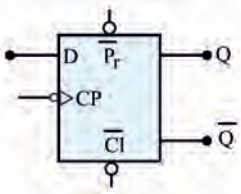
فلیپ فلاپ نوع D را می‌توان به کمک هر یک از انواع فلیپ فلاپ‌های S_R، J_K یا J_K ـ MS طراحی کرد. برای‌این منظور باید یک ورودی را نفی (NOT) کنیم و سپس آن را به ورودی دیگر اتصال دهیم. در شکل ۶ـ۲۲ فلیپ فلاپ D با استفاده از فلیپ فلاپ J_K را مشاهده می‌کنید. جدول درستی فلیپ فلاپ D مطابق جدول ۱۳ـ۶ است. در شکل ۲۳ـ۶ نماد فلیپ فلاپ D را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱۳ـ۶

CP	D	Q
↓	۰	۰
↓	۱	۱



شکل ۲۲ـ۶ـ مدار فلیپ فلاپ D



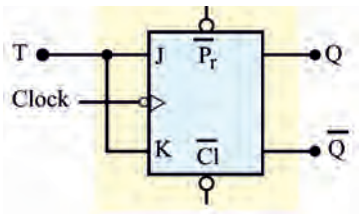
شکل ۲۳ـ۶ـ نماد فلیپ فلاپ D

فلیپ فلاپ نوع T (کلیدی یا Toggle)

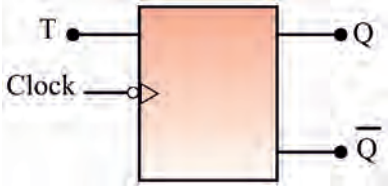
اگر دو ورودی فلیپ فلاپ J_K را به هم وصل کنیم و اتصال مشترک را Tبنامیم، فلیپ فلاپ جدیدی ساخته می‌شود که به آن فلیپ فلاپ نوع T یا کلیدی می‌گویند. در شکل ۶ـ۲۴ چگونگی تبدیل فلیپ فلاپ J_K به T را مشاهده می‌کنید. نماد فلیپ فلاپ T به‌صورت شکل ۶ـ۲۵ است. جدول درستی فلیپ فلاپ T را در جدول ۶ـ۱۴ مشاهده می‌کنید.

جدول ۱۴ـ۶

T	CP	Q_t
۰	↓	$Q_{(t-۱)}$
۱	↓	$\overline{Q}_{(t-۱)}$



شکل ۲۴ـ۶ـ مدار فلیپ فلاپ T



شکل ۲۵ـ۶ـ نماد فلیپ فلاپ T

پژوهش

در مورد عملکرد ورودی‌های پیش تنظیم (pre=preset) و پاک کردن (clr=clear) در فلیپ فلاپ‌ها تحقیق کنید و نتیجه را در قالب گزارش ارائه دهید.

انواع حافظه و عملکرد آنها

همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم، از فلیپ فلاپ‌ها به عنوان ذخیره‌کننده یک بیت اطلاعات استفاده می‌شود. در یک سامانه ترکیبی مانند رایانه، حافظه‌های مختلف با عملکردهای گوناگون مورد نیاز است.
در ادامه به شرح مختصری از انواع حافظه‌ها با توجه به نوع وکاربرد آنها می‌پردازیم.

ـ حافظه‌های قابل خواندن و نوشتن یا RWM(Read Write Memory)

نوعی حافظه رایانه که قابل خواندن و نوشتن است.

ـ حافظه با دسترسی تصادفی یا RAM (Random Access Memory)

این حافظه با دسترسی تصادفی است. حافظه‌های RAM خود به دو دسته SRAM (رم استاتیک ـ Static RAM) و DRAM (رم دینامیک ـ Dynamic RAM) تقسیم‌بندی می‌شوند. SRAM قادر است چند کیلوبایت اطلاعات را در خود ذخیره کند. دسترسی به اطلاعات دراین نوع حافظه‌ها حدود ۱۰ نانوثانیه است. DRAM قادر است چند مگابایت اطلاعات را در خود ذخیره کند. زمان دسترسی به اطلاعات دراین نوع حافظه حدود ۱۰۰ نانوثانیه است. در رایانه‌هایی که به ظرفیت زیاد حافظه نیاز داریم، ازاین نوع حافظه استفاده می‌کنیم.

ـ حافظه فقط خواندنی یا ROM (Read Only Memory)

محتوای‌این نوع حافظه فقط قابل خواندن است و اطلاعات در کارخانه سازنده در حافظه برنامه‌ریزی می‌شود و با قطع برق (تغذیه) اطلاعات آن پاک نمی‌شود. اطلاعات مربوط به بازی‌های کامپیوتری، راه‌اندازی کامپیوتر (Bootstart program) و قسمتی از اطلاعات سیستم عامل در آن ذخیره می‌شود.
اطلاعات ROM وارد حافظه اصلی رایانه(Main Memory) می‌شود.

نکته

اگر پس از قطع برق محتوای حافظه از بین برود، حافظه را متکی به ولتاژ (volatile) و اگر محتوا به‌طور دائم بماند، حافظه را مستقل از ولتاژ (Nonvolatile) گویند.

انواع دیگر حافظه‌های ROM

حافظه‌های نوع ROM در سه دسته PROM، EPROM و EEPROM توسعه یافته‌اند.

✓ **PROM (Programmable ROM)**

این حافظه به‌وسیله دستگاه مخصوص حافظه‌نویس (ROM Writer) فقط یک بار برنامه‌ریزی می‌شود.

✓ **EPROM (Erasable PROM)**

محتوای‌این حافظه را می‌توان به‌وسیله اشعه ماوراء بنفش پاک کرد و اطلاعات جدید در آن برنامه‌ریزی کرد.

✓ **EEPROM (Electrical EPROM)**

اطلاعات‌این نوع حافظه توسط سیگنال الکتریکی قابل پاک شدن است. بعد از پاک شدن حافظه می‌توان آن را دوباره برنامه‌ریزی کرد.

پژوهش

درباره ساختار و عملکرد انواع حافظه‌های زیر و موارد کاربرد آنها تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

الف) حافظه‌های کمکی (Auxilary Memory) مانند هارد دیسک و سایر موارد
ب) حافظه‌های نهان (Cash Memory)
پ) حافظه لوح فشرده (CDROM)
ت) نوار مغناطیسی (Magnetic Tapes)
ث)دیسک نوری (Optical Disk)
ج) دیسک مغناطیسی (Magnetic Disk)
چ) دیسک الکترونیکی یا حافظه فلش (Flash Memory)

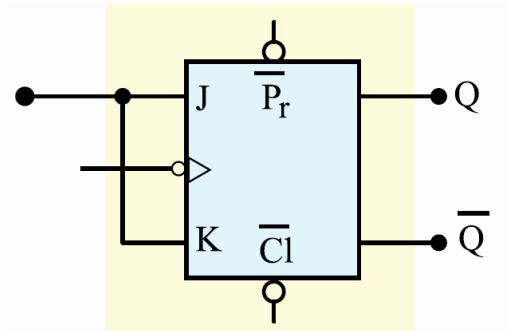
الگوی پرسش

۱ جدول درستی فلیپ فلاپ J_K را رسم کنید. در چه حالتی از ورودی، وضعیت حافظه تغییر می‌کند و برعکس حالت قبلی خود می‌شود؟

۲ برای ثبت n بیت اطلاعات به n واحد حافظه نیاز داریم. صحیح ☐ غلط ☐

۳ فلیپ فلاپ شکل ۲۶ـ۶ از کدام نوع است.
☐D ☐T

۴ در فلیپ فلاپ نوع T، در حالت T=۱ با هر پالس ساعت، وضعیت حافظه بر عکس حالت قبل می‌شود.
درست ☐ نادرست ☐



شکل ۲۶ـ۶

۵ـ۶ـ شیفت رجیسترها (Shift Registers)

یک ثبات یا رجیستر مجموعه‌ای از فلیپ فلاپ‌ها یا سلول‌های حافظه است که می‌تواند اطلاعات را به‌صورت بیت باینری در خود نگه دارد. با انواع شیفت رجیستر تا حدودی در پایه یازدهم آشنا شده‌اید.
در شکل ۲۷ـ۶ یک شیفت رجیستر ۸ بیتی را به‌صورت بلوکی مشاهده می‌کنید که در آن اطلاعات ۱۰۰۱۰۱۱۰ ذخیره شده است.
در شکل ۲۸ـ۶ شیفت رجیستر (ورودی سری ـ خروجی سری) نشان داده شده است. بیت‌های ورودی یکی پس از دیگری و به‌صورت سریال وارد اولین بیت فلیپ فلاپ می‌شوند و سپس از فلیپ‌فلاپ‌های بعدی عبور می‌کنند.
در شکل ۲۹ـ۶ اطلاعات به‌صورت سری وارد شده و خروجی‌ها به‌صورت موازی (هم‌زمان) دریافت می‌شوند. به عبارت دیگر، اطلاعات ورودی به‌صورت سریال وارد مدار شده و خروجی‌ها به طور هم‌زمان و موازی دریافت می‌شود.
درشکل ۳۰ـ۶ اطلاعات به‌صورت موازی وارد شیفت رجیستر شده و به‌صورت سری در خروجی دریافت می‌شود.
اگر بخواهیم در یک شیفت رجیستر اطلاعات را به‌صورت موازی وارد کنیم و به‌صورت موازی نیز از آن

دریافت کنیم، باید از شیفت رجیستر شکل ۶ـ۳۱ استفاده کنیم.
در شکل‌های ۶ـ۳۲ و ۶ـ۳۳ ساختمان شیفت رجیسترهای (سری ـ سری) و (موازی ـ موازی) را که در آن از فلیپ‌فلاپ‌های نوع D استفاده شده است، ملاحظه می‌کنید.

فعالیت گروهی

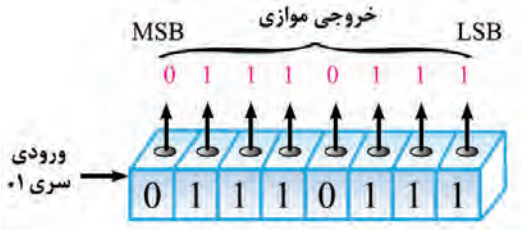
در مورد انواع عملکرد مدارهای شیفت رجیسترSISO (شکل ۶ـ۳۲) و PIPO (شکل ۶ـ۳۳) بحث و گفت‌وگو کنیدو نتایج را در قالب یک گزارش ارائه دهید.



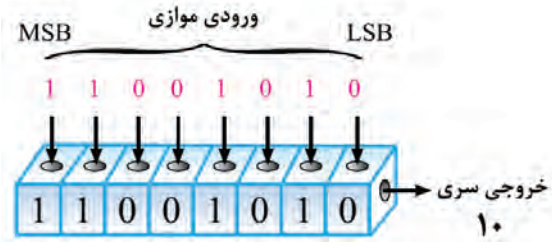
شکل ۶ـ۲۷ـ شیفت رجیستر ۸ بیتی



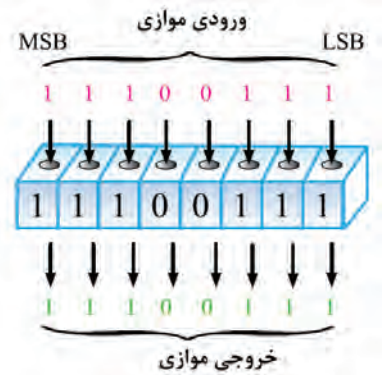
شکل ۶ـ۲۸ـ شیفت رجیستر SISO



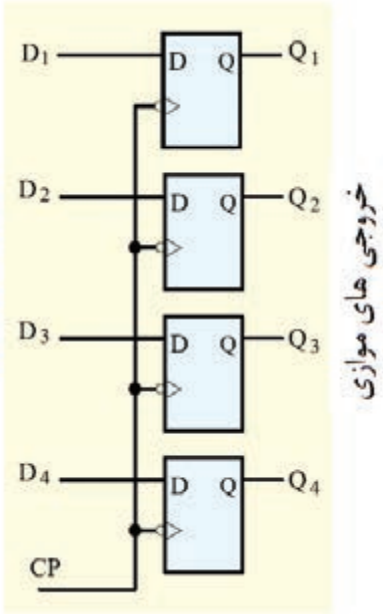
شکل ۶ـ۲۹ـ شیفت رجیستر SIPO



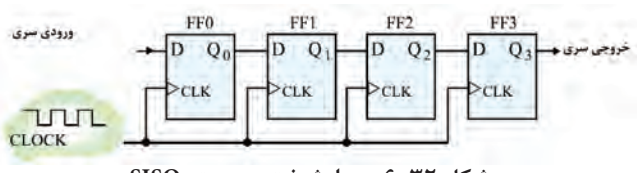
شکل ۶ـ۳۰ـ شیفت رجیستر PISO



شکل ۶ـ۳۱ـ شیفت رجیستر PIPO



شکل ۶ـ۳۳ـ مدارشیفت رجیستر PIPO



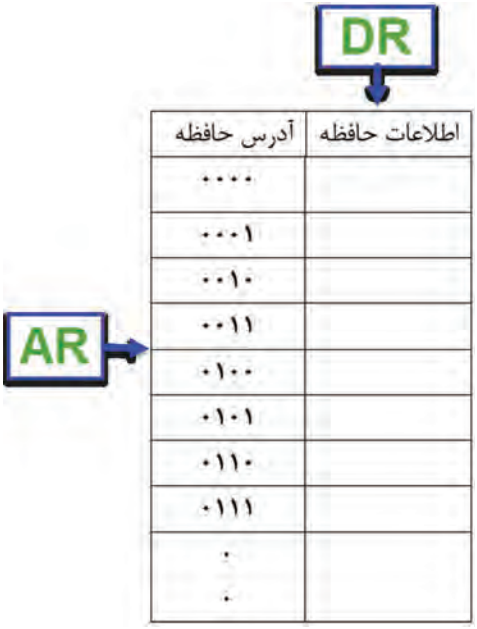
شکل ۶ـ۳۲ـ مدارشیفت رجیستر SISO

□ **شرح چگونگی انتقال اطلاعات به حافظه:** اطلاعاتی که باید در هرخانه حافظه نوشته شود را دیتا (Data) می‌نامند که در ثبات داده‌ها(دیتا رجیستر_Data Register_ DR)ثبت می‌شود. دیتاها به‌صورت یک کلمه مثلاً ۸ بیتی است. دراین حالت دیتا رجیستر نیز باید هشت بیتی باشد.

هر کلمه در خانه‌ای از حافظه قرار می‌گیرد که دارای آدرس مشخصی است.این آدرس نیز در یک ثبات دیگری قرار دارد که به آن ثبات آدرس(AR_Address Register) می‌گویند. در شکل ۶ـ۳۴ بلوک واحد حافظه و در شکل ۶ـ۳۵ جزئیات بلوک واحد حافظه نشان داده شده است.



شکل ۶ـ۳۴ـ بلوک واحد حافظه



شکل ۶ـ۳۵ـ جزئیات آدرس‌ها و اطلاعات در حافظه

۶ـ۶ـ شمارنده‌ها (Counters)

شمارنده‌ها مدارهایی هستند که از تعدادی فلیپ فلاپ متصل به هم به‌صورت سری، تشکیل شده‌اند. این مدارها عملاً تعداد پالس‌های ورودی به مدار را شمارش می‌کنند. شمارش پالس‌های ورودی ممکن است بر مبنای ۱۰ یا هر مبنای دیگر انجام شود. عنصر اصلی هر شمارنده فلیپ فلاپ است. یک شمارنده با n طبقه فلیپ فلاپ، حداکثر می‌تواند 2^n حالت تعریف شده داشته باشد.

شمارنده آسنکرون

در شمارنده آسنکرون، پالس ساعت فلیپ فلاپ‌ها، به‌طور هم‌زمان به آنها داده نمی‌شود. هر طبقه پالس ساعت خود را از خروجی طبقه قبل خود دریافت می‌کند.

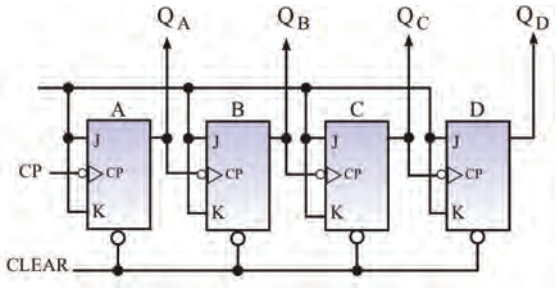
شمارنده آسنکرون به شمارنده ضربانی(Ripple Counter) نیز معروف است. فلیپ فلاپ به‌کار رفته دراین نوع شمارنده، از نوع T است و باید همواره T=۱ باشد.

شمارنده آسنکرون صعودی(UP_Counter)

این شمارنده قادر به شمارش منظم اعداد از کم به زیاد است. در شکل ۶ـ۳۶ یک شمارنده آسنکرون ۴ بیتی نشان داده شده است که در آن از ۴ فلیپ فلاپ J_K با عملکرد نوع T استفاده شده است. در جدول ۶ـ۱۵، تغییر وضعیت خروجی‌های Q_A,Q_B,Q_C,Q_D را نشان می‌دهد.این شمارنده اعداد ۰ تا ۱۵ را شمارش می‌کند و در انتهای پالس شانزدهم تمام خروجی‌ها مساوی صفر می‌شوند و شمارنده به حالت اولیه برمی‌گردد.

جدول ۱۵ـ۶

پالس ساعت	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
۰	۰	۰	۰	۰
۱	۰	۰	۰	۱
۲	۰	۰	۱	۰
۳	۰	۰	۱	۱
۴	۰	۱	۰	۰
۵	۰	۱	۰	۱
۶	۰	۱	۱	۰
۷	۰	۱	۱	۱
۸	۱	۰	۰	۰
۹	۱	۰	۰	۱
۱۰	۱	۰	۱	۰
۱۱	۱	۰	۱	۱
۱۲	۱	۱	۰	۰
۱۳	۱	۱	۰	۱
۱۴	۱	۱	۱	۰
۱۵	۱	۱	۱	۱



شکل ۳۶ـ۶ـ شمارنده آسنکرون صعودی

شمارنده آسنکرون نزولی (Down Counter)

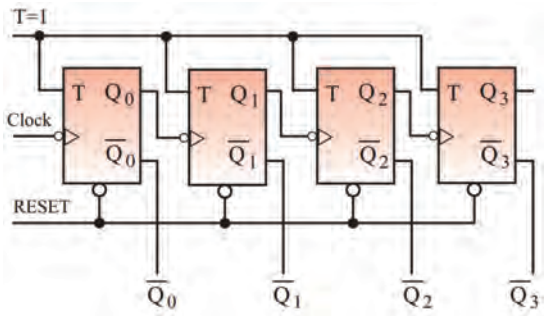
شمارنده آسنکرون ضربانی می‌تواند معکوس شمار یا نزولی هم باشد. یعنی از یک عدد شروع به شمارش معکوس کند و به صفر برسد. در شکل ۳۷ـ۶ یک شمارنده آسنکرون نزولی چهاربیتی رسم شده است.

جدول تغییرات خروجی به ازای هر پالس ساعت در جدول ۱۶ـ۶ نشان داده شده است.

کار نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی: مدار شمارنده آسنکرون صعودی و نزولی را با نرم‌افزار مولتی سیم شبیه‌سازی کنید و وضعیت خروجی فلیپ فلاپ‌ها و اعداد شمارش شده را به ازای هر پالس ساعت مورد بررسی قرار دهید و صحت عملکرد مدار را بررسی کنید.

جدول ۱۶ـ۶

تعداد پالس ساعت	پالس ساعت	$\overline{Q}_0$	$\overline{Q}_1$	$\overline{Q}_2$	$\overline{Q}_3$
۰	۱۵	۱	۱	۱	۱
۱	۱۴	۱	۱	۱	۰
۲	۱۳	۱	۱	۰	۱
۳	۱۲	۱	۱	۰	۰
۴	۱۱	۱	۰	۱	۱
۵	۱۰	۱	۰	۱	۰
۶	۹	۱	۰	۰	۱
۷	۸	۱	۰	۰	۰
۸	۷	۰	۱	۱	۱
۹	۶	۰	۱	۱	۰
۱۰	۵	۰	۱	۰	۱
۱۱	۴	۰	۱	۰	۰
۱۲	۳	۰	۰	۱	۱
۱۳	۲	۰	۰	۱	۰
۱۴	۱	۰	۰	۰	۱
۱۵	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶	۱۵	۱	۱	۱	۱



شکل ۳۷ـ۶ـ مدار شمارنده آسنکرون نزولی

نکته

شمارنده آسنکرون وانواع دیگر شمارنده‌ها در مقاطع تحصیلی بالاتر آموزش داده می‌شود. به علت محدودیت زمان، در مورداین نوع شمارنده‌ها توضیح بیشتر داده نشده است.

شمارنده آسنکرون دهدهی BCD (Binary Code Decimal)

✓ اگر شمارنده‌ای از صفر تا ۱۰ را بشمارد، آن را شمارنده دهدهی (اعشاری) یا BCD می‌نامند. برای شمارش تا ۱۰ به ۴ فلیپ فلاپ نیاز داریم. ۴ فلیپ فلاپ تا ۱۶ شمارش می‌کند.

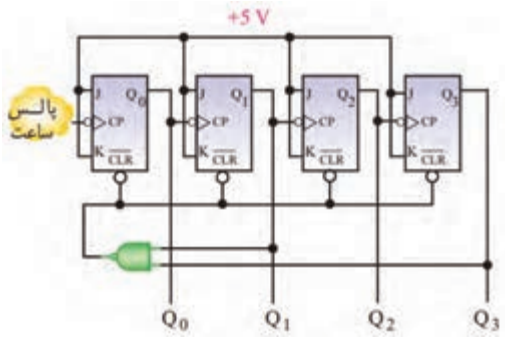
فعالیت

به چه دلیل نمی‌توانیم از ۳ فلیپ فلاپ برای شمارش تا ۱۰ استفاده کنیم؟

✓ شمارنده BCD همان شمارنده آسنکرون صعودی است با این تفاوت که باید بتواند با رسیدن به عدد ۱۰ (باینری ۱۰۱۰=۱۰ دسی‌مال)، خروجی‌ها را پاک (Reset) کند.این عمل توسط یک گیت NAND کنترل می‌شود. در شکل ۳۸ـ۶ مدار شمارنده آسنکرون دهدهی با استفاده از چهار فلیپ فلاپ T را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱۷ـ۶

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Decimal
۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۱	۱
۰	۰	۱	۰	۲
۰	۰	۱	۱	۳
۰	۱	۰	۰	۴
۰	۱	۰	۱	۵
۰	۱	۱	۰	۶
۰	۱	۱	۱	۷
۱	۰	۰	۰	۸
۱	۰	۰	۱	۹



شکل ۳۸ـ۶ـ مدار شمارنده آسنکرون دهدهی

در جدول ۱۷ـ۶ تغییرات خروجی شمارنده دهدهی رسم شده است. در پالس دهم خروجی گیت NAND، صفر شده و همه حافظه‌ها پاک می‌شوند.

الگوی پرسش

۱ برای شمارش تا پایان عدد ۵۹ به چند فلیپ فلاپ نیاز داریم؟

الف)۴ ب)۵ ج)۶ د)۷

۲ در شمارنده آسنکرون صعودی از فلیپ فلاپ نوع T که T=۱ است استفاده می‌کنیم. درست ☐ نادرست ☐

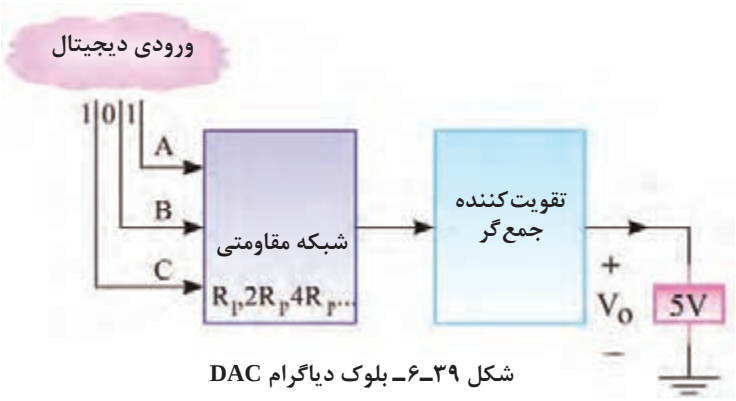
۳ در شمارنده آسنکرون، به طور هم‌زمان به همه فلیپ فلاپ‌ها پالس ساعت اعمال می‌شود.

درست ☐ نادرست ☐

۴ شمارنده آسنکرون صعودی طراحی کنید که تا پایان عدد ۱۲ بشمارد و سپس صفر شود.

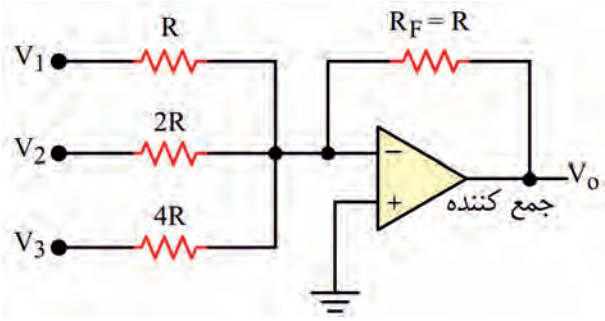
۷ـ۶ـ مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ (Digital to Analog Converter)

اطلاعات و علائم دیجیتالی ذخیره شده در واحد حافظه به وسیله یک مدار مبدل DAC به سیگنال آنالوگ تبدیل می‌شود. در شکل ۳۹ـ۶ بلوک دیاگرام یک مبدل دیجیتال به آنالوگ را ملاحظه می‌کنید.

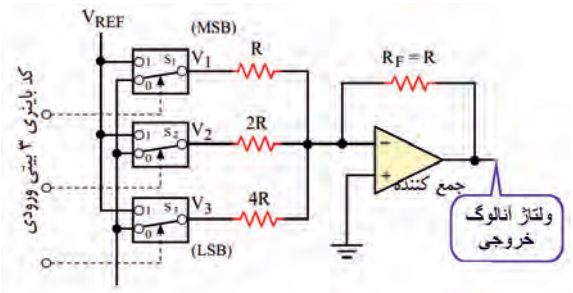


شکل ۳۹ـ۶ـ بلوک دیاگرام DAC

مدار DAC یک جمع‌کننده ولتاژ است. در شکل ۴۰ـ۶ از یک مدار تقویت‌کننده عملیاتی استفاده کرده‌ایم که در آن مقاومت فیدبک $R_F = R$ و شبکه مقاومتی ورودی به‌صورت R، ۲R و ۴R است. چون مقدار مقاومت‌های ورودی میزان تقویت مدار را تعیین می‌کنند، مقدار آن بر اساس ارزش بیت‌های ورودی تعیین می‌شود، مثلاً به مقاومت R بیت پرارزش MSB و به ۴R بیت کم ارزش وصل می‌شود. طبق شکل ۴۱ـ۶ اگر کلیدهای S_1، S_2 و S_3 به V_{REF} وصل شوند، بیت ورودی برابر با ۱ و اگر به زمین وصل شوند، بیت ورودی برابر با صفر است. مدار شکل ۴۰ـ۶ را مدار جمع‌کننده و مدار شکل ۴۱ـ۶ را مدار مبدل DAC می‌نامند. مثلاً اگر ورودی دیجیتال سه بیتی و به‌صورت ۱۱۱ باشد، هر سه کلید به V_{REF} وصل می‌شود. و با توجه به‌اینکه ولتاژ مرجع ۴- ولت است ($V_{REF} = -4V$)، مقدار ولتاژ آنالوگ خروجی از رابطه زیر به دست می‌آید:



شکل ۴۰ـ۶ـ جمع‌کننده



شکل ۴۱ـ۶ـ مبدل دیجیتال با آنالوگ

$$Vo = -\left(\frac{R_F}{R}V_{REF} + \frac{R_F}{2R}V_{REF} + \frac{R_F}{4R}V_{REF}\right)$$

$$Vo = -\left(\frac{R}{R} + \frac{R}{2R} + \frac{R}{4R}\right) \times (-4) = -\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) \times (-4) = (4 + 2 + 1) = 7V$$

نکته

توجه داشته باشید که ولتاژ خروجی ضرورتی ندارد دقیقاً با عدد باینری داده شده برابر باشد. دراین مثال مقدار ولتاژ مرجع طوری انتخاب شده است که ولتاژ خروجی با عدد اعشاری معادل باینری ۱۱۱ برابر شده و با صرف‌نظر از علامت منفی برابر با ۷ ولت است.

فعالیت

در مدار شکل ۴۱ـ۶ اگر به کلیدهای S_1,S_2,S_3 به ترتیب اعداد منطقی زیر متصل شود، ولتاژ خروجی را محاسبه کنید و نتایج را تحلیل نمایید.

$S_1,S_2,S_3 = 000$ $S_1,S_2,S_3 = 001$ $S_1,S_2,S_3 = 010$ $S_1,S_2,S_3 = 011$ $S_1,S_2,S_3 = 100$

فعالیت گروهی

در مبدل DAC شکل ۴۱ـ۶ برای همه حالت‌های ورودی (۰۰۰ تا ۱۱۱) اگر ولتاژ مرجع برابر ۵ ولت باشد، ولتاژ خروجی را محاسبه، در یک نمودار رسم و نتایج را تحلیل کنید و یک گزارش مکتوب ارائه دهید.

در شکل ۴۲ـ۶ یک نمونه آی‌سی مبدل دیجیتال به آنالوگ DAC هشت بیتی با شماره فنی MC۱۴۰۸ به‌صورت بلوک دیاگرام نشان داده شده است که ولتاژ خروجی آن بر حسب بیت‌های ورودی داده شده به A_1، A_2، A_3، A_4، A_5، A_6، A_7، A_8، و مقدار ولتاژ مرجع (V_{REF}) و مقدار مقاومت فیدبک $R_F = R_0$ و مقاومت پتانسیومتر R_{14} از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Vo = \frac{V_{REF}}{R_{14}} R_0 \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right)$$

پژوهش

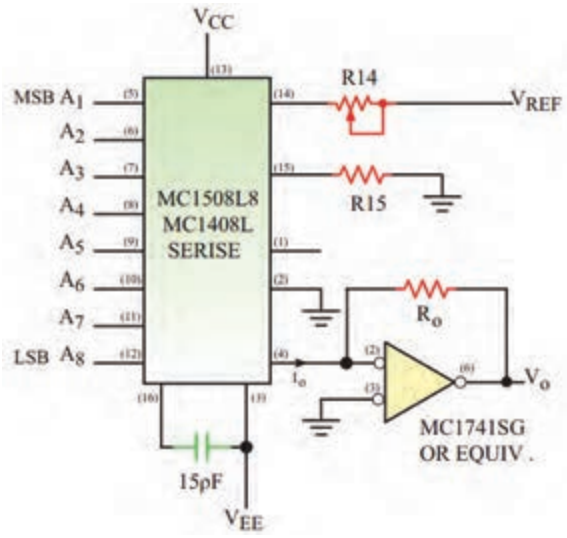
با مراجعه به برگه اطلاعات آی‌سی MC۱۴۰۸ درباره مشابهت بلوک دیاگرام شکل ۳۹ـ۶ با مدار ۴۲ـ۶ تحقیق کنید و مدار معادل آن را که مشابه با جمع کننده است، ترسیم کنید و در قالب گزارش به‌صورت پاورپوینت ارائه دهید.

روش تبدیل سیگنال آنالوگ به سیگنال دیجیتال (Analog to Digital Convertor)

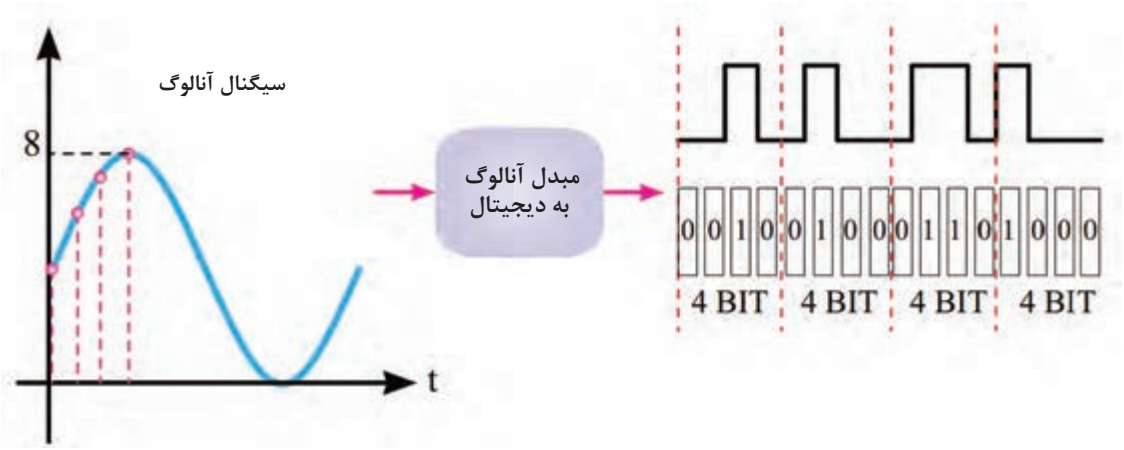
اگر بخواهیم سیگنال آنالوگ را به علائم دیجیتالی n بیتی تبدیل کنیم، به مبدل ADC نیاز داریم. در شکل ۴۳ـ۶ چگونگی تبدیل یک نمونه سیگنال آنالوگ به سیگنال دیجیتال ۴بیتی را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، دراین فرایند ۴ سطح سیگنال آنالوگ به علائم دیجیتالی ۱۰۰۰، ۰۱۱۰، ۰۱۰۰، ۰۰۱۰ تبدیل شده است.

جدول ۱۸ـ۶

پله یاگام	ورودی آنالوگ	خروجی دودویی			
	Volts	۸s	۴s	۲s	۱s
		D	C	B	A
۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰/۲	۰	۰	۰	۱
۳	۰/۴	۰	۰	۱	۰
۴	۰/۶	۰	۰	۱	۱
۵	۰/۸	۰	۱	۰	۰
۶	۱/۰	۰	۱	۰	۱
۷	۱/۲	۰	۱	۱	۰
۸	۱/۴	۰	۱	۱	۱
۹	۱/۶	۱	۰	۰	۰
۱۰	۱/۸	۱	۰	۰	۱
۱۱	۲/۰	۱	۰	۱	۰
۱۲	۲/۲	۱	۰	۱	۱
۱۳	۲/۴	۱	۱	۰	۰
۱۴	۲/۶	۱	۱	۰	۱
۱۵	۲/۸	۱	۱	۱	۰
۱۶	۳/۰	۱	۱	۱	۱

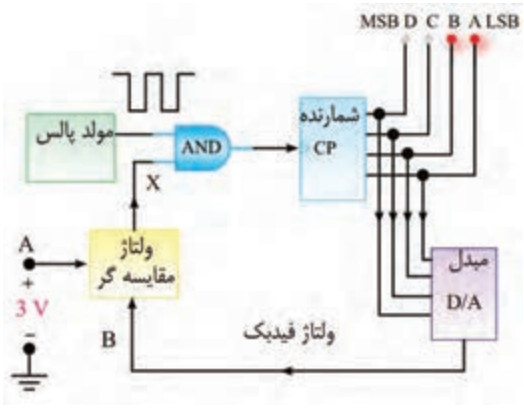


شکل ۴۲ـ۶ـ مدار مبدل دیجیتال به آنالوگ با آی سی

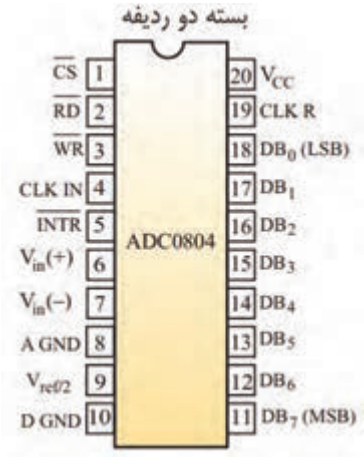


شکل ۴۳ـ۶ـ تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال چهار بیتی

■ **مدار الکترونیکی مبدل آنالوگ به دیجیتال ADC:** مدار الکترونیکی مبدل ADC نسبت به مدار مبدل DAC پیچیده‌تر است. یک نمونه ازاین نوع مدار را که شامل مبدل DAC، مقایسه‌کننده ولتاژ، مولد پالس ساعت، شمارنده و مسیر فیدبک است، در شکل ۴۴ـ۶ مشاهده می‌کنید.این مدار قادر است ولتاژ صفر تا ۳ ولت را با تفکیک ۰/۲ ولت در ۱۶ گام به یک کد ۴بیتی از ۰۰۰۰ به ۱۱۱۱ مطابق جدول ۱۸ـ۶ به‌صورت سیگنال دیجیتالی درآورد. چون مبدل ADC کاربردهای وسیعی دارد، برای آن آی‌سی‌های مختلفی ساخته شده است. آی‌سی ADC ۰۸۰۴، نمونه‌ای از مبدل ADC است که آن را در شکل ۴۵ـ۶ نشان داده‌ایم.این آی سی قادر است ولتاژ آنالوگ صفر تا ۵ ولت را به یک کلمه دیجیتالی ۸ بیتی که شامل ۲۵۶ حالت است تبدیل کند.



شکل ۴۴ـ۶ـ مدار الکترونیکی مبدل آنالوگ به دیجیتال



شکل ۴۵ـ۶ـ آی سی مبدل آنالوگ به دیجیتال

فعالیت در ساعات غیر درسی

مدارهای DAC و ADC را با نرم‌افزارهایی که آموزش دیده‌اید، شبیه‌سازی کنید و صحت عملکرد مدار را مورد بررسی قرار دهید.

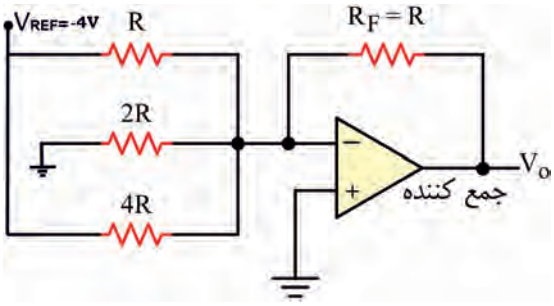
الگوی پرسش

۱ درمدار شکل ۴۶ـ۶ کد باینری ورودی را بنویسید و مقدار ولتاژ خروجی را محاسبه کنید.

۲ در مدار مبدل DAC مدار جمع‌گر ولتاژ وجود دارد.
درست ☐ نادرست ☐

۳ یک مولد DAC ورودی از نوع..... را به خروجی از نوع..... تبدیل می‌کند.

۴ ADC مبدل..... و DAC مبدل..... نام دارد.



شکل ۴۶ـ۶

۵ ساختمان داخلی آی‌سی‌های DAC با مدار جمع‌گر متفاوت ☐ مشابه ☐ بوده و در قسمت‌های ورودی‌های آن کلیدهای قطع و وصل وجود ندارد ☐ وجود دارد ☐

۶ ساختار آی‌سی‌های DAC در مقایسه با آی‌سی‌های ADC از پیچیدگی کمتری ☐ بیشتری ☐ برخوردار است.

الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری

۱ با توجه به جدول درستی ۱۹ـ۶، تابع F را به‌صورت مجموع مین ترم‌ها بنویسید. سپس تابع را توسط دکُدر اجرا کنید.

۲ تابع $F(A,B,C)=\sum_m(۰,۱,۲,۴,۶)$ را با استفاده از یک مالتی پلکسر اجرا کنید.

۳ یک رمزگشا با n ورودی، حداکثر دارای چند خروجی است؟

۴ برای ثبت ۴ بیت اطلاعات به تعداد $۲^۴$ واحد حافظه (فلیپ فلاپ) نیاز داریم. صحیح ☐ غلط ☐

۵ شیفت رجیسترها از نظر چگونگی ثبت اطلاعات و خواندن اطلاعات به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.

۶ محتوای اولیه یک ثبات ۴ بیتی سری ـ سری به‌صورت ۱۱۰۱ است. اطلاعات ۱۰۱۱۰۱ طی شش پالس ساعت وارد شیفت رجیستر می‌شود. محتوای ثبات را پس از اعمال شش پالس ساعت بنویسید.

۷ جدول درستی فلیپ فلاپ T و D را بنویسید.

۸ جدول درستی ۲۰ـ۶ مربوط به کدام نوع فلیپ فلاپ است؟

الف) T ب) J_K پ) J_ K _ MS ت) D

۹ جدول درستی فلیپ فلاپ J_ K _ MS را رسم کنید

۱۰ برای شمارش تا عدد ۱۵۶ به چند فلیپ فلاپ نیاز داریم؟

۱۱ با دو فلیپ فلاپ J_K و با رفتار T، حداکثر تا چه عددی را می‌توان شمرد؟ مدار شمارنده را رسم کنید.

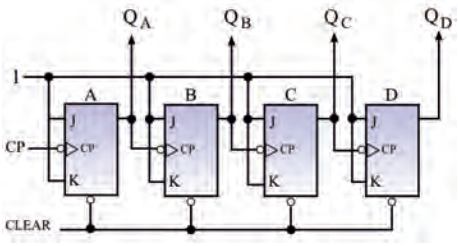
۱۲ برای آنکه شمارنده شکل ۴۷ـ۶ تا پایان عدد ۱۳ (ابتدای پالس چهاردهم) بشمرد و سپس صفر شود، مدار شمارنده را کامل کنید.

جدول ۱۹ـ۶

A	B	C	F
۰	۰	۰	۱
۰	۰	۱	۱
۰	۱	۰	۰
۰	۱	۱	۱
۱	۰	۰	۰
۱	۰	۱	۱
۱	۱	۰	۰
۱	۱	۱	۱

جدول ۲۰ـ۶

X	CP	Q_t
۰	↓	$Q_{(t-۱)}$
۱	↓	$\overline{Q}_{(t-۱)}$



شکل ۴۷ـ۶

الگوی آزمون نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱ نرم‌افزارمولتی سیم را فعال کنید.

۲ تابع منطقی F را توسط مدار دکُدر شبیه‌سازی کنید. $F=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}B\bar{C}+A\bar{B}\bar{C}+A\bar{B}C+ABC$

۳ تابع منطقی F را توسط مالتی‌پلکسر شبیه‌سازی کنید.

ارزشیابی واحد یادگیری ۶: کسب شایستگی در طراحی مدارهای دیجیتالی و اجرای توابع آن

شرح کار:

۱ تشریح عملکرد مدار دکدر و مالتی پلکسر
۲ نوشتن توابع منطقی به‌صورت استاندارد مین‌ترم
۳ اجرای توابع با استفاده از دکدر و مالتی پلکسر
۴ تشریح جدول درستی انواع فلیپ فلاپ‌ها
۵ تشریح انواع شیفت رجیسترها از نظر ورود و دریافت اطلاعات
۶ تشریح عملکرد شمارنده صعودی و نزولی
۷ تشریح عملکرد مدار مبدل A/D و D/A
۸ شبیه‌سازی مدارهای منطقی با استفاده از نرم‌افزار

استاندارد عملکرد: طراحی مدارهای ترکیبی و اجرای توابع و طراحی مدارهای ترتیبی با رعایت استانداردهای تعریف‌شده

شاخص‌ها:

۱ نوشتن توابع منطقی به‌صورت استاندارد مین ترم (۵دقیقه)
۲ تشریح عملکرد مدار دکدر و مالتی پلکسر واجرای توابع با استفاده از دکدر و مالتی پلکسر (۲۰دقیقه)
۳ تشریح جدول درستی انواع فلیپ فلاپ‌ها (۱۰ دقیقه)
۴ تشریح انواع شیفت رجیسترها از نظر ورود و دریافت اطلاعات (۵ دقیقه)
۵ تشریح عملکرد شمارنده صعودی و نزولی (۱۰ دقیقه)
۶ تشریح عملکرد مدار مبدل A/D و D/A (۱۰ دقیقه)
۷ شبیه‌سازی مدارها با استفاده از نرم‌افزار (۱۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان مناسب انجام کار در کلاس یا کارگاه یا سایت مجهز به رایانه با کف عایق یا آنتی‌استاتیک، نور مناسب برای کارهای ظریف با ابعاد حداقل۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره، انجام کار درحال نشسته یا ایستاده، رایانه، لوازم‌التحریر

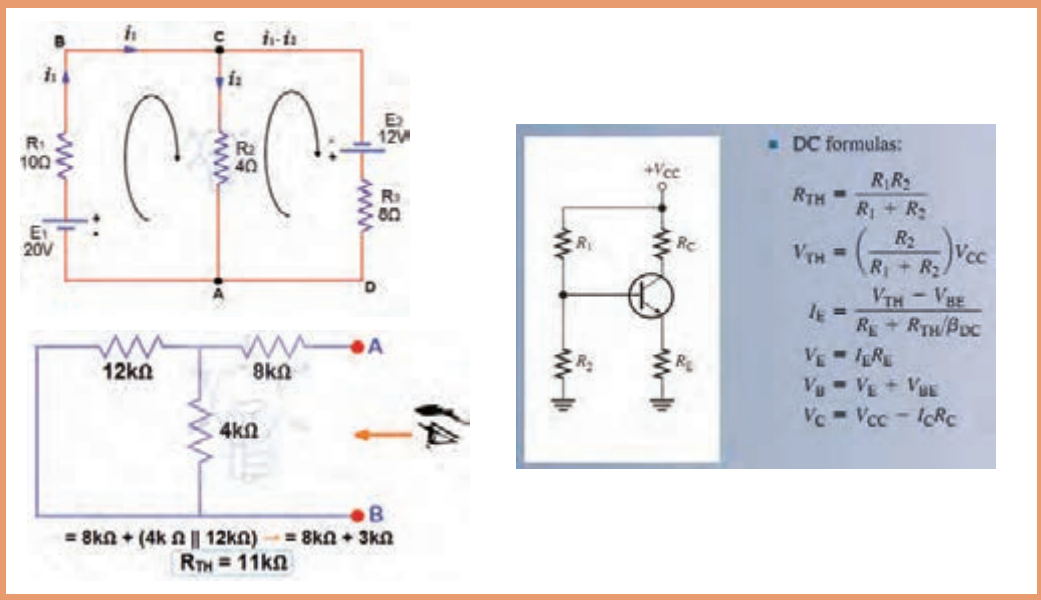
معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نوشتن توابع منطقی به‌صورت استاندارد مین‌ترم	۱	
۲	تشریح عملکرد مدار دکدر و مالتی پلکسر و اجرای توابع با استفاده از دکدر و مالتی‌پلکسر	۲	
۳	تشریح جدول درستی انواع فلیپ فلاپ‌ها و تشریح انواع شیفت رجیسترها از نظر ورود و دریافت اطلاعات	۲	
۴	تشریح عملکرد شمارنده صعودی و نزولی	۲	
۵	تشریح عملکرد مدار مبدل A/D و D/A	۲	
۶	شبیه‌سازی مدارها با استفاده از نرم‌افزار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ محافظت از تجهیزات و دستگاه‌ها ۲ دقت و مسئولیت‌پذیری ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای ۵ رعایت نکات زیست‌محیطی ۶ به‌کارگیری فناوری نوین ۷ مستندسازی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۴

محاسبات DC در مدارهای الکترونیکی



مدارهای الکتریکی، از به‌هم پیوستن قطعات الکتریکی غیرفعال مانند مقاومت، خازن، القاگر و لامپ با منابع و قطعات الکترونیکی فعّال مانند دیود، ترانزیستور و آی سی یا ترکیبی از آنها تشکیل می‌شود. این قطعات باید حداقل یک مسیر بسته را ایجاد کنند تا جریان الکتریکی در مسیر بسته جاری شود. روش‌های مختلفی برای تعیین جریان‌ها، ولتاژها و توان مصرفی عناصر و چگونگی محاسبات آنها وجود دارد. نمونه‌های این روش‌ها شامل روش حلقه، پتانسیل گره، قضیه جمع آثار، قضایای تونن و نورتن‌است.

روش حلقه، استفاده از قوانین کیرشهف و معادل سازی مدارهای پیچیده با استفاده از قضایای تونن و نورتن روش‌های بسیار قدرتمند، پرکاربرد و مفیدی هستند که تحلیل مدارهای الکترونیکی را تاحدودی ساده کرده و به پاسخ مورد نظر می‌رسانند.

واحد یادگیری ۷

کسب شایستگی در به‌کارگیری قوانین کیرشهف در تحلیل و محاسبات مدارهای الکترونیکی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- در حل مدارهای چند حلقه‌ای با استفاده از روش تحلیل حلقه محاسبات مدار انجام می‌شود ؟
- برای تحلیل مدار به روش حلقه از کدام قانون کیرشهف استفاده می‌شود؟
- در روش تحلیل حلقه، جریان حلقه‌ها با استفاده از دستگاه معادله چند مجهولی به‌دست می‌آید؟
- اگر تعداد حلقه‌ها ۲ باشد جریان حلقه‌ها با دستگاه دو معادله دو مجهولی محاسبه می‌شود؟
- در مدارهای الکترونیکی برای تعیین افت ولتاژ دو سر هر قطعه که بین دو حلقه قرار دارد، استفاده از روش حلقه بسیار ساده‌تر است؟

یکی از روش‌های مرسوم در تحلیل مدارهای الکتریکی، روش تحلیل حلقه است. ساده‌ترین حلقه، حلقه‌ای است که در آن، محل انشعاب جریان از عناصر وجود نداشته باشد. در واقع حلقه ساده همان مدار ساده‌ای است که به صورت یک حلقه در مباحث قبلی آموخته‌اید. در روش تحلیل حلقه، ابتدا باید حلقه‌های مدار را شماره‌گذاری کنید و به هرحلقه یک جریان اختصاص دهید. سپس در حلقه‌ها قانون ولتاژ کیرشهف را بنویسید. معادلات را باید به گونه‌ای بنویسید که تمام مجهولات برحسب جریان‌های حلقه بیان شوند. برای مدارهای دو حلقه‌ای، دو معادله با دو مجهول به‌دست می‌آید. به این ترتیب معادله دو مجهولی خطی به‌راحتی قابل حل است. با حل معادله‌ها، می‌توانید جریان‌های هر حلقه را به‌دست آورید. با به دست آمدن جریان‌ها، ولتاژها و توان‌های مصرفی عناصر در مدار قابل محاسبه است. با روش حلقه می‌توانید مدارهای الکترونیکی شامل دیود و ترانزیستور را حل کنید و جریان‌های عبوری از قطعات، افت ولتاژ دو سر هر قطعه و سایر مجهولات مورد نظر را محاسبه کنید.

استاندارد عملکرد

تحلیل و حل مدارهای مقاومتی، دیودی و ترانزیستوری دو حلقه‌ای با کمک قوانین کیرشهف

۱ـ۷ـ روش‌های حل مدارهای مقاومتی یک حلقه‌ای

تحلیل مدارهای الکتریکی با روش حلقه (Loop Analysis) بر قانون ولتاژ کیرشهف (KVL) استوار است. طبق قانون ولتاژ کیرشهف، در هر حلقه، جمع جبری افت ولتاژهای دو سرمقاومت‌ها و ولتاژ منابع تغذیه برابر با صفر است.

در هنگام تحلیل مدار به روش حلقه، برای محاسبه جریان عبوری از مقاومت در مدار شکل ۱ـ۷ ، مراحل زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم.

ـ برای هر حلقه، یک جریان در جهت دلخواه منظور می‌کنیم.

ـ بهتر است جریان حلقه در جهت حرکت عقربه ساعت فرض شود، شکل ۲ـ۷.



شکل ۱ـ۷



شکل ۲ـ۷

ـ با حرکت در جهت جریان حلقه با استفاده از قانون ولتاژ کیرشهف (KVL) معادله ولتاژها را برای حلقه می‌نویسیم.

$$V_R - V = ۰ \Rightarrow R.I_x - V = ۰ \Rightarrow ۵۰I_x - ۱۰۰ = ۰$$

ـ با توجه به اینکه در مصرف‌کننده‌ها محل ورودی جریان را با قطب (پلاریته) مثبت نشان می‌دهند، هنگام نوشتن معادلات بهتر است در جهت قراردادی جریان حرکت کنیم. به این ترتیب ولتاژ دو سر تمام مصرف‌کننده‌ها مثبت می‌شود.

ـ ولتاژ منابع تغذیه با توجه به قطب‌های آن در معادله لحاظ می‌شود.

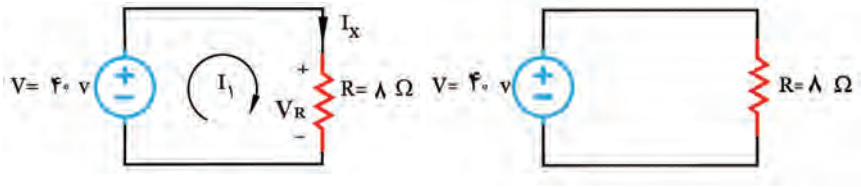
اگر در جهت حرکت به مثبت منبع برسیم، ولتاژ آن منبع را با علامت مثبت و اگر به منفی منبع برسیم ولتاژ آن منبع را با علامت منفی در معادله منظور می‌کنیم.

مثال۱ : با روش حلقه، جریان مقاومت را در شکل ۳ـ۷ محاسبه کنید.

پاسخ:

۱) $V_R - V = ۰$

۲) $R.I_X - V = ۰$



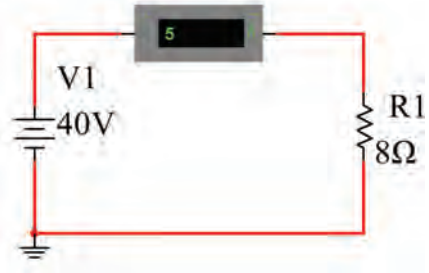
شکل ۳ـ۷

۳) $۸I_x - ۴۰ = ۰ \Rightarrow ۸I_X = ۴۰ \Rightarrow I_X = \frac{۴۰}{۸} = ۵ \Rightarrow I_X = I_۱ = ۵A$

بحث کنید

درباره نوشتن روابط صفحه قبل با استفاده از روش حلقه، بحث کنید و نکات مربوط را به‌طور کامل بیاموزید.

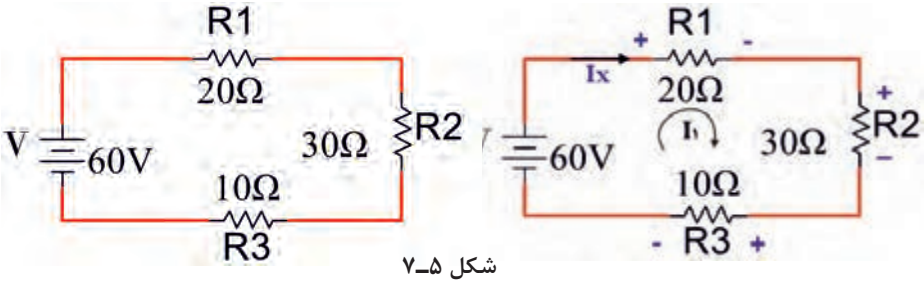
استفاده از نرم‌افزار برای بررسی صحت محاسبات: با بستن مدار در نرم‌افزار مولتی سیم یا هر نرم افزار مناسب دیگر می‌توان نتایج را با هم مقایسه کرد. به همین منظور مدار شکل ۴ـ۷ را در ساعات غیردرسی در نرم‌افزار ببندید و نتایج را مقایسه کنید.



شکل ۴ـ۷ـ جریان عبوری از مدار ۵ آمپر است

مثال۲: با استفاده از روش حلقه، ولتاژ دو سر مقاومت R_2 را در شکل ۵ـ۷ محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۵ـ۷

۱) $V_{R_1}+V_{R_2}+V_{R_3}-V=0 \Rightarrow I_X R_1+I_X R_2+I_X R_3-V=0$

$I_X(R_1+R_2+R_3)=V \Rightarrow I_X(20+30+10)=60 \Rightarrow 60I_X=60 \Rightarrow I_X=1A$

۲) $V_{R2}=I_X R_2=1\times 30=30V$

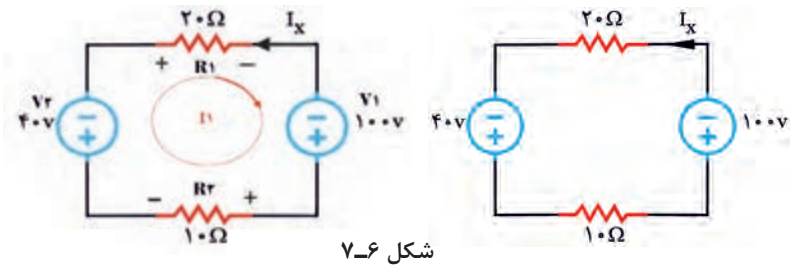
بارش فکری

از طریق بارش فکری بررسی کنید به چه‌دلیل علامت مربوط به منبع V منفی و علامت مربوط به مقاومت‌ها مثبت انتخاب شده است.

نکته مهم

درصورتی که جهت جریان در حلقه، مخالف جهت جریان Ix باشد، در این صورت $I_X = -I_1$

مثال۳: با روش حلقه، جریان Ix را در شکل ۶ـ۷ به‌دست آورید و توان مصرفی در مقاومت ۱۰Ω را محاسبه کنید.



شکل ۶ـ۷

پاسخ: جریان حلقه را در جهت حرکت عقربه ساعت مشخص می‌کنیم و آن را I_1 می‌نامیم. سپس براساس گام‌های تعریف شده معادلات را می‌نویسیم.

$$V_{R_1} - V_1 + V_{R_2} + V_2 = 0 \Rightarrow R_1.I_1 - V_1 + R_2.I_1 + V_2 = 0 \Rightarrow I_1(R_1 + R_2) = V_1 - V_2$$

$$I_1(20+10) = 100 - 40 \Rightarrow 30I_1 = 60 \Rightarrow I_1 = \frac{60}{30} = 2A$$

چون درحلقه انتخابی I_1 در خلاف جهت Ix است لذا I_X منفی I_1 می‌شود.

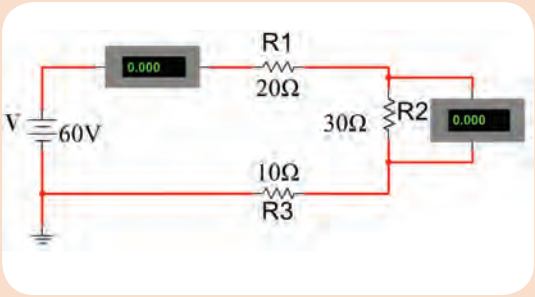
$$I_X = -I_1 = -2A$$

حال توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی را محاسبه می‌کنیم.

$$P_{R_2} = I_X^2 . R_2 = (-2)^2 \times 10 = 40W$$

فعالیت

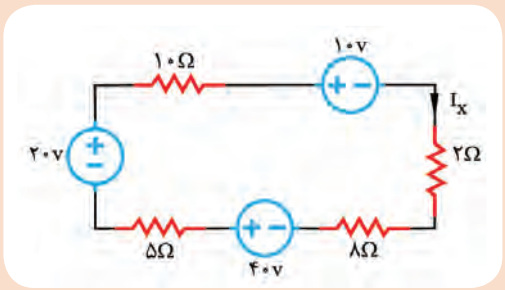
۱ در ساعات غیردرسی، مدار شکل ۷ـ۷ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ببندید.
۲ مقادیر جریان مدار و ولتاژ مقاومت R_2 را اندازه‌گیری کنید.
۳ مقادیر اندازه‌گیری شده را با مقادیر محاسبه شده درمثال ۲ مقایسه کنید.



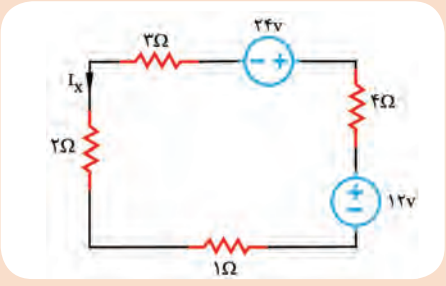
شکل ۷ـ۷

فعالیت

۱ با روش حلقه، جریان Ix در شکل ۸ـ۷ را به‌دست آورید و ولتاژ دو سر مقاومت ۲Ω را محاسبه کنید.
۲ با روش حلقه، جریان Ix در شکل ۹ـ۷ را به‌دست آورید و توان در مقاومت ۴Ω را محاسبه کنید.



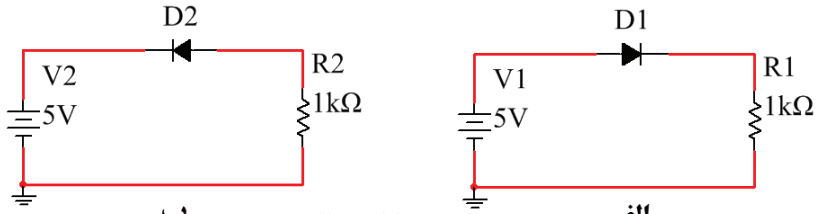
شکل ۸ـ۷



شکل ۹ـ۷

۲ـ۷ـ حل مسائل مدارهای دیودی باروش حلقه

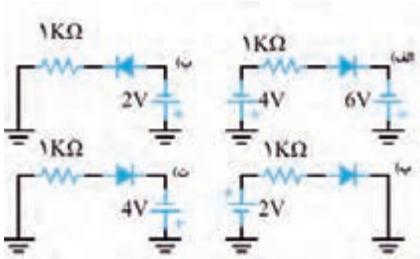
در مدارهای دیودی، ابتدا باید شرایط دیودها یعنی وصل یا قطع بودن آنها را مشخص کنیم، سپس مدار معادل را رسم نماییم. حال در مدار معادل، با نوشتن معادله KVL در حلقه می‌توانیم جریان مدار، افت ولتاژ دو سر هر قطعه و سایر مجهولات مورد نظر را محاسبه کنیم. در مدار شکل الف‌ـ۱۰ـ۷ دیود D_1 در بایاس موافق قرار دارد و وصل است ولی در مدار شکل ب‌ـ۱۰ـ۷ دیود D_2 در بایاس مخالف است و در وضعیت قطع قرار دارد.



شکل ۱۰ـ۷

فعالیت

در شکل ۱۱ـ۷ با توجه به ولتاژهای داده شده، بررسی کنید در هر شکل کدام دیود در حالت قطع قرار دارد؟ علت قطع بودن دیود را به بحث بگذارید.



شکل ۱۱ـ۷

مثال ۴: در شکل ۱۲ـ۷ اگر دیود D_1 از جنس سیلیسیم و ولتاژ هدایت آن ۰/۷ ولت باشد، مقادیر I_D و V_{R_1} را محاسبه کنید.

پاسخ:

جهت جریان حلقه را در جهت حرکت عقربه ساعت مشخص می‌کنیم و آن را I_1 می‌نامیم.

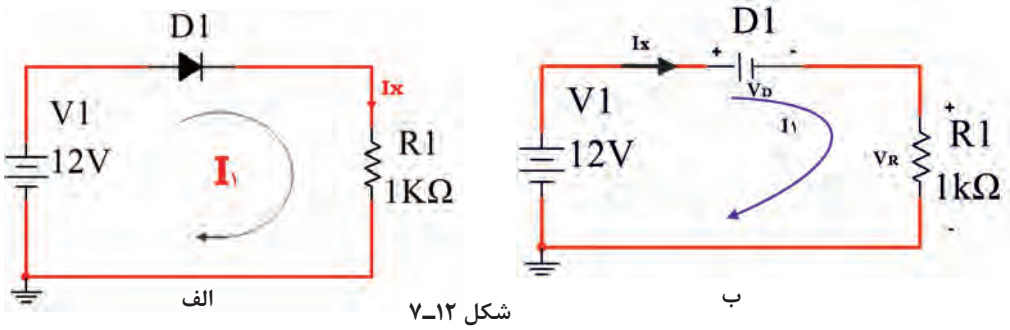
۱) $V_D + V_R - V_1 = 0 \Rightarrow V_D + R_1.I_X = V_1$

$\Rightarrow 0/7 + 1000 I_X = 12 \Rightarrow 1000 I_X = 11/3$

$\Rightarrow I_X = 0/013A = 11/3mA$

۲) $I_X = I_D = I_{R_1} = 11/3mA$

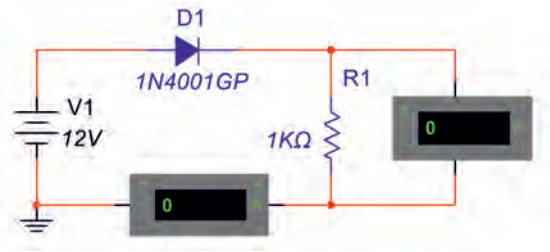
۳) $V_{R1} = I_{R1}.R_1 = 11/3mA \times 1000\,\Omega = 11/3V$



شکل ۱۲ـ۷

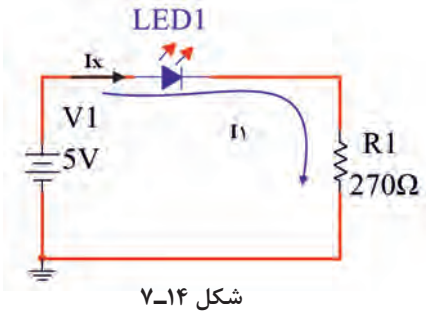
الگوی ارزشیابی نرم افزاری:

- در ساعات غیردرسی، مدار شکل ۱۳ـ۷ را به صورت نرم افزاری ببندید.
- مقادیر جریان دیود و ولتاژ مقاومت را اندازه‌گیری کنید.
- مقادیر اندازه‌گیری شده را با مقادیر مثال ۴ مقایسه کنید.
- نتایج به دست آمده را در قالب گزارش ارائه دهید.



شکل ۱۳ـ۷

مثال ۵: در شکل ۱۴ـ۷ اگر ولتاژ هدایت LED برابر ۱/۸ ولت باشد، جریان I_D را محاسبه کنید.



شکل ۱۴ـ۷

۱) $V_D + V_R - V_۱ = ۰ \Rightarrow V_D + R_۱.I_X = V_۱$

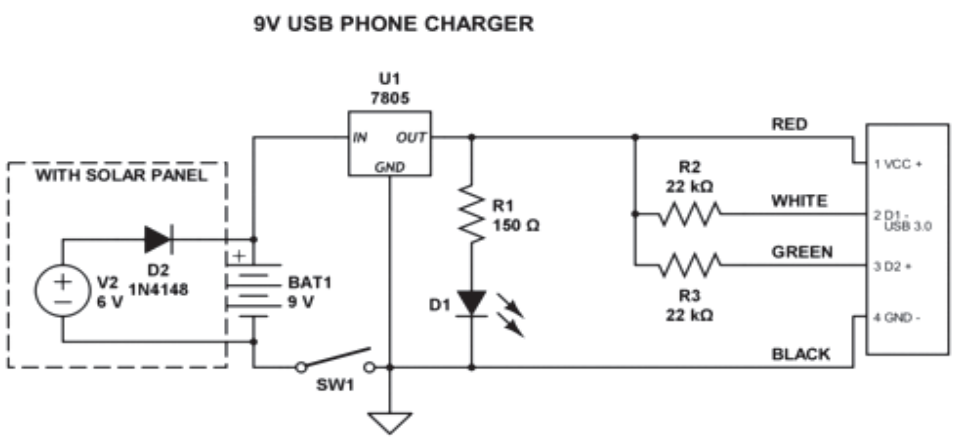
$\Rightarrow ۱/۸ + ۲۷۰I_X = ۵ \Rightarrow ۲۷۰I_X = ۳/۲$

$\Rightarrow I_X = ۰/۰۱۱۸A = ۱۱/۸mA$

۲) $I_X = I_D = I_{R_۱} = ۱۱/۸mA$

تحقیق کنید

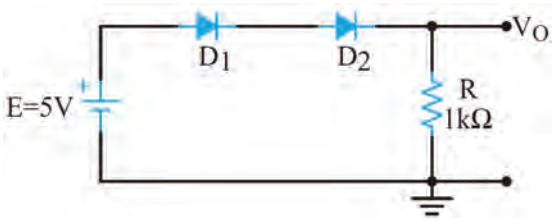
برای LED مدار شارژر USB گوشی تلفن همراه شکل ۱۵ـ۷، اگر افت ولتاژ دیود $D_۱$ برابر ۲ولت و جریان عبوری از آن ۲۰mA فرض شود، مقدار مقاومت $R_۱$ را محاسبه کنید.



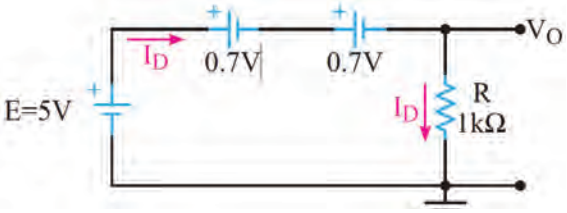
شکل ۱۵ـ۷

مثال ۶: با توجه به شکل ۷ـ۱۶ I_{D_1} ، I_{D_2} و V_O را محاسبه کنید. هر دو دیود از جنس سیلیسیم و ولتاژ هدایت آنها ۰/۷ ولت است.

■ می‌توانیم مدار معادل شکل ۷ـ۱۶ را به صورت شکل ۷ـ۱۷ رسم کنیم.



شکل ۷ـ۱۶



شکل ۷ـ۱۷

■ حلقه را در جهت حرکت عقربه ساعت مشخص می‌کنیم و آن را I_D می‌نامیم.

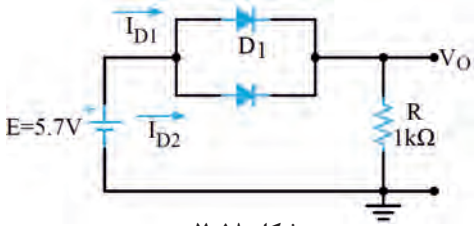
$$V_D + V_D + V_R - E = ۰ \Rightarrow V_D + V_D + R_۱.I_D = E$$

$$\Rightarrow ۰/۷ + ۰/۷ + ۱۰۰۰I_D = ۵ \Rightarrow ۱۰۰۰I_X = ۳/۶$$

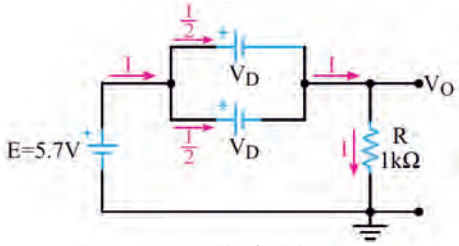
$$\Rightarrow I_D = ۰/۰۰۳۶A = ۳/۶mA$$

$$V_O = V_R = I_D.R = ۳/۶mA \times ۱۰۰۰\Omega = ۳/۶V$$

مثال ۷: با توجه به شکل ۷ـ۱۸، مقادیر I_{D_1}، I_{D_2} و V_O را محاسبه کنید. هر دو دیود از جنس سیلیسیم و ولتاژ هدایت آنها ۰/۷ ولت است.



شکل ۷ـ۱۸



شکل ۷ـ۱۹

مدار معادل شکل ۷ـ۱۸ را می‌توان به‌صورت شکل ۷ـ۱۹ نیز رسم نمود. با نوشتن معادله KVL در حلقه مدار شکل ۷ـ۱۸، می‌توان جریان I را محاسبه نمود. $I = I_{D_1} + I_{D_2}$

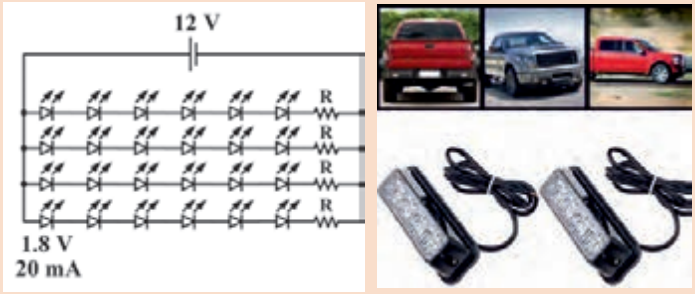
$$V_D + V_R - E = ۰ \Rightarrow V_D + R.I = E$$
$$\Rightarrow ۰/۷ + ۱۰۰۰I = ۵/۷ \Rightarrow ۱۰۰۰I = ۵$$
$$\Rightarrow I = I_R = ۵mA$$
$$V_O = V_R = I_R.R = ۵mA \times ۱۰۰۰\Omega = ۵V$$

چون دو دیود مشابه هستند، جریان هر کدام برابر است با:

$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{I}{۲} = ۲/۵mA$$

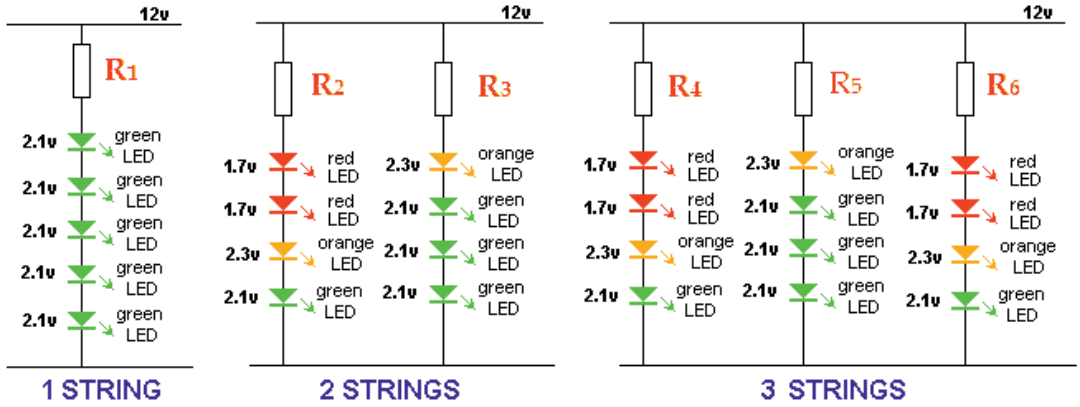
فعالیت

یک شرکت سازنده چراغ‌های خطر خودرو، برای ساخت یک چراغ اضطراری از مدار شکل ۷ـ۲۰ استفاده کرده است. اگر محدوده جریان عبوری از LEDها از ۱۸ تا ۲۰ میلی‌آمپر باشد. مقدار مقاومت استاندارد را برای هرشاخه از مدار محاسبه کنید.



شکل ۷ـ۲۰

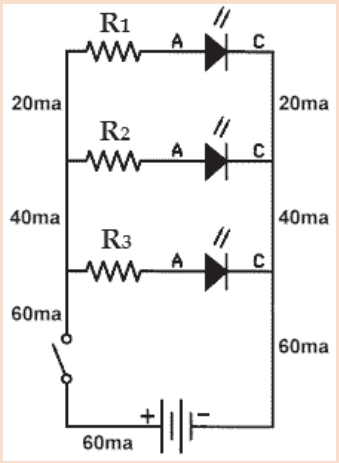
پرسش: مقدار مقاومتی که با LED ها در هریک از رشته‌های دیود نورانی در شکل ۷ـ۲۱ سری شده است را محاسبه کنید. جریان هر دیود در همه مدارهای شکل ۷ـ۲۱، ۲۰mA در نظر گرفته شود.



شکل ۷ـ۲۱

فعالیت در ساعات غیر درسی

- در مدار شکل ۷ـ۲۲ رنگ LEDها را قرمز انتخاب کنید.
- مقدار ولتاژ منبع را ۹ ولت درنظر بگیرید.
- مقاومت هر شاخه را محاسبه کنید.
- مدار را با نرم‌افزار ببندید.
- مقادیر جریان‌ها را با هم مقایسه کنید.
- بار دیگر رنگ LED ها را سبز انتخاب کنید و محاسبات و کار نرم‌افزاری را تکرار کنید. نتایج را یادداشت کنید.



شکل ۷ـ۲۲

کارگروهی

نتایج حاصل از محاسبات و اجرای نرم‌افزاری با LED های سبز و LEDهای قرمز را با هم مقایسه کنید و نتیجه کلی را در قالب یک گزارش به‌صورت پاورپوینت ارائه دهید.

۳ـ۷ـ روش‌های حل مدارهای مقاومتی دوحلقه‌ای

■ تحلیل مدار به‌روش حلقه برای محاسبه جریان عناصر در مدار دوحلقه‌ای نیز مناسب است. برای حل این‌گونه مدارها باید مراحل زیر را اجرا کنید.

☑ برای هر حلقه، یک جریان در جهت دلخواه درنظر بگیرید. بهتر است جریان هر دو حلقه را در یک جهت و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت فرض کنید.

☑ با حرکت در جهت حلقه، با استفاده از قانون ولتاژهای کیرشهف (KVL)، معادلهٔ ولتاژها را برای حلقه بنویسید.

☑ برای مدار با دو حلقه، دو معادله با دو مجهول به‌دست می‌آید.

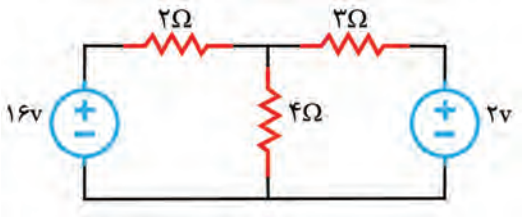
☑ روابط KVL را در یک دستگاه قرار دهید و با حل آنها جریان حلقه‌ها را به‌دست آورید.

✓با معلوم بودن جریان حلقه‌ها، جریان عناصر مدار نیز به‌دست می‌آید.

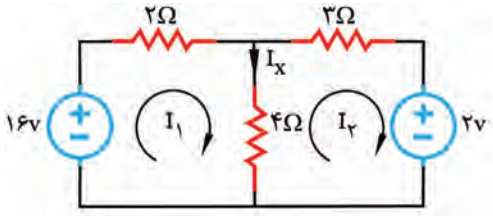
مثال ۸: در شکل ۲۳ـ۷ با روش جریان حلقه، جریان مقاومت ۴ اهمی را محاسبه کنید.

پاسخ:

■ طبق شکل ۲۴ـ۷ یک جریان فرضی و انتخابی برای مقاومت ۴ اهمی، در جهت دلخواه درنظر می‌گیریم. و آن را Ix می‌نامیم. جهت جریان در حلقه‌های I_1 و I_2 را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت رسم می‌کنیم.



شکل ۲۳ـ۷



شکل ۲۴ـ۷

☑ با حرکت در جهت جریان I_1، معادله KVL را در حلقه مربوط به جریان I_1 (حلقه اول) و با حرکت در جهت جریان I_2، معادله KVL رادر حلقه مربوط به جریان I_2 (حلقه دوم) می‌نویسیم و به‌صورت گام به‌گام و با توجه به نکات زیر مسئله را حل می‌کنیم.

نکته

معادله حلقه اول را KVL_1 و معادله حلقه دوم را KVL_2 می‌نامیم.

گام اول: جریان I_1 به پلاریته منفی منبع ۱۶ ولتی وارد می‌شود، لذا مقدار آن را با علامت منفی در نظر می‌گیریم.

گام دوم: از مقاومت ۲ اهمی فقط جریان حلقه I_1 می‌گذرد، لذا افت ولتاژ آن به صورت $+2I_1$ منظور می‌شود.

گام سوم: از مقاومت ۴ اهمی جریان مربوط به حلقه‌های I_1 و I_2 درجهت مخالف می‌گذرند. با رعایت حق‌تقدم برای I_1 و نوشتن قانون کیرشهف در حلقه دوم (KVL۱)، افت ولتاژ دو سر مقاومت ۴ اهمی به‌صورت $4(I_1 - I_2)$ منظور می‌شود.

با حرکت در جهت حلقه I_2 معادله KVL_2 به‌صورت گام به گام و با توجه به نکات زیر نوشته می‌شود.

گام چهارم: حلقه I_2 ازقطب مثبت منبع ۲ ولتی وارد می‌شود، لذا علامت آن مثبت است.

گام پنجم: از مقاومت ۴ اهمی جریان مربوط به حلقه‌های I_1 و I_2 در جهت مخالف می‌گذرند. با رعایت حق‌تقدم برای I_2، و نوشتن قانون کیرشهف در حلقه دوم (KVL۲)، افت ولتاژ دو سر مقاومت ۴ اهمی به‌صورت $۴(I_2 - I_1)$ منظور می‌شود.

گام ششم: از مقاومت ۳ اهمی فقط جریان مربوط به حلقه I_2 می‌گذرد، لذا افت ولتاژ دو سر آن از رابطه $+۳I_2$ محاسبه می‌شود.

(گام اول) $KVL۱ \Rightarrow -۱۶$

(گام دوم) $KVL۱ \Rightarrow -۱۶ + ۲I_1$

(گام سوم) $KVL۱ \Rightarrow -۱۶ + ۲I_1 + ۴(I_1 - I_2) = ۰$

(گام چهارم) $KVL۲ \Rightarrow +۲$

(گام پنجم) $KVL۲ \Rightarrow +۲ + ۴(I_2 - I_1)$

(گام ششم) $KVL۲ \Rightarrow +۲ + ۴(I_2 - I_1) + ۳I_2 = ۰$

گام هفتم: معادله‌های KVL۱ را ساده می‌کنیم.

(گام هفتم) $KVL۱ \Rightarrow -۱۶ + ۲I_1 + ۴I_1 - ۴I_2 = ۰$

$KVL۱ \Rightarrow -۱۶ + ۶I_1 - ۴I_2 = ۰$

$KVL۱ \Rightarrow +۶I_1 - ۴I_2 = ۱۶$

گام هشتم: معادله‌های KVL۲ را ساده می‌کنیم.

(گام هشتم) $KVL۲ \Rightarrow +۲ + ۴I_2 - ۴I_1 + ۳I_2 = ۰$

$KVL۲ \Rightarrow ۲ - ۴I_1 + ۷I_2 = ۰$

$KVL۲ \Rightarrow -۴I_1 + ۷I_2 = -۲$

گام نهم: معادلات KVL۱ و KVL۲ را در یک دستگاه دو معادله دو مجهولی می‌نویسیم.

دستگاه دو معادله دو مجهولی را با روش حذف متغیرها حل می‌کنیم تا مقدار جریان‌های حلقه‌های I_1 و I_2 را به‌دست آوریم.

(گام نهم)

$$\begin{matrix} ۲\times \\ ۳\times \end{matrix}\begin{cases} ۶I_1 - ۴I_2 = ۱۶ \\ -۴I_1 + ۷I_2 = -۲ \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۱۲I_1 - ۸I_2 = ۳۲ \\ -۱۲I_1 + ۲۱I_2 = -۶ \end{cases}$$

$$۰ + ۱۲I_1 = ۲۶$$

$$I_2 = \frac{۲۶}{۱۳} = ۲A$$

ـ با قراردادن $I_۲$ در معادله اول دستگاه، جریان حلقه $I_۱$ به دست می‌آید.

$۶I_۱-(۲)۴=۱۶$

$۶I_۱- ۸ =۱۶$

$۶I_۱ = ۲۴$

$I_۱= ۴A$

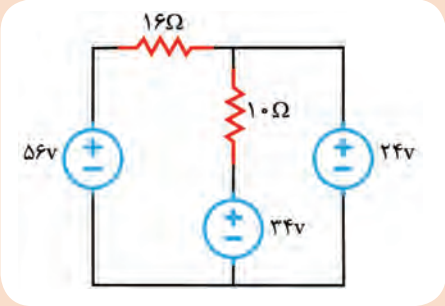
☑ پس از محاسبه جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ ، سایر مقادیر خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

ـ جمع جبری جریان‌های مربوط به حلقه‌های $I_۱$ و $I_۲$ جریان I_X را تشکیل می‌دهد. جریان حلقه $I_۱$ که هم‌جهت با Ix است را با علامت مثبت و جریان حلقه $I_۲$ که مخالف جهت Ix است را با علامت منفی مشخص می‌کنیم و بنابراین خواهیم داشت.

$I_X = +I_۱ - I_۲ \Rightarrow I_X = +۴-۲ = +۲A \Rightarrow I_X = +۲A$

فعالیت

با توجه به روابط داده شده، برای حل شبکه دو حلقه‌ای، در ساعات درسی، مدار شکل ۲۵ـ۷ را با روش حلقه تحلیل کنید و توان مصرفی را در مقاومت ۱۶ اهمی به‌دست آورید.

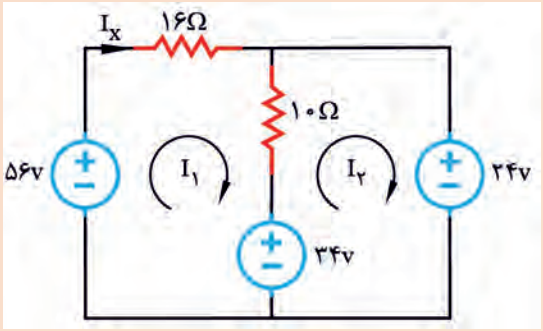


شکل ۲۵ـ۷

فعالیت

کامل کنید:

درشکل ۲۶ـ۷ حلقه‌ها را در جهت حرکت عقربه ساعت مشخص کنید و جریان مقاومت ۱۶ اهمی را I_X بنامید.



شکل ۲۶ـ۷

- معادله KVL را در حلقه‌های I_1 و I_2 بنویسید.

$KVL1 \; -۵۶ + ... + ... (I_1 - .....) + ... = ۰$

$KVL2 \; -۳۴ + ... (..... - I_1) + ... = ۰$

- معادلات را در یک دستگاه قرار دهید و با روش حذف حل کنید.

$$\begin{cases} .....I_1 - .....I_2 = ... \\ .....I_1 + ...I_2 = ... \end{cases}$$

- جریان حلقه I_1 را به‌دست آورید.

$..... I_1 = ... \Rightarrow I_1 = \frac{}{} = ۲A$

- I_1 را در معادله قرار دهید و I_2 را به‌دست آورید.

$-۱۰ (۲) + ۱۰ I_2 = ۱۰ \Rightarrow ..... I_2 = ... \Rightarrow I_2 = \frac{}{} = ۳A$

- جریان Ix از حلقه I_1 می‌گذرد، لذا با توجه به مقادیر به‌دست آمده می‌توانیم آن را محاسبه کنیم.

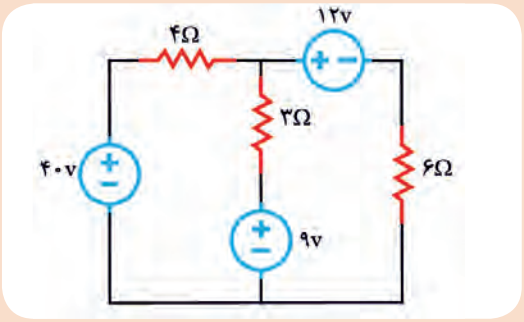
$I_X = ... = +۲A$

- چون جریان I_X از مقاومت ۱۶ اهمی می‌گذرد، می‌توانیم توان مصرفی در مقاومت ۱۶Ω را محاسبه کنیم.

$P_{۱۶\Omega} = RI_X^{۲} = ...$

فعالیت

در مدار شکل ۲۷ـ۷ با استفاده از روش حلقه، جریان مقاومت ۴Ω را به دست آورید.

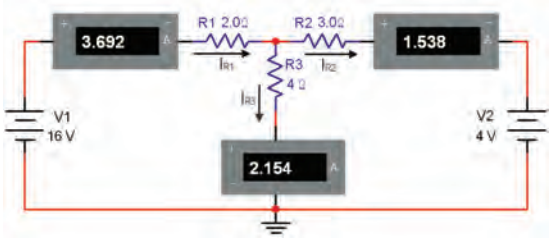


شکل ۲۷ـ۷

الگوی ارزشیابی نرم افزاری

ـ این فعالیت را در ساعات غیردرسی انجام دهید.

ـ مدار شکل ۷ـ۲۸ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ببندید.



شکل ۷ـ۲۸

ـ مقدار جریان‌های عبوری از مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

I_{R1}=..... , I_{R2} =..... , I_{R3}=.....

ـ آیا با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، رابطه زیر برقرار است؟ توضیح دهید

$I_{R3} = I_{R2} - I_{R1} \Rightarrow$ ..... = ... - .....

ـ فرض کنید مقادیر I_{R1} ، I_{R2} و I_{R3} مجهول است. با استفاده از قوانین کیرشهف و آنچه که در ارتباط با جریان حلقه خوانده‌اید، طبق شکل ۷ـ۲۹ و با توجه به جهت‌های انتخاب شده، معادلات حلقه را برای جریان‌های I_1 و I_2 بنویسید.

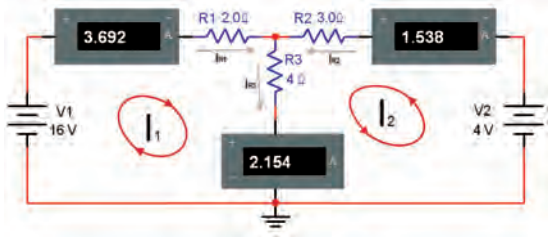
معادله حلقه ۱: .....

معادله حلقه ۲: .....

ـ با استفاده از معادلات به دست آمده مقادیر I_1 و I_2 را محاسبه کنید.

حل دستگاه دو معادله دومجهولی:

ـ مقادیر I_{R1}، I_{R2}، I_1 و I_2 را بنویسید.



شکل ۷ـ۲۹

I_1=..... I_2=..... I_{R1}=..... I_{R2}=.....

ـ آیا مقدار I_{R1} با I_1 و مقدار I_{R2} با I_2 تقریباً برابر است؟ توضیح دهید.

ـ در صورتی که مقادیر با هم تفاوت دارند، علت را شرح دهید.

ـ به چه‌دلیل مقدار I_{R2} منفی به دست آمده است؟ توضیح دهید.

ـ آیا جهت جریان‌های داده شده در شکل ۷ـ۲۸ با ۷ـ۲۹ مشابه است؟ چگونه آنها را اصلاح می‌کنیم؟ شرح دهید.

ـ با استفاده از رابطه $P= RI^2$ مقادیر توان تلف شده در هر مقاومت را محاسبه کنید.

$P_{R1}=R_1 I_{R1}^2$ =.....mW $P_{R2}= R_2 I_{R2}^2$=.....mW $P_{R3}= R_3 I_{R3}^2$=.....mW

ـ نتیجه این فعالیت را در قالب یک پاورپوینت ارائه دهید.

۴ـ۷ـ روش‌های تحلیل و محاسبات مدارهای ترانزیستوری

در مورد بایاس نمودن ترانزیستور درکتاب‌های پایه دهم و یازدهم توضیح داده شده است. ضمن یادآوری مدار بایاس ترانزیستور، سعی می‌شود با حل چند نمونه مسئله، چگونگی محاسبه جریان‌ها و ولتاژها با استفاده از قانون KVL آموزش داده شود. همچنین با ارائه تمرین‌هایی در ارتباط با بایاسینگ، مهارت لازم را کسب خواهید کرد.

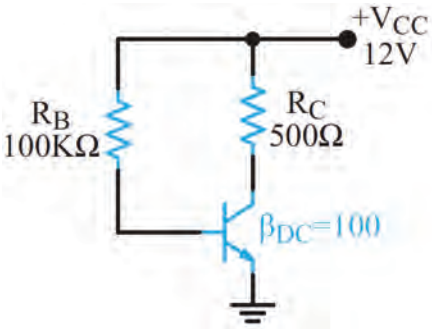
بایاس ثابت ترانزیستور: در شکل ۷ـ۳۰ مدار بایاس ثابت رسم شده است.

ـ باتری V_{CC} از طریق مقاومت R_B، دیود بیس امیتر ترانزیستور را درحالت موافق بایاس می‌کند.

ـ منبع V_{CC}، دیود کلکتور بیس را در بایاس مخالف قرار می‌دهد تا ترانزیستور در منطقه فعال بایاس شود.

ـ مقاومت R_B جریان بیس و مقاومت R_C جریان کلکتور را کنترل می‌کند.

ـ برای به‌دست آوردن نقطه کار ترانزیستور، لازم است محاسبات به طور دقیق انجام شود.

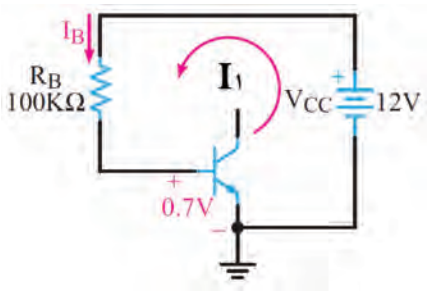


شکل ۷ـ۳۰

مثال ۹: با توجه به شکل ۷ـ۳۱ و۷ـ۳۲ و مقادیر داده شده، جریان‌های I_B و I_C و ولتاژ V_{CE} را محاسبه کنید.

پاسخ:

ـ با توجه به شکل ۷ـ۳۱ که حلقه ورودی در آن نشان داده شده است، با نوشتن معادله KVL_1 می‌توان I_B را محاسبه کرد:



شکل ۷ـ۳۱ حلقه ورودی

☑ معادله حلقه ورودی :

$$-V_{CC} + R_B I_B + V_{BE} = 0$$

☑ محاسبه I_B:

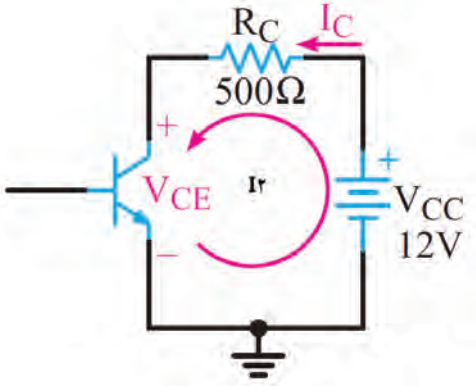
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_B = \frac{12 - 0/7}{100k} \Rightarrow I_B = 113\mu A$$

☑ چون $I_C = \beta_{DC} I_B$ است لذا:

$$I_C = \beta_{DC} I_B = 100 \times 113\ \mu A = 11/3mA$$

ـ با توجه به حلقه خروجی که در شکل ۷ـ۳۲ نشان داده شده است، معادله حلقه KVL_2 را می‌نویسیم و V_{CE} را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۷ـ۳۲ حلقه خروجی

☑ معادله حلقه خروجی :

$$-V_{CC} + R_C I_C + V_{CE} = 0$$

☑ محاسبه V_{CE}:

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$$

$$V_{CE} = 12 - (500\Omega)(11/3mA) = 6/35V$$

الگوی ارزشیابی نرم افزاری

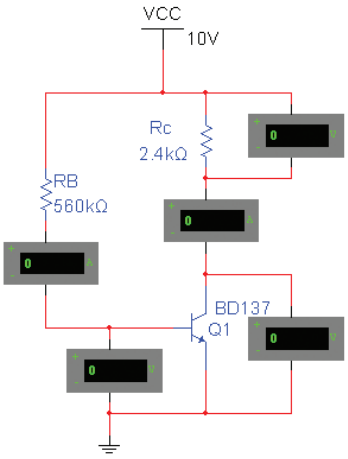
توجه

این فعالیت در ساعات غیردرسی انجام شود.

ـ در شکل ۳۳ـ۷ مدار بایاس مستقیم ترانزیستور که در نرم‌افزار مولتی‌سیم بسته شده است را ملاحظه می‌کنید آن را دریک نرم‌افزار مناسب ببندید و راه‌اندازی کنید.

ـ مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای نقطه کار ترانزیستور، یعنی V_{BE}، I_B، I_C و V_{CE} را محاسبه کنید و در جدول ۱ـ۷ بنویسید. مقدار β را برابر ۱۴۰ در نظر بگیرید.

ـ با استفاده از ولت متر و آمپرمتر، مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای مربوط به نقطهٔ کار ترانزیستور یعنی V_{BE}، I_B، I_C و V_{CE} را اندازه‌گیری کنید و در جدول ۱ـ۷ یادداشت کنید.



شکل ۳۳ـ۷

جدول ۱ـ۷

مقادیر	I_B (µA)	I_C (mA)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)
محاسباتی				
نرم افزاری				

ـ عامل تعیین‌کننده جریان بیس و جریان کلکتور در مدار بایاس ثابت ترانزیستور را نام ببرید.

ـ مقادیر محاسبه شده و مقادیر به‌دست آمده به وسیله نرم‌افزار را با هم مقایسه کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

۵ـ۷ـ بایاس با مدار تقسیم کنندهٔ ولتاژ مقاومتی

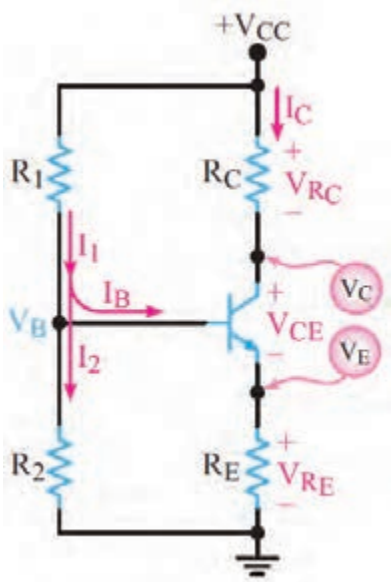
(Voltage divider Bias) یا تغذیهٔ سرخود (Self Bias)

در شکل ۳۴ـ۷ مدار تغذیه سرخود ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. در این مدار نقطه کار ترانزیستور درحد قابل قبول تثبیت شده و در شرایط خاص تا حدودی مستقل از β ترانزیستور است. در این مدار مقاومت‌های تقسیم‌کننده ولتاژ R_1 و R_2 ولتاژ تغذیه بیس ترانزیستور را تأمین می‌کنند. برای آنکه V_B تقریباً ثابت بماند، باید مقدار جریان I_B در مقایسه با جریان I_2 قابل چشم‌پوشی باشد. در این شـــرایط با توجه به کوچک بودن I_B عملاً با تقریب قابل قبول

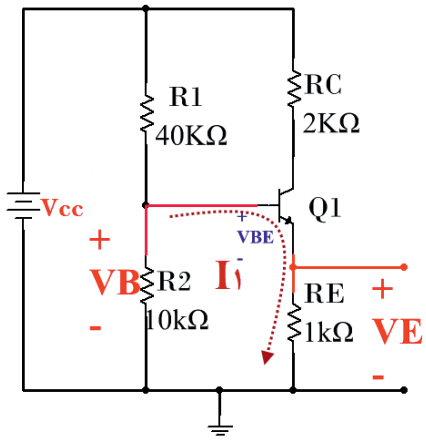
می‌توان معادله V_B را از تقسیم ولتاژ V_{CC} بین دو مقاومت R_1 و R_2 به‌دست آورد. با حل مثال ۱۰، چگونگی استفاده از روابط مربوط به محاسبه ولتاژ پایه‌ها و جریان پایه‌های ترانزیستور در بایاس سرخود معرفی می‌شود.

مثال ۱۰: در شکل ۳۵ـ۷ با فرض $I_E \cong I_C$ و V_{BE}=۰/۷V باشد ولتاژ و جریان پایه‌های ترانزیستور و مختصات نقطهٔ کار را محاسبه کنید.

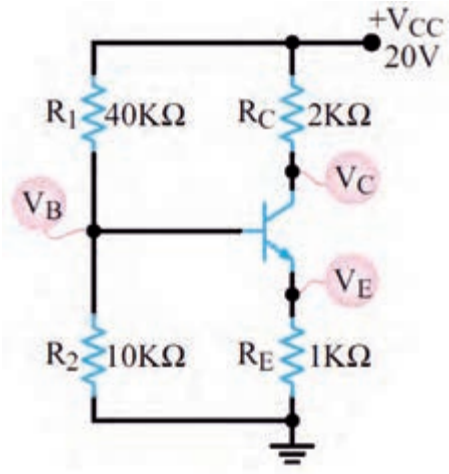
ـ برای نوشتن معادله حلقه ورودی، مدار شکل ۳۵ـ۷ را می‌توان به صورت مدار شکل ۳۶ـ۷ ترسیم کرد.



شکل ۳۴ـ۷ـ تغذیه سرخود



شکل ۳۶ـ۷ـ حلقه ورودی



شکل ۳۵ـ۷ـ تغذیه سرخود

☑ معادله V_B از تقسیم ولتاژ V_{CC} بین دومقاومت R_1و R_2 به‌دست می‌آید.

$$V_B = \frac{۲۰ \times ۱۰K}{۴۰K + ۱۰K} \rightarrow V_B = ۴V$$

☑ معادله حلقه ورودی را می‌نویسیم و V_E را محاسبه می‌کنیم.

$$V_{BE} = ۰/۷V$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$V_E = ۴ - ۰/۷ = ۳/۳V$$

☑ با استفاده از مقادیر به دست آمده جریان I_E را محاسبه می‌کنیم.

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \Rightarrow I_E = \frac{۳/۳}{۱۰۰۰} \Rightarrow I_E = ۳/۳mA$$

☑ جریان کلکتور تقریباً با I_E برابر است.

$$I_E \cong I_C = ۳/۳mA$$

ـ برای نوشتن معادله حلقه خروجی مدار، از شکل ۳۷ـ۷ استفاده می‌کنیم.

☑ معادله حلقه خروجی را می‌نویسیم و V_{CE} را به‌دست می‌آوریم.

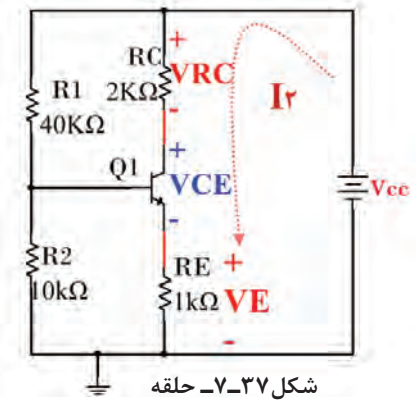
$$-V_{CC}+V_{RC}+V_{CE}+V_E=0$$

$$V_{CE}=V_{CC}-V_{RC}-V_E$$

$$V_{CE}=۲۰-(۲K\times ۳/۳m)-۳/۳$$

$$V_{CE}=۲۰-۹/۹$$

$$V_{CE}=۱۰/۱V$$



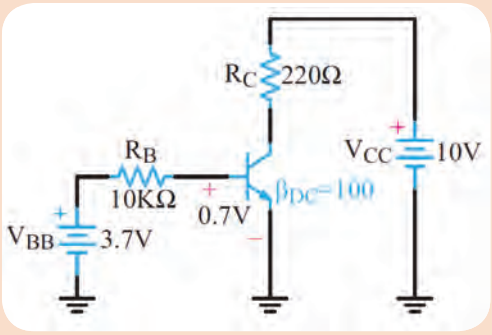
شکل ۳۷ـ۷ـ حلقه

ردیف	مختصات نقطهٔ کار
۱	$V_B=۴V$
۲	$V_C=۱۳/۴V$
۳	$V_{CE}=۱۰/۱V$
۴	$I_E=۳/۳mA$
۵	$I_C=۳/۳mA$

فعالیت

در ساعات غیردرسی، با توجه به شکل ۳۸ـ۷، مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای نقطه کار ترانزیستور یعنی V_{BE}، I_B، I_C و V_{CE} را محاسبه کنید.

$\beta=۱۰۰$ ، $V_{BE}=۰/۷V$



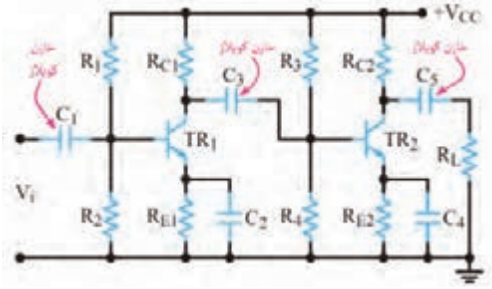
شکل ۳۸ـ۷ـ بایاس ثابت

توجه

پاسخ این فعالیت را به‌صورت یک تکلیف در منزل حل کرده و ارائه دهید.

۶ـ۷ـ تقویت کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی

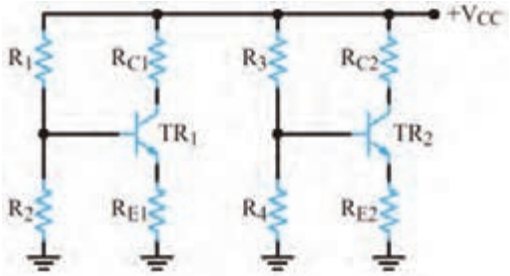
ـ مدارهای تقویت‌کننده چند طبقه که اتصال بین طبقات آنها به‌یکدیگر به وسیله خازن انجام می‌شود را مدار با کوپلاژ خازنی می‌گویند. در این کوپلاژ، خازن‌هایی در بین طبقات تقویت‌کننده وجود دارد (شکل ۳۹ـ۷).



شکل ۳۹ـ۷ـ تقویت‌کننده دوطبقه با کوپلاژ خازنی

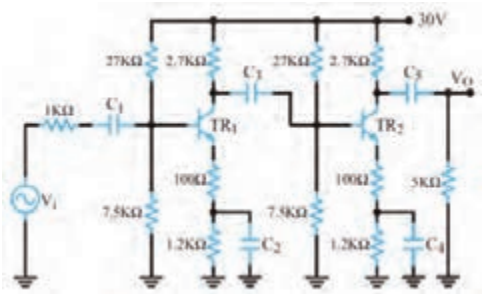
ـ هر دو طبقه تقویت‌کننده از نوع امیتر مشترک هستند و نوع بایاس ترانزیستورها، سرخود یا تقسیم ولتاژ مقاومتی است.

دو طبقه تقویت‌کننده توسط خازن کوپلاژ C_3 به یکدیگر متصل شده‌اند. به علت وجود خازن C_3 ارتباط DC از خروجی طبقه اول به ورودی طبقه دوم قطع می‌شود. خازن C_5 نیز مانع تأثیر ولتاژ DC کلکتور T_{R2} روی مقاومت بار می‌شود. بنابراین مدار معادل DC مدار شکل ۳۹ـ۷ به‌صورت مدار شکل ۴۰ـ۷ در می‌آید. مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای مربوط به نقطهٔ کار هرطبقه (V_B، V_E، I_C، V_C و V_{CE}) به‌طور مستقل قابل محاسبه هستند.



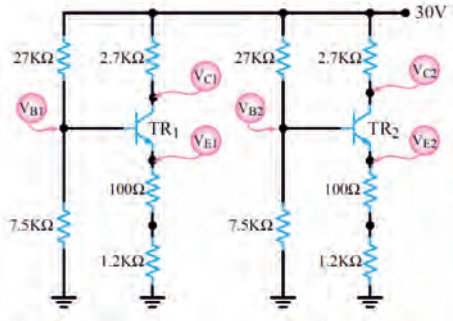
شکل ۴۰ـ۷ـ مدار معادل DC، تقویت‌کننده دوطبقه با کوپلاژ خازنی

مثال۱۱: در شکل ۴۱ـ۷ اگر $\beta_1 = \beta_2 = ۲۰۰$ و $V_{BE1}=V_{BE2}=۰/۷V$ باشد ولتاژ هر یک از پایه‌های ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 را نسبت به زمین مشترک محاسبه کنید.



شکل ۴۱ـ۷ـ تقویت‌کننده دوطبقه با کوپلاژ خازنی

پاسخ: ابتدا مدل DC تقویت کننده را طبق شکل ۴۲ـ۷ رسم می‌کنیم.



شکل ۴۲ـ۷ـ مدل معادل DC تقویت‌کننده با کوپلاژ RC

ـ از نظر DC مقاومت امیتر ترانزیستورها، از دو مقاومت سری ۱۲۰۰Ω و ۱۰۰Ω تشکیل شده است. همچنین با توجه به مشابه بودن ترانزیستورها و یکسان بودن مقاومت‌های بایاس، نقطه کار دو ترانزیستور مشابه یکدیگر است. لذا نقطه کار طبقه اول را محاسبه می‌کنیم. معادله V_B را از تقسیم ولتاژ V_{CC} بین دو مقاومت R_1 و R_2 به‌دست می‌آوریم. چون $V_{BE}=۰/۷V$ است مقدار V_E را محاسبه می‌کنیم.

$$V_B=\frac{۳۰\times ۷/۵K}{۲۷K+۷/۵K}\Rightarrow V_{B1}=۶/۵۲V \Rightarrow V_{B2}=۶/۵۲V$$

ـ معادله حلقه۱ ورودی را می‌نویسیم و V_{E1} را محاسبه می‌کنیم. چون هر دو مدار مشابه است مقادیر مربوط به نقطه کار هر دو مدار یکسان خواهد بود.

$$V_{E1}=V_{B1}-V_{BE1} \Rightarrow V_{E1}=۶/۵۲-۰/۷=۵/۸۲V \Rightarrow V_{E2}=۵/۸۲V$$

ـ جریان امیتر را محاسبه می‌کنیم.

$$I_{E1}=\frac{V_E}{R_E}\Rightarrow I_{E1}=\frac{۵/۸۲}{۱۳۰۰}\Rightarrow I_{E1}=۴/۴۸mA\Rightarrow I_{E2}=۴/۴۸mA$$

ـ جریان کلکتور را به‌دست می‌آوریم.

$$I_{C1}\cong I_{E1}=۴/۴۸mA\Rightarrow I_{C2}\cong I_{E2}=۴/۴۸mA$$

ـ معادله حلقه خروجی را می‌نویسیم و مقادیر V_{C1}، V_{C2}، V_{CE1}، و V_{CE2} را محاسبه می‌کنیم.

$$V_{C1}=V_{CC}-V_{RC1}=۳۰-(۲/۷K\times۴/۴۸m)=۱۷/۹V\quad\Rightarrow\quad V_{C2}=۱۷/۹V$$

$$V_{CE1}=V_{CC}-V_{RC1}-V_{E1}$$

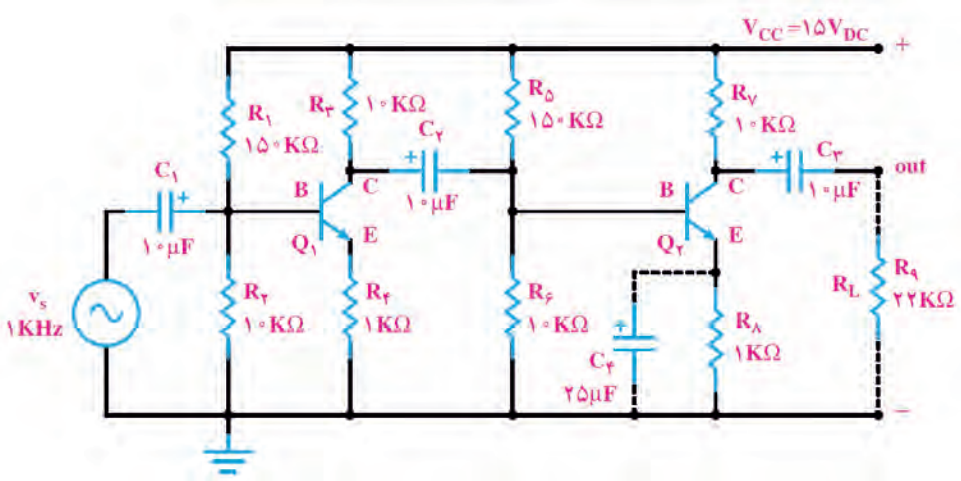
$$V_{CE1}=۳۰-(۲/۷K\times۴/۴۸m)-۵/۸۲=۱۲/۰۸V\quad\Rightarrow\quad V_{CE2}=۱۲/۰۸V$$

نکته مهم

اگر مقدار قطعات دو مدار مشابه نباشند، باید محاسبات DC هر طبقه به طور جداگانه انجام شود.

فعالیت

در شکل ۴۳ـ۷ اگر $\beta_2=\beta_1=۲۰۰$ و $V_{BE1}=V_{BE2}=۰/۷V$ باشد، ولتاژ هریک از پایه‌های ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 را نسبت به‌زمین مشترک محاسبه کنید.



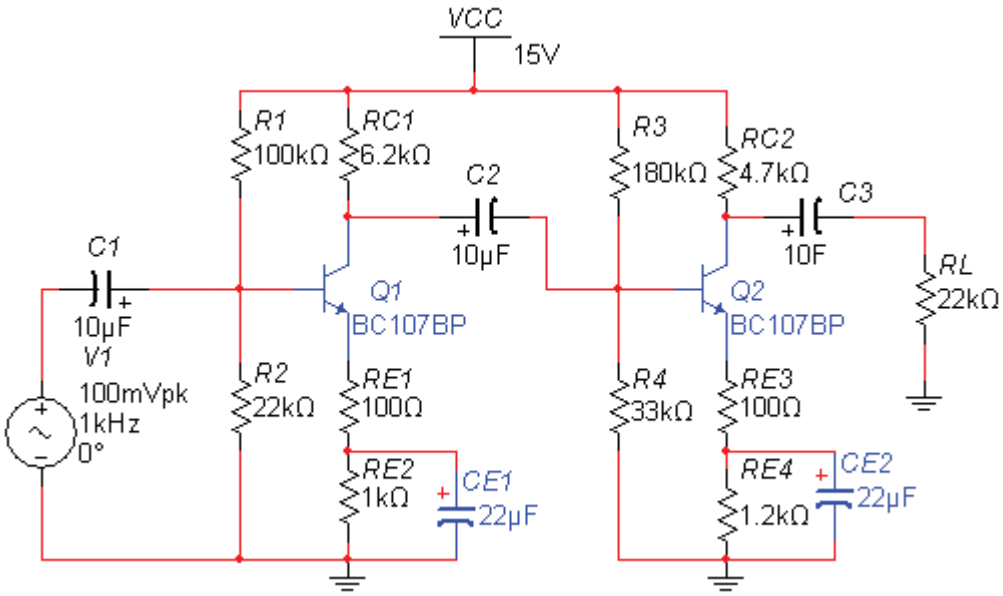
شکل ۴۳ـ۷ـ تقویت‌کننده دوطبقه با کوپلاژ RC

الگوی ارزشیابی نرم افزاری

توجه

این فعالیت در ساعات غیردرسی انجام می‌شود.

ـ مدارشکل ۴۴ـ۷ که یک تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی است را در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ببندید.



شکل ۴۴ـ۷ـ تقویت‌کننده دوطبقه با کوپلاژ خازنی

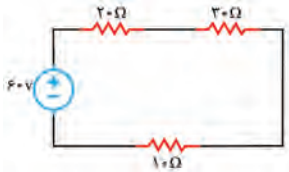
ـ مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 را محاسبه کنید و در جدول ۲ـ۷ بنویسید.

ـ با استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای مربوط به نقطهٔ کار ترانزیستور TR_1 و TR_2 را اندازه‌گیری کنید و در جدول ۲ـ۷ بنویسید.

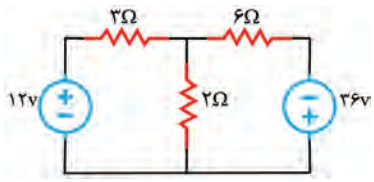
ـ نتایج به‌دست آمده از فعالیت نرم‌افزاری و محاسباتی در جدول ۲ـ۷ را با هم مقایسه کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به‌صورت پاورپوینت ارائه دهید.

جدول ۲ـ۷

مقادیر		V_B (V)	V_E (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)
محاسباتی	TR_1				
	TR_2				
نرم افزاری	TR_1				
	TR_2				



شکل ۴۵ـ۷



شکل ۴۶ـ۷

الگوی آزمون نظری واحد یادگیری ۷

۱ در مدار الکتریکی شکل ۴۵ـ۷ توان مصرفی در مقاومت ۱۰Ω را محاسبه کنید.

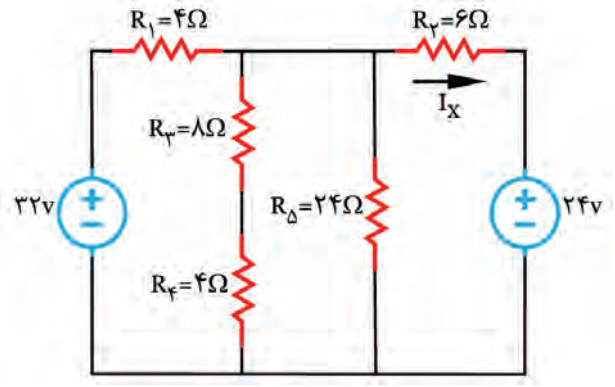
۲ در مدار الکتریکی شکل ۴۶ـ۷ با استفاده از روش حلقه، جریان عبوری از مقاومت ۲ اهمی را محاسبه کنید.

۳ در مدار شکل ۷ـ۴۷ با روش حلقه، جریان I_X را به‌دست آورید.

۴ β_{DC} را در مدار شکل ۷ـ۴۸ محاسبه کنید.

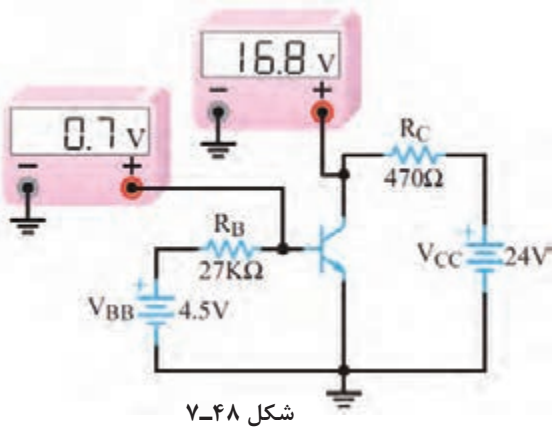
۵ ولتاژ V_{CE} را در تقویت کننده شکل ۷ـ۴۹ به‌دست آورید. ولتاژ بیس امیتر ترانزیستور ۰/۷ ولت است.

پاسخ .....



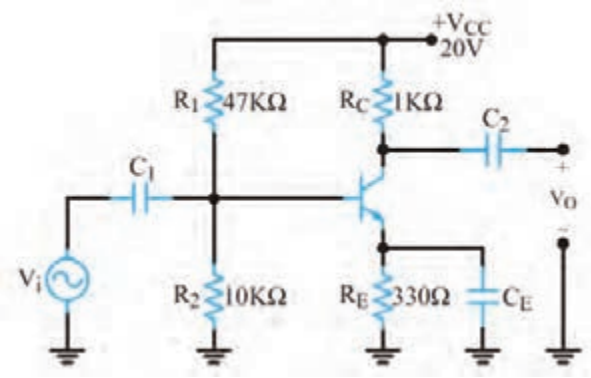
شکل ۷ـ۴۷

پاسخ .....



شکل ۷ـ۴۸

پاسخ .....



شکل ۷ـ۴۹

ارزشیابی واحد یادگیری ۷: کسب شایستگی در به کارگیری قوانین کیرشهف

شرح کار:

۱ تشریح روش‌های حل مدار یک حلقه‌ای و دو حلقه‌ای و اعمال قوانین کیرشهف
۲ حل مسئله یک حلقه‌ای با یک مقاومت و چند منبع
۳ حل مسائل مدارهای دوحلقه‌ای مقاومتی
۴ شرح مدار یک حلقه‌ای با دو، سه، چهار و پنج دیود و حل تمرین
۵ تشریح حلقه‌های ورودی و خروجی تقویت‌کننده یک‌طبقه به‌عنوان یک مدار دو حلقه‌ای و محاسبه مقادیر DC نقطهٔ کار
۶ تشریح مدار تقویت‌کننده دو طبقه کوپلاژ خازنی و حذف خازن‌ها در DC و حل مسائل مرتبط
۷ حل تمرین مدار یک حلقه‌ای، دو حلقه‌ای و یک حلقه‌ای با دیود و دو حلقه‌ای با ترانزیستور، شبیه‌سازی در نرم‌افزار و مقایسه نتایج

استاندارد عملکرد: تحلیل و حل مدارهای مقاومتی، دیودی و ترانزیستوری دو حلقه‌ای با کمک قوانین کیرشهف

شاخص‌ها:

انتخاب فضای موردنظر و مناسب بودن آن (میز کار)
شرح روش‌های حل مدارهای مقاومتی یک حلقه‌ای و دوحلقه‌ای (۱۵ دقیقه)
محاسبه مقادیردر یک مدار مقاومتی یک حلقه‌ای (۱۵ دقیقه)
محاسبه مقادیردر یک مدار مقاومتی دو حلقه‌ای (۲۵ دقیقه)
حل مسائل مدار یک حلقه‌ای با یک دیود (۱۰ دقیقه)
حل مسائل مدار یک حلقه‌ای با چند دیود (۱۵ دقیقه)
شرح اجزای مدار ترانزیستوری یک طبقه و حل تمرین (۳۰ دقیقه)
حل مسائل مدار ترانزیستوری دو طبقه (۳۰ دقیقه)
حل مسائل به‌صورت نرم‌افزاری و مقایسه نتایج (۳۰دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان مناسب انجام کار در کلاس یا کارگاه یا سایت مجهز به رایانه با کف عایق یا آنتی استاتیک، نور مناسب برای کارهای ظریف، دارای تهویه یا پنجره، دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C)، لوازم‌التحریر، ماشین حساب، رایانه، نرم افزارهای مرتبط

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح روش‌های حل مدارهای مقاومتی یک حلقه‌ای و دوحلقه‌ای و مدار یک حلقه‌ای با یک و چند دیود	۲	
۲	حل تمرین مدارهای مقاومتی یک حلقه‌ای و دو حلقه‌ای و اجرای نرم‌افزاری	۲	
۳	حل مدار یک حلقه‌ای با یک و چند دیود و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
۴	حل مدار ترانزیستوری یک طبقه و دو طبقه و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ـ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

واحد یادگیری ۸

کسب شایستگی در به کارگیری قوانین تونن و نورتن و تبدیلات مربوطه و تطابق در مدارهای الکترونیکی ساده

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- تحلیل مدار معادل تونن و نورتن به چه‌منظوری انجام می‌شود ؟
- در تحلیل مدارالکتریکی می‌توان مدار معادل تونن را به مدار معادل نورتن تبدیل کرد؟
- برای تبدیل منابع ولتاژ به منابع جریان چه نکته‌ای را باید رعایت کرد؟
- برای انتقال حداکثر توان از منبع به بار چه شرطی لازم است؟
- برای تحلیل یک مدار الکترونیکی بسیار پیچیده، می‌توان آن را به یک مدار ساده منبع ولتاژ یا منبع جریان تبدیل کرد؟
- چگونه می‌توان بین خروجی یک طبقه و ورودی طبقه بعدی تطابق ایجاد کرد؟

در تحلیل مدارهای الکتریکی به حالت‌هایی می‌رسیم که مدار از عناصر زیادی تشکیل شده است و می‌خواهیم با تغییر مقدار یک عنصر، اثرات آن روی جریان یا توان مصرفی مدار را مطالعه کنیم. در چنین شرایطی نیاز به‌روش‌های خاصی داریم تا بتوانیم در یک بازه زمانی کوتاه، به نتیجه برسیم. یکی از این روش‌ها، استفاده از مدارهای معادل تونن و نورتن است. تونن و نورتن دانشمندانی بودندکه در زمینه مخابرات فعالیت داشتند. ایشان به این فکر افتادند که بتوانند شبکه‌های پیچیده را معادل‌سازی کنند و درصورت اتصال بار به شبکه، رفتار آن را تحلیل نمایند. بالاخره تحقیقات آنان نتیجه داد و توانستند روش معادل‌سازی را بیابند و به نام خود، یعنی تونن و نورتن ثبت کنند. امروزه برای تحلیل مدارهای ساده و پیچیده الکتریکی و الکترونیکی، از تبدیل مدار معادل تونن به معادل نورتن یا بالعکس نیز استفاده می‌شود. استفاده از روابط تبدیل منابع، تحلیل مدارهای الکتریکی را بسیار ساده‌تر می‌کند. منبع ولتاژ منبعی است که در بارهای مختلف، ولتاژ ثابت تولید می‌کند. منبع جریان، منبعی است که در بارهای مختلف جریان ثابت تولید می‌کند. منابع جریان بیشتر در مدارهای الکترونیکی کاربرد دارند.

در مدارهای الکتریکی و تقویت‌کننده‌های الکترونیکی، از قضیه تطابق توان برای انتقال حداکثر توان انتقالی از منبع به بار استفاده می‌شود. در این واحد یادگیری با طرح مدارهای ساده، مدار معادل تونن و نورتن و چگونگی تبدیل آنها به یکدیگر، شرح داده می‌شود. همچنین از تمامی روابط مربوط به آنها به‌صورت تشریحی و محاسباتی و اجرایی و فعالیت‌های نرم‌افزاری که خارج از ساعت درسی اجرا می‌شود، ارزشیابی به‌عمل می‌آید.

استاندارد عملکرد

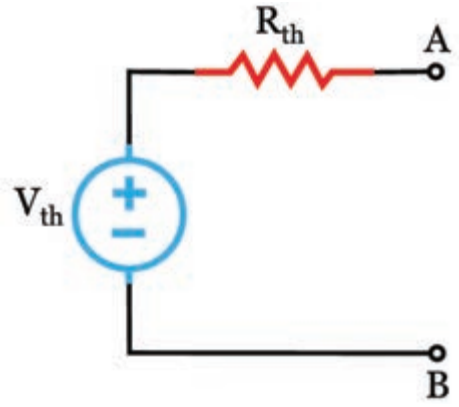
تحلیل و حل مدارهای مقاومتی و ترانزیستوری با کمک قوانین تونن و نورتن

۱ـ۸ـ تبدیلات تونن و نورتن مدارهای الکتریکی

تحلیل مدارهای الکتریکی به روش تونن

☑ روش تونن در تحلیل مدارهای الکتریکی که دارای تعداد زیاد عناصر هستند، به‌کار می‌رود و اثر یک کمیت الکتریکی مانند بار بر روی مدار مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

☑ در روش تونن عنصر مورد نظر یعنی «بار» را از مدار جدا می‌کنند. سپس تمام عناصر مدار را از دو سر بار به‌صورت یک منبع ولتاژ واقعی معادل‌سازی می‌کنند. این مدار را «مدار معادل تونن» می‌نامند. در شکل ۱ـ۸ مدار معادل تونن را به‌صورت منبع ولتاژ و مقاومت سری با آن مشاهده می‌کنید.

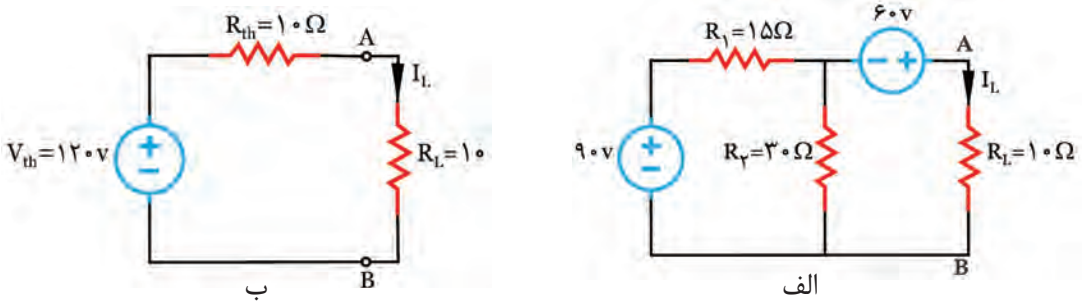


شکل ۱ـ۸ـ مدار معادل تونن

☑ در مدار معادل تونن، ولتاژ تونن (V_{th}) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ای است که بار از آنجا جدا شده و مدار باز است و به آن « ولتاژ مدار باز» نیز می‌گویند.

☑ مقاومت معادل تونن مدار (R_{th})، مقاومت معادل کل مدار از دو نقطه‌ای است که بار از آنجا باز شده است. برای محاسبه مقاومت معادل تونن، باید تمام منابع مدار بی‌اثر شوند.

در شکل الف ـ ۲ـ ۸ جریان I_L در مدار الکتریکی مجهول است. ابتدا مدار معادل تونن را از دو سر بار به‌دست می‌آوریم شکل ب ـ ۲ـ ۸. حال به آسانی می‌توانیم با اتصال مقاومت بار R_L به مدار معادل تونن، و با استفاده از قانون اهم، جریان I_L را به دست آوریم.



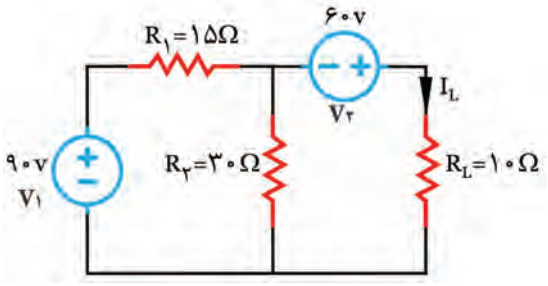
شکل ۲ـ۸ـ مدار الکتریکی و ساده کردن آن

ـ مقاومت کل مدار، پس از بی‌اثر کردن منابع، از پایانه های A و B به دست می‌آید، که در این مدار برابر با ۱۰Ω است.

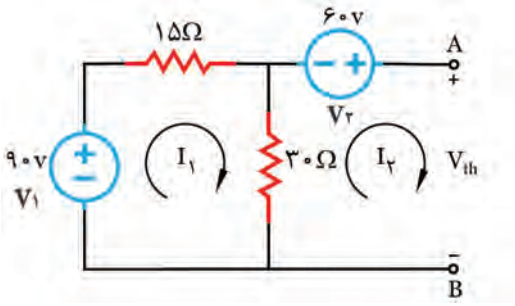
ـ ولتاژ مدار باز از پایانه های A و B محاسبه می‌شود که در این مدار برابر با ۱۲۰ ولت است.

مثال ۱: در مدار شکل ۳ـ۸ جریان I_L را با استفاده از مدار معادل تونن به دست آورید.

ـ ابتدا مقاومت R_L را از مدار جدا کنید و دو انتهای آن را مطابق شکل ۴ـ۸، با A و B نشان دهید. ولتاژ این پایانه‌ها را V_{th} بنامید. با روش حلقه V_{th} را به دست آورید.



شکل ۳ـ۸ مدار الکتریکی



شکل ۴ـ۸ مدار با دو ترمینال باز

☑ چون بین دو نقطه A و B باز است، بنابراین جریان $I_۲$ صفر خواهد بود.
با اعمال KVL برای حلقه $I_۱$ داریم :

$$(۱)\ KVL۱ \Rightarrow -V_۱ + R_۱I_۱ + R_۲ (I_۱ - I_۲) = ۰$$

☑ مقدار $V_۱ = ۹۰V$ و $I_۲=۰$ را جایگزین می‌کنیم و مقدار $I_۱$ را به دست می‌آوریم.

$$(۲)\ KVL۱ \Rightarrow -۹۰ + ۱۵ I_۱ + ۳۰(I_۱ - ۰) = ۰$$

$$-۹۰ + ۴۵I_۱ = ۰ \Rightarrow ۴۵I_۱ = ۹۰ \Rightarrow I_۱ = \frac{۹۰}{۴۵} = ۲A$$

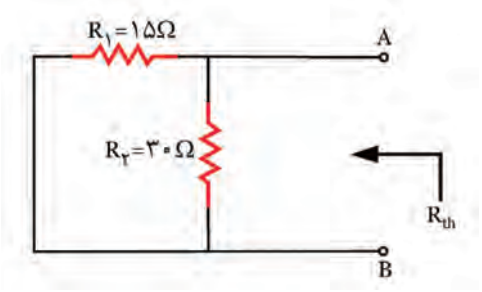
☑ با به‌دست آوردن $I_۱$ می‌توان V_{th} را از طریق نوشتن KVL برای حلقه $I_۲$ به‌دست آورد.

$$(۳)\ KVL۲ \Rightarrow R_۲ (I_۲ - I_۱) + V_{th} - V_۲ = ۰$$

☑ با جایگزین کردن مقادیر $I_۱$ و $I_۲$ ، V_{th} به‌دست می‌آید.

$$۳۰\times(۰ - ۲) - ۶۰ + V_{th} = ۰ \Rightarrow V_{th} = ۱۲۰V$$

■ با بی‌اثر کردن منابع، مقاومت معادل تونن را به‌دست آورید.
☑ طبق شکل ۵ـ۸، منابع مدار را بی‌اثر کنید و مقاومت معادل R_{th} را از پایانه A و B به‌دست آورید.



شکل ۵ ـ ۸ مدار برای محاسبه مقاومت تونن

نکته مهم

بی‌اثر کردن منابع ولتاژ به معنای اتصال کوتاه شدن آنها در مدار است.

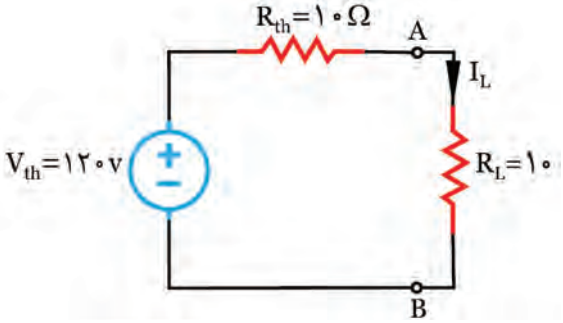
☑ مقاومت‌های R_1 و R_2 با یکدیگر موازی هستند، بنابراین معادل این دو مقاومت برابر با R_{th} خواهد بود.

$$R_{th} = \frac{۱۵ \times ۳۰}{(۱۵ + ۳۰)} = ۱۰\Omega$$

☑ مدار معادل تونن را رسم کنید وطبق شکل ۶ـ۸، مقاومت R_L را به دو ترمینال A و B اتصال دهید.

☑ به کمک قانون اهم، I_L به دست می آید.

$$I_L = \frac{۱۲۰}{(۱۰ + ۱۰)} = ۶A$$



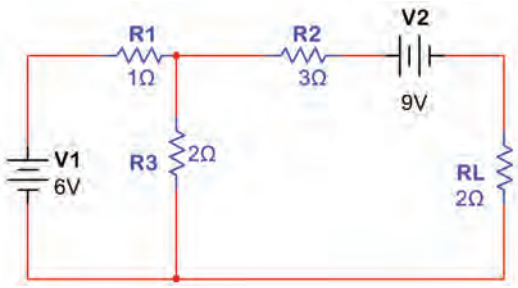
شکل ۶ـ۸ مدار ساده شده با بار

الگوی ارزشیابی نرم‌افزاری

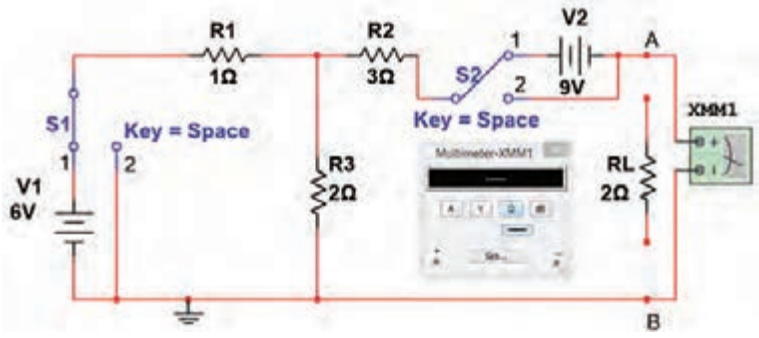
بر اساس قانون تونن می‌توانیم هر شبکه پیچیدهٔ چند حلقه‌ای را تبدیل به یک منبع ولتاژ و مقاومت سری با آن کنیم. با ساده شدن مدار به‌آسانی می‌توانیم جریان عبوری از بارهای مختلف را به‌دست آوریم. در این قسمت به‌تحلیل عملی مدار تونن در فضای نرم‌افزاری می‌پردازیم.

ـ مدار شکل ۷ـ۸ را به‌صورت شکل ۸ـ۸ در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ببندید. در ابتدا مقاومت R_L را از مدار جدا کنید.

ـ برای به‌دست آوردن مدار معادل تونن، ابتدا باید مقاومت معادل تونن را به‌دست آورید. برای این کار کلیهٔ منابع ولتاژ را اتصال کوتاه کنید.



شکل ۷ـ۸



شکل ۸ـ۸ـ به‌دست آوردن مدار معادل تونن

ـ برای اتصال کوتاه کردن منابع ولتاژ شکل ۸ـ۷ از دو کلید S_1 و S_2 استفاده کنید، (شکل ۸ـ۸) و این دو کلید را در حالت ۲ قرار می‌دهیم. اگر کلیدهای S_1 و S_2 در حالت ۱ قرار گیرند، مدار به‌صورت عادی کار می‌کند.

نکته

علاوه بر روش فوق، با صفر کردن مقدار منابع ولتاژ نیز می‌توان آنها را غیرفعال کرد.

ـ مولتی‌متر را در وضعیت اهم‌متر قرار داده و مقاومت معادل را اندازه بگیرید و یادداشت کنید:

R_{th} =---------

ـ مقدار مقاومت معادل تونن مدار شکل ۸ـ۷ را به‌صورت تئوری محاسبه کنید و نتیجه را بنویسید:

R_{th} =---------

ـ آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر محاسبه شده با هم برابر است؟ توضیح دهید.

ـ مولتی‌متر را در حالت ولت متر قراردهید و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید. این ولتاژ معادل ولتاژ تونن است:

V_{th} =---------

ـ ولتاژ معادل تونن مدار شکل ۸ـ۷ را به‌صورت تئوری محاسبه کنید و نتیجه را بنویسید:

V_{th} =---------

ـ آیا مقدار محاسبه شده برای ولتاژ معادل تونن بامقدار اندازه‌گیری شده برابر است؟ توضیح دهید.

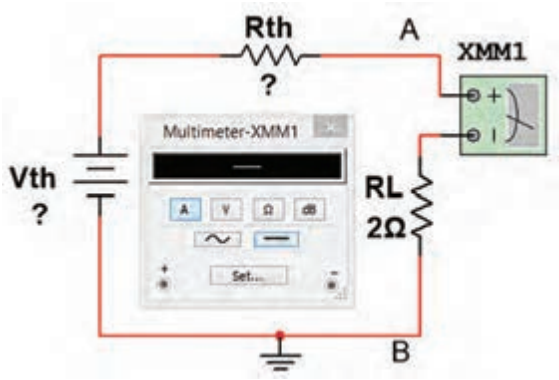
ـ مدار معادل تونن را رسم کنید. مقاومت بار را به خروجی وصل کنید و جریان عبوری از مقاومت بار (I_L) را به کمک قانون اهم محاسبه کنید:

I_L =---------

ـ طبق شکل ۸ـ۹ مدار معادل تونن را تشکیل دهید. مقاومت بار را به خروجی اتصال دهید و جریان عبوری از مقاومت بار را اندازه بگیرید :

I_L =---------

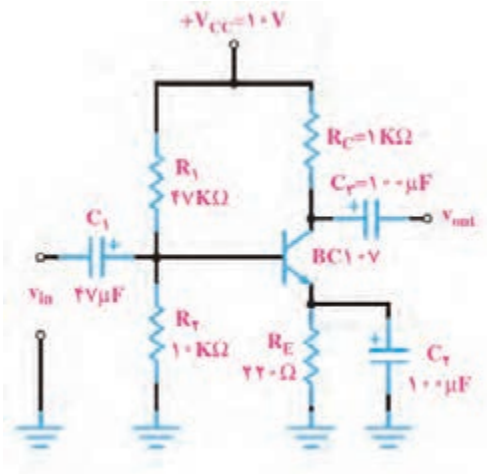
ـ به چه‌دلیل مقدار ولتاژ معادل تونن در مدار مورد بحث منفی به‌دست آمده است؟ توضیح دهید.



شکل ۸ـ۹ـ اندازه‌گیری جریان بار با استفاده از مدار معادل تونن

۲ـ۸ـ محاسبه مدار معادل تونن تقویت‌کننده ترانزیستوری

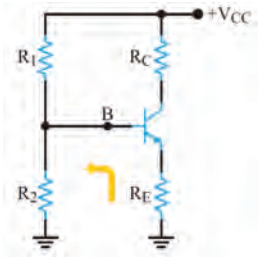
ـ برای آنکه ترانزیستور به‌عنوان تقویت‌کننده، درست عمل کند و در سیگنال ورودی اعوجاج به وجود نیاورد، باید طبق شکل ۱۰ـ۸ به‌طور صحیح تغذیه شود. تغذیه ناکافی یا تغذیه بیش ازحد، ممکن است در سیگنال خروجی تأثیر بگذارد و در شکل موج تغییر جزئی (اعوجاج) به وجود آورد.



شکل ۱۰ـ۸ـ تقویت‌کننده با بایاس سرخود

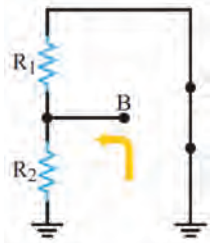
ـ تغذیه بیش ازحد موجب اتلاف توان می‌شود و بازده (Efficiency) تقویت‌کننده را پایین می‌آورد. بنابراین لازم است که بایاس DC ترانزیستور، جهت تأمین نقطه‌کار مناسب همواره ثابت باقی بماند.

ـ در بایاس با مدار تقسیم‌کنندهٔ ولتاژ مقاومتی (Voltage divider Bias) یا تغذیه سرخود (Self Bias) با انتخاب مناسب مقادیر مقاومت‌های R_C و R_E، $R_۲$، $R_۱$ می‌توان به درجه پایداری نقطه کار موردنیاز رسید. لذا لازم است محاسبات دقیق مربوط به R_C و R_E، $R_۲$، $R_۱$ با درنظر گرفتن I_B با روش مدار معادل تونن صورت پذیرد.



شکل ۱۱ـ۸ـ مدار بایاس سرخود

ـ **مدار معادل تونن بایاس سرخود:** ابتدا معادل تونن ورودی مدار را با توجه به تقریب‌های قابل قبول از نقطه B در مدار شکل ۱۱ـ ۸ به‌دست می‌آوریم .در این حالت مجموعه ترانزیستور، مقاومت R_E و مقاومت R_C به‌عنوان بار فرض می‌شود.



شکل ۱۲ـ۸ـ مدار معادل برای محاسبه R_{th}

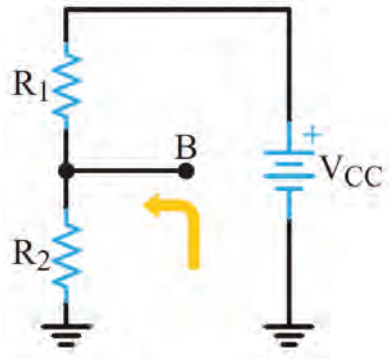
☑ برای به‌دست آوردن R_{th} باید باتری را به‌زمین اتصال کوتاه کنیم. با توجه به‌شکل ۱۲ـ ۸ مقاومت معادل تونن R_{th} از موازی شدن دو مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ به‌دست می‌آید.

$$(۱)\ R_{th} = \frac{R_۱ \times R_۲}{R_۱ + R_۲} \Rightarrow R_{th} = R_۱ \| R_۲$$

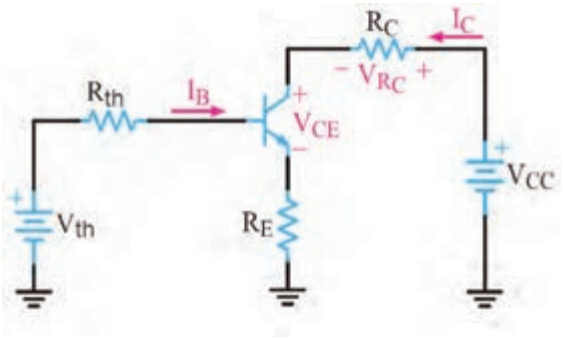
☑ مقدار ولتاژ معادل تونن با توجه به شکل ۱۳ـ۸، افت ولتاژ دوسر مقاومت $R_۲$ است، پس می توانیم بنویسیم.

$$(۲)\ V_{th} = \frac{V_{CC} \times R_۲}{R_۱ + R_۲}$$

☑با توجه به محاسبات انجام شده، مدار معادل تونن بایاس سرخود به صورت مدار شکل ۱۴ـ۸ به‌دست می‌آید. در مدار معادل تونن، باتری مربوط به‌ولتاژ معادل تونن، تأمین بایاس دیود بیس امیتر را برعهده دارد.



شکل ۱۳ـ۸ـ مدار معادل برای محاسبه V_{th}



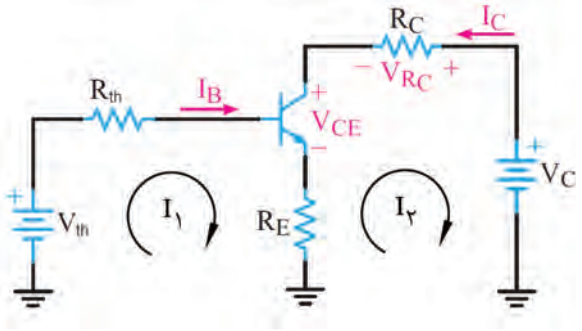
شکل ۱۴ـ۸ـ مدار معادل تونن بایاس سرخود

☑ با نوشتن معادله KVL در حلقه ورودی I_1 در شکل ۱۵ـ۸ می‌توانیم جریان پایه‌های بیس، کلکتور و امیتر را از روابط (۳)، (۴) و(۵) به‌دست آوریم.

$$(۳)\ I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta_{DC} + ۱) R_E}$$

$$(۴)\ I_C = (\beta_{DC}).I_B$$

$$(۵)\ I_E = (\beta_{DC} + ۱).I_B$$



شکل ۱۵ـ۸ـ حلقه‌های جریان ورودی و خروجی در مدار معادل تونن ترانزیستور

☑ با محاسبه جریان امیتر و جایگزین کردن آن در معادله KVL خروجی، ولتاژهای V_{CE} ، V_C و V_E از روابط زیر محاسبه می‌شود.

$$(۶)\ V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E$$

$$(۷)\ V_E = R_E I_E$$

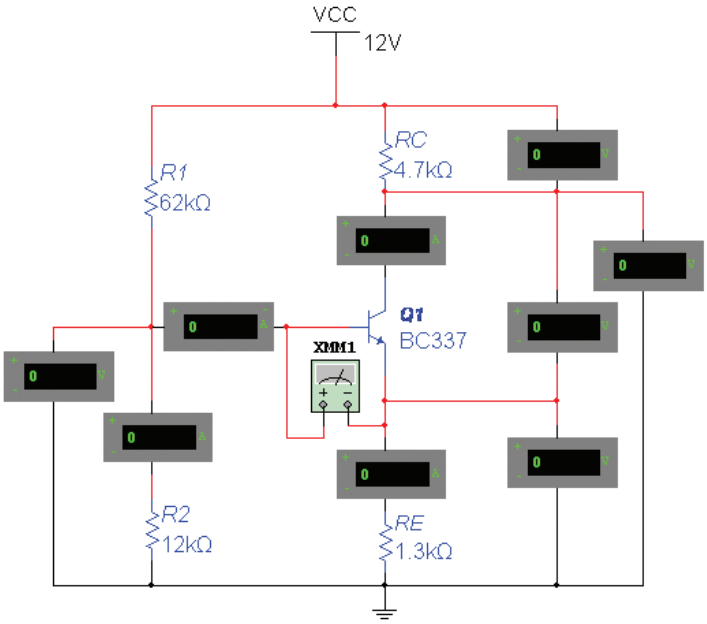
$$(۸)\ V_C = V_{CC} - R_C I_C$$

الگوی ارزشیابی نرم افزاری

توجه

این فعالیت را در ساعات غیردرسی اجرا کنید.

ـ با تحلیل مدار شکل ۱۶ـ۸ به روش مدار معادل تونن مقادیر جریان‌ها وولتاژهای ترانزیستور Q_1 را محاسبه کنید ودر جدول ۱ـ۸ بنویسید. $\beta = ۲۵۰$



شکل ۱۶ـ۸ـ تقویت‌کننده با بایاس سرخود

ـ با استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای مربوط به نقطهٔ کار ترانزیستور Q_1 را اندازه بگیرید و در جدول ۱ـ۸ بنویسید.

ـ آیا مقدار محاسبه شده با مقدار اندازه‌گیری شده برابر است؟ توضیح دهید.

.....

.....

ـ نتیجه این فعالیت را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

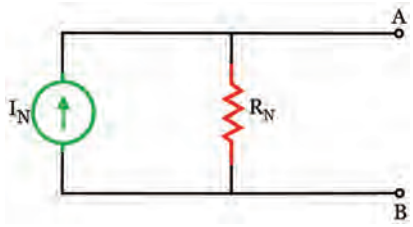
جدول ۱ـ۸

مقادیر	I_B (µA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_C (V)	V_{CE} (V)
محاسباتی						
نرم افزاری						

۳ـ۸ـ تحلیل مدارهای الکتریکی به روش نورتن

ـ روش نورتن نیز مانند روش تونن، در تحلیل مدارهای الکتریکی که از تعداد زیادی قطعه و منابع تشکیل شده است، به‌کار می‌رود.

ـ مانند مدار معادل تونن، در مدار معادل نورتن نیز هدف فقط بررسی کمیت‌های الکتریکی یکی از عناصر مدار است. در روش نورتن، تمام عناصر موجود در مدار، از دوسر بار به‌صورت یک منبع جریان واقعی معادل‌سازی می‌شود که مدار حاصل را «مدار معادل نورتن» می‌نامند. در شکل ۸ـ۱۷ مدار معادل نورتن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸ـ۱۷ ـ مدار معادل نورتن

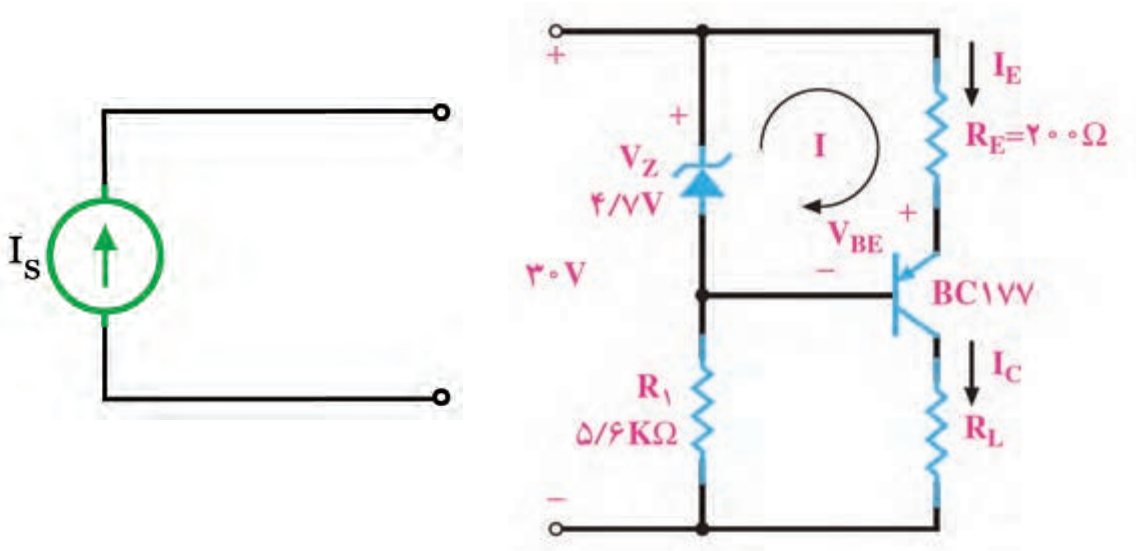
ـ در مدار معادل نورتن، «جریان نورتن (I_N)» جریان اتصال کوتاه بین دو نقطه‌ای است که بار در آنجا از مدار باز شده است. لذا آن را «جریان اتصال کوتاه مدار» نیز می‌نامند.

ـ «مقاومت معادل مدار (R_N)» مقاومت معادل کل مدار از دو نقطه‌ای است که بار در آنجا از مدار باز شده است و تمام منابع بی‌اثر شده‌اند. در واقع مقاومت معادل تونن و مقاومت معادل نورتن با هم برابرند ($R_N=R_{th}$).

ـ **منبع جریان:** منبع جریان ایده‌آل، منبعی است که در بارهای مختلف جریان ثابتی به‌مدار می‌دهد.

۴ـ۸ـ ترانزیستور به عنوان منبع جریان

ـ در شکل ۸ـ۱۸ مدار یک منبع جریان ترانزیستوری را مشاهده می‌کنید.



الف ـ مدار منبع جریان ترانزیستوری

ب ـ نماد منبع جریان ایده‌آل

شکل ۸ـ۱۸

با نوشتن معادله KVL در حلقه I ، مقدار I_E قابل محاسبه است.

$$R_E I_E + V_{EB} - V_Z = 0 \Rightarrow I_E = \frac{V_z - V_{EB}}{R_E}$$

ـ چون Vz ثابت است و V_{BE} و R_E نیز تقریباً ثابت هستند، بنابراین I_E هم تقریباً ثابت است. چون $I_E \cong I_C$ است، پس I_C، یعنی جریانی که از بار می‌گذرد ثابت است و به مقدار R_L بستگی ندارد.

فعالیت

جریان I_L در مدار شکل ۸ـ۱۸ را محاسبه کنید.

I_L = ...

پژوهش

- با مراجعه به منابع مختلف، در مورد مدارهای دیگر الکترونیکی منبع جریان تحقیق کنید.
- در منبع جریان ایده‌آل مقدار R_N چقدر است؟
- در منبع ولتاژ ایده‌آل مقدار R_{th} چقدر است؟
- آیا هر منبع جریانی می‌تواند جریان نامحدود به‌ما بدهد؟
- آیا منبع جریان، مانند منبع ولتاژ (مثلاً باتری) در بازار وجود دارد و می‌توانیم آن را تهیه و استفاده کنیم؟
- آیا اصولاً منبع جریان و منبع ولتاژ ایده‌آل وجود دارد؟
- نتایج حاصل از تحقیقات را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

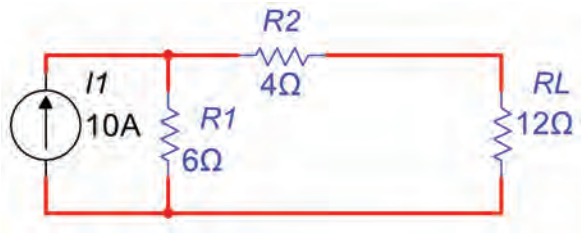
نکته مهم

بی‌اثر کردن منابع جریان به معنای اتصال بازشدن آنها از مدار است.

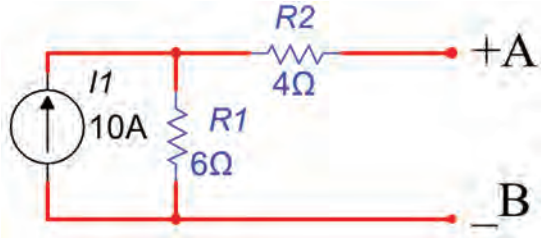
مثال ۲: در مدار شکل ۸ـ۱۹ توان مقاومت R_L را با استفاده از مدار معادل نورتن به‌دست آورید.

پاسخ:

ـ مقاومت بار R_L را از مدار جدا کنید و دو سر آن را با A وB و قطب دلخواه، طبق شکل ۸ـ۲۰ نشان دهید.



شکل ۸ـ۱۹



شکل ۸ـ۲۰

ـ دو پایانه‌ای که بار از آنجا باز شده است را اتصال کوتاه می‌کنیم. می‌توانیم جریان عبوری از این اتصال کوتاه را محاسبه کنیم، شکل ۲۱ـ۸. این جریان را که به‌جریان مدار اتصال کوتاه (I_{SC}) معروف است، جریان مدار معادل نورتن، I_N می‌نامند.

نکته مهم

جریان نورتن مدار از طریق رابطه تقسیم جریان محاسبه می‌شود.

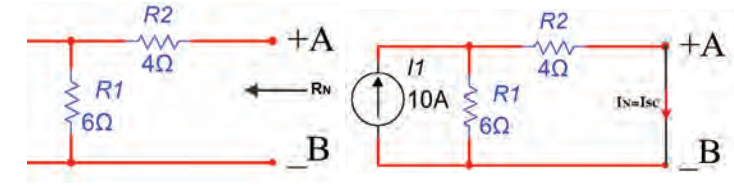
$$I_{R_2} = I_N \Rightarrow I_N = \frac{I_1 \times R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow I_N = \frac{10 \times 6}{6 + 4} = 6A$$

☑ برای محاسبه مقاومت معادل مدار R_N منبع جریان مدار شکل ۱۹ـ۸ بی‌اثر می‌شود (اتصال باز).

☑ مقاومت کل مدار طبق شکل ۲۲ـ۸ از پایانه‌های A و B به‌دست می‌آید.

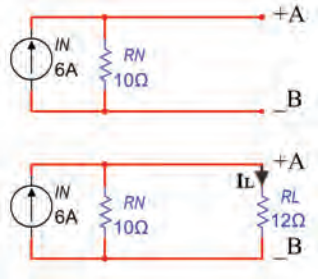
$$R_N = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10\Omega$$

☑ مدار معادل نورتن به صورت شکل ۲۳ـ۸ رسم می‌شود.



شکل ۲۲ـ۸ محاسبه R_N

شکل ۲۱ـ۸ محاسبه I_N



شکل ۲۳ـ۸ محاسبه I_N با مدار معادل نورتن

توجه

جهت منبع جریان باید به سمت پایانه با قطب مثبت انتخاب شود.

ـ با وصل کردن مقاومت بار R_L به مدار معادل نورتن، طبق شکل ۲۳ـ۸ جریان مقاومت بار قابل محاسبه است. این جریان از طریق تقسیم جریان بین دو مقاومت موازی محاسبه می‌شود.

برای شکل ۲۳ـ۸، جریان I_L برابر است با:

$$I_L = \frac{I_N \times R_N}{R_N + R_L} \Rightarrow I_L = \frac{6 \times 10}{10 + 12} = 2/72A$$

ـ توان مصرفی مقاومت بار برابراست با:

$$P_{RL} = R\, I_L^2 \Rightarrow P_{RL} = 12 \times (2/72)^2 = 88/78\ W$$

ـ با قرار دادن هر مقدار مقاومت بار R_L بین دو پایانه A و B، بدون نیاز به اجرای محاسبات برای جزئیات مدار، می‌توانید جریان بار را با استفاده از یک تقسیم جریان ساده به‌دست آورید.

فعالیت

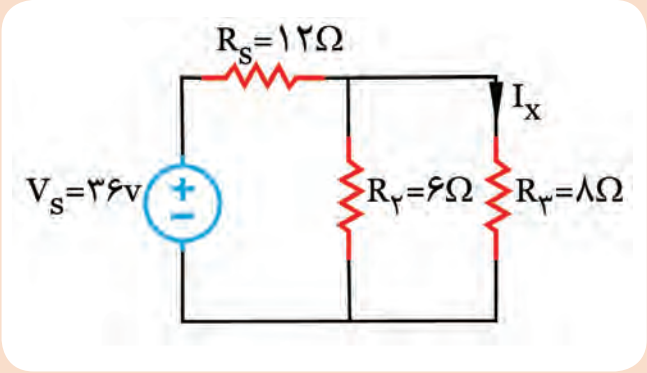
- درساعات غیردرسی مدار شکل ۱۹ـ۸ را به کمک نرم‌افزار ببندید.
- با تحلیل مدار به‌روش معادل نورتن و با استفاده از اهم‌متر، آمپرمتر و وات‌متر مقادیر R_N، I_N ، I_L و P_L را اندازه‌گیری کنید و در جدول۲ـ۸ بنویسید.
- آیا مقدار محاسبه شده برای جریان معادل نورتن بامقدار اندازه‌گیری شده برابر است؟ توضیح دهید.

جدول ۲ـ۸

مقادیر	I_N (A)	R_N (Ω)	I_L (A)	P_L (W)
محاسباتی				
نرم افزاری				

کار در کلاس

- در مدار شکل ۲۴ـ۸ جریان I_x را با استفاده از مدار معادل نورتن به‌دست آورید.



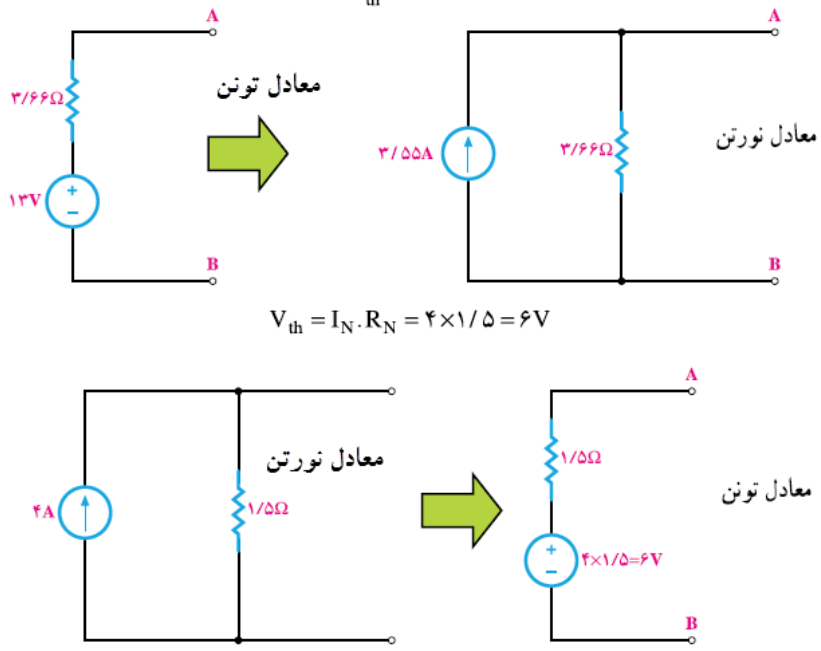
شکل ۲۴ـ۸

۵ـ۸ ـ تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یکدیگر

ـ در تحلیل مدارهای الکتریکی مواردی پیش می‌آید که با تبدیل مدارمعادل تونن به معادل نورتن یا به عکس، تحلیل مدار ساده‌تر انجام می‌شود. در این حالت باید مراقب باشیم با جایگزینی منابع، هیچ یک از کمیت‌های الکتریکی مورد بررسی، در مدار حذف نشود.

ـ در شکل ۲۵ـ۸ منابع ولتاژ و جریان موجود را مشاهده می‌کنید. برای تبدیل این منابع به‌یکدیگر کافی است که $V_{th} = R_N I_N$ و $R_N = R_{th}$ در نظر بگیریم.

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = \frac{۱۳}{۳/۶۶} = ۳/۵۵A \qquad R_{th} = R_N$$



$$V_{th} = I_N . R_N = ۴ \times ۱/۵ = ۶V$$

شکل ۸ـ۲۵ تبدیل مدار معادل تونن به نورتن و برعکس

نکته مهم

برای جلوگیری از اشتباه و تعیین جهت صحیح جریانِ منابع و قطب‌های ولتاژ، به‌جهت جریان اتصال کوتاه (I_N) و قطب‌های ولتاژ حالت مدار باز (V_{th}) کاملاً دقت کنید.

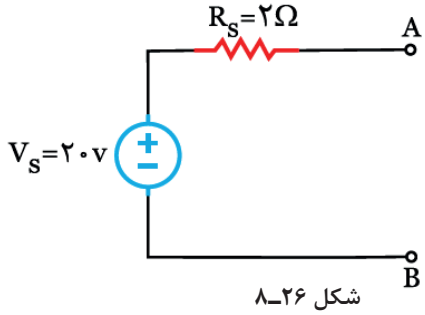
مثال ۳: منبع جریان معادل منبع ولتاژ شکل ۸ـ۲۶ را به‌دست آورید.

پاسخ:

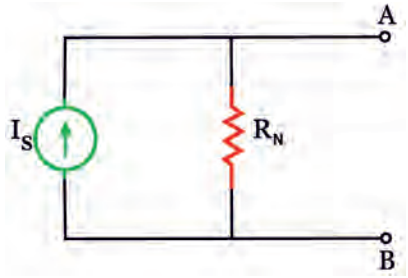
$$R_N = R_{th} \Rightarrow R_S = R_P = ۲\Omega$$

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} \Rightarrow I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰A$$

معادل منبع جریان (Is = I supply) در شکل ۸ـ۲۷ نشان داده شده است.



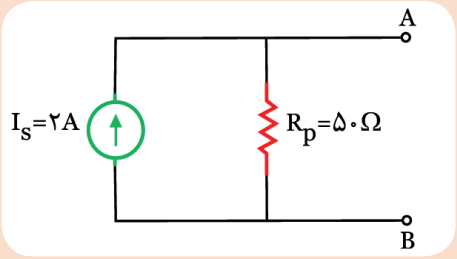
شکل ۸ـ۲۶



شکل ۸ـ۲۷

فعالیت

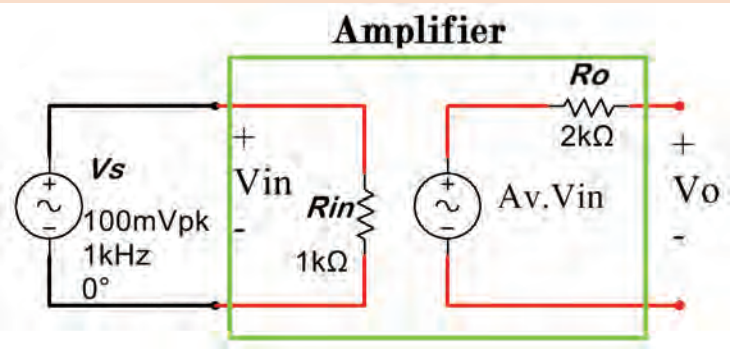
منبع ولتاژ معادل منبع جریان شکل ۸ـ۲۸ را به‌دست آورید.



شکل ۸ـ۲۸

فعالیت

■ مدل الکتریکی یک تقویت‌کننده در شکل ۸ـ۲۹ نشان داده شده است. اگر ضریب بهره تقویت‌کنندگی Av=۲۰ باشد، معادل تونن خروجی تقویت‌کننده را به مدل معادل نورتن تبدیل کنید.

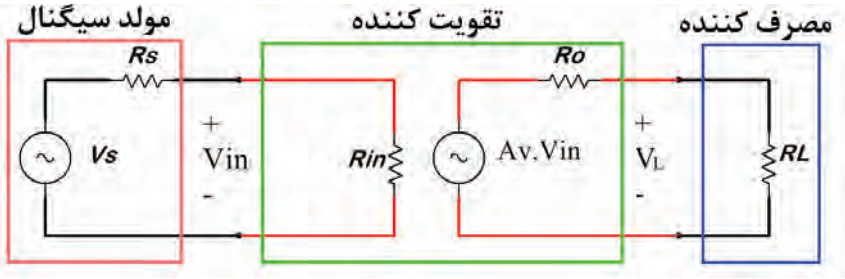


شکل ۸ـ۲۹ـ مدل الکتریکی تقویت‌کننده

۸ـ۶ تطابق در مدارهای تقویت‌کننده

ـ یکی از مسائلی که در مدارهای الکتریکی مطرح می‌شود، این است که در چه شرایطی می‌توان ماکزیمم توان ممکن را به‌بار منتقل کرد. از آنجا که منابع تغذیه دارای مقاومت داخلی هستند، تمامی توانی را که تولید می‌کنند به بار نمی‌رسد. انتقال ماکزیمم توان ممکن به بار را تطابق می‌گویند.

ـ در مدارهای الکترونیکی مانند شکل ۸ـ۳۰ که عناصر زیادی در مدار وجود دارد و مدار از قسمت‌ها و طبقات مختلفی درست شده است، ایجاد تطابق بین طبقات مختلف مدار و انتقال توان ماکزیمم از یک طبقه به طبقهٔ دیگر مسئلهٔ مهمی به‌شمار می‌آید. بنابراین چگونگی انتقال حداکثر توان همواره مورد توجه قرار دارد.



شکل ۸ـ۳۰ـ معادل تقویت کننده با مولد سیگنال و بار

ـ اگر مقاومت بار صفر باشد، (اتصال کوتاه شود) چون ولتاژ دو سر خروجی‌صفر می شود (V_L=۰)، پس توان آن نیز صفر خواهد بود. از طرفی، اگر مقاومت بار بی‌نهایت باشد، به‌دلیل صفر بودن جریان (I_L=۰) توان بار نیز صفر می‌شود. بدیهی است اگر بار دارای ولتاژ و جریان باشد، دارای توان نیز خواهد بود.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف بررسی کنید در شرایطی که ولتاژ دوسر بار صفر و جریان آن بیشترین مقدار را دارد و در شرایطی که جریان عبوری از بار صفر ولی ولتاژ آن ماکزیمم است چه نوع تطابقی وجود دارد؟

ـ پس اگر مقاومت بار به‌تدریج از صفر زیاد شود و تا بینهایت افزایش یابد (مدار باز شود)، توان آن هم به‌تدریج از صفر زیاد می‌شود و مجدداً به‌صفر برمی‌گردد.

ـ در بین دوحالتی که توان صفر می‌شود، حالتی وجود دارد که توان مصرف‌کننده به بیشترین مقدار می‌رسد.

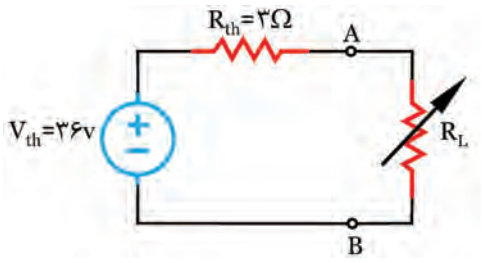
ـ محاسبه‌ها نشان می‌دهند ، زمانی ماکزیمم توان به‌بار یا مصرف‌کننده منتقل می‌شود که مقاومت بار با مقاومت داخلی منبع تغذیه برابر باشد.

ـ اگر مدار دارای عناصر زیادی باشد، می‌توان با به‌دست آوردن مدار معادل تونن یا نورتن از دیدگاه دوسربار، تمامی مدار را به‌صورت یک منبع ولتاژ یا جریان واقعی نشان داد. در این‌صورت، می‌توان گفت زمانی ماکزیمم توان به‌بار منتقل می‌شود که مقاومت بار با مقاومت معادل تونن یا نورتن مدار برابر باشد.

شرط انتقال بیشترین توان به بار ($R_L = R_{th} = R_N$)

ـ برای محاسبه ماکزیمم توان انتقالی به بار پس از آنکه $R_L = R_{th}$ قرار داده شده است می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد و مقدار توان ماکزیمم را به دست آورد.

$$P_{L\,max} = \frac{V_{th}^{۲}}{۴R_L}$$



شکل ۸ـ۳۱

مثال ۴: ماکزیمم توان انتقالی به بار را در شکل ۸ـ ۳۱ به‌دست آورید.

پاسخ:

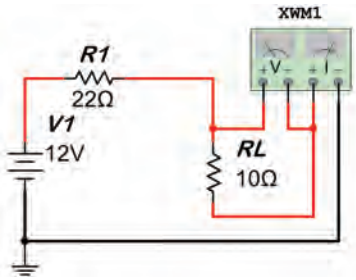
برای انتقال ماکزیمم توان به بار RL باید $R_L = R_{th}$=۳Ω

$$P_{L\,max} = \frac{۳۶^{۲}}{۴\times۳} = ۱۰۸W$$

الگوی ارزشیابی نرم‌افزاری

ـ در ساعات غیر درسی مدار شکل ۸ـ۳۲ را به کمک نرم‌افزار ببندید. نتایج به‌دست آمده را در قالب گزارش، برای ارزشیابی ارائه دهید.

ـ طبق شکل ۸ـ۳۲ وات متر را به خروجی دوسر R_L مدار اتصال دهید.



شکل ۸ـ۳۲

ـ مقاومت بار را مطابق جدول ۳ـ۸ تغییر دهید، و توان مصرفی آن را با استفاده از رابطه محاسبه کنید و در جدول بنویسید.

ـ بارهای مختلف R_L را در مدار قرار دهید و توان تلف شده در R_L را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.

ـ حداکثر توان انتقالی به بار در چه مقدار از R_L اتفاق می افتد؟

جدول ۳ـ۸

مقادیر R_L	۱۰Ω	۱۵Ω	۲۲Ω	۲۷Ω	۳۹Ω
P_L (W) (محاسباتی)					
P_L (W) (نرم‌افزاری)					

الگوی آزمون نظری واحد یادگیری ۸

۱ معادل تونن مدار به‌صورت یک منبع ولتاژ سری با یک مقاومت است.

درست ☐ نادرست ☐

۲ جریان عبوری از شاخه‌ای که انتهای آن باز است، برابر با ..... است.

۳ برای محاسبه مقاومت معادل مدار منابع بی‌اثر می‌شوند.

درست ☐ نادرست ☐

۴ انتقال ماکزیمم توان به بار را ..... گویند.

۵ برای انتقال ماکزیمم توان به بار مقاومت بار باید با مقاومت ..... برابر باشد.

۶ در مدار شکل ۳۳ـ۸ ابتدا منبع جریان را به منبع ولتاژ تبدیل کنید و سپس با روش جریان حلقه، جریان در مقاومت ۲Ω را حساب کنید.

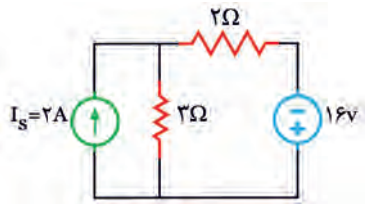
۷ در مدار شکل ۳۴ـ۸ ابتدا منبع ولتاژ را به منبع جریان تبدیل کنید و سپس جریان مقاومت ۱۶Ω را به‌دست آورید.

۸ در مدار شکل ۳۵ـ۸ مطلوب است:

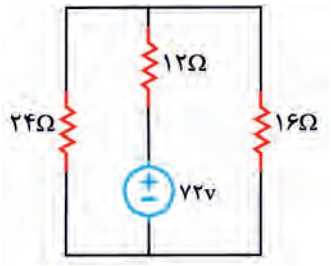
الف) معادل تونن مدار از دو پایانه A و B

ب) محاسبه ماکزیمم توان انتقالی به بار R_L

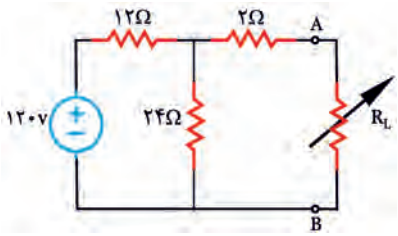
۹ با استفاده از معادل نورتن مدار شکل ۳۶ـ۸، حداکثر توانی که مقاومت R_L مصرف می‌کند را به‌دست آورید.



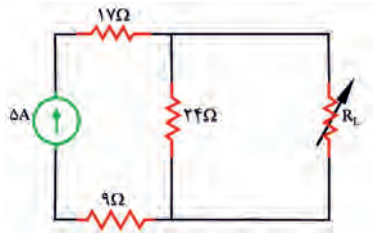
شکل ۳۳ـ۸



شکل ۳۴ـ۸



شکل ۳۵ـ۸



شکل ۳۶ـ۸

ارزشیابی واحد یادگیری ۸: کسب شایستگی در به کارگیری قوانین تِونَن و نورتن

شرح کار:

۱ تشریح قوانین تونن ونورتن و موارد کاربرد آن
۲ محاسبه مدار معادل تونن و نورتن یک شبکه یک حلقه‌ای
۳ محاسبه مدار معادل تونن مدار تقویت‌کننده ترانزیستوری
۴ تشریح چگونگی تبدیل مدارهای معادل نورتن به تونن و کاربرد آن
۵ تشریح انواع تطابق ولتاژ، توان و جریان در مدارهای DC ساده و محاسبه مقادیر در شرایط تطابق
۶ استفاده از شبیه‌سازی در نرم‌افزار برای به کارگیری قوانین تونن و نورتن و تبدیلات مربوطه و تطابق در مدارهای الکترونیکی ساده

استاندارد عملکرد: تحلیل و حل مدارهای مقاومتی، دیودی و ترانزیستوری دو حلقه‌ای با کمک قوانین کیرشهف، تونن و نورتن

شاخص‌ها:

انتخاب فضای موردنظر و مناسب بودن آن (میز کار)	
محاسبه مدار معادل تونن در یک مدار مقاومتی یک حلقه‌ای	(۲۰ دقیقه)
محاسبه مدار معادل تونن مدار تقویت‌کننده ترانزیستوری	(۲۰ دقیقه)
محاسبه مدار معادل نورتن در یک مدار مقاومتی یک حلقه‌ای	(۲۰ دقیقه)
حل مسائل تبدیل مدارهای معادل تونن به نورتن و برعکس	(۲۵ دقیقه)
حل مسائل تطابق در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی	(۲۰ دقیقه)
اجرای نرم‌افزاری و مقایسه نتایج	(۳۰دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان مناسب انجام کار، کلاس، کارگاه، سایت مجهز به رایانه با کف عایق یا آنتی استاتیک، نور مناسب برای کارهای ظریف، دارای تهویه یا پنجره، دمای طبیعی (۲۷°C ـ ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق، لوازم‌التحریر، ماشین‌حساب، رایانه، نرم‌افزارهای مرتبط

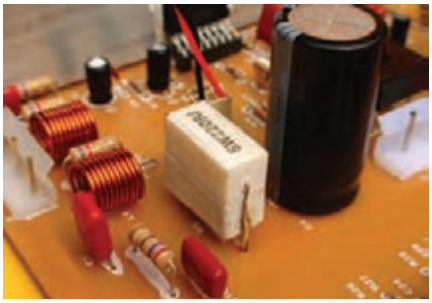
معیار شایستگی:

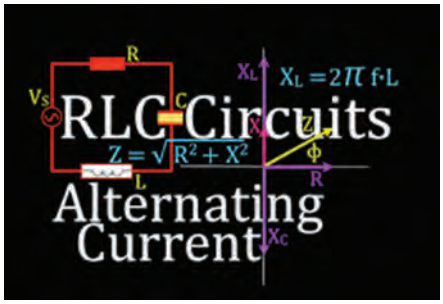
ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح مدار معادل تونن و نورتن	۱	
۲	حل تمرین مدار معادل تونن، نورتن، ارزشیابی و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
۳	تبدیل تونن به نورتن و برعکس و اجرای آن با نرم‌افزار	۲	
۴	تطابق در مدارهای تقویت‌کننده و حل مسئله‌های مرتبط و اجرای نرم‌افزاری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۵

محاسبه مقادیر AC درمدارهای الکترونیکی







قطعات R، L وC در مدارهای الکترونیکی و سامانه‌های مخابراتی نقشی کلیدی بر عهده دارند. در مدارهای الکترونیکی دستگاه‌هایی مانند رادیو، تلویزیون، فرستنده‌های رادیویی و تلویزیونی و مدارهای مکالمه، ترکیب متنوعی از R، L و C با اتصال سری و موازی وجود دارد؛ مثلاً در یک نوسان‌ساز که قلب یک دستگاه فرستنده است، ترکیبی از قطعات R، L و C به‌کار گرفته شده است. تنظیم ایستگاه در فرستنده‌ها و دریافت یک سیگنال با فرکانس معین در گیرنده‌ها بر عهده این قطعات است. در یک واحد صنعتی، الکتروموتورهای پرقدرت، تأمین انرژی مکانیکی واحد صنعتی را برعهده دارند. این سامانه‌ها را می‌توان با یک مدار معادل ساده سری یا موازی مانند مدار RL ، RC یا RLC مدل‌سازی کرد. لذا آموزش مدارهای ترکیبی سری و موازی با قطعات R، L و C در جریان متناوب امری ضروری است. با حل مثال‌های متعدد و شبیه‌سازی مدارها توسط نرم‌افزار می‌توان به آموزش‌عمق بیشتری بخشید.

واحد یادگیری ۹

کسب شایستگی در تحلیل انواع فیلترها، نوسان‌سازها و انجام محاسبات ساده مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- مدار معادل یک سلف واقعی از چه عناصری تشکیل شده است؟
- مدار معادل یک خازن واقعی را با چه عناصری می‌توان معادل‌سازی کرد؟
- مدارهای سری و موازی RL یا RC در جریان متناوب چه رفتاری دارند؟
- قوانین حاکم بر حل مدارهای جریان DC چه مشابهت‌هایی با قوانین مدارهای جریان AC دارد؟
- با قطعات R، L و C چه فیلترهایی می‌توان ساخت؟
- چه روش‌هایی برای حل مدارهای جریان متناوب وجود دارد؟
- مدارهای سه‌فاز با مدارهای تک‌فاز چه تفاوتی دارد؟

در اغلب مدارهای الکترونیکی و مدارهای قدرت، قطعاتی مانند مقاومت، سلف و خازن به‌کار گرفته شده‌اند. در پایه دهم و یازدهم با این قطعات تا حدودی آشنا شده‌اید و در پروژه‌های مربوطه عملاً آنها را به‌کار برده‌اید. رفتار برخی از این قطعات در جریان متناوب با جریان مستقیم متفاوت است. برای گسترش توانایی و افزایش مهارت در محاسبات، لازم است به بررسی دوباره و تمرین در این زمینه پرداخته شود. به همین دلیل کاربرد این قطعات به‌عنوان فیلتر و انجام محاسبات در فیلترها نیز ضروری است. در این واحد یادگیری مدارهای ترکیبی شامل مقاومت، سلف و خازن و محاسبه کمیت‌های مدار در حد مورد نیاز توضیح داده شده است. به‌دلیل کاربُرد مدارهای سه‌فاز در صنایع و ارتباط آن با الکترونیک، این مبحث نیز در حد مورد نیاز توضیح داده شده است. برای درک بهتر مطالب، استفاده از نرم‌افزار مناسب و شبیه‌سازی مدارها و مقایسه نتایج حاصل شده از نرم‌افزار با محاسبات، توصیه می‌شود.

استاندارد عملکرد

تحلیل انواع فیلترها، مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز

۱ـ۹ـ یادآوری عملکرد راکتانس سلفی و خازنی در مدار AC

در پایه دهم در مبحث مدارهای جریان متناوب با مدار اهمی خالص، سلفی خالص و خازنی خالص آشنا شده‌اید. همچنین دریافتید که جریان و ولتاژ در دو سر مقاومت اهمی خالص هم‌فاز هستند. در سلف خالص جریان از ولتاژ دو سر آن ۹۰ درجه عقب‌تر است و در خازن خالص جریان از ولتاژ دو سر آن ۹۰ درجه جلوتر است . سلف خالص در جریان متناوب، دارای عکس‌العمل یا راکتانس القائی است که آن را با X_L نشان می‌دهیم. مقدار X_L از رابطه $X_L=2\pi f\ L=\omega L$ به‌دست می‌آید. با صرف‌نظر کردن از مقاومت اهمی کم سیم‌پیچ، در جریان DC، مقدار $f=0$ است و $X_L=0$ می‌شود. خازن خالص نیز در جریان متناوب دارای راکتانس خازنی است که آن را با X_C نشان می‌دهیم. مقدار X_C از رابطه $X_C=\frac{1}{2\pi f C}=\frac{1}{\omega C}$ به‌دست می‌آید. در جریان DC $f=0$ و X_C به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، (خازن مانند مدار باز عمل می‌کند).

مثال ۱: راکتانس القایی سلفی با ضریب‌خودالقائی ۲۰mH را در جریان سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰ هرتز محاسبه کنید.

حل:

$$X_L=2\pi fL=2\times3/14\times5000\times20\times10^{-3}=628\ \Omega$$

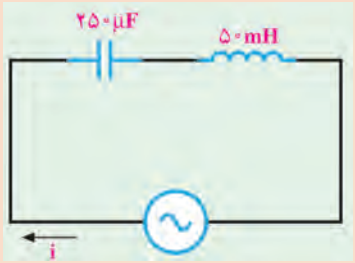
مثال ۲: راکتانس خازنی با ظرفیت ۱۰۰ nf را در جریان سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز محاسبه کنید.

حل:

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\times3/14\times1000\times100\times10^{-19}}=\frac{10000}{6/28}=1592/3\ \Omega$$

فعالیت

در مدار شکل ۱ـ۹، X_L و X_C را محاسبه کنید.
فرکانس منبع ۱۰۰۰ هرتز است.



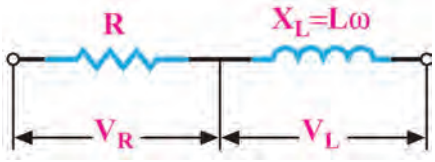
شکل ۱ـ۹

۲ـ۹ـ روش‌های حل مدارهای جریان متناوب

برای به‌دست‌آوردن کمیت‌های مختلف در مدارهای جریان متناوب، روش‌های مختلفی وجود دارد. استفاده از رسم دیاگرام برداری کمیت‌ها و انجام محاسبات با به‌کارگیری قوانین حاکم بر بردارها، یکی از روش‌های متداول است. این روش به دلیل رسم بردارها از پیچیدگی خاص خود برخوردار است. در این پیمانه از شرح انجام محاسبات و اثبات فرمول‌ها با استفاده از ترسیم کمیت‌های برداری تقریباً صرف‌نظر کرده‌ایم و فقط با فرمول‌های مورد نیاز، مسائل را حل خواهیم کرد.

۳ـ۹ـ مدار RL

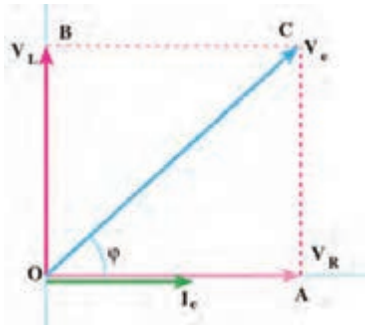
مدار معادل الکتریکی یک سلف واقعی، به‌صورت راکتانس القایی (X_L) و یک مقاومت اهمی سری با آن در شکل ۲ـ۹ رسم شده است. سلف واقعی در جریان متناوب دارای مقاومت ظاهری یا امپدانس ظاهری (Impedance) است که آن را با Z نشان می‌دهند. امپدانس مانند مقاومت اهمی و راکتانس سلفی و خازنی برحسب اهم محاسبه می‌شود.



شکل ۲ـ۹ـ مدار معادل سلف حقیقی

محاسبه امپدانس مدار RL سری: در مدار RL سری شکل ۳ـ۹، جریان I_e (جریان مؤثر مدار) از R و راکتانس القایی (X_L) عبور می‌کند. بنابراین ولتاژهای دو سر مقاومت و سلف از روابط $V_R=R.I_e$ و $V_L=X_L.I_e=2\pi fL.I_e=L\omega I_e$ به‌دست می‌آید. V_R با جریان I_e هم‌فاز و V_L از جریان I_e به اندازه ۹۰ درجه، جلوتر یا پیش‌فاز است. لذا می‌توانیم جریان مدار و ولتاژ دو سر V_R و V_L را مطابق شکل ۴ـ۹ به‌صورت برداری نشان‌دهیم. با توجه به بردارها و قضیه فیثاغورث، مقدار امپدانس مدار RL از رابطه $Z=\sqrt{R^2+X^2}$ به‌دست می‌آید.

شکل ۳ـ۹ـ مدار RL سری

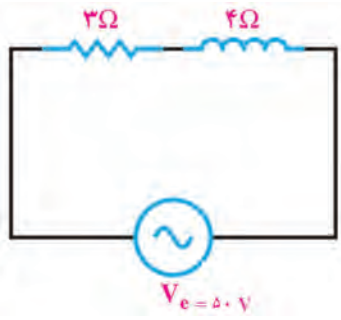


شکل ۴ـ۹ـ دیاگرام برداری مدار RL

☑ زاویه یا فاز φ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ کل مدار یا V_e است که از رابطه $\varphi=\tan^{-1}\frac{X_L}{R}$ به‌دست می‌آید.

☑ ضریب قدرت ($\cos\varphi$) از رابطه $\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ قابل محاسبه است.

مثال ۳: در مدار شکل ۵ـ۹ مقادیر امپدانس مدار، جریان مؤثر مدار و ضریب قدرت ($\cos\varphi$) را محاسبه کنید.



شکل ۵ـ۹ـ مدار RL

پاسخ:

$$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}=\sqrt{3^2+4^2}=\sqrt{25}=5\,\Omega$$

$$I_e=\frac{V_e}{Z}=\frac{50}{5}=10A$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}\Rightarrow\cos\varphi=\frac{3}{5}=0/6$$

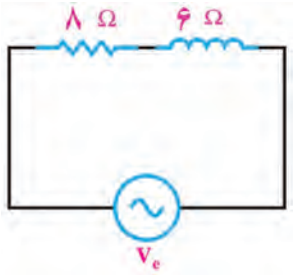
مثال ۴: در مدار شکل ۶ـ۹ از مدار جریان مؤثر ۲ آمپر عبور می‌کند، مقادیر ولتاژ مؤثر مدار و ضریب قدرت (cosφ) مدار را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$Z=\sqrt{R^{۲}+X_L{}^{۲}}=\sqrt{۸^{۲}+۶^{۲}}=\sqrt{۱۰۰}=۱۰\,\Omega$$

$$V_e=Z\times I_e=۱۰\times ۲=۲۰\,V$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}\Rightarrow\cos\varphi=\frac{۸}{۱۰}=۰/۸$$



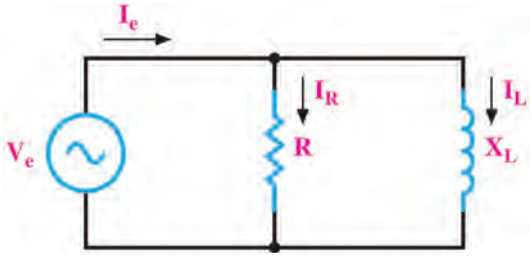
شکل ۶ـ۹

فعالیت

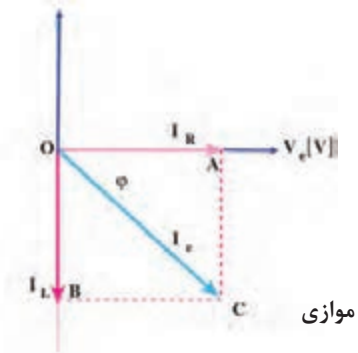
با توجه به روابط توان که در پایه دهم آموختید، توان ظاهری، توان حقیقی و ضریب قدرت را برای مثال‌های حل شده بالا به‌دست آورید. نتایج را با مقادیر محاسبه شده در مثال‌ها مقایسه کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مدار RL موازی

مدار RL موازی در شکل ۷ـ۹رسم‌شده‌است. با توجه به شکل ۷ـ۹ می‌توان گفت، جریان I_e از دو جریان I_R و I_L تشکیل شده است. در مدار موازی ولتاژ دو سر R و راکتانس القایی (X_L) با هم برابرند ولی دو جریان I_R و I_L ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند. اگر ولتاژ را مبنا قرار دهیم مطابق شکل ۸ـ۹ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار برابر φ درجه است. جریان کل مدار(Ie) از رابطه $I_e=\sqrt{I_R{}^{۲}+I_L{}^{۲}}$ به‌دست می‌آید.



شکل ۷ـ۹ـ مدار RL موازی



شکل ۸ـ۹ـ دیاگرام برداری RL موازی

☑ محاسبه امپدانس و ضریب قدرت در مدار RL موازی

در مدار RL موازی با معلوم بودن I_e (جریان مؤثر مدار) و V_e (ولتاژ مؤثر کل مدار) می‌توان از رابطه $Z=\frac{V_e}{I_e}$ امپدانس مدار را محاسبه کرد. اگر مقدار R و X_L معلوم باشد از رابطه $Z=\frac{R.X_L}{\sqrt{R^{۲}+X_L^{۲}}}$ نیز امپدانس قابل محاسبه است. ضریب قدرت (cosφ) از رابطه $\cos\varphi=\frac{Z}{R}$ به‌دست می‌آید.

مثال ۵: در مدار شکل ۹ـ۹ولتاژ مؤثر مدار ۲۴۰ ولت است. مقادیر جریان مؤثر، امپدانس و ضریب قدرت (cosφ) مدار را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$I_L = \frac{V_e}{X_L} = \frac{۲۴۰}{۶۰} = ۴A$$

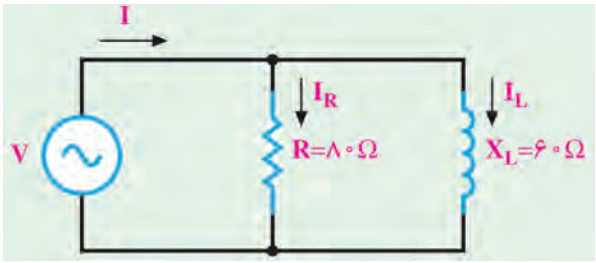
$$I_R = \frac{V_e}{R} = \frac{۲۴۰}{۸۰} = ۳A$$

$$I_e = \sqrt{I_R{}^۲ + I_L{}^۲} = \sqrt{۳^۲ + ۴^۲} = \sqrt{۲۵} = ۵A$$

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{۲۴۰}{۵} = ۴۸\,\Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{Z}{R}$$

$$\cos\varphi = \frac{۴۸}{۸۰} = ۰/۶$$



شکل ۹ـ۹

مثال ۶: در مدار شکل ۱۰ـ۹ مقادیر V_e، I_R، I_e و امپدانس مدار را محاسبه کنید.

پاسخ:

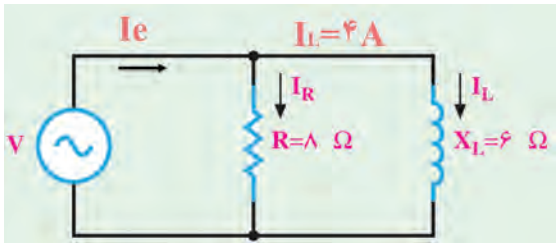
$$V_e = X_L \times I_e = ۶ \times ۴ = ۲۴V$$

$$I_R = \frac{V_e}{R} = \frac{۲۴}{۸} = ۳A$$

$$I_e = \sqrt{I_R{}^۲ + I_L{}^۲}$$

$$I_e = \sqrt{۳^۲ + ۴^۲} = \sqrt{۲۵} = ۵A$$

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{۲۴}{۵} = ۴/۸\,\Omega$$



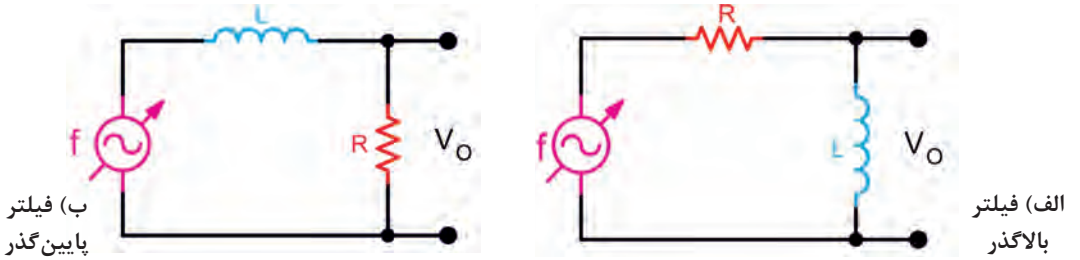
شکل ۱۰ـ۹

مدار RL به‌عنوان فیلتر

با ساختمان فیلترها در پایه یازدهم در درس ساخت پروژه آشنا شده‌اید.در شکل الف و ب ۱۱ـ۹ دو نوع فیلتر بالاگذر و پایین‌گذر رسم شده است. با تغییر فرکانس منبع، مقدار X_L تغییر می‌کند.

در فرکانس قطع، X_L با R برابر می‌شود. $R = X_L = ۲\pi f L \rightarrow f = f_C = \frac{R}{۲\pi L}$

در فرکانس قطع، مقدار ولتاژ خروجی برابر $V_O = \frac{V_i}{\sqrt{۲}}$ است.



ب) فیلتر پایین‌گذر

الف) فیلتر بالاگذر

شکل ۱۱ـ۹ـ فیلترهای RL

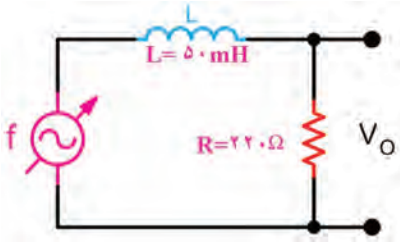
پژوهش

تحقیق کنید به چه دلیل در فرکانس قطع رابطه $V_O = \frac{V_i}{\sqrt{2}}$ برقرار است؟

فعالیت

در ساعات غیر درسی با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم، فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر را شبیه‌سازی کنید، سپس با تغییر فرکانس، مقدار ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و منحنی پاسخ فرکانسی فیلترها را رسم کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مثال ۷: در مدار فیلتر شکل ۱۲ـ ۹ مطلوب است:
الف) نوع فیلتر ب) محاسبه فرکانس قطع فیلتر



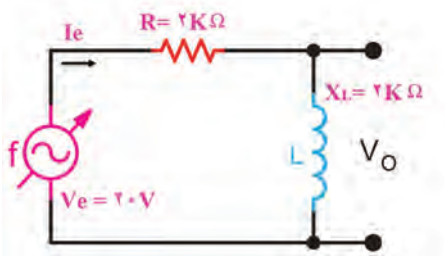
شکل ۱۲ـ۹ـ فیلتر RL

پاسخ: نوع فیلتر پایین‌گذر است.

$$f_C = \frac{R}{2\pi L} = \frac{220}{2\times 3/14\times 50\times 10^{-3}} = \frac{2200}{3/14} \cong 700\,HZ$$

مثال ۸: در مدار شکل ۱۳ـ۹ مقادیر امپدانس، جریان مؤثر، ولتاژ خروجی V_O را محاسبه کنید. بین V_O و V_e چه رابطه‌ای وجود دارد؟

پاسخ:



شکل ۱۳ـ۹ـ فیلتر RL

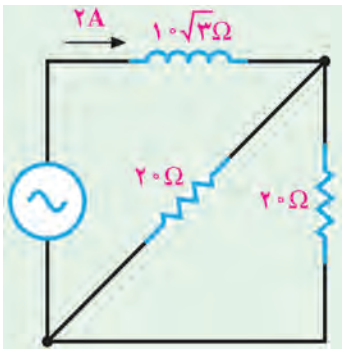
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}\,K\Omega$$

$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{20}{2\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}\,mA$$

$$V_O = X_L \times I_e = 2\times 5\sqrt{2} = 10\sqrt{2}\,V$$

$$V_O = \frac{V_i}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}$$

کار با نرم‌افزار در ساعات غیردرسی: مثال‌های حل شده را در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار دیگر ببندید و جریان مدار و سایر کمیت‌ها را اندازه بگیرید و با محاسبات انجام شده مقایسه کنید.



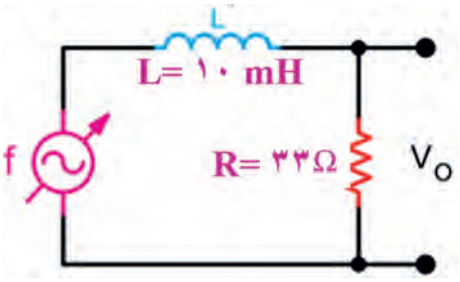
شکل ۱۴ـ۹

الگوی پرسش

۱ در جریان DC، سلف خالص مانند ..... و خازن خالص مانند ..... عمل می‌کند.

۲ در مدار RL سری، جریان مدار نسبت به ولتاژ منبع ۹۰ درجه اختلاف فاز دارد. صحیح ☐ غلط ☐

۳ در مدار شکل ۱۴ـ۹ مطلوب است محاسبهٔ الف) امپدانس مدار
ب) ولتاژ مؤثر مدار پ) ضریب قدرت ($\cos\varphi$)



شکل ۱۵ـ۹

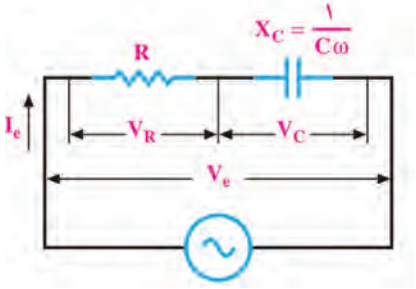
۴ در مدار فیلتر شکل ۱۵ـ۹ مطلوب است:
الف) نوع فیلتر
ب) محاسبه فرکانس قطع فیلتر

۴ـ۹ـ مدار RC

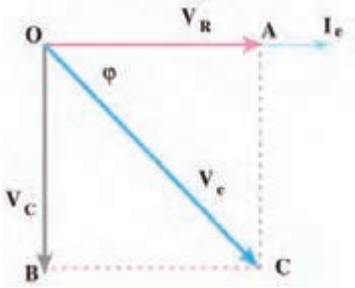
ترکیب عناصر مقاومتی و خازنی در مدارهای الکترونیکی، مخابراتی، الکترونیک صنعتی و شبکه‌های قدرت مانند فیلترها، تایمرها و تصحیح کننده ضریب قدرت کاربرد فراوان دارند.

☑ **محاسبه امپدانس و ضریب قدرت در مدار RC سری:** در مدار RC سری شکل ۱۶ـ۹، جریان I_e (جریان مؤثر مدار) از R و راکتانس خازنی (X_C) عبور می‌کند. بنابراین V_R با جریان هم‌فاز و V_C از جریان I_e به اندازه ۹۰ درجه، عقب‌تر (پس‌فاز) است. لذا می‌توانیم جریان مدار و ولتاژ V_R و V_C را مطابق شکل برداری ۱۷ـ۹ نشان دهیم.

امپدانس مدار RC از رابطه $Z=\sqrt{R^2+X_C^2}$ به‌دست می‌آید.



شکل ۱۶ـ۹ـ مدار RC سری

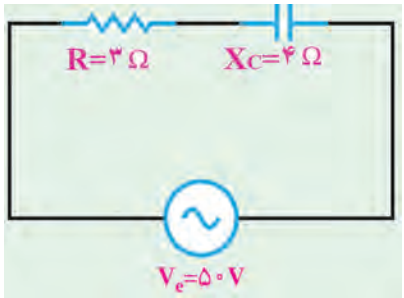


شکل ۱۷ـ۹ـ دیاگرام برداری مدار RC سری

زاویه فاز φ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ کل مدار (V_e) است. ضریب قدرت ($\cos\varphi$) از رابطه $\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ قابل محاسبه است.

مثال ۹: در مدار شکل ۱۸ـ۹ مقادیر امپدانس، جریان مؤثر و ضریب قدرت ($\cos\varphi$) مدار را محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۱۸ـ۹ـ مدار RC سری

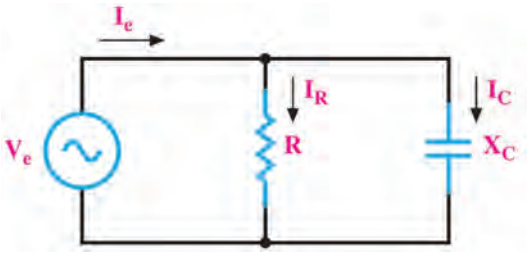
$$Z=\sqrt{R^2+X_C^2}=\sqrt{۳^2+۴^2}=\sqrt{۲۵}=۵\,\Omega$$

$$I_e=\frac{V_e}{Z}=\frac{۵۰}{۵}=۱۰A$$

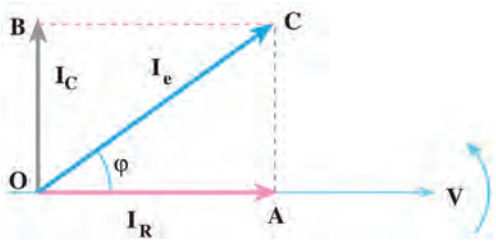
$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}=\frac{۳}{۵}=۰/۶$$

مدار RC موازی

یک خازن واقعی، عملاً به‌صورت یک خازن ایده‌آل و یک مقاومت اهمی موازی با آن عمل می‌کند. مقاومت اهمی موازی شده، همان مقاومت نشتی خازن است. علت تخلیه شدن خازن به مرور زمان، وجود همین مقاومت است. مدار RC موازی در شکل ۱۹ـ۹رسم شده است. با توجه به شکل ۱۹ـ۹ می‌توان گفت جریان I_e از دو جریان I_R و I_C تشکیل شده است. در مدار موازی ولتاژ دو سر R و راکتانس خازنی (X_C) با هم برابرند ولی دو جریان I_R و I_C، ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند. اگر ولتاژ را مبنا قرار دهیم مطابق شکل ۲۰ـ۹ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار برابر φ درجه است.



شکل ۱۹ـ۹ـ مدار RC موازی



شکل ۲۰ـ۹ـ دیاگرام برداری مدار RC موازی

روابط مورد نیاز در مدار RC موازی

ـ جریان کل مدار (I_e) از رابطه $Ie = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$ به‌دست می‌آید.

ـ اگر جریان I_e (جریان مؤثر مدار) و V_e (ولتاژ مؤثر کل مدار) معلوم باشد امپدانس مدار از رابطه $Z = \frac{V_e}{I_e}$ قابل محاسبه است.

ـ اگر مقدار R و X_C معلوم باشد از رابطه $Z = \frac{R.X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$ نیز می‌توان امپدانس را محاسبه کرد.

ـ ضریب قدرت (cosφ) از رابطه $\cos\varphi = \frac{Z}{R}$ به‌دست می‌آید.

مثال ۱۰: در مدار شکل ۲۱ـ۹مطلوب است محاسبه:

الف) جریان مؤثر مدار　　ب) امپدانس مدار　　پ) ضریب قدرت (cosφ)

پاسخ:

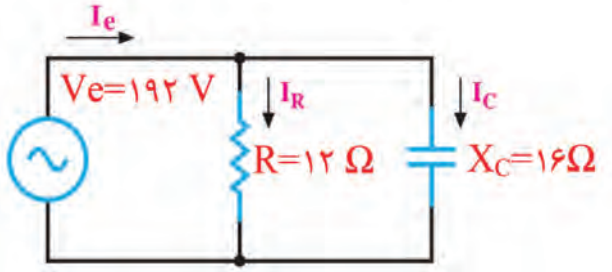
$$I_C = \frac{V_e}{X_C} = \frac{۱۹۲}{۱۶} = ۱۲\,A$$

$$I_R = \frac{V_e}{R} = \frac{۱۹۲}{۱۲} = ۱۶\,A$$

$$I_e = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = \sqrt{۱۶^2 + ۱۲^2} = \sqrt{۴۰۰} = ۲۰A$$

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{۱۹۲}{۲۰} = ۹/۶\,\Omega$$

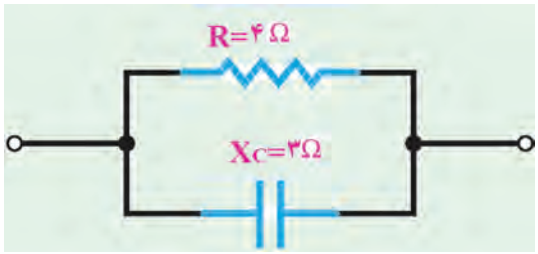
$$\cos\varphi = \frac{Z}{R} = \frac{۹/۶}{۱۲} = ۰/۸$$



شکل ۲۱ـ۹

مثال ۱۱: در مدار شکل ۲۲ـ۹، امپدانس مدار و ضریب قدرت ($\cos\varphi$) را محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۲۲ـ۹

$$Z=\frac{R\times X_C}{\sqrt{R^2\times X_C^2}}=\frac{۴\times ۳}{\sqrt{۴^2+۳^2}}=\frac{۱۲}{۵}=۲/۴\ \Omega$$

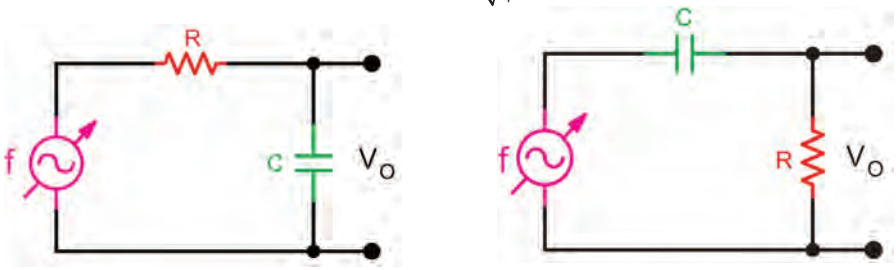
$$\cos\varphi=\frac{Z}{R}=\frac{۲/۴}{۴}=۰/۶$$

مدار RC به‌عنوان فیلتر

در شکل الف و ب ۲۳ـ۹ مدار دو نوع فیلتر بالاگذر و پایین‌گذر RC رسم شده است. با تغییر فرکانس منبع، مقدار X_C تغییر می‌کند.

ـ در فرکانس قطع X_C با R برابر می‌شود. $R=X_C=\frac{۱}{۲\pi fC}\Rightarrow f=f_C=\frac{۱}{۲\pi RC}$

ـ در فرکانس قطع، مقدار ولتاژ خروجی برابر $V_O=\frac{V_i}{\sqrt{۲}}$ است.



الف) فیلتر بالاگذر ب) فیلتر پایین‌گذر

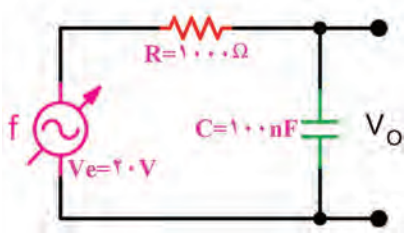
شکل ۲۳ـ۹ـ فیلترهای RC

مثال ۱۲: در مدار فیلتر شکل ۲۴ـ۹ فرکانس قطع فیلتر و مقدار ولتاژ خروجی را محاسبه کنید و نوع فیلتر را مشخص نمایید.

پاسخ: نوع فیلتر پایین‌گذر است.

$$f_C=\frac{۱}{۲\pi RC}=\frac{۱}{۲\times ۳/۱۴\times ۱۰۰۰\times ۱۰۰\times ۱۰^{-۹}}=\frac{۱۰۰۰۰}{۶/۲۸}$$

$$f_C\cong ۱۵۹۲\ HZ$$



شکل ۲۴ـ۹ فیلتر RC

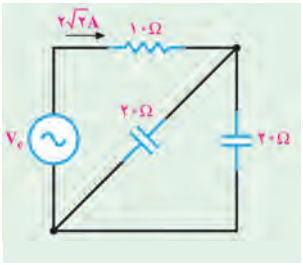
در فرکانس قطع، مقدار ولتاژ خروجی برابر $V_O=\frac{V_i}{\sqrt{۲}}=\frac{۲۰}{\sqrt{۲}}=۱۴/۱\ V$ است.

تمرین نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی

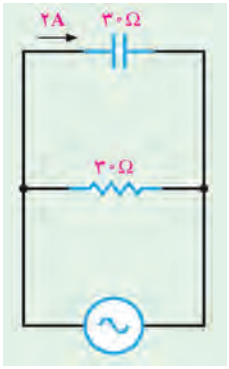
مثال‌های حل شده را در نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ببندید و جریان مدار و سایر کمیت‌ها را اندازه بگیرید و با محاسبات انجام شده مقایسه کنید.

الگوی پرسش

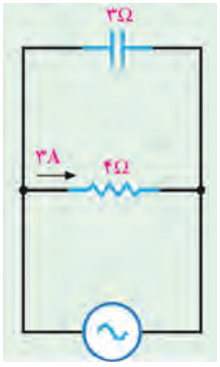
۱ افزایش فرکانس بر روی راکتانس خازنی چه اثری دارد؟ شرح دهید.
۲ در مدار شکل ۹ـ۲۵ مقادیر امپدانس و ولتاژ ورودی (V_e) را محاسبه کنید.
۳ در مدار شکل ۹ـ۲۶ مقادیر V_e، I_R، I_e و امپدانس مدار را محاسبه کنید.
۴ در مدار شکل ۹ـ۲۷ مقادیر V_e، I_C، I_e و امپدانس مدار را محاسبه کنید.
۵ در مدار فیلتر شکل ۹ـ۲۸ مطلوب است:
الف) نوع فیلتر
ب) محاسبه فرکانس قطع فیلتر



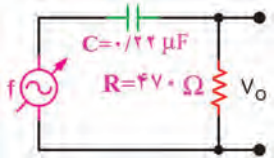
شکل ۹ـ۲۵



شکل ۹ـ۲۶



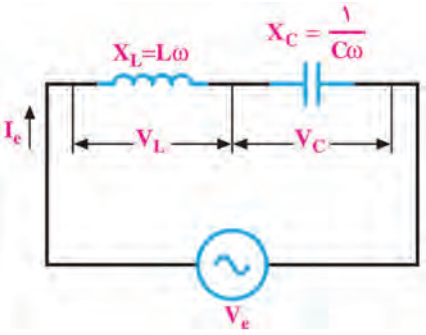
شکل ۹ـ۲۷



شکل ۹ـ۲۸

۵ـ۹ـ مدار LC

در بررسی مدارهای با سلف و خازن آموختیم که در سلف جریان از ولتاژ ۹۰ درجه عقب‌تر است درصورتی‌که در خازن جریان از ولتاژ ۹۰ درجه جلوتر است. این امر سبب می‌شود که این دو عنصر رفتار متقابل داشته باشند. چون هر دو قطعه در شبکه توان راکتیو مبادله می‌کنند، در این حالت به دلیل اثر متقابل آنها، توان راکتیو شبکه کاهش می‌یابد و مقدار آن می‌تواند به صفر برسد.



شکل ۹ـ۲۹

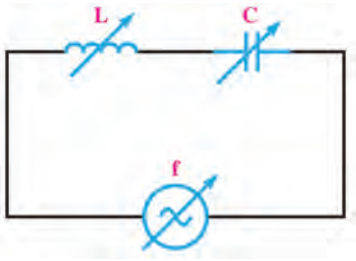
مدار LC سری

در شکل ۹ـ۲۹ مدار LC سری رسم شده است. درصورتی‌که $V_L > V_C$ باشد، مقدار امپدانس مدار از رابطه $Z=X_L-X_C$ به‌دست می‌آید. در این حالت $V_e=V_L-V_C$ است. اگر $V_C > V_L$ باشد، امپدانس مدار از رابطه $Z=X_C-X_L$ به‌دست می‌آید. در این حالت $V_e=V_C-V_L$ است.

تشدید (رزونانس) در مدار LC سری

با تغییر فرکانس منبع یا تغییر مقدار L یا C، مقدار X_C و X_L تغییر می‌کنند. در فرکانس خاصی $X_L=X_C$ می‌شود و اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. در این حالت اندازه کمیت Z برابر صفر شده و حداکثر جریان از مدار عبور می‌کند. این جریان، جریان ناشی از اتصال‌کوتاه و بی‌اثر شدن مدار LC است. این حالت را تشدید یا رزونانس گویند.

ـ فرکانس تشدید از رابطه $f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ به‌دست می‌آید.



شکل ۳۰ـ۹

مثال ۱۳: در شکل ۳۰ـ۹ هر سه کمیت L و C و فرکانس منبع قابل تغییر است. اگر $L=10mH$ و $C=1\mu F$ باشد، فرکانس تشدید را به‌دست آورید. در این فرکانس امپدانس مدار چقدر است؟

پاسخ:

$$f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\times3/14\sqrt{10\times10^{-3}\times1\times10^{-6}}}=\frac{10000}{6/28}=1592/23\ HZ$$

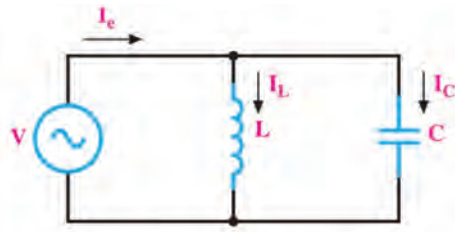
در فرکانس رزونانس $Z=0$ است.

مدار LC موازی

در شکل ۳۱ـ۹ مدار LC موازی رسم شده است.

درصورتی‌که $I_L>I_C$ باشد، جریان کل مدار از رابطه $I_e=I_L-I_C$ به‌دست می‌آید. اگر $I_C>I_L$ باشد، جریان مدار از رابطه $I_e=I_C-I_L$ محاسبه می‌شود. به هر صورت امپدانس مدار از رابطه $Z=\frac{V_e}{I_e}$ قابل محاسبه است.

اگر مقدار X_L و X_C معلوم باشد، امپدانس از رابطه $Z=\frac{X_L.X_C}{X_L-X_C}$ یا $Z=\frac{X_L.X_C}{X_C-X_L}$ قابل محاسبه است.



شکل ۳۱ـ۹

بارش فکری

با توجه به مقادیر موجود در مخرج کسرهای داده شده در روابط امپدانس، مشخص کنید مقادیر به‌دست آمده از دو رابطه بالا دارای چه خاصیتی (سلفی ـ خازنی) هستند و چه تفاوتی با هم دارند.

☑ در فرکانس تشدید $X_L=X_C$ است در نتیجه $I_L=I_C$ شده و I_e برابر صفر می‌شود در این حالت خاصیت سلفی به‌وسیله خاصیت خازنی کاملاً خنثی می‌شود.

ـ در این مدار هم فرکانس تشدید از رابطه $f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ به‌دست می‌آید.

ـ امپدانس مدار در حالت تشدید، بی‌نهایت (∞) است.

مثال ۱۴: در مدار شکل ۹ـ۳۱ اگر ضریب خودالقایی سلف برابر ۲ میلی‌هانری و ظرفیت خازن ۱۰۰ میکروفاراد باشد، فرکانس تشدید را به‌دست آورید. در این فرکانس امپدانس مدار چقدر است؟

پاسخ:

$$f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}} = \frac{۱}{۲\times ۳/۱۴\sqrt{۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰۰\times ۱۰^{-۶}}} = \frac{۱۰۰۰}{۶/۲۸\sqrt{۰/۲}} = ۳۵۷\ HZ$$

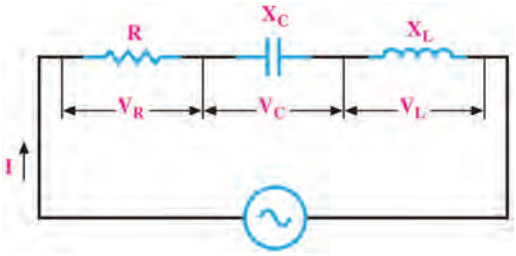
در فرکانس رزونانس $Z=\infty$ است.

۶ـ۹ـ مدار RLC سری

در شکل ۹ـ۳۲ مدار RLC سری رسم شده است.

ـ درصورتی‌که $X_L > X_C$ باشد، مدار در مجموع دارای خاصیت اهمی و سلفی است (مدار معادل RL سری است).

ـ اگر $X_C > X_L$ باشد، مدار در مجموع دارای خاصیت اهمی و خازنی است (مدار معادل RC سری است).



شکل ۹ـ۳۲

ـ امپدانس مدار از رابطه $Z=\sqrt{R^۲+(X_L-X_C)^۲}$ محاسبه می‌شود. به هر صورت می‌توان $X=X_L-X_C$ یا $X=X_C-X_L$ را در رابطه امپدانس قرار داد و امپدانس را از رابطه $Z=\sqrt{R^۲+X^۲}$ محاسبه نمود.

ـ ضریب قدرت (cosφ) از رابطه $\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ به‌دست می‌آید.

ـ اگر $X_L=X_C$ باشد مدار کاملاً خاصیت اهمی دارد (حالت تشدید) و $Z=R$ است.

ـ فرکانس در حالت تشدید از رابطه $f_r=\frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ قابل محاسبه است.

مثال ۱۵: در مدار شکل ۹ـ۳۳ اگر $V_e=۱۰۰\ V$ باشد، مقادیر امپدانس، جریان مؤثر و ضریب قدرت (cosφ) مدار را محاسبه کنید.

پاسخ:

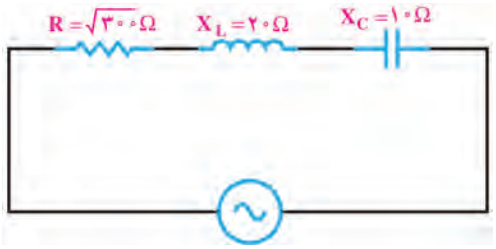
$$X=X_L-X_C$$

$$X=۲۰-۱۰=۱۰\ \Omega$$

$$Z=\sqrt{R^۲+X^۲}=\sqrt{۳۰۰+۱۰۰}=۲۰\ \Omega$$

$$I_e=\frac{V_e}{Z}=\frac{۱۰۰}{۲۰}=۵\ A$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}=\frac{\sqrt{۳۰۰}}{۲۰}=۰/۸۶۶$$



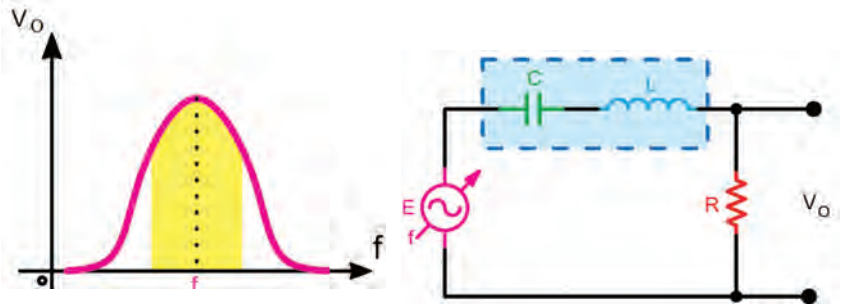
شکل ۹ـ۳۳

مدار RLC سری به‌عنوان فیلتر

مدار RLC سری را به‌عنوان فیلتر عبور باند و حذف باند به‌کار می‌برند. شکل‌های الف و ب ۹ـ۳۴ فیلتر عبور باند (میان‌گذر) و منحنی پاسخ فرکانسی آن را نشان می‌دهد. در شکل‌های الف و ب ۹ـ۳۵ فیلتر حذف باند (میان‌نگذر) و منحنی پاسخ فرکانسی آن رسم شده است.

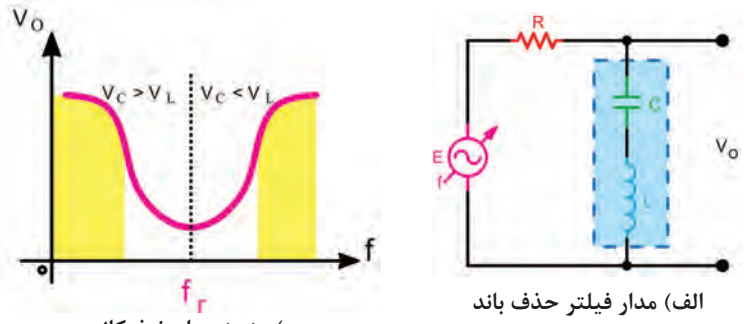
فعالیت در ساعات غیر درسی

در ساعات غیر درسی مبحث فیلترها که در پایه یازدهم آمده است را مرور کنید تا در ارتباط با درک این مباحث با مشکلی مواجه نشوید.



ب) منحنی پاسخ فرکانسی　　الف) مدار فیلتر عبور باند

شکل ۹ـ۳۴ـ فیلتر عبور باند و منحنی پاسخ فرکانسی آن



ب) منحنی پاسخ فرکانسی　　الف) مدار فیلتر حذف باند

شکل ۹ـ۳۵ـ فیلتر حذف باند و منحنی پاسخ فرکانسی آن

مشخصه‌های فیلتر میان‌گذر و حذف باند:

به‌طور کلی برای فیلترهای میان‌گذر سه مشخصه به شرح زیر تعریف می‌شود.

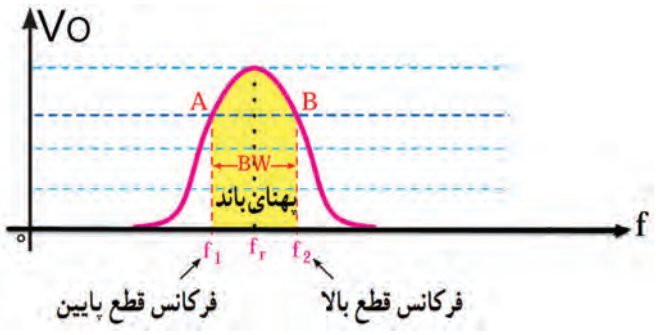
الف) فرکانس رزونانس (f_r)　　ب) پهنای باند (BW)　　پ) ضریب کیفیت (Q)

فرکانس رزونانس فیلتر از رابطه $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ قابل محاسبه است.

پهنای باند (Band Width)

پهنای باند فیلتر، فاصله بین فرکانس قطع بالا و قطع پایین است:　　$BW = f_2 - f_1$

مثال۱۶: در شکل ۳۶ـ۹ فرکانس قطع بالا (f_2) برابر ۶۱۰ کیلوهرتز و فرکانس قطع پایین (f_1) برابر ۵۸۰ کیلوهرتز است. پهنای باند را به‌دست آورید.



شکل ۳۶ـ۹ـ منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر عبور باند

پاسخ:

$$BW=f_2-f_1 = ۶۱۰ - ۵۸۰ = ۳۰ \ KHZ$$

ضریب کیفیت (Q= Quality Factor):

این ضریب میزان تیزی منحنی مشخصه و پهنای باند را تعیین می‌کند. رابطه بین مقدار Q، BW و f_r به‌صورت $Q=\frac{f_r}{BW}$ است. هرچه ضریب کیفیت کوچک‌تر باشد، پهنای باند بیشتر است. در مدار RLC سری مقدار Q از رابطه $Q=\frac{X_L}{R}$ قابل محاسبه است.

مثال۱۷: درصورتی‌که در شکل الف) ۳۴ـ۹ مقدار $X_L=۱۰K\Omega$ و $R=۱۰۰\Omega$ باشد، مقدار Q را به‌دست آورید.

پاسخ:

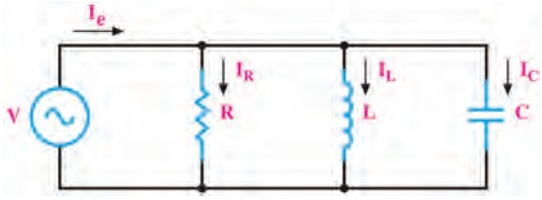
$$Q=\frac{X_L}{R}=\frac{۱۰۰۰۰}{۱۰۰}=۱۰۰$$

پژوهش

درمورد نقش Q در فیلترهای عبور باند و حذف باند تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مدار RLC موازی

در مدار RLC موازی، ولتاژ دو سر شاخه‌ها با هم برابر است ولی جریان هر شاخه متناسب با راکتانس آن شاخه محاسبه می‌شود. در شکل ۳۷ـ۹ مدار RLC موازی رسم شده است.



شکل ۳۷ـ۹ـ مدار RLC موازی

روابط مورد نیاز برای حل مدار RLC موازی

ـ برای محاسبه جریان کل مدار از رابطه $I_e=\sqrt{I_R^{۲}+(I_C-I_L)^{۲}}$ استفاده می‌کنیم. درصورتی‌که $I_L > I_C$ باشد، رابطه به‌صورت $I_e=\sqrt{I_R^{۲}+(I_L-I_C)^{۲}}$ نوشته می‌شود.

ـ امپدانس مدار برابر $Z=\frac{V_e}{I_e}$ است. امپدانس مدار را می‌توان از فرمول $\frac{۱}{Z^{۲}}=\frac{۱}{R^{۲}}+(\frac{۱}{X_C}-\frac{۱}{X_L})^{۲}$ نیز محاسبه نمود.

ـ ضریب قدرت از رابطه $\cos\varphi=\frac{Z}{R}$ به‌دست می‌آید.

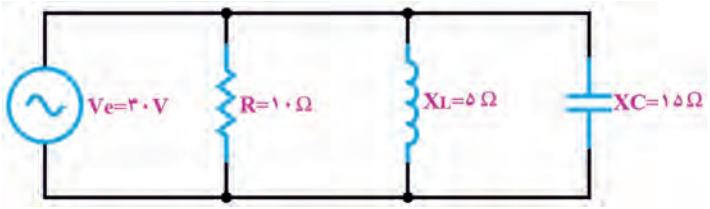
مثال ۱۸: در شکل ۳۸ـ۹ مطلوب است محاسبه الف) جریان هر شاخه ب) جریان کل پ) امپدانس مدار

پاسخ:

$$I_R=\frac{V_e}{R}=\frac{۳۰}{۱۰}=۳\ A$$

$$I_C=\frac{V_e}{X_C}=\frac{۳۰}{۱۵}=۲\ A$$

$$I_L=\frac{V_e}{X_L}=\frac{۳۰}{۵}=۶\ A$$



شکل ۳۸ـ۹ـ مدار RLC موازی

$$I_e=\sqrt{I_R^{۲}+(I_L-I_C)^{۲}}=\sqrt{۳^{۲}+(۶-۲)^{۲}}=\sqrt{۲۵}=۵\ A$$

$$Z=\frac{V_e}{I_e}=\frac{۳۰}{۵}=۶\ \Omega$$

تشدید در مدار RLC موازی

ـ اگر $X_L=X_C$ باشد، جریان‌های دو شاخه L و C اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و معادل مدار باز عمل کرده و مدار کاملاً خاصیت اهمی دارد (حالت تشدید). در این حالت $Z=R$ است.

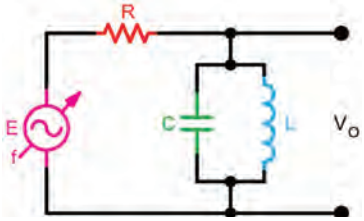
ـ فرکانس در حالت تشدید از رابطه $f_r=\frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ قابل محاسبه است.

ـ جریان کل مدار از رابطه $I_e=\frac{V_e}{R}$ قابل محاسبه است.

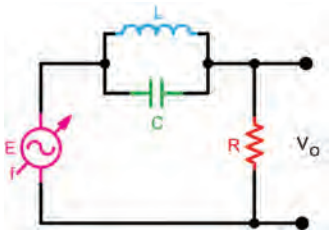
بحث گروهی

با توجه به شکل ۳۸ـ۹ اگر $X_L=X_C$ باشد، مدار را به بحث بگذارید و شرایط آن را بررسی و نتیجه‌گیری کنید.

LC موازی به‌عنوان فیلتر: از مدار LC موازی به‌عنوان فیلتر عبور باند و حذف باند نیز استفاده می‌کنند. شکل ۳۹ـ۹ فیلتر عبور باند (میان‌گذر) را نشان می‌دهد. در شکل ۴۰ـ۹ فیلتر حذف باند (میان‌نگذر) رسم شده است.



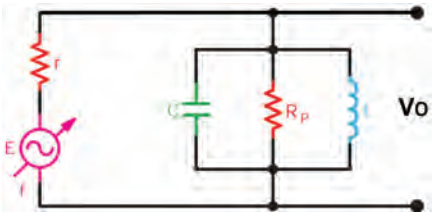
شکل ۳۹ـ۹ـ مدار فیلتر عبور باند



شکل ۴۰ـ۹ـ مدار فیلتر حذف باند

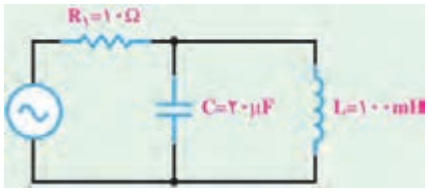
ضریب کیفیت (Q) در مدار رزونانس موازی

در فیلترموازی شکل ۹ـ۴۱ مقدار Q به مقاومت موازی مدار بستگی دارد و مقدار آن از رابطه $Q_P = \frac{R_P}{X_L}$ محاسبه می‌شود.



شکل ۹ـ۴۱ـ مدار فیلتر عبور باند

مثال ۱۹: مطلوب است محاسبه فرکانس تشدید در مدار شکل ۹ـ۴۲

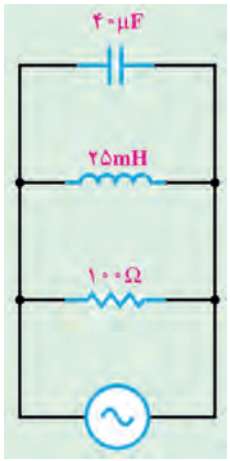


شکل ۹ـ۴۲ـ مدار LC موازی

پاسخ:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\times 3/14\sqrt{100\times10^{-3}\times 20\times10^{-6}}} = \frac{1000}{6/28\times\sqrt{2}} = 112/6\ HZ$$

مثال۲۰: در مدار RLC شکل ۹ـ۴۳مقادیر فرکانس رزونانس، ضریب کیفیت و پهنای باند را محاسبه کنید.



شکل ۹ـ۴۳

پاسخ:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\times 3/14\sqrt{25\times10^{-3}\times 40\times10^{-6}}} = \frac{1000}{6/28} = 160\ HZ$$

$$Q_P = \frac{R_P}{X_L} = \frac{100}{2\pi fL} = \frac{100}{2\pi\times160\times25\times10^{-3}} \cong 4$$

$$BW = \frac{f_r}{Q} = \frac{160}{4} = 40\ HZ$$

الگوی پرسش

۱ در شکل ۹ـ۴۴ امپدانس مدار را محاسبه کنید.

۲ در شکل ۹ـ۴۵ امپدانس و جریان کل مدار را محاسبه کنید.

۳ در مدارشکل ۹ـ۴۶ مقادیر Z ، I_e و $\cos\varphi$ را محاسبه کنید.

۴ در مدارشکل ۹ـ۴۷ مقادیر V_e و جریان کل مدار را محاسبه کنید.

۵ LC سری در حالت تشدید مانند یک سیم اتصال کوتاه و LC موازی مانند مدار باز عمل می‌کند.

صحیح ☐ غلط ☐

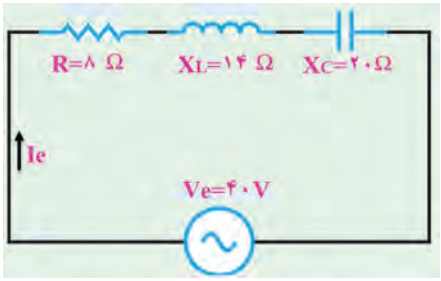
۶ دو نمونه مدار فیلتر میان‌گذر را رسم کنید و طرز کار آنها را بنویسید.

۷ فیلتر شکل ۹ـ۴۸ از نوع ..... باند و با مدار رزونانسی ..... است.

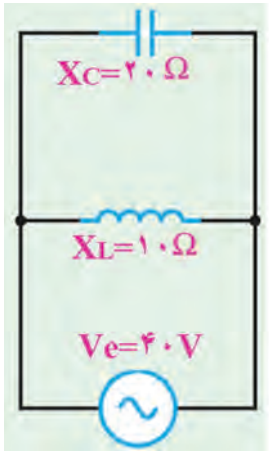
الف) عبور ـ موازی　　ب) حذف ـ سری　　پ) حذف ـ موازی　　ت) عبور ـ سری

۸ در فیلتر شکل ۹ـ۴۹ اگر R_P افزایش یابد، مقدار Q ..... می‌شود و BW ..... می‌یابد.

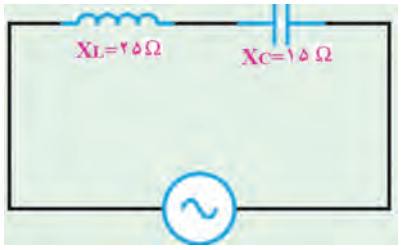
الف) زیاد ـ کاهش　　ب) زیاد ـ افزایش　　پ) کم ـ افزایش　　ت) کم ـ کاهش



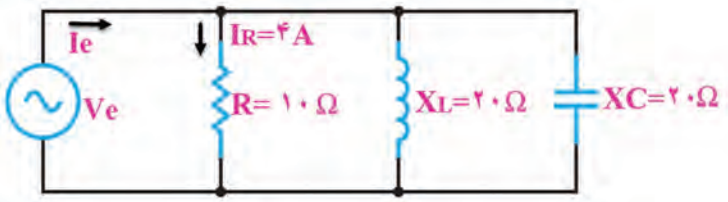
شکل ۹ـ۴۶



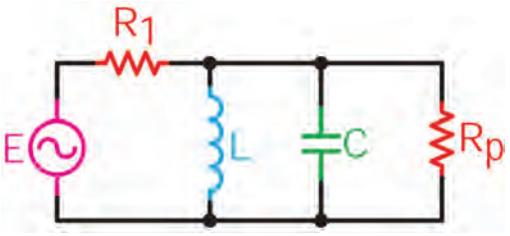
شکل ۹ـ۴۵



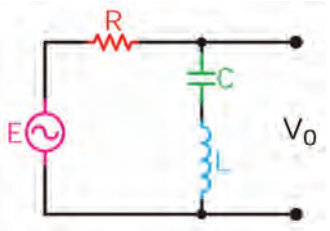
شکل ۹ـ۴۴



شکل ۹ـ۴۷



شکل ۹ـ۴۹



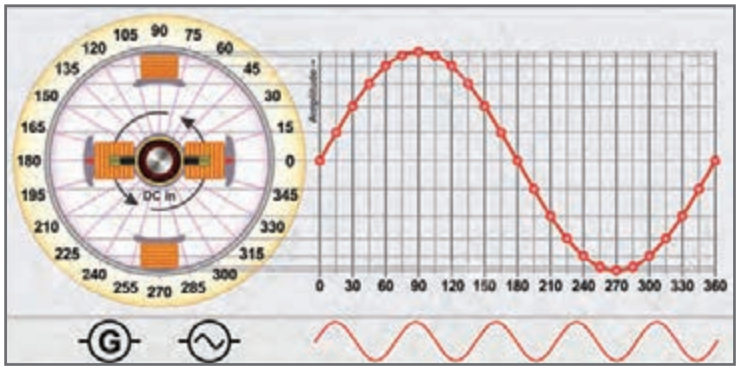
شکل ۹ـ۴۸

تمرین نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی

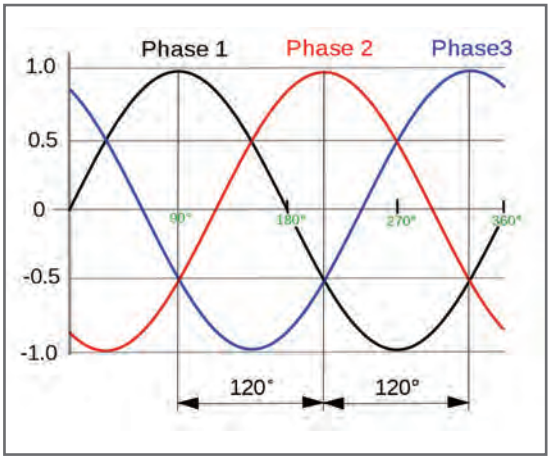
مثال‌های حل شده و سؤالات الگوی پرسش را در ساعات غیردرسی در نرم‌افزار مولتی سیم شبیه‌سازی کنید و نتایج به‌دست آمده را با محاسبات خود مقایسه کنید.

۷ـ۹ـ تشریح مدار تک‌فاز و سه‌فاز و محاسبه کمیت‌های آن

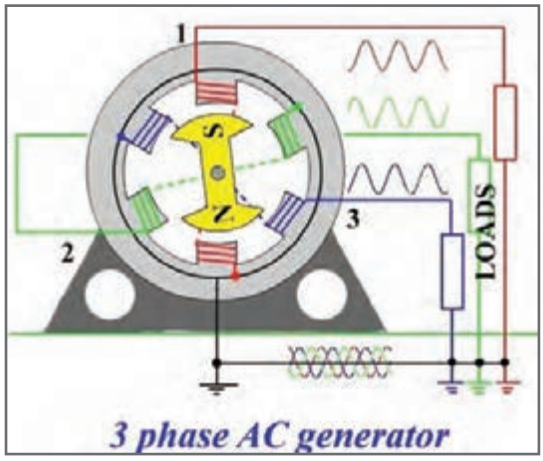
برق تک‌فاز دارای دو رشته سیم است که یکی فاز با ولتاژ ۲۲۰ ولت نسبت به سیم نول و دیگری سیم نول با ولتاژ صفر ولت نسبت به زمین است. در شکل ۵۰ـ۹ ژنراتور مولد موج سینوسی تک‌فاز نشان داده شده است. جریان یا ولتاژ سه‌فاز از سه موج سینوسی تشکیل می‌شود که به‌طور هم‌زمان تولید می‌شوند و با هم ۱۲۰ درجه اختلاف فاز زمانی دارند.در شکل ۵۱ـ۹ منحنی جریان یا ولتاژ سه‌فاز را مشاهده می‌کنید. در شکل ۵۲ـ۹ مولد سه‌فاز نشان داده شده است. در شکل۵۳ـ۹ اتصال بار به‌صورت تک‌فاز و سه‌فاز نشان داده شده است.



شکل ۵۰ـ۹ـ موج تک‌فاز



شکل ۵۱ـ۹ـ جریان یا ولتاژ متناوب سه‌فاز



شکل ۵۲ـ۹ـ مولد سه‌فاز



شکل ۵۳ـ۹ـ اتصال بار به‌صورت تک‌فاز و سه‌فاز

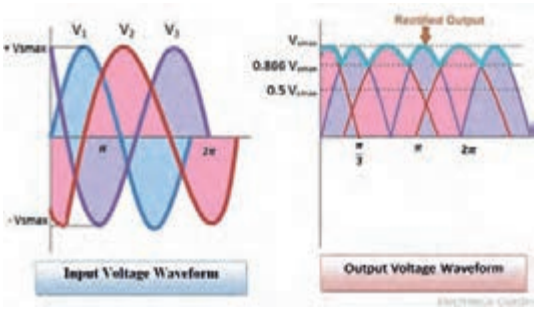
مزایای جریان سه‌فاز نسبت به تک‌فاز

ساختمان ساده مولدهای جریان متناوب سه‌فاز موجب شده است که انرژی الکتریکی سه‌فاز، راحت‌تر و ارزان‌تر تولید شود. مزایای دیگر جریان سه‌فاز نسبت به تک‌فاز عبارت‌اند از:

ـ توان الکتریکی در مصرف‌کننده‌های سه‌فاز هیچ‌وقت صفر نمی‌شود زیرا با توجه به شکل ۹ـ۵۱ وقتی در یکی از فازها دامنه جریان یا ولتاژ صفر است مصرف‌کننده از دو فاز دیگر انرژی می‌گیرد.

ـ ضربان موج یکسو شده سه‌فاز نسبت به موج یکسو شده تک‌فاز بسیار کمتر است، (شکل ۹ـ۵۴).

ـ راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز نسبت به تک‌فاز راحت‌تر است.



شکل ۹ـ۵۴ـ موج یکسو شده سه‌فاز

پژوهش

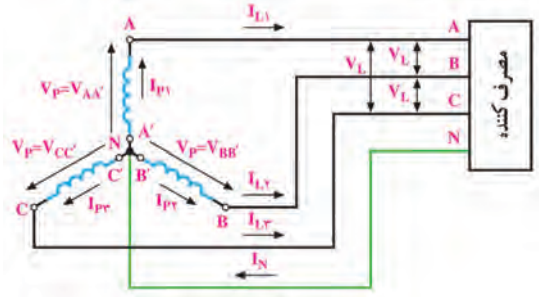
درباره مزایای سه‌فاز نسبت به تک‌فاز تحقیق کنید و نتایج آن را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

انتقال انرژی تولیدشده سه‌فاز به مصرف‌کننده‌ها

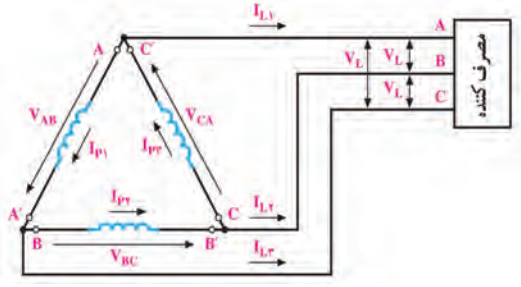
در مولدهای سه‌فاز، سه گروه سیم‌پیچ وجود دارد که در داخل ماشین ۱۲۰ درجه نسبت به یکدیگر اختلاف فاز مکانی دارند. دو انتهای این سیم‌پیچ‌ها را به ترتیب با AA'، BB' و CC' نشان می‌دهند. سیم‌پیچ‌ها با دو روش ستاره و مثلث به هم متصل می‌شوند، همچنین انرژی تولید شده در این سیم‌پیچ‌ها نیز با دو روش ستاره و مثلث به شبکه مصرف‌کننده انتقال می‌یابند.

ـ **اتصال ستاره:** در روش اتصال ستاره، سه سیم در انتهای A'، B' و C' با هم یکی شده و از محل اتصال آنها، یک سیم به بیرون مولد هدایت می‌شود که آن را سیم نول می‌نامند. در تولید برق صنعتی در نیروگاه‌ها، با زمین‌کردن این سیم، اختلاف پتانسیل آن را با زمین یکی می‌کنند و آن را سیم نول می‌نامند و با MP یا N نشان می‌دهند. سیم‌های A، B و C را به ترتیب R، S و T یا R، Y و B یا L_1، L_2 و L_3 نام‌گذاری می‌کنند. شکل ۹ـ۵۵ این اتصال را نشان می‌دهد. اتصال ستاره را با نماد Y یا λ نشان می‌دهند.

ـ **اتصال مثلث:** در این روش مطابق شکل ۹ـ۵۶ انتهای سیم‌های AA'، BB' و CC' را به‌صورت مثلث به هم وصل می‌کنند و انرژی تولیدی را با سه سیم A، B و C به مصرف‌کننده می‌رسانند.



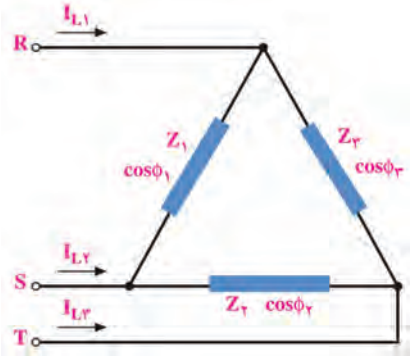
شکل ۹ـ۵۵ـ اتصال ستاره، انتقال چهارسیمه



شکل ۹ـ۵۶ـ اتصال مثلث، انتقال سه سیمه

ـ **ولتاژ فازی و جریان فازی:** ولتاژ دو سر هر یک از سیم‌پیچ‌های AA'، BB' و CC' را ولتاژ فازی می‌گویند و آن را با V_P نشان می‌دهند. جریان عبوری از داخل هر سیم‌پیچ را جریان فازی گویند و آن را با I_P نشان می‌دهند، (شکل ۵۵ـ۹ و ۵۶ـ۹).

ـ **ولتاژ و جریان خطی:** ولتاژ بین خطوط A با B (V_{AB}) یا B با C (V_{BC}) یا C با A (V_{CA}) را ولتاژ خطی گویند و آن را با V_L نشان می‌دهند. در واقع ولتاژ خطی اختلاف پتانسل بین دو فاز مختلف است.
جریانی که از خطوط R، S و T جاری می‌شود را جریان خطی گویند و آن را با I_L نشان می‌دهند، (شکل ۵۵ـ۹ و ۵۶ـ۹).



شکل ۵۷ـ۹ـ اتصال مثلث

ـ **بار متعادل و بار نامتعادل:** سه امپدانس Z_1، Z_2 و Z_3 را با اتصال مثلث یا ستاره مانند شکل‌های ۵۷ـ۹ و ۵۸ـ۹ به شبکه سه‌فاز وصل می‌کنیم. اگر همه مشخصه‌های امپدانس Z_1، Z_2 و Z_3 از نظر، دامنه، زاویه فاز، پس‌فاز یا پیش‌فاز بودن با هم برابر باشند، شبکه سه‌فاز را با بار متعادل گویند. اگر یکی از مشخصه‌ها مثلاً دامنه، زاویه فاز، پس‌فاز و پیش‌فاز بودن در هر امپدانس با هم تفاوت داشته‌باشد، بار شبکه سه‌فاز را بار نامتعادل گویند.

ـ **روابط در اتصال ستاره با بار متعادل:** در شکل ۵۹ـ۹ چون بارها متعادل هستند، جریان دریافتی از شبکه نیز با هم برابرند.

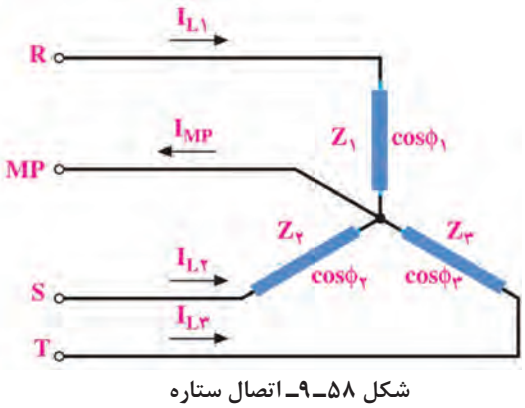
جریان هر فاز $I_{P1} = I_{P2} = I_{P3} = I_P$

رابطه بین جریان فاز و جریان خط:

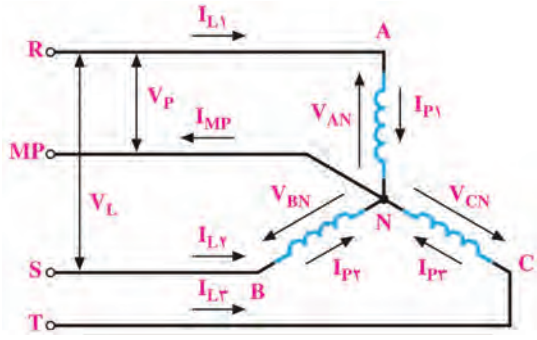
$$I_L = I_P = \frac{V_P}{Z}$$

ولتاژ هر فاز: $V_P = V_{AN} = V_{BN} = V_{CN}$

رابطه بین ولتاژ خط و فاز: $V_L = \sqrt{3} V_P$



شکل ۵۸ـ۹ـ اتصال ستاره



شکل ۵۹ـ۹ـ بار متعادل با اتصال ستاره

نتیجه: در اتصال ستاره با بار متعادل $\lambda \begin{cases} I_L = I_P \\ V_L = \sqrt{3}\, V_P \end{cases}$

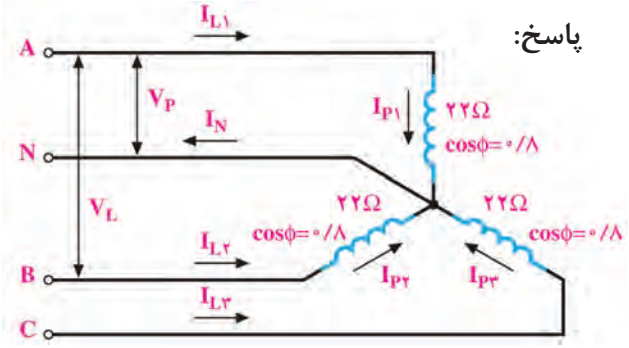
مثال ۲۱: در شکل ۶۰ـ۹ ولتاژ خط $V_L=۳۸۰V$ و بار متعادل است . مطلوب است محاسبه جریان هر فاز و هر خط

پاسخ:

$$V_L=\sqrt{۳}\,V_p \Rightarrow V_p=\frac{V_L}{\sqrt{۳}}=\frac{۳۸۰}{\sqrt{۳}}=۲۲۰V$$

$$I_L=I_P=\frac{V_P}{Z}=\frac{۲۲۰}{۲۲}=۱۰A$$

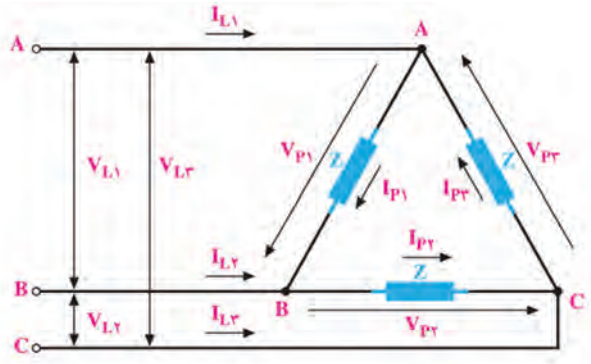
$$I_{P_۱}=I_{P_۲}=I_{P_۳}=I_{L_۱}=I_{L_۲}=I_{L_۳}=۱۰A$$



شکل ۶۰ـ۹ـ بار متعادل با اتصال ستاره

پژوهش

تحقیق کنید و اثبات نمایید که جریان عبوری از سیم نول در مدار شکل ۶۰ـ۹ صفر است. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.



شکل ۶۱ـ۹ـ بار متعادل با اتصال مثلث

■ **روابط در اتصال مثلث با بار متعادل:** در شکل ۶۱ـ۹ اتصال مثلث با بار متعادل رسم شده است.

ـ ولتاژهای فازی و خطی با هم برابرند. ولتاژ هر فاز به‌صورت $V_{AB}=V_{BC}=V_{CA}$ است.

ـ بنابراین $V_{AB}=V_{BC}=V_{CA}=V_L=V_P$

جریان هر فاز $I_{P_۱}=I_{P_۲}=I_{P_۳}=I_P$

جریان هر خط $I_{L_۱}=I_{L_۲}=I_{L_۳}=I_L$

ـ رابطه بین جریان فاز و جریان خط: $I_L=\sqrt{۳}I_P$

نتیجه: در اتصال مثلث با بار متعادل:

$$\Delta\begin{cases}V_P=V_L\\ I_L=\sqrt{۳}I_P\end{cases}$$

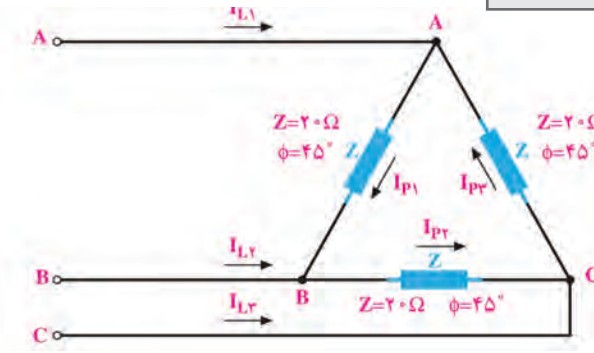
مثال ۲۲: در شکل ۶۲ـ۹ ولتاژ خط $V_L=۱۰۰V$ و بار متعادل است. مطلوب است محاسبه جریان هر فاز و هر خط

پاسخ:

$$V_L=V_P=۱۰۰V$$

$$I_{P_۱}=\frac{V_{P_۱}}{Z_۱}=\frac{۱۰۰}{۲۰}=۵A$$

$$I_{L_۱}=I_{L_۲}=I_{L_۳}=\sqrt{۳}\times۵=۸/۶۶A$$



شکل ۶۲ـ۹ـ بار متعادل با اتصال مثلث

تمرین نرم‌افزاری در ساعات غیر درسی

مدار اتصال بار متعادل به‌صورت ستاره و مثلث را در نرم‌افزار مولتی سیم شبیه‌سازی کنید و ولتاژ و جریان خطی و فازی را اندازه بگیرید و نتایج را با اطلاعات کسب شده مقایسه کنید.

پژوهش

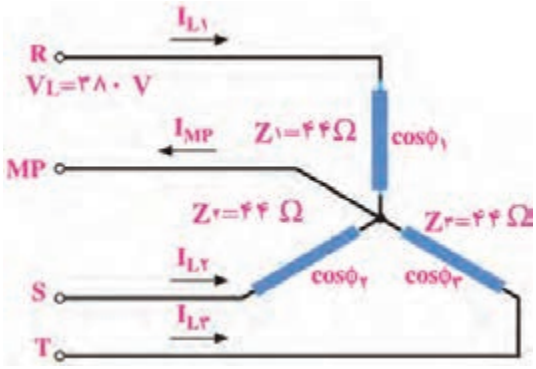
در پایه دهم در مورد خواندن پلاک موتور توضیح داده شده است. چند نمونه پلاک موتورهای سه‌فاز و اطلاعات نوشته شده روی آن را بیابید، درباره محتوای آن تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

الگوی پرسش:

۱ در اتصال بار متعادل به‌صورت ستاره به شبکه سه‌فاز، جریان خطی (I_L) چه رابطه‌ای با جریان فازی (I_P) دارد؟

الف) $I_L = I_P$ ب) $I_L = \sqrt{3}\, I_P$

پ) $I_P = \sqrt{3}\, I_L$ ت) $I_L = 2I_P$



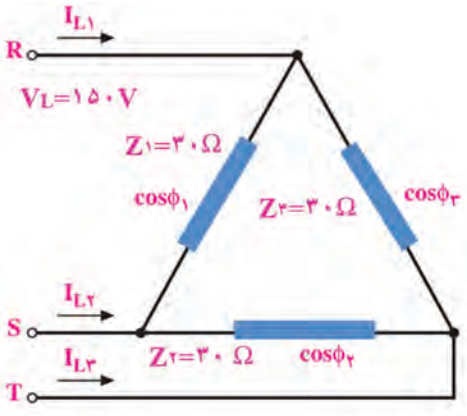
شکل ۶۳ـ۹ـ بار متعادل ستاره

۲ در اتصال بار متعادل به‌صورت مثلث به شبکه سه‌فاز، رابطه ولتاژ خطی V_{AB} و ولتاژ V_P به‌صورت ..... است.

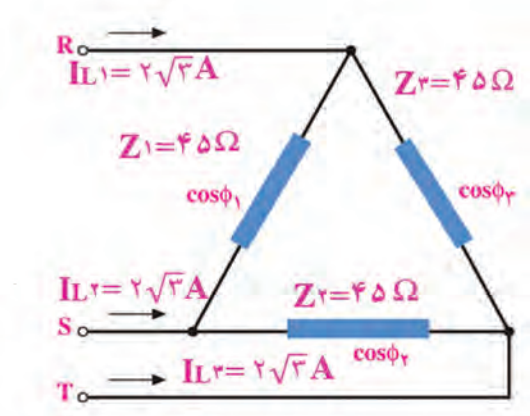
۳ در شکل ۶۳ـ۹ ولتاژ خط $V_L=380V$ و بار متعادل است، مطلوب است محاسبه جریان هر فاز و هر خط.

۴ در شکل ۶۴ـ۹ ولتاژ خط $V_L=150V$ و بار متعادل است، مطلوب است محاسبه جریان هر فاز و هر خط.

۵ در بار متعادل شکل ۶۵ـ۹ جریان و ولتاژ هر فاز و ولتاژ هر خط را محاسبه کنید.



شکل ۶۴ـ۹ـ بار متعادل مثلث



شکل ۶۵ـ۹

آزمون نظری پایان واحد یادگیری

۱ در یک مدار شامل خازن، اگر فرکانس منبع جریان متناوب افزایش یابد، راکتانس خازنی افزایش می‌یابد.

صحیح ☐ غلط ☐

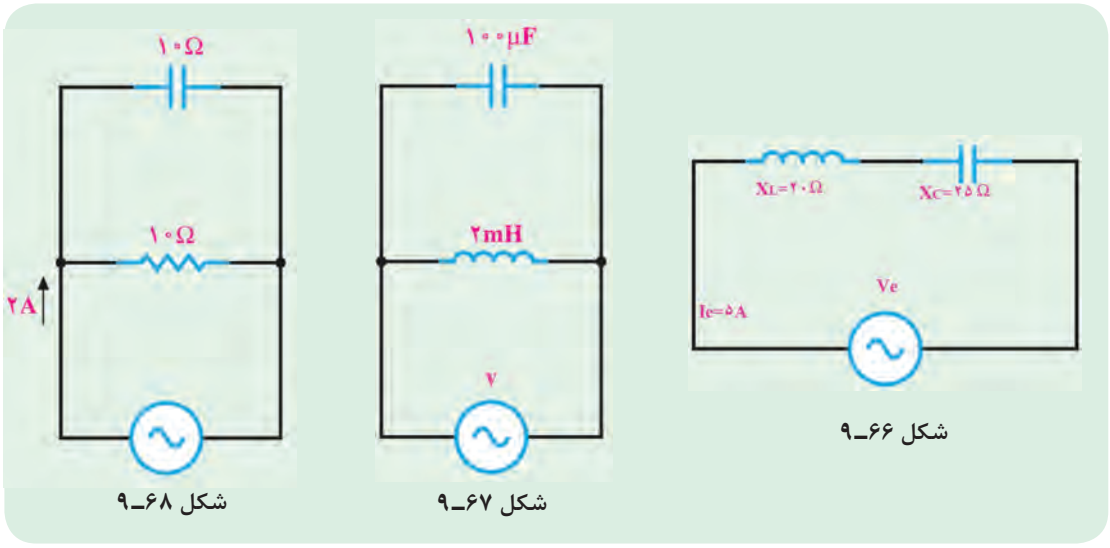
۲ در مدار شکل ۶۶ـ۹ امپدانس مدار و ولتاژ مؤثر مدار را محاسبه کنید.

۳ در شکل ۶۷ـ۹ اگر فرکانس منبع ۱۰۰۰ هرتز باشد مطلوب است:

الف) مقدار راکتانس خازن و سلف در این فرکانس

ب) در چه فرکانسی این مدار رزونانس می‌کند؟

۴ در مدار شکل ۶۸ـ۹ امپدانس مدار و ولتاژ مؤثر منبع را محاسبه کنید.



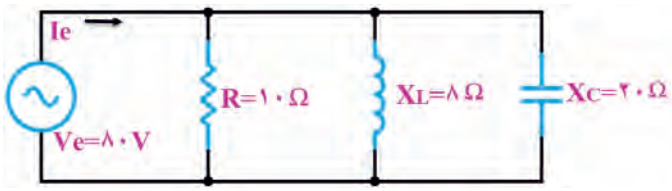
شکل ۶۶ـ۹

شکل ۶۷ـ۹

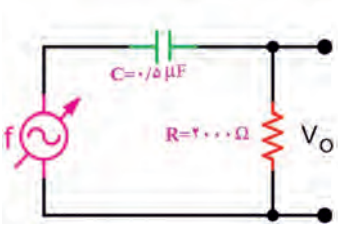
شکل ۶۸ـ۹

۵ در مدار شکل ۶۹ـ۹ ابتدا جریان هر شاخه را نام‌گذاری کنید، سپس جریان هر شاخه، جریان کل مدار و امپدانس کل را محاسبه کنید.

۶ نوع فیلتر شکل ۷۰ـ۹ را بنویسید و فرکانس قطع آن را محاسبه کنید.



شکل ۶۹ـ۹



شکل ۷۰ـ۹

۷ مدار یک فیلتر حذف باند را رسم کنید و فرمول فرکانس رزونانس و پهنای باند آن را بنویسید.

۸ نوع فیلتر به‌کار رفته در شکل ۹ـ۷۱ کدام گزینه است؟

الف) بالاگذر

ب) پایین‌گذر

پ) میان‌گذر

ت) میان‌نگذر

۹ در شکل ۹ـ۷۲ امپدانس و جریان کل مدار را با استفاده از اعداد مختلط محاسبه کنید.

۱۰ در اتصال بار متعادل به‌صورت مثلث کدام گزینه صحیح است؟

الف) $V_L = V_P$

ب) $V_L = \sqrt{۳}\, V_P$

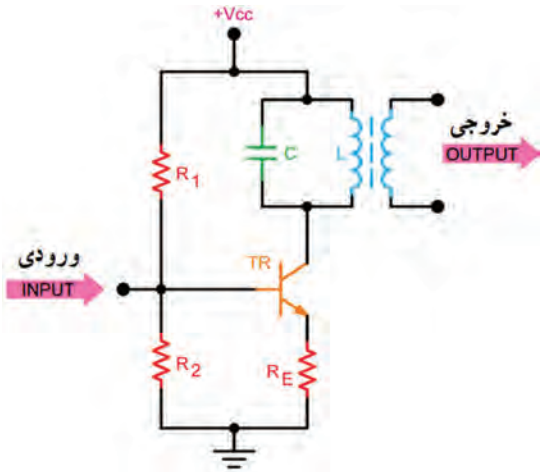
پ) $V_P = \sqrt{۳}\, V_L$

ت) $V_L = ۲V_P$

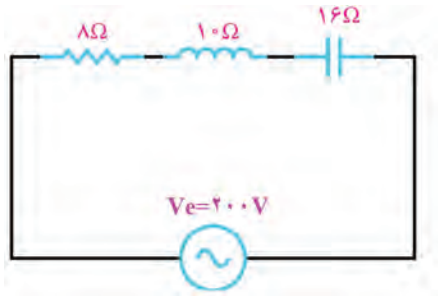
۱۱ مزایای برق سه‌فاز را در مقایسه با تک‌فاز بنویسید.

۱۲ در شکل ۹ـ۷۳ جریان و ولتاژ هر یک از فازها و خط‌ها را محاسبه کنید، (بار متعادل است).

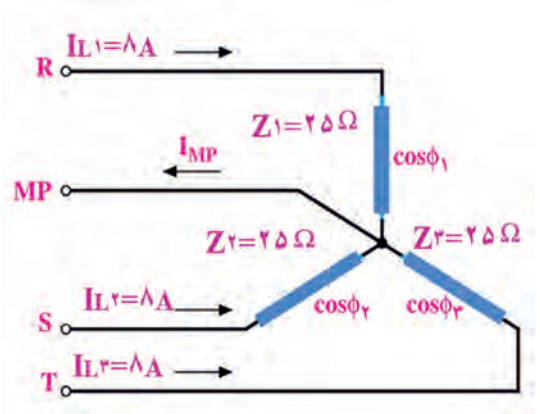
۱۳ در شکل ۹ـ۷۴ با توجه به متعادل بودن بارها، مقدار جریان، ولتاژ و امپدانس هر فاز را محاسبه کنید.



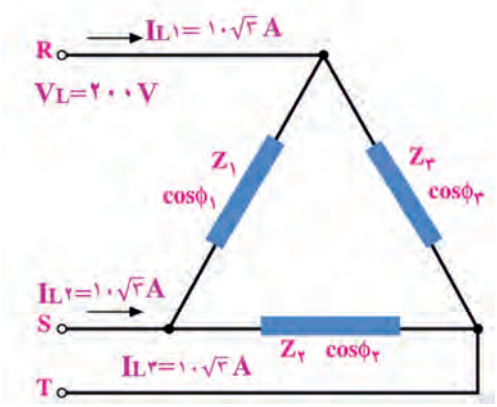
شکل ۹ـ۷۱



شکل ۹ـ۷۲



شکل ۹ـ۷۳



شکل ۹ـ۷۴

ارزشیابی واحد یادگیری ۹: کسب شایستگی در تحلیل انواع فیلترها، نوسان‌سازها و مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز ساده

شرح کار:

۱ تشریح مدارهای RL و RC سری و موازی و حل مسائل آن
۲ تشریح مدارهای RL و RC به‌عنوان فیلتر و حل مسائل آن
۳ تشریح مدارهای RLC سری و موازی و حل مسائل آن
۴ تشریح مدارهای فیلتر عبور باند و حذف باند و حل مسائل آن
۵ مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز و حل مسائل آن

استاندارد عملکرد: تحلیل انواع فیلترها و مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز و مدل‌سازی تقویت‌کننده و بررسی مدار نوسان‌ساز

شاخص‌ها:

۱ تشریح مدارهای RL و RC سری و موازی و حل مسائل آن (۱۰ دقیقه)
۲ تشریح مدارهای RL و RC به‌عنوان فیلتر و حل مسائل آن (۱۰ دقیقه)
۳ تشریح مدارهای RLC سری و موازی و حل مسائل آن (۲۰ دقیقه)
۴ تشریح مدارهای فیلتر عبور باند و حذف باند و حل مسائل آن (۱۵دقیقه)
۵ مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز و حل مسائل آن (۱۵دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کلاس درس یا کارگاه یا سایت مجهز به رایانه ـ نور مناسب ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مرتبط ـ لوازم‌التحریر ـ ماشین حساب

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح مدارهای RL و RC سری و موازی و حل مسائل آن	۲	
۲	تشریح مدارهای RL و RC به‌عنوان فیلتر و حل مسائل آن	۲	
۳	تشریح مدارهای RLC سری و موازی و حل مسائل آن	۲	
۴	تشریح مدارهای فیلتر عبور باند و حذف باند و حل مسائل آن	۲	
۵	مدارهای تک‌فاز و سه‌فاز و حل مسائل آن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ محافظت از تجهیزات و دستگاه‌ها ۲ دقت و مسئولیت‌پذیری ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای ۵ رعایت نکات زیست‌محیطی ۶ به‌کارگیری فناوری نوین ۷ مستندسازی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

واحد یادگیری ۱۰

کسب شایستگی در تحلیل مدار معادل AC تقویت‌کننده‌های یک طبقه و دو طبقه

آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- تحلیل مدار معادل AC تقویت‌کننده یک طبقه و دو طبقه به چه منظوری انجام می‌شود؟
- در تقویت‌کننده امیتر مشترک چگونه می‌توان فیدبک منفی ایجاد کرد؟
- وجود فیدبک منفی چه تأثیری روی مشخصات تقویت‌کننده می‌گذارد؟
- چگونه می‌توان اثر فیدبک منفی را در تقویت‌کننده امیتر مشترک کاهش داد؟
- برای ایجاد نوسان در مدارهای الکترونیکی از کدام اصل و فیدبک باید استفاده کرد؟
- برای تحلیل یک مدارنوسان‌ساز، شناسایی فیلتر برای محاسبه فرکانس رزونانس مدار اهمیت دارد؟

در تحلیل مدارهای تقویت‌کننده نیازبه شناخت رفتار قطعات داریم تا بتوانیم مدار معادل AC تقویت‌کننده را ترسیم و کمیت‌های مدار تقویت‌کننده یک طبقه و دو طبقه را محاسبه کنیم. نوع فیدبک در مقادیر کمیت‌ها تأثیر زیادی دارد، مثلاً فیدبک منفی، ضریب بهره تقویت ولتاژ را کاهش و مقاومت ورودی تقویت‌کننده را افزایش می‌دهد. درحالی که در فیدبک مثبت، بهره تقویت‌کننده زیاد شده و امپدانس ورودی آن کاهش می‌یابد و مدار به نوسان در می‌آید. برای ایجاد فیدبک مثبت به‌منظور پایداری نوسان‌ها لازم است نوع فیلتر در نوسان‌سازها مشخص شود تا بتوان فرکانس رزونانس مدار نوسان‌ساز را محاسبه کرد. در این واحد یادگیری با طرح مدارهای ساده تقویت‌کننده یک طبقه و دو طبقه و مدارهای نوسان‌سازها، چگونگی محاسبه کمیت‌های آنها شرح داده می‌شود. همچنین ضرورت دارد تمامی روابط مربوط به آنها به‌صورت تشریحی، محاسباتی، اجرایی و فعالیت‌های نرم‌افزاری در خارج از ساعت درسی به اجرا درآید. یادآوری می‌شود که از تمام این فعالیت‌ها باید ارزشیابی به عمل آید.

استانداردعملکرد

مدل‌سازی تقویت کننده و بررسی مدارهای نوسان‌ساز

۱ـ۱۰ـ محاسبات AC در مدارهای الکترونیکی

رفتار قطعاتِ مدارِ تقویت‌کننده در سیگنال AC

☑برای اینکه ترانزیستور به‌عنوان تقویت‌کننده عمل کند، باید پس از آنکه ترانزیستور در نقطهٔ کار مناسب (Q) بایاس شد، یک سیگنال AC با دامنه کم (Small Signal) را به ورودی تقویت‌کننده اعمال کنیم.

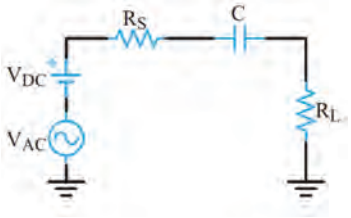
☑سیگنال AC با توجه به تغییراتی که دارد روی نقطه کار DC ترانزیستور اثر می‌گذارد. این تغییرات روی نقطه کار باعث تغییرات زیاد در جریان I_C می‌شود. در نهایت سیگنال را در خروجی ترانزیستور تقویت می‌کند.

☑چگونگی تقویت سیگنال AC در پایه دهم و یازدهم توضیح داده شده است. در این مبحث به بررسی رفتار قطعاتِ مدارِ تقویت‌کننده در سیگنال AC و DC می‌پردازیم.

☑همان‌طورکه گفته شد، عکس‌العمل خازن در جریان DC و AC متفاوت است. در $f=0$، $X_C=\infty$ و در $f=\infty$، $X_C=0$ است. یعنی در شرایط DC، خازن به‌صورت مدار باز (کلید باز)، و در جریان AC، خازن به‌صورت مدار بسته (کلید بسته) عمل می‌کند.

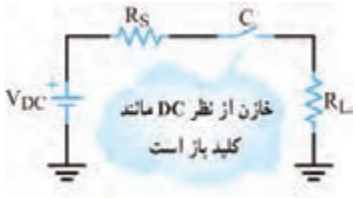
☑اگر فرکانس خیلی زیاد باشد، با انتخاب ظرفیت مناسب، مقدار X_C بسیار کم می‌شود، به‌طوری که می‌توان آن را تقریباً اتصال کوتاه در نظر گرفت. با توجه به این موضوع، خازن در مدارهای تقویت‌کننده به دو صورت کوپلاژ (Coupling) و بای پاس (By pass) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

■ **خازن کوپلاژ:** خازنی است که سیگنال AC را از مداری به مدار دیگر منتقل می‌کند و مانع عبور سیگنال DC می‌شود.شکل ۱ـ۱۰ خازن کوپلاژ را در مداری ساده نشان می‌دهد. این خازن با مولد سیگنال متناوب و بار R_L به‌صورت سری قرار گرفته است.

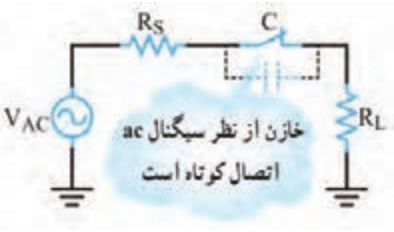


شکل ۱ـ۱۰ـ مدار ساده با خازن کوپلاژ

ـ می‌دانیم خازن در سیگنال DC به‌صورت مدار باز عمل می‌کند. در فرکانس‌های پایین نیز خازن تقریباً رفتاری مشابه مدار باز دارد و نمی‌تواند تمام سیگنال متناوب را به‌بار انتقال دهد. شکل ۲ـ۱۰ رفتار خازن در برابر سیگنال DC را نشان می‌دهد. برای آن که خازن کوپلاژ بتواند قسمت اعظم سیگنال متناوب (AC) را به بار R_L انتقال دهد، باید در پایین‌ترین فرکانس سیگنال AC تقریباً به‌صورت اتصال کوتاه عمل کند. بدیهی است هرقدر فرکانس بالاتر می‌رود، مقدار مقاومت خازنی کمتر و خازن به‌حالت اتصال کوتاه کامل نزدیک‌تر می‌شود. شکل ۳ـ۱۰ خازن را در مقابل سیگنال AC به‌صورت کلید بسته (تقریباً اتصال کوتاه) نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۱۰ـ خازن در برابر سیگنال DC

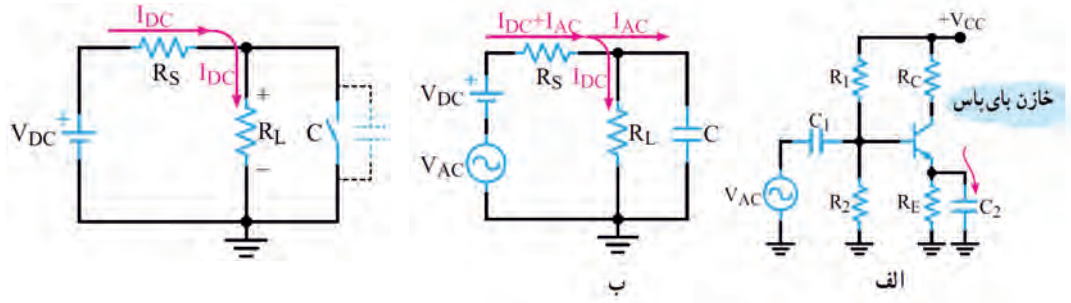


شکل ۳ـ۱۰

فعالیت

تحقیق کنید که برای پذیرفتن حالت اتصال کوتاه خازن در جریان متناوب، چه رابطه‌ای باید بین مقادیر R_S، X_C یا R_L برقرار باشد.

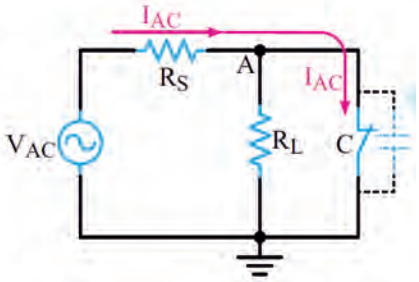
ـ شکل الف و ب ـ ۴ـ۱۰ خازن بای‌پاس را در یک تقویت‌کننده بایاس سرخود و یک مدار ساده نشان می‌دهد. بر خلاف خازن کوپلاژ که با بارسری است، خازن بای‌پاس به‌صورت موازی با بار قرار می‌گیرد. نقش خازن در این مدار ساده، جلوگیری از عبور سیگنال متناوب از R_L و هدایت آن از طریق خازن به زمین است.
در این مدار نیز از نظرDC خازن مانند کلید باز عمل می‌کند. بنابراین ولتاژ DC دو سر R_L ثابت باقی می‌ماند.
شکل ۵ـ۱۰ رفتار خازن را در مقابل سیگنالDC نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۱۰

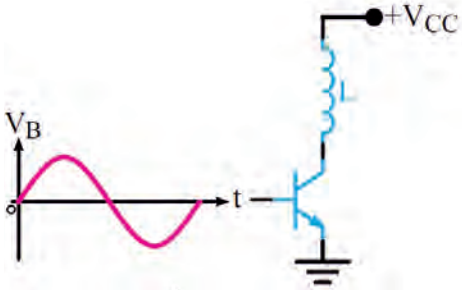
شکل ۵ـ۱۰ـ خازن بای پاس در مقابل سیگنال DC

در سیگنالAC، ظرفیت خازن C باید طوری محاسبه شود که در حداقل فرکانس کار به‌صورت اتصال کوتاه عمل کند، در نتیجه نقطه A از نظر سیگنال AC مطابق شکل ۶ـ۱۰ به زمین اتصال کوتاه می‌شود. در این حالت گوییم در نقطه A، زمین AC یا Ground ایجاد شده است.

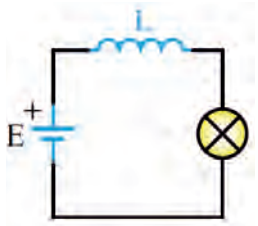


شکل ۶ـ۱۰ـ خازن C در مقابل جریان ac مانند اتصال کوتاه عمل می‌کند.

☑ همان‌طور که قبلاً گفتیم، عکس‌العمل سیم‌پیچ در مدار از رابطه $X_L=2\pi fL$ محاسبه می‌شود. چون مقاومت اهمی‌سیم‌پیچ کم است، از آن صرف‌نظر می‌کنیم. بنابراین، مقاومت سیم‌پیچ در جریان DC (f=۰) برابر صفر است. یعنی سیم‌پیچ در مقابل سیگنال DC به‌صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند.
شکل الف‌ـ۷ـ۱۰ قسمتی از یک تقویت‌کننده را نشان می‌دهد که سلف با کلکتور ترانزیستور سری شده است.
شکل ب‌ـ۷ـ۱۰ یک لامپ را نشان می‌دهد که با سلف به‌صورت سری قرار دارد و در حالت DC روشن است.



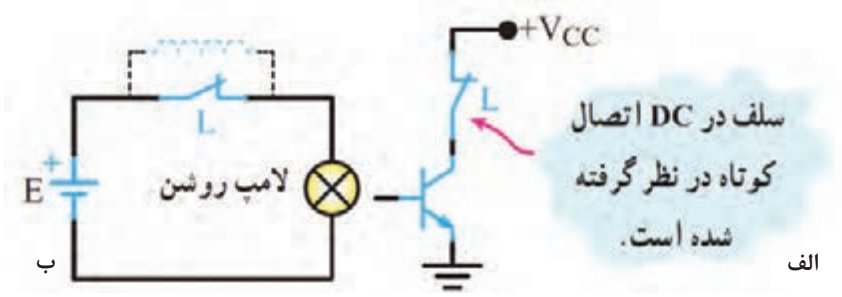
الف – سیگنال متناوب با فرکانس f



ب – لامپ با وجود سلف در مدار روشن است.

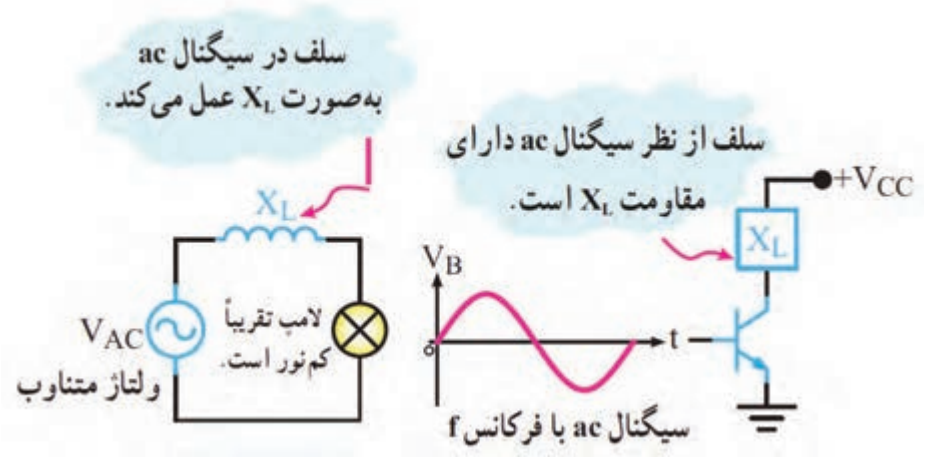
شکل ۷ـ۱۰

بنابراین در جریان مستقیم (DC) سلف به‌صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند و مدار معادل آن به‌صورت شکل۸ـ۱۰ در می‌آید.



شکل ۸ـ۱۰ـ معادل سلف در DC

☑سیم‌پیچ در مقابل سیگنال متناوب (AC) با فرکانس f دارای مقاومتی برابر با X_L است. با توجه به رابطه X_L، هر قدر فرکانس سیگنال متناوب بیشتر باشد، X_L نیز بزرگ‌تر می‌شود.
در سیگنال متناوب سلف دارای مقاومت سلفی X_L است. شکل۹ـ۱۰ سلف را به‌صورت مقاومت معادل در سیگنالAC نشان می‌دهد.



شکل ۹ـ۱۰ـ معادل سلف در سیگنال AC

عکس‌العمل باتری در مدار

ـ اگر باتری را ایده‌آل در نظر بگیریم و از مقاومت داخلی آن صرف‌نظر کنیم، از نظرDC به عنوان یک منبع ولتاژ ایده‌آل، با ولتاژی برابر با V_{DC}، مدار را تغذیه می‌کند.
ـ از طرفی می‌دانیم در داخل باتری یک خازن با ظرفیت بالا وجود دارد، این خازن در سیگنالAC به‌صورت اتصال کوتاه در می‌آید و اصطلاحاً می‌گویند باتری زمین AC یا AC Ground شده است، (شکل۱۰ـ۱۰).
ـ در سیگنال متناوب درصورت برقراری شرایط (فرکانس مناسب) خازن‌ها تقریباً اتصال کوتاه می‌شوند. باتری نیز به‌دلیل داشتن خازن داخلی تقریباً اتصال کوتاه خواهد شد. شکل ب ـ۱۰ـ۱۰مدار معادل تقویت‌کننده را در سیگنال متناوب نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ـ۱۰ـ باتری در برابر سیگنال ac

نکات مهم در مدل‌سازی DC

برای تعیین مدل ساده DC و AC یک مدار به نکات ویژه‌ای توجه داشته باشیم:

ـ خازن در جریان DC به‌صورت کلید باز و در جریان AC در صورت برقرار بودن شرایط، به‌صورت اتصال کوتاه (کلید بسته) در نظر گرفته می‌شود.

ـ سلف در جریان DC به‌صورت اتصال کوتاه (کلید بسته) دیده می‌شود و در جریان AC دارای مقاومت سلفی X_L است.

ـ در صورتی که فرکانس خیلی زیاد باشد و X_L خیلی زیاد شود، در این حالت می‌توان، سلف را به‌صورت مدار باز (کلید باز) در نظر گرفت.

ـ باتری در حالت DC تغییری نمی‌کند، ولی در حالت AC به‌صورت اتصال کوتاه دیده می‌شود.

پژوهش

تحقیق کنید چرا باتری در شرایط AC اتصال کوتاه دیده می‌شود؟

مثال۱: در شکل ۱۱ـ۱۰ مطلوب است:

الف) رسم مدار معادل ساده DC

ب) رسم مدار معادل ساده AC

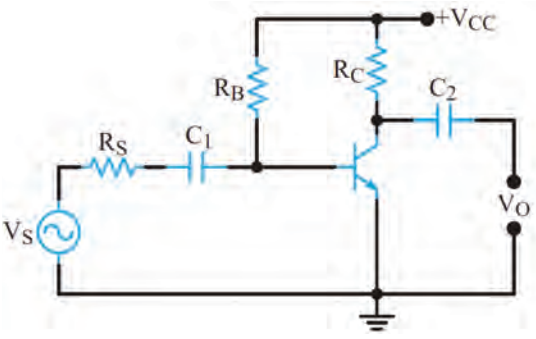
پاسخ:

الف) مدار ساده معادل DC

در سیگنال DC خازن‌های مدار به‌صورت کلید باز هستند و باتری در جای خود قرار دارد. بنابراین اگر ولتاژ ورودی DC باشد، خازن کوپلاژ به‌صورت اتصال باز عمل می‌کند، (شکل ۱۲ـ۱۰).

ب) مدار سادهٔ معادل AC

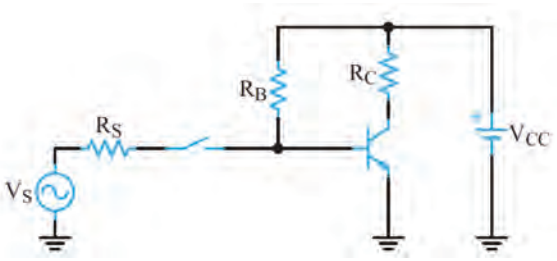
در سیگنال متناوب خازن‌ها در مدار تقریباً به‌صورت اتصال کوتاه هستند و باتری نیز به دلیل داشتن خازن



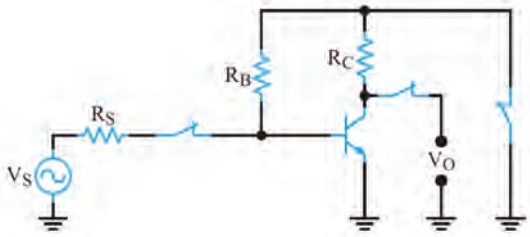
شکل ۱۱ـ۱۰

داخلی به زمین الکتریکی اتصال دارد. شکل ۱۳ـ۱۰ مدار معادل AC ساده را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱۳ـ۱۰ مشاهده می‌شود که انتهای بالایی مقاومت‌های R_B و R_C از طریق ظرفیت خازنی داخل باتری به زمین متصل شده‌اند.

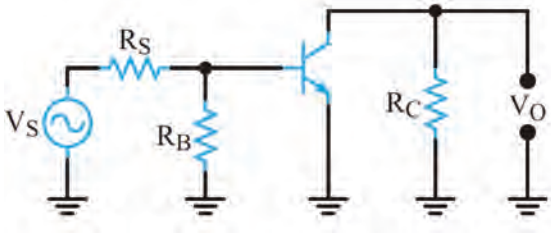
لذا می‌توان مدار را به‌صورت شکل ۱۴ـ۱۰ ترسیم نمود.



شکل ۱۲ـ۱۰ـ مدار معادل DC مثال ۱



شکل ۱۳ـ۱۰ـ اتصال کوتاه خازن‌ها در مثال ۱



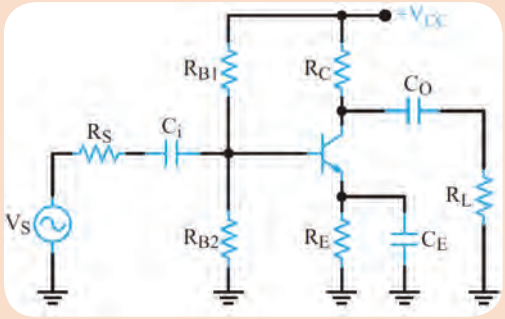
شکل ۱۴ـ۱۰ـ مدار معادل ac مثال ۱

فعالیت در ساعات غیر درسی

با توجه به شکل۱۵ـ۱۰ مطلوب است:

الف) رسم مدار ساده معادل DC

ب) رسم مدار ساده معادل AC



شکل ۱۵ـ۱۰

۲ـ۱۰ـ فیدبک در تقویت کننده‌ها

نقش فیدبک در تقویت‌کنندهٔ ترانزیستوری

☑وقتی تقویت‌کننده‌ای را در نقطه کار معینی طراحی می‌کنیم، باید نقطهٔ کار، ضریب تقویت، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی و سایر مشخصات آن ثابت بماند و تغییر نکند.

☑اگر مقدار هر یک از مقاومت‌های مدار یا مشخصات ترانزیستور تغییر کند یا ترانزیستور تعویض شود، چون مشخصات قطعهٔ تغییر یافته با قطعهٔ قبلی انطباق کامل ندارد، ممکن است باعث تغییر در نقطهٔ کار، مشخصات ورودی و خروجی مدار شود.

☑ همچنین عوامل دیگری مانند حرارت و عوامل غیر قابل کنترل در محیط بر نقطهٔ کار تأثیر می‌گذارند و مشخصات ورودی و خروجی مدار را تغییر می‌دهند.

☑این تغییرات به‌طور طبیعی نامطلوب هستند.

☑ برای ثابت ماندن مشخصات تقویت‌کننده و تنظیم برخی مشخصات از عاملی به نام فیدبک (Feed back) یا بازخورد یا پس‌خوراند استفاده می‌شود.

☑ فیدبک عبارت از انتقال قسمتی از انرژی خروجی (ولتاژ یا جریان) به ورودی مدار است.

به عبارت دیگر، اگر قسمتی از انرژی خروجی مدار به ورودی آن انتقال داده شود، در مدار فیدبک ایجاد می‌شود. در شکل ۱۶ـ۱۰ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده با مدار فیدبک را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۶ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده با فیدبک

☑ در شکل۱۶ـ۱۰ شبکهٔ فیدبک با خروجی مدار موازی شده است و کسری از ولتاژ خروجی مدار را به ورودی تقویت‌کننده بر می‌گرداند.

ولتاژی که به ورودی تقویت‌کننده برمی‌گردد در هر لحظه با ولتاژ ورودی تقویت‌کننده جمع جبری می‌شود.

انواع فیدبک

انتقال انرژی از خروجی تقویت‌کننده به ورودی آن به دو صورت فیدبک مثبت و منفی صورت می‌گیرد.

فیدبک مثبت: اگر ولتاژ برگشتی از خروجی تقویت‌کننده با ولتاژ ورودی آن کاملاً هم فاز باشد، فیدبک از نوع مثبت است.

ـ در این حالت چون ولتاژهای ورودی و خروجی هم‌فاز هستند، ولتاژ ورودی تقویت‌کننده افزایش می‌یابد.

ـ افزایش ولتاژ ورودی، ولتاژخروجی تقویت‌کننده را نیز افزایش می‌دهد.

ـ به این نوع فیدبک که منجر به افزایش دامنهٔ ولتاژ خروجی تقویت‌کننده می‌شود، فیدبک مثبت می‌گویند.

ـ شکل ۱۷ـ۱۰ بلوک دیاگرام فیدبک مثبت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده با فیدبک مثبت

ـ فیدبک مثبت مدار تقویت‌کننده را ناپایدار می‌کند و در صورت وجود شرایط، آن را به نوسان در می‌آورد.

فیدبک منفی: اگر ولتاژ برگشتی مدار با ولتاژ ورودی تقویت‌کننده هم فاز نباشد و با آن ۱۸۰ اختلاف فاز داشته باشد فیدبک منفی به‌وجود می‌آید.

ـ در این حالت ولتاژ فیدبک، به دلیل داشتن ۱۸۰ درجه اختلاف فاز با ولتاژ ورودی تقویت‌کننده، مقدار ولتاژ ورودی را کاهش می‌دهد و باعث کم شدن ولتاژ خروجی می‌شود. این نوع فیدبک را فیدبک منفی می‌گویند.

برای پایداری تقویت‌کننده‌ها از فیدبک منفی استفاده می‌کنند.

شکل ۱۸ـ۱۰ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده با فیدبک منفی را نشان می‌دهد.



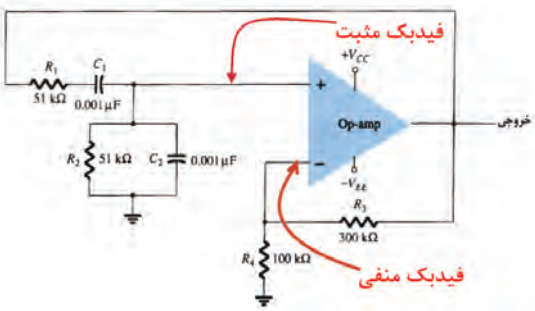
شکل ۱۸ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده با فیدبک منفی

کاربرد فیدبک مثبت و منفی در مدارهای الکترونیکی:

یکی از کاربردهای فیدبک مثبت در نوسان‌سازی است.

☑نوسان‌ساز پل وین (Wein Bridge Oscillator) از یک تقویت‌کننده و شبکه برگشتی RC تشکیل می‌شود، شکل ۱۹ـ۱۰. این نوسان‌ساز یکی از مدارهای الکترونیکی است که هم‌زمان دو فیدبک مثبت و منفی در مدار آن وجود دارد.

☑فیدبک منفی توسط مقاومت‌های R_3 و R_4 ایجاد می‌شود، این مقاومت‌ها بهره مدار تقویت‌کننده را نیز تأمین می‌کنند.



شکل ۱۹ـ۱۰ـ نوسان‌ساز پل وین

☑فیدبک مثبت که توسط مدار RC برقرار می‌شود، بین سیگنال ورودی و خروجی شبکه برگشتی صفر درجه اختلاف فاز ایجاد می‌کند و شبکه برگشتی $\frac{1}{3}$ مرتبه سیگنال ورودی خود را تضعیف می‌کند.

✓اگر $A_V=3$ باشد، بنابراصل بارک‌هاوزن، نوسان‌های پایدار به‌وجود می‌آید. زیرا حاصل‌ضرب بهره ولتاژ تقویت‌کننده (A_V) در ضریب بهره ولتاژ مدار فیدبک (B_V) برابر یک می‌شود، $A_V \times B_V = 3 \times \frac{1}{3} = 1$.

نکته مهم

برای تولید نوسان پایدار در مدار باید سه شرط $A_V.B_V=1$ (اصل بارک‌هاوزن)،فیدبک مثبت و مدار تولیدکننده نوسان وجود داشته باشد.

نقش R_E به عنوان عامل فیدبک منفی

در شکل الف ـ ۲۰ـ۱۰ یک تقویت‌کننده با فیدبک منفی نشان داده شده است.

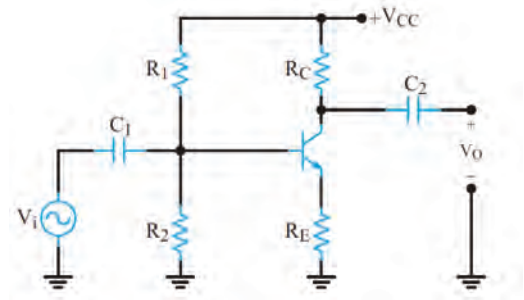
ولتاژ دوسر R_E همان ولتاژ فیدبک (V_f) است. وجود مقاومت R_E باعث ایجاد فیدبک منفی درمدار می‌شود و بهره را کاهش می‌دهد.

توجه داشته باشید که فیدبک منفی، امپدانس ورودی تقویت‌کننده را افزایش می‌دهد.

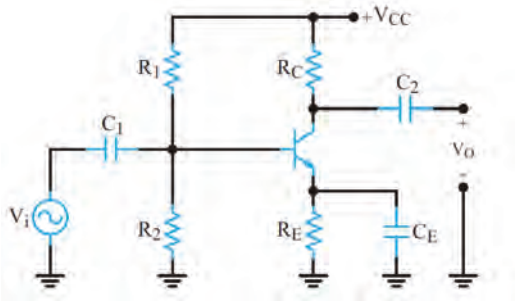
برای خنثی سازی اثر R_E در سیگنال AC، خازنی را مطابق شکل ب ـ۲۰ـ۱۰ با R_E موازی می‌کنند.

این خازن یک خازن بای‌پاس است که هنگام عبور سیگنالAC به‌صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند و اثر مقاومت R_E را از بین می‌برد و مانع ایجاد فیدبک منفی در حالت AC می‌شود.

با بای‌پاس شدن مقاومت R_E، فیدبک AC حذف و بهرهٔ ولتاژ تقویت‌کننده افزایش می‌یابد. همچنین امپدانس ورودی تقویت‌کننده کاهش می‌یابد.



الف



ب

شکل ۲۰ـ۱۰ـ تقویت‌کننده با فیدبک منفی

پژوهش

افزایش حرارت و جریان نشتی از مواردی است که تغییر آن باعث جابه جایی نقطهٔ کار می‌شود. در رابطه با نقش R_E در چگونگی کنترل و پایداری نقطهٔ کار به عنوان فیدبک منفی تحقیق کنید و نتیجه آن را در قالب گزارش به کلاس ارائه دهید.

محاسبه مقدار ظرفیت خازن بای‌پاس

☑ برای آنکه خازن بای‌پاس بتواند در مقابل سیگنال AC به‌صورت اتصال کوتاه عمل کند، باید ظرفیت آن را بزرگ انتخاب کنند.

☑ با توجه به این که ممکن است در سیگنال ورودی تقویت‌کننده طیفی از فرکانس وجود داشته باشد، باید مقدار حداقل ظرفیت خازن بای‌پاس مورد نیاز به طور دقیق انتخاب شود. بنابراین برای محاسبه مقدار ظرفیت خازن بای‌پاس، رابطهٔ مقدار راکتانس خازنی (X_C) را برای کمترین فرکانس ورودی می‌نویسیم: $X_C = \frac{1}{2\pi f_{min} C}$.

☑ مقدار راکتانس خازنی باید خیلی کوچک‌تر از R_E باشد تا بتوان خازن بای‌پاس را اتصال کوتاه در نظر گرفت. به عبارت دیگر: $X_C \le \frac{R_E}{10}$ یا $\frac{1}{2\pi f_{min} C_E} \le \frac{R_E}{10}$

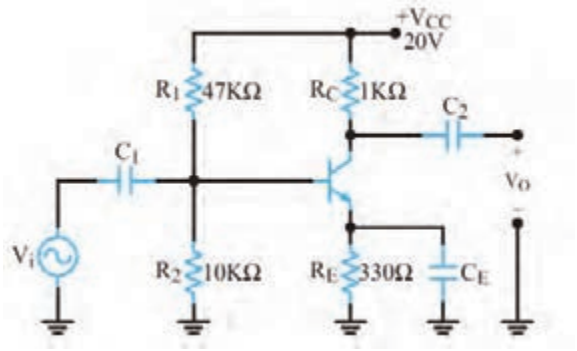
مثال ۲: در تقویت‌کنندهٔ شکل ۲۱ـ۱۰ اگر فرکانس سیگنال متناوب ورودی از ۵۰۰ هرتز تا ۷ کیلوهرتز تغییر کند، ظرفیت خازن C_E را چقدر انتخاب کنیم تا R_E در مقابل سیگنال AC به درستی بای پاس شود؟

$$\frac{1}{2\pi f_{min} C_E} \le \frac{R_E}{10}$$

$$C_E \ge \frac{10}{2\pi f_{min} R_E}$$

$$C_E \ge \frac{10}{2\times 3/14\times 500\times 330}$$

$$C_E \ge 9/65\mu F$$

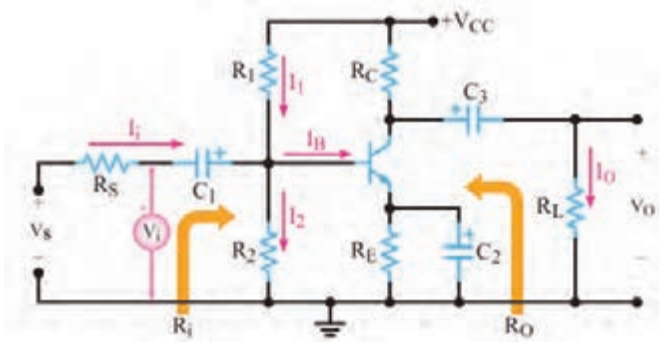


شکل ۲۱ـ۱۰ـ تقویت‌کننده

خازن مناسب خازنی است که مقدار ظرفیت آن برابر ۱۰ μF یا بزرگ‌تر باشد.

تحلیل تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک

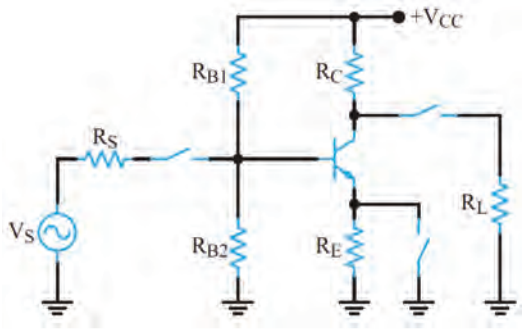
☑ تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک، بیشترین کاربرد در انواع تقویت‌کننده‌ها را دارد. در شکل ۲۲ـ۱۰ یک تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک با بایاس سرخود را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۲ـ۱۰ـ تقویت‌کننده امیتر مشترک

مدار معادل سادهٔ DC و AC تقویت‌کننده امیتر مشترک

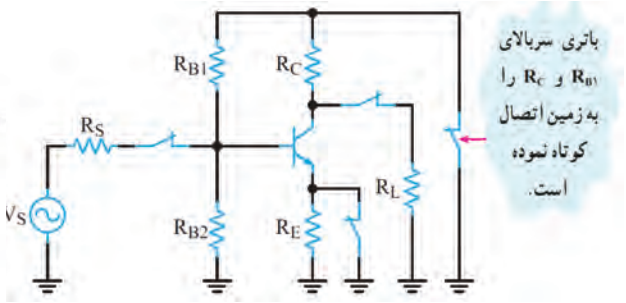
در شکل ۲۳ـ۱۰ مدار ساده معادل DC تقویت‌کننده امیتر مشترک و در شکل‌های ۲۴ـ۱۰و ۲۵ـ۱۰ مدار معادل AC تقویت‌کننده امیتر مشترک را مشاهده می‌کنید.



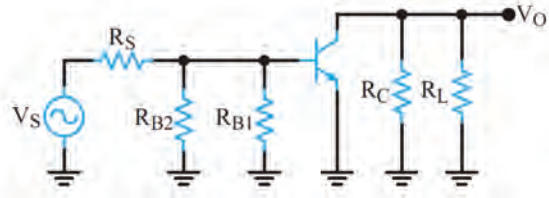
شکل ۲۳ـ۱۰ـ مدار معادل DC تقویت‌کننده امیتر مشترک

بارش فکری

- مدار شکل ۲۴ـ۱۰ را بررسی کنید. به چه دلیل این مدار، مدار معادل AC تقویت‌کننده امیتر مشترک است؟ نتایج را جمع‌بندی کنید و به خوبی فرا بگیرید.
- مدار شکل ۲۵ـ۱۰ را بررسی کنید. به چه دلیل این مدار، مدار معادل AC تقویت‌کننده امیتر مشترک است؟



شکل ۲۴ـ۱۰ـ مدار معادل ac تقویت‌کننده امیتر مشترک



شکل ۲۵ـ۱۰ـ مدار معادل ac ساده شده تقویت‌کننده امیتر مشترک

بهرهٔ جریان

در تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک جریانِ ورودی ترانزیستور، جریان بیس و جریان خروجی ترانزیستور، جریان کلکتور است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، جریان کلکتور، چندین برابر جریان بیس است، بنابراین مدارتقویت‌کننده امیتر مشترک، جریان را تقویت می‌کند. نسبت جریان خروجی به جریان ورودی را بهرهٔ جریان می‌گویند و آن را با حرف A_i نشان می‌دهند.

$$A_i = \frac{I_O}{I_i}$$

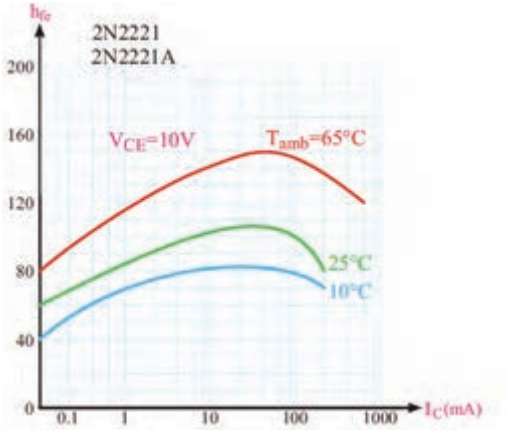
بهره جریان ترانزیستور در آرایش امیتر مشترک برابر است با:

$$A_i = \frac{I_C}{I_B} = \beta$$

حرف β را برای بهره جریان DC به‌کار می‌برند. در جریان متناوب، برای به‌دست آوردن بهرهٔ جریان از پارامتر دیگری به نام h_{fe} استفاده می‌شود که مقدار آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

در بسیاری موارد مقدار h_{fe} تقریباً با مقدار β برابر می‌شود.



شکل ۲۶ـ۱۰ـ منحنی تغییرات h_{fe} برحسب I_C در سه درجه حرارت

ـ β تابعی از جریان، درجه حرارت و مقدار ولتاژ V_{CE} است. کارخانه‌های سازنده، تغییرات h_{fe} را برحسب I_C در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهند.

ـ شکل ۲۶ـ۱۰ منحنی تغییرات h_{fe} را برحسب I_C برای مقادیر $V_{CE}=10\ V$ در درجه حرارت‌های $10^{\circ}C$، $25^{\circ}C$ و $65^{\circ}C$ برای ترانزیستور ۲N۲۲۲۱ نشان می‌دهد.

ـ در برگه‌های اطلاعات معمولاً مقدار β را با نام h_{fe} در جریان DC و دمای خاص ارائه می‌دهند.

بارش فکری

از طریق بارش فکری، رفتار منحنی‌های شکل ۲۶ـ۱۰ را مورد بررسی قرار دهید و جمع‌بندی کنید. نتیجه جمع‌بندی را به‌صورت یک گزارش ثبت کنید و به خاطر بسپارید.

بهرهٔ ولتاژ

اگر به ورودی تقویت‌کننده امیتر مشترک ولتاژ متناوبی اعمال کنیم با توجه به محدودیت V_{BE}، تغییرات ولتاژ ورودی یعنی تغییرات ولتاژ بیس امیتر محدود و با دامنهٔ کم است. اما ولتاژ متناوب خروجی که همان تغییرات ولتاژ کلکتور امیتر است، دامنهٔ زیادی دارد. لذا تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک ولتاژ را نیز تقویت می‌کند و بهرهٔ ولتاژ آن زیاد است.

اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و خروجی

□ جریان ورودی و جریان خروجی در تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک، هم‌فازند، زیرا با افزایش جریان بیس (جریان ورودی) جریان کلکتور (جریان خروجی) نیز افزایش می‌یابد.

□ اما ولتاژ ورودی و خروجی در تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک به اندازهٔ ۱۸۰ درجه با یکدیگر اختلاف فاز دارند، زیرا با افزایش ولتاژ ورودی، جریان خروجی افزایش می‌یابد و مقدار V_{CE} را که همان ولتاژ خروجی است کاهش می‌دهد.

□ عکس این روند نیز صادق‌است، یعنی با کاهش ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی افزایش می‌یابد.

مقاومت ورودی

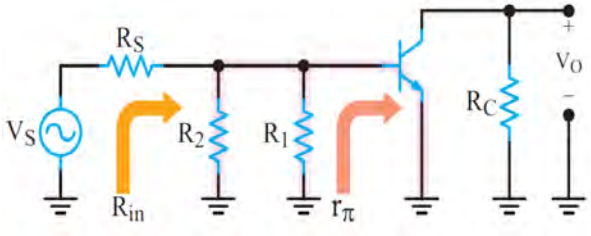
برای تعیین مقاومت ورودی، باید مقادیر جریان و ولتاژ ورودی را داشته باشیم.

□ با توجه به شکل ۲۷ـ۱۰ جریان ورودی I_i و ولتاژ ورودی V_i است. مقاومت ورودی، از تقسیم ولتاژ ورودی به جریان ورودی به‌دست می‌آید. $R_{in}=\frac{V_i}{I_i}$

به مدار سادهٔ معادل AC تقویت‌کننده شکل ۲۸ـ۱۰ توجه کنید.

مقاومت ورودی از سه مقاومت موازی R_1، R_2 و مقاومت دیود بیس امیتر ترانزیستور (r_π) تشکیل می‌شود.

$R_{in}=R_1 \| R_2 \| r_\pi$



شکل ۲۷ـ۱۰ـ مدار ساده معادل ac تقویت‌کننده امیتر مشترک

در صورتی که مقاومت معادل R_1وR_2 در مقایسه با r_π زیاد باشد مقاومت ورودی به سوی مقاومت r_π که مقدار آن کوچک است میل می‌کند.

توجه

اگر I_E یا I_C ترانزیستور مشخص باشد، هدایت انتقالی ترانزیستور از رابطهٔ $g_m = \frac{I_C}{۲۶mV} = \frac{I_E}{۲۶mV}$ و r_π مقاومت دیود بیس امیتر درحالت AC از رابطهٔ $r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$ به دست می‌آید.

توجه

درباره r_π و مقدار آن در مدارهای مختلف تقویت‌کننده تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مقاومت خروجی

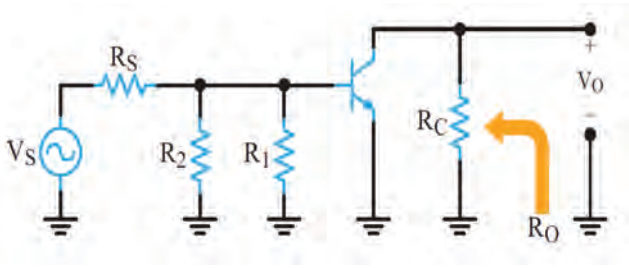
ـ در شکل ۲۸ـ۱۰ به مدار ساده معادل AC تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک، از دید خروجی توجه کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقاومت خروجی از موازی شدن دو مقاومت R_C و مقاومت داخلی کلکتور امیتر ترانزیستور به‌دست می‌آید.

ـ چون دیود کلکتور بیس در بایاس مخالف قرار دارد، بنابراین مقاومتی که از کلکتور امیتر دیده می‌شود بسیار بزرگ است.

ـ هنگامی‌که مقاومت بسیار بزرگ کلکتور امیتر با R_C (بار) موازی می‌شود، مقاومت معادل (مقاومت خروجی) به سمت مقاومت R_C میل خواهد کرد.

ـ مقدار مقاومت R_C در مقایسه با مقاومت کلکتور امیتر در حد متوسط قرار دارد.

مقاومت خروجی را با R_O نمایش می‌دهند.

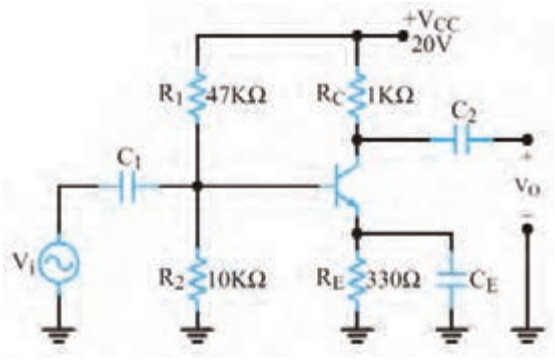


شکل ۲۸ـ۱۰ـ مدار ساده معادل ac تقویت‌کننده امیتر مشترک

تحقیق کنید

در رابطه با چگونگی اندازه‌گیری عملی مقاومت خروجی یک تقویت‌کننده تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

مثال ۳: در تقویت‌کننده شکل ۲۹ـ۱۰ با فرض این‌که $\beta = ۳۵۰$ و $r_\pi = ۱k\Omega$ باشد، مقادیر R_{in} و R_O تقویت‌کننده را به‌دست آورید.



شکل ۲۹ـ۱۰ـ تقویت‌کننده امیتر مشترک

$$R_{in} = R_1 \| R_2 \| r_\pi = ۴۷k \| ۱۰k \| ۱k = ۸۹۱\Omega$$

$$R_O \cong R_C = ۱k\Omega$$

الگوی پرسش

۱ یک نمونه تقویت‌کننده بیس مشترک و یک نمونه تقویت‌کننده کلکتور مشترک توسط هنرآموز ارائه می‌شود و هنرجویان اقدام به ترسیم مدار معادل DC آن می‌نمایند.

۲ در صورتی که در یک نوسان‌ساز ضریب تقویت ولتاژ برابر ۹ باشد ضریب تقویت شبکه برگشتی چقدر باشد تا مدار به نوسان خود ادامه دهد؟

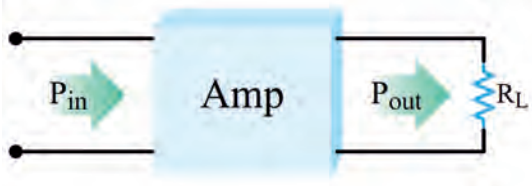
بیان بهرهٔ یک تقویت‌کننده برحسب دسی بل(Decibel):

جست و جو

با توجه به مبحث ریاضی خوانده شده درباره لگاریتم، در رابطه با این موضوع که میزان شنوایی گوش انسان با شدت صدا تناسب لگاریتمی دارد، در رسانه‌های مختلف مرتبط جست‌وجو کنید و نتایج را پس از جمع‌آوری به‌صورت پاورپوینت ارائه دهید.

میزان تقویت‌کنندگی یک دستگاه تقویت‌کننده را به‌صورت لگاریتمی بیان می‌کنند.به شکل ۳۰ـ۱۰ که بلوک دیاگرام یک تقویت‌کننده است توجه کنید.

☑ در این شکل توان داده شده به یک تقویت‌کننده را برابر P_{in} و توانی را که از آن گرفته می‌شود برابر P_{out}



شکل ۳۰ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده

فرض کنیم، طبق تعریف مبنای ده برابر لگاریتم اعشاری نسبت $\frac{P_{out}}{P_{in}}$ را ضریب تقویت برحسب دسی بل می‌نامیم. این موضوع با رابطهٔ لگاریتمی زیر بیان می‌شود.

$$A_p(dB) = ۱۰\log\frac{P_{out}}{P_{in}}$$

مثال ۴: در صورتی که توان وارد شده به شبکهٔ شکل ۳۱ـ۱۰ برابر یک وات و توان دریافتی از آن مساوی ۲ وات باشد، بهرهٔ قدرت این تقویت‌کننده چند دسی بل می‌شود؟

پاسخ: ابتدا A_P را محاسبه می‌کنیم.

$$A_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{۲W}{۱W} = ۲ \text{ مرتبه}$$

مقدار A_P را در رابطهٔ لگاریتمی دسی بل قرار می‌دهیم.

$$A_P(db) = ۱۰\log\frac{P_{out}}{P_{in}} ۱۰\log A_P$$

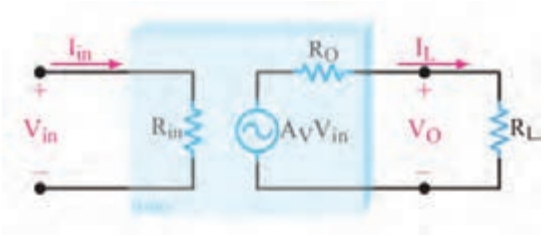
$$A_P(db) = ۱۰\log ۲$$

$\log ۲ = ۰/۳۰۱۰۳$ است که برای سادگی محاسبات آن را برابر با ۰/۳ در نظر می‌گیریم و مقدار A_P را برحسب دسی بل محاسبه می‌کنیم.

تحقیق کنید

در رابطه با چگونگی محاسبهٔ ضریب تقویت توان برحسب بهرهٔ ولتاژ تحقیق کنید و نتیجه را در قالب گزارش ارائه دهید.

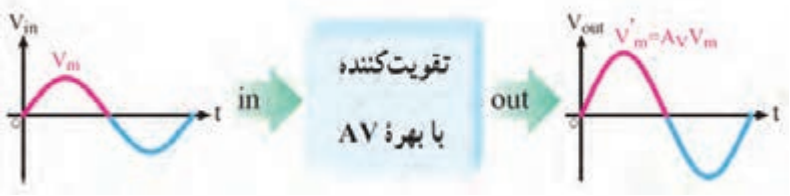
راهنمایی: هر تقویت‌کننده با ضریب بهرهٔ ولتاژ A_V را می‌توان از درگاه ورودی معادل R_{in} و از درگاه خروجی معادل یک منبع ولتاژ و یک مقاومت سری با منبع در نظر گرفت که همان معادل تونن است. در این مدارها بهرهٔ توان برحسب dB را می‌توان براساس ولتاژ ورودی و خروجی شبکه بیان نمود. شکل ۳۱ـ۱۰مدل الکتریکی یک تقویت‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۳۱ـ۱۰ـ مدل الکتریکی تقویت‌کننده

پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌ها

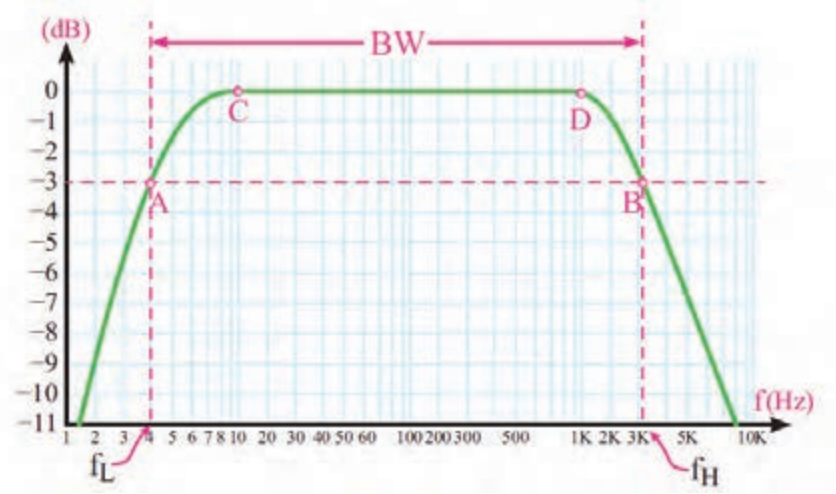
اگر ولتاژ ورودی یک تقویت‌کننده را سیگنالی با فرکانس ثابت، به‌صورت $V_i = V_m \sin\omega t$ در نظر بگیریم با چنین فرضی، شکل ولتاژ ظاهر شده در خروجی آن نیز شبیه شکل موج ورودی و تنها با دامنه‌ای متفاوت با آن است.



شکل ۳۲ـ۱۰ـ مدل بلوکی تقویت‌کننده

یعنی: $v_o = V'_m \sin\omega t$ که در آن $V'_m = A_V V_m$ است.

شکل ۳۲ـ۱۰ نمای بلوکی تقویت‌کننده و ولتاژ ورودی و خروجی آن را نشان می‌دهد. در شکل ۳۳ـ۱۰ منحنی پاسخ فرکانسی یک تقویت‌کننده رسم شده است. در این شکل بهرهٔ تقویت‌کننده، در حالت انتقال بدون تضعیف برابر با یک فرض شده است. منحنی از دو ناحیهٔ کاملاً متفاوت تشکیل می‌شود.



شکل ۳۳ـ۱۰ـ منحنی پاسخ فرکانسی یک تقویت‌کننده نمونه

ناحیهٔ CD که کلیهٔ فرکانس‌های واقع در این محدوده به یک نسبت تقویت می‌شوند. در نواحی سمت چپ نقطه C و سمت راست نقطهٔ D میزان تقویت کاهش می‌یابد و سیر نزولی را طی می‌کند.

الگوی پرسش

۱ انواع فیدبک را نام ببرید. مقاومت امیتر در تقویت‌کننده امیتر مشترک چه نوع فیدبکی است؟ چرا؟

۲ در صورتی که مقاومت امیتر یک تقویت‌کننده ۲۲۰ اهم و فرکانس مدار از ۱۰۰۰ هرتز تا ۱۰۰۰۰ هرتز تغییر کند، خازن بای پاس مناسب را برای آن محاسبه کنید.

۳ تفاوت خازن بای پاس و کوپلاژ و نقش آنها را در تقویت‌کننده شرح دهید.

تعریف باند مفید و فرکانس قطع

محدوده‌ای از طیف فرکانس در تقویت‌کننده که در آن ضریب تقویت، تغییر محسوسی نمی‌کند را باند مفید فرکانس آن تقویت‌کننده می‌نامند.

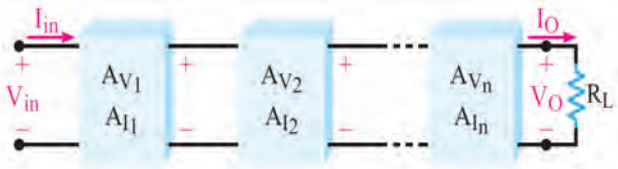
در شکل ۳۳ـ۱۰ این باند بین دو نقطهٔ A و B واقع شده است. فرکانس متناظر با نقطهٔ A را فرکانس قطع پایین و فرکانس متناظر با نقطهٔ B را فرکانس قطع بالای تقویت‌کننده می‌گوییم.

طبق تعریف، فرکانس قطع به فرکانسی گفته می‌شود که در آن بهرهٔ توان تقویت‌کننده به نصف مقدار طبیعی خود کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر ۳dB افت می‌کند.

۳ـ۱۰ ـ تقویت‌کننده‌های چند طبقه

اگر n طبقهٔ تقویت‌کننده با بهره ولتاژ A_{V1}، A_{V2}و... Av_n و بهره جریان Ai_1، Ai_2 و...Ai_n طبق شکل ۳۴ـ۱۰ پشت سر هم قرار گیرند، یک تقویت‌کنندهn طبقه به‌دست می‌آید.

☑با توجه به اختلاف بین سیگنال‌های ورودی و خروجی تقویت‌کننده‌ها، بهرهٔ ولتاژ و بهره جریان کل تقویت‌کننده از روابط زیر محاسبه می‌شود.



شکل ۳۴ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام n طبقه تقویت‌کننده

$$A_{VT} = \frac{V_o}{V_{in}} = \pm A_{V1} A_{V2} \cdots\cdots A_{Vn}$$

$$A_{IT} = \frac{I_o}{I_{in}} = \pm A_{i1} A_{i2} \cdots\cdots A_{in}$$

ـ در رابطهٔ بهرهٔ ولتاژ کل(A_{VT})، علامت (+) به معنی هم فاز بودن V_o با V_{in} و علامت (ـ) به معنی وجود ۱۸۰ درجه اختلاف فاز بین V_o و V_{in} است. در رابطهٔ بهرهٔ جریان کل (A_{IT})، علامت‌های ± نیز همین مفهوم را دارند.

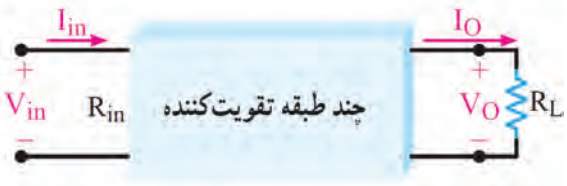
ـ باید توجه داشت که در شکل ۳۴ـ۱۰ بهره ولتاژ (A_V) و بهرهٔ جریان (A_I) برای هر طبقه در شرایطی در نظر گرفته شده است که همهٔ طبقات به هم اتصال دارند به عبارت دیگر، A_V و A_I بیانگر میزان تقویت هر طبقه به‌طور مستقل نیست. بهرهٔ توان کل از حاصل ضرب بهرهٔ ولتاژ و بهرهٔ جریان به‌دست می‌آید.

$$A_{PT} = A_{VT} \times A_{IT}$$

ـ برای اثبات رابطه بهره توان کل می‌توان دیاگرام چند طبقه تقویت‌کننده را به‌صورت یک بلوک کلی مانند شکل ۳۵ـ۱۰ در نظرگرفت.

در بلوک شکل ۳۵ـ۱۰ بهرهٔ توان کل از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$A_p = \frac{P_o}{P_{in}}$$



شکل ۳۵ـ۱۰ـ نمایش چند طبقه تقویت‌کننده در یک بلوک کلی

ـ از آنجایی که $P_O=R_L I_O^2$ و $P_{in}=R_{in}I_{in}^2$ است، می‌توان نوشت :

$$A_P = \frac{P_O}{P_{in}} = \frac{R_L I_O^2}{R_{in} I_{in}^2} = \frac{R_L I_O}{R_{in} I_{in}} \times \frac{I_O}{I_{in}}$$

ـ به جای مقادیر $R_L I_O$ و $R_{in}I_{in}$ مقادیر معادل آن یعنی V_o و V_{in} را قرار می‌دهیم. $A_P = \frac{V_o}{V_{in}} \times \frac{I_o}{I_{in}}$

ـ اگر در این معادله به جای $\frac{V_o}{V_{in}}$ و $\frac{I_o}{I_{in}}$ ، A_{VT} و A_{IT} قرار داده شود رابطهٔ بهرهٔ توان کل به‌صورت $A_P=A_{VT}\times A_{IT}$ به‌دست می‌آید.

تحقیق کنید

با مراجعه به منابع مختلف و سایت‌های اینترنتی تحقیق کنید که به چه دلیل میزان بهرهٔ طبقات تقویت کننده به‌صورت جداگانه و متصل به هم تفاوت دارد. نتیجه تحقیق خود را به کلاس ارائه دهید.

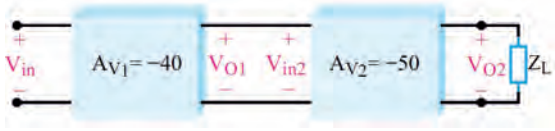
مثال ۵: با توجه به شکل ۳۶ـ۱۰ اگر V_{in} برابر $1mV$ باشد V_{o1} و V_{o2} و A_{v1} را محاسبه کنید.

پاسخ: بهرهٔ ولتاژ طبقهٔ اول از رابطهٔ $A_{V1} = \frac{V_{o1}}{V_{in1}}$ به‌دست می‌آید. لذا $V_{o1}=A_{v1}\times V_{in1}$ است. به جای A_{v1} و V_{in1} عددگذاری می‌کنیم:

$$V_{o1}=(-40)(1mV)=-40mV$$

☑ علامت (ـ) نشان می‌دهد که V_{o1} با V_{in} به اندازهٔ 180° اختلاف فاز دارد. بهرهٔ ولتاژ طبقهٔ دوم از رابطهٔ $A_{v2} = \frac{V_{o2}}{V_{in2}}$ به‌دست می‌آید. رابطه را به‌صورت $V_{o2}=A_{v2}\times A_{in2}$ می‌نویسیم، چون V_{o1} برابر V_{in2} است به جای V_{in2} مقدار عددی V_{o1} را قرار می‌دهیم:

$$V_{o2}=(-40)(-50)=-2000mv$$



شکل ۳۶ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام دو طبقه تقویت‌کننده

☑ مقدار A_{VT} را از مقادیر V_{o2} و V_{in} محاسبه می‌کنیم. $A_{VT} = \frac{V_{o2}}{V_{in}} = \frac{2000}{1} = 2000$ مرتبه

☑ مقدار A_{VT} را از رابطهٔ $A_{VT}=A_{v1}\times A_{v2}$ نیز می‌توان محاسبه نمود. $A_{VT}=(-40)(-50)=+2000$ مرتبه

☑ همان‌طور که مشاهده می‌شود A_{VT} علامت مثبت دارد یعنی ولتاژ خروجی با ولتاژ ورودی هم فاز است.

تمرین: اگر A_{v1} برابر $+20$ و A_{v2} برابر -10 باشد A_{VT} را محاسبه کنید.

الگوی پرسش

۱ در صورتی که در یک تقویت‌کننده سه طبقه ، بهره ولتاژ طبقه اول ۵، بهره ولتاژ طبقه دوم ۱۰ و بهره ولتاژ طبقه سوم ۱۲ باشد مقدار A_{VT} را محاسبه کنید.

۲ در صورتی که به ورودی تقویت‌کننده سؤال ۱ ولتاژی با دامنه ۰/۵ میلی ولت بدهیم، ولتاژ خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

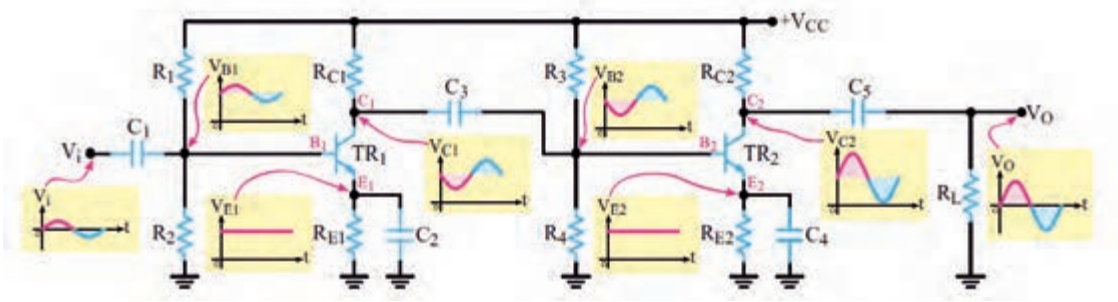
۳ فرمول بهره توان برحسب دسی‌بل را بنویسید. اگر $P_{in} = ۱۰mW$ و $P_o = ۱۰W$ باشد، مقدار بهره توان را برحسب دسی بل محاسبه کنید.

اتصال تقویت‌کننده‌ها به یکدیگر

برای انتقال سیگنال از یک طبقهٔ تقویت‌کننده به طبقهٔ دیگر باید دو طبقه را به یکدیگر اتصال دهیم. چگونگی اتصال دو طبقه تقویت‌کننده را به یکدیگر کوپلاژ (Coupling) می‌گویند. اتصال بین طبقات به‌وسیلهٔ خازن، ترانسفورماتور یا به‌طور مستقیم امکان‌پذیر است. از این رو سه نوع کوپلاژ خازنی، ترانسفورماتوری و مستقیم تعریف می‌شود.

محاسبات امپدانس در کوپلاژ خازنی

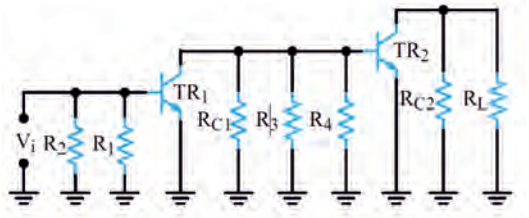
☑اگر دو یا چند طبقه تقویت‌کننده را به‌وسیلهٔ یک یا چند خازن به یکدیگر وصل کنیم می‌گوییم کوپلاژ بین طبقات تقویت‌کننده به‌صورت خازنی است. تقویت‌کنندهٔ دوطبقه با کوپلاژ خازنی و شکل موج نقاط مختلف آن در شکل ۳۷ـ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۳۷ـ۱۰ـ تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی

☑مدار معادل AC تقویت‌کننده با کوپلاژ خازنی:

در رسم مدار معادل AC، کلیهٔ خازن‌های مدار را به‌صورت اتصال کوتاه در نظر می‌گیریم و منبع تغذیهٔ $+V_{CC}$ را به زمین الکتریکی وصل می‌کنیم. بنابراین مدار معادل AC تقویت‌کنندهٔ ۳۷ـ۱۰ به‌صورت شکل ۳۸ـ۱۰در می‌آید. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مدار معادلAC این تقویت‌کننده، مقاومت‌های بایاس $R_۱$ و$R_۲$ همچنین $R_۳$ و $R_۴$ باهم به‌صورت موازی در می‌آیند. در ضمن مقاومت بار (R_L) با مقاومت $R_{C۲}$ به‌صورت موازی دیده می‌شود. توجه داشته باشید که مقاومت‌های بایاس $R_۳$ و $R_۴$ به عنوان مقاومت بار $R_{L۱}$ با مقاومت $R_{C۱}$ به‌صورت موازی بسته شده است. به نظر می‌رسد که در این مدار منبع تغذیه وجود ندارد اما توجه داشته باشید که ترانزیستورها به عنوان یک منبع تغذیهٔ وابسته عمل می‌کنند.



شکل ۳۸ـ۱۰ـ مدل ac تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی

محاسبه کمیت‌های Z_{in} و Z_{out} تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی

امپدانس ورودی تقویت‌کننده دو طبقه همان امپدانس ورودی طبقه اول است که رابطهٔ آن برابر است با:

$Z_{in}=R_1 \| R_2 \| r\pi_1$

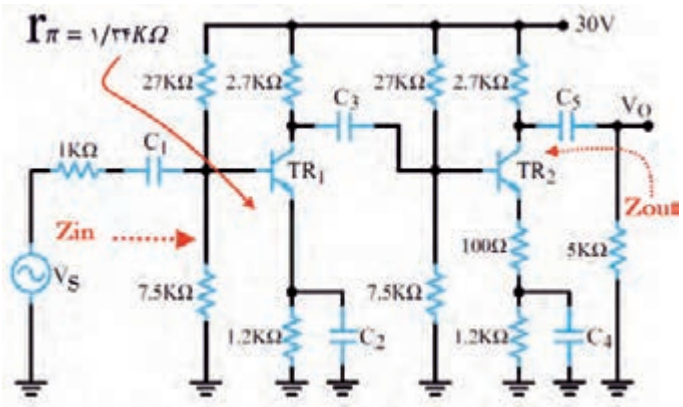
امپدانس خروجی تقویت‌کننده از موازی شدن دو مقاومت R_{C2} و مقاومت داخلی کلکتور امیتر ترانزیستور دوم به‌دست می‌آید. مقاومتی که از کلکتور امیتر ترانزیستور دوم دیده می‌شود بسیار بزرگ است. هنگامی که مقاومت بسیار بزرگ کلکتور امیتر با R_{C2} موازی می‌شود مقاومت معادل (مقاومت خروجی) به سمت مقاومت R_{C2} میل خواهد کرد. $Z_{out}\cong R_{C2}$

مثال۶: در تقویت‌کننده دوطبقهٔ با کوپلاژ خازنی شکل ۳۹ـ۱۰ امپدانس ورودی و خروجی را به‌دست آورید.

$Z_{in}=R_1 \| R_2 \| r\pi_1$

$Z_{in}=27k \| 7/5k \| 1/34k \cong 1/1 k\Omega$

$Z_{out}\cong R_{C2}=2/7\ k\Omega$



شکل۳۹ـ۱۰ـ تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژ خازنی

۴ـ۱۰ـ کاربرد فیلتر و تقویت‌کننده در نوسان‌سازها

در مورد انواع نوسان‌سازها و بخش‌های تشکیل‌دهنده مدار یک نوسان‌ساز و چگونگی ایجاد نوسان در پایه یازدهم توضیح لازم داده شد. در این واحد یادگیری، هدف بررسی نوع فیلتر در مدار نوسان‌ساز و فرمول تعیین فرکانس مدار و چگونگی محاسبه فرکانس در نوسان‌ساز است.

کاربرد فیلتر و تقویت‌کننده در نوسان‌ساز RC (پل وین)

ـ در مورد مدار فیدبک در مدار نوسان‌ساز پل وین که از نوع نوسان‌سازهای RC است، قبلاً توضیح داده شد. در این قسمت به محاسبه فرکانس نوسان مدار می‌پردازیم.

پژوهش

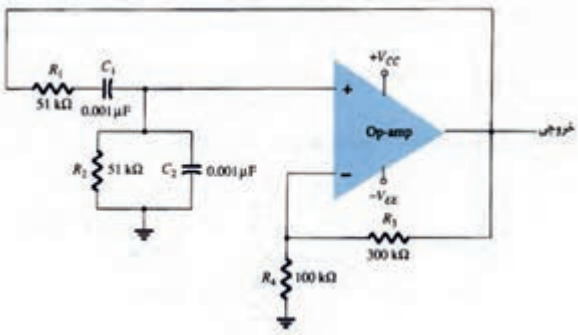
در مورد عملکرد مدار نوسان‌ساز پل‌وین تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به صورت پاورپوینت ارائه دهید.

محاسبه فرکانس در نوسان‌ساز پل وین

مثال ۷: در مدار نوسان‌ساز پل وین شکل ۴۰ـ۱۰، فرکانس نوسان‌ساز را محاسبه کنید.

پاسخ:

در مدار نوسان‌ساز پل وین، اگر $R_1=R_2=R$ و $C_1=C_2=C$ باشد، فرکانس از رابطه $f_o=\frac{1}{2\pi RC}$ محاسبه می‌شود.



شکل ۴۰ـ۱۰ـ نوسان‌ساز پل وین

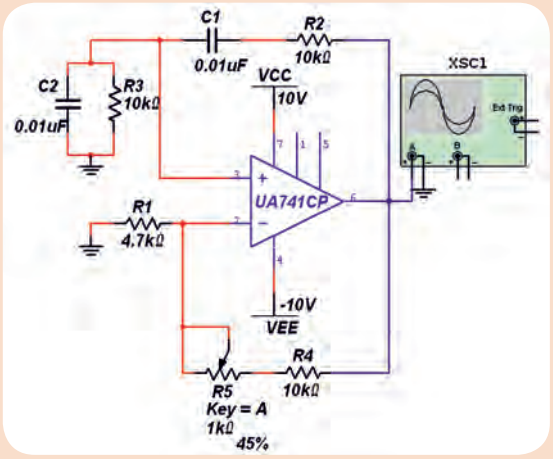
با جایگزینی مقادیر R و C در رابطه $f_o=\frac{1}{2\pi RC}$، فرکانس نوسان را به‌دست می‌آوریم.

$$f_o=\frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_o=\frac{1}{2\times 3/14\times 51\times 10^{3}\times 1\times 10^{-9}}$$

$$f_o=3122/27Hz=3/12KHz$$

فعالیت در ساعات غیر درسی



شکل ۴۱ـ۱۰ـ نوسان‌ساز پل وین

مدار نوسان ساز پل وین شکل ۴۱ـ۱۰ را در نرم‌افزار مولتی سیم یا هر نرم‌افزارمناسب دیگر ببندید.

۱ دامنهٔ موج خروجی آن را توسط دستگاه اسیلوسکوپ اندازه بگیرید. فرکانس نوسان‌ها را به‌دست آورید.

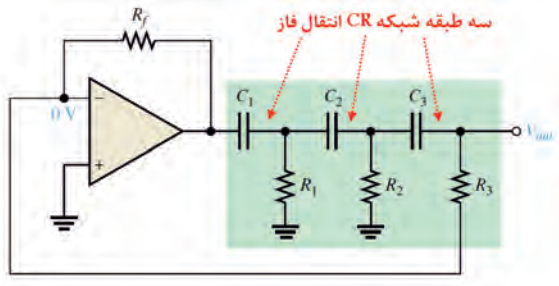
۲ فرکانس نوسان‌ساز پل وین از چه رابطه‌ای به‌دست می‌آید؟ رابطه را بنویسید.

۳ آیا فرکانس محاسبه شده با فرکانس اندازه‌گیری شده در مدار شکل ۴۱ـ۱۰ برابر است؟ در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

کاربرد فیلتر و تقویت‌کننده در نوسان‌ساز انتقال فاز

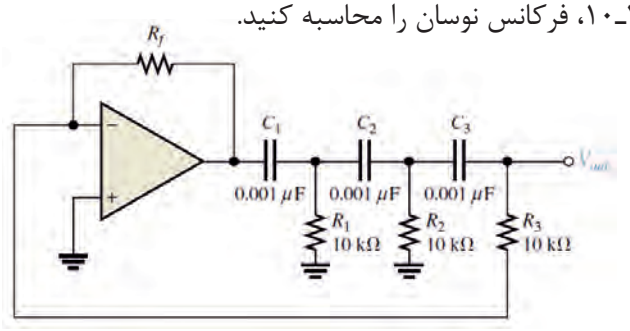
ـ یک نمونه مدار نوسان ساز انتقال فاز در شکل ۴۲ـ۱۰ نشان داده شده است. در مسیر فیدبک مدار از سه طبقه شبکه RC انتقال فاز ۱۸۰درجه برای تهیه فیدبک مثبت استفاده شده است.

□ ضریب تضعیف شبکه RC، $B_V=\frac{1}{29}$ است برای پایداری نوسان و برقراری اصل بارک هاوزن باید ضریب بهره تقویت‌کننده آن $A_V=29$ باشد. فرکانس نوسان از رابطه $f_o=\frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$ قابل محاسبه است.



شکل ۴۲ـ۱۰ـ نوسان‌ساز انتقال فاز

مثال۸: در مدار نوسان‌ساز انتقال فاز شکل ۴۳ـ۱۰، فرکانس نوسان را محاسبه کنید.



شکل ۴۳ـ۱۰ـ نوسان‌ساز انتقال فاز

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

$$f_o = \frac{1}{2\times 3/14\times 10\times 10^{3}\times 1\times 10^{-9}\sqrt{6}}$$

$$f_o = 6499/41\,Hz = 6/49\,KHz$$

فعالیت نرم‌افزاری

مدار نوسان‌ساز انتقال فاز را در نرم‌افزار ببندید و فرکانس نوسان آن را اندازه‌گیری کنید و با نتایج محاسبه شده مقایسه کنید.

نوسان‌ساز با شبکهٔ فیدبک ترانسفورماتوری (آرمسترانگ ـ Armstrong)

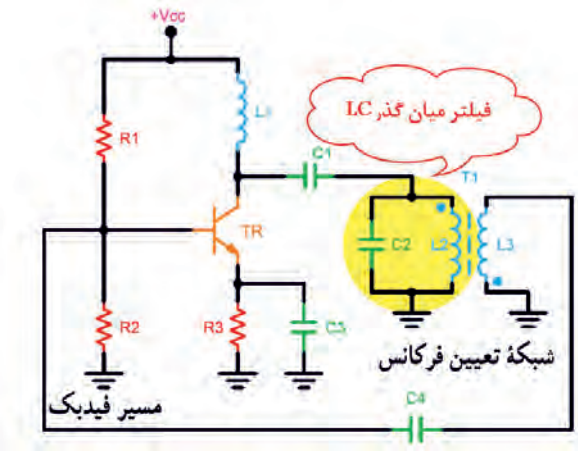
ـ در این مدار عمل فیدبک از طریق یک ترانسفورماتور صورت می‌گیرد. این نوع مدار نوسان‌ساز را مدار Armstrong می‌نامند.

ـ در شکل ۴۴ـ۱۰ مدار کلی نوسان‌ساز آرمسترانگ را مشاهده می‌کنید. مقدار فرکانس رزونانس مدار از رابطه $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه:

f_r = فرکانس نوسان اسیلاتور برحسب هرتز

L = ضریب خود القا برحسب هانری

C = مقدار ظرفیت خازن برحسب فاراد



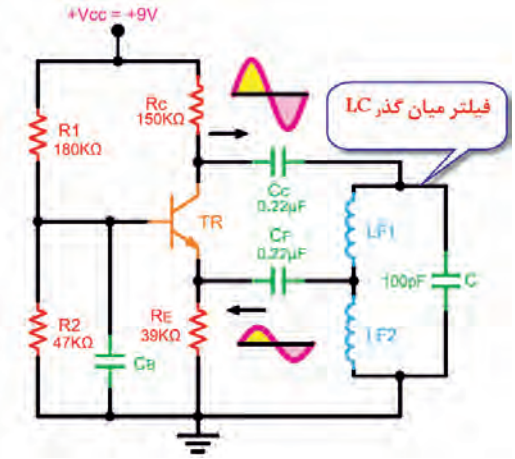
شکل ۴۴ـ۱۰ـ نوسان‌ساز آرمسترانگ

مثال۹: در مدار نوسان ساز آرمسترانگ شکل ۴۴ـ۱۰ مقدار $L_2=58/6\mu H$ و $C_2=300pF$ است، فرکانس رزونانس مدار چقدر است؟

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\times 3/14\sqrt{300\times 10^{-12}\times 58/6\times 10^{-6}}}$$

$$f_r = 2/3\,MHz$$



شکل ۴۵ـ۱۰ـ نوسان‌ساز هارتلی

نوسان‌ساز هارتلی (Hartly)

ـ در این نوسان‌ساز، ولتاژ فیدبک از طریق تقسیم ولتاژ روی سلف تأمین می‌شود. این نوسان‌ساز در فرکانس‌های بالا بهتر عمل می‌کند. شکل ۴۵ـ۱۰ فیلتر میان گذر LC و تقویت‌کننده بیس مشترک را در نوسان سازهارتلی نشان می‌دهد.

چگونگی محاسبه فرکانس رزونانس مدار

فرکانس تولید شده توسط نوسان‌ساز از رابطه $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$ به‌دست می‌آید. در این رابطه:

ضریب خودالقایی معادل L_{eq}، ضریب القای متقابل L_m، L_{F_2} و L_{F_1} ضریب خود القایی هر سیم‌پیچ برحسب‌هانری هستند. مقدار L_m از رابطهٔ $L_m = K\sqrt{L_{F_1}L_{F_2}}$ قابل محاسبه است. در این رابطه:

L_m= ضریب القای متقابل برحسب‌هانری

$K = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}$ و Kضریب کوپلاژ بین دو سیم‌پیچ است

φ_2 شار مغناطیسی سیم‌پیچ دوم و φ_1 شار مغناطیسی سیم‌پیچ اول هستند.

مثال۱۰: در مدار نوسان‌سازهارتلی شکل ۴۵ـ۱۰ اگر $L_{F_1}=100\mu H$ ، $L_{F_2}=100\mu H$، $L_m=20\mu H$ و $C=20pF$ باشد، فرکانس رزونانس را به‌دست آورید.

$$L_{eq}=L_{F_1}+L_{F_2}+2L_m$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$$

$$L_{eq}=1000+100+(2\times20)=1140\mu H$$

$$f_r = \frac{1}{2\times3/14\sqrt{1140\times10^{-6}\times20\times10^{-12}}}$$

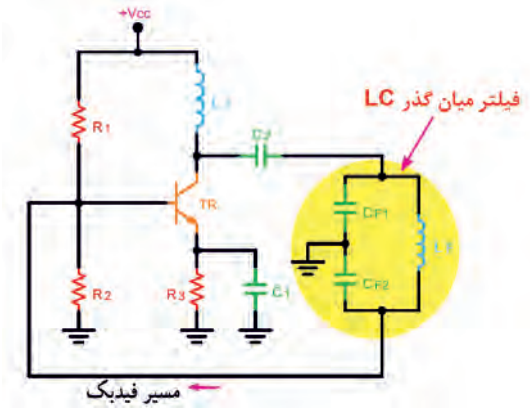
$$f_r=1/05MHz$$

نوسان‌ساز کول‌پیتس (Colpitts)

ـ در صورتی که فیدبک مدار از طریق تقسیم ولتاژ توسط خازن صورت گیرد، مدار نوسان‌ساز را کول‌پیتس (Colpitts) می‌نامند.

ـ در شکل ۴۶ـ۱۰یک نمونه مدار نوسان‌ساز کول‌پیتس ترسیم شده است. مدار تقویت‌کننده این نوسان‌ساز از نوع امیتر مشترک است.

ـ مدار تعیین‌کننده فرکانس مجموعه خازن‌های C_{F1} و C_{F2} و سیم‌پیچ L_F است که یک فیلتر میان‌گذر LC را تشکیل می‌دهند.



شکل ۴۶ـ۱۰ـ نوسان‌ساز کول‌پیتس

ـ مقدار فرکانس نوسان‌ساز کول‌پیتس از رابطه $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_F C_{eq}}}$ قابل محاسبه است. در این رابطه:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{F_1}} + \frac{1}{C_{F_2}} \rightarrow C_{eq} = \frac{C_{F_1}C_{F_2}}{C_{F_1}+C_{F_2}}$$

f_r= فرکانس نوسان‌ساز برحسب هرتز، L_F = مقدار اندوکتانس برحسب‌هانری، C_{eq} = مقدار ظرفیت معادل برحسب فاراد است.

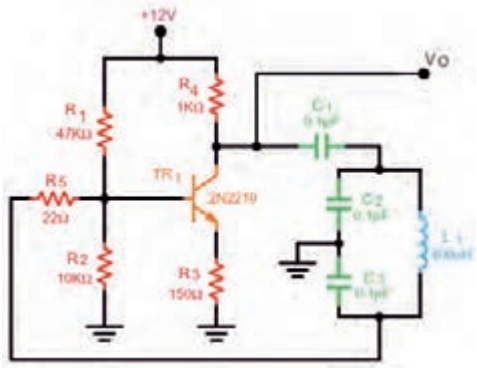
مثال۱۱: فرکانس نوسان‌ساز شکل ۴۷ـ۱۰ را محاسبه کنید.

$$C_{eq}=\frac{C_1\times C_2}{C_1+C_2}$$

$$C_{eq}=\frac{0/1\times 0/1}{0/1+0/1}=0/05\mu F$$

$$f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_{eq}}}$$

$$f_r=\frac{1}{2\times 3/14\sqrt{400\times 10^{-6}\times 50\times 10^{-9}}}=35612/53Hz$$



شکل ۴۷ـ۱۰ـ نوسان‌ساز کول پیتس

نوسان‌ساز کریستالی (Crystal Oscillator)

ـ عواملی نظیر درجه حرارت، تغییرات ولتاژ و سایر کمیت‌ها می‌تواند فرکانس نوسان را در یک نوسان‌ساز تغییر دهد. لذا برای پایداری فرکانس از نوسان‌ساز کریستالی استفاده می‌کنند.

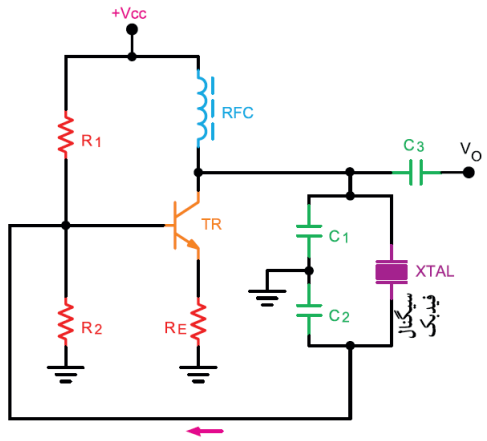
ـ هر قطعه کریستال با توجه به برش و شکل مکانیکی آن می‌تواند در یک فرکانس کاملاً ثابت به ارتعاش درآید.

ـ در نوسان‌ساز کریستالی، کریستال در مدار تعیین فرکانس یا در مسیر فیدبک قرار می‌گیرد و فقط به فرکانس رزونانس خود اجازه عبور می‌دهد.

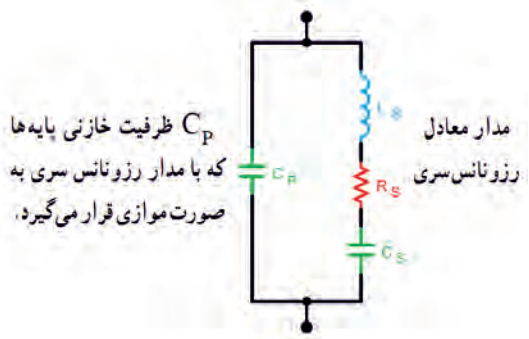
ـ شکل ۴۸ـ۱۰ یک نوسان‌ساز کریستالی که کریستال در مدار تعیین فرکانس قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

ـ فرکانس رزونانس نوسان ساز کریستالی با توجه به مدار معادل کریستال کوارتز شکل ۴۹ـ۱۰ با تقریب قابل قبول از رابطه $f_r\cong\frac{1}{2\pi\sqrt{L_sC_t}}$ محاسبه می‌شود.

در این رابطه، C_t ظرفیت خازن معادل مدار تعیین کننده فرکانس است.



شکل ۴۸ـ۱۰ـ نوسان‌ساز کریستالی



شکل ۴۹ـ۱۰ـ مدار معادل کریستال کوارتز

مثال ۱۲: در مدار نوسان‌ساز کریستالی شکل ۵۰ـ۱۰ چنانچه ظرفیت خازن معادل(C_t) برابر ۱۰ نانو فاراد، و ضریب خودالقایی در کریستال ۰/۱ میلی‌هانری باشد، فرکانس رزونانس نوسان‌ساز را به‌دست آورید.

$$f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{L_s C_t}} \Rightarrow f_r = \frac{۱}{۲\times۳/۱۴\sqrt{۰/۱\times۱۰^{-۳}\times۱۰\times۱۰^{-۹}}} \Rightarrow f_r = ۱۵۹۲۳۵/۶Hz = ۱۵۹/۲۳۵KHz$$

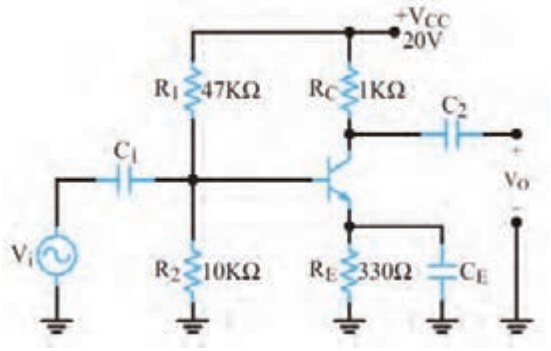
آزمون نظری پایان واحد یادگیری

۱ در تقویت‌کننده شکل ۵۰ـ۱۰ اگرحداقل فرکانس سیگنال ورودی (V_{in}) ۲۰۰ هرتز و $r_\pi \cong ۱k\,\Omega$ باشد، مطلوب است:

الف) ظرفیت خازن بای‌پاس C_E

ب)مقاومت ورودی تقویت‌کننده

۲ نقش R_E به عنوان فیدبک منفی را شرح دهید.



شکل ۵۰ـ۱۰ـ تقویت‌کننده امیتر مشترک

۳ در مدار شکل ۵۱ـ۱۰ خازن‌های کوپلاژ و بای‌پاس را مشخص کنید.

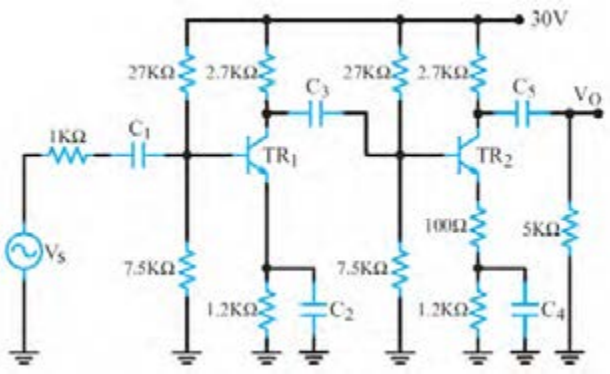
۴ مدل DC و AC تقویت‌کننده شکل ۵۱ـ۱۰ را رسم کنید.

۵ انواع فید بک در مدارهای پل وین و انتقال فاز و کول‌پیتس را رسم کنید و رابطه فرکانس هر یک را بنویسید.

۶ اگر در نوسان‌ساز کول‌پیتس خازن معادل ۱۰۰ pF ظرفیت داشته باشد و $L=۱\mu H$ باشد، مقدار فرکانس نوسان را محاسبه کنید.

۷ در تقویت‌کننده دو طبقه با کوپلاژخازنی شکل ۵۱ـ۱۰با فرض $V_{BE}=۰/۷V$ و $\beta = ۱۰۰$، مقدار مقاومت دیود بیس‌امیتر ترانزیستور طبقه اول ($r_{\pi ۱}$) را محاسبه کنید.

۸ امپدانس ورودی و خروجی تقویت‌کننده دو طبقه شکل ۵۱ـ۱۰ را به‌دست آورید.



شکل ۵۱ـ۱۰

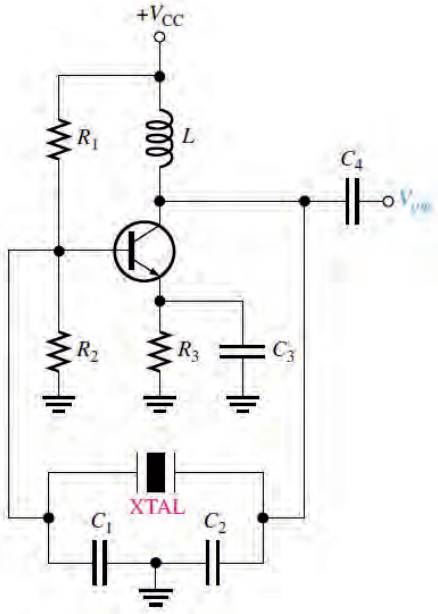
۹ فرکانس رزونانس یک نوسان‌ساز پل وین را با مقاومت‌های $R=10k\Omega$ و خازن‌های $C=47nF$ محاسبه کنید.

۱۰ در شبکه RC یک نوسان‌ساز انتقال فاز، مقدار مقاومت‌ها $R=22k\Omega$ و خازن‌ها $C=10nF$ است فرکانس رزونانس نوسان‌ساز را محاسبه کنید.

۱۱ فرکانس سیگنال خروجی نوسان‌ساز هارتلی را برای مقادیر زیر محاسبه کنید.

$L_{F1}=1/5mH$ ،$L_{F2}=1/5mH$ ،$L_m=0/5\ mH$ و $C_F=250pF$

۱۲ در مدار نوسان‌ساز کریستالی شکل ۵۲ـ۱۰ چنانچه ظرفیت خازن معادل C_t برابر با ۴۰ نانو فاراد و ضریب خودالقایی کریستال ۱۰میلی‌هانری باشد، فرکانس رزونانس نوسان‌ساز را به‌دست آورید.



شکل ۵۲ـ۱۰ـ نوسان‌ساز کریستالی

ارزشیابی واحد یادگیری ۱۰: کسب شایستگی در تحلیل مدار معادل AC تقویت کننده‌های یک طبقه و دو طبقه

شرح کار:

۱ شرح مدار معادل خازن در مدارهای DC و AC
۲ شرح مدار معادل سلف در مدار DC و AC
۳ تشریح نقش خازن بای‌پاس، محاسبه ظرفیت خازن بای‌پاس در مدار CE
۴ شرح چگونگی ترسیم مدار معادل AC تقویت‌کننده امیتر مشترک
۵ تشریح منحنی پاسخ فرکانسی و پهنای باند تقویت‌کننده CE
۶ شرح چگونگی محاسبه کمیت‌های تقویت‌کننده CE یک طبقه و دو طبقه در حالت AC
۷ تشریح فیدبک و انواع آن، شرایط نوسان‌سازی و اصل بارک‌هاوزن
۸ کاربرد فیلتر و تقویت‌کننده در نوسان‌ساز و محاسبه فرکانس در نوسان‌سازهای پل وین، انتقال فاز، آرمسترانگ، هارتلی، کولپیتس و کریستالی
۹ استفاده از شبیه‌سازی نرم‌افزاری برای اصل بارک‌هاوزن و محاسبه فرکانس در نوسان‌سازها

استاندارد عملکرد: تحلیل انواع فیلترها، مدارهای تک‌فاز و سه فاز، مدل‌سازی تقویت‌کننده CE و بررسی مدارهای نوسان‌ساز

شاخص‌ها:

۱ انتخاب فضای مورد نظر و مناسب بودن آن (میز کار)	
۲ ترسیم مدار معادل DC و AC تقویت‌کننده امیتر مشترک	(۲۰ دقیقه)
۳ محاسبه خازن بای پاس در مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک	(۱۰ دقیقه)
۴ ترسیم مدار معادل AC تقویت‌کننده دوطبقه کوپلاژ خازنی	(۱۰ دقیقه)
۵ حل مسائل و محاسبه کمیت‌های تقویت‌کننده CE یک طبقه و دو طبقه کوپلاژ خازنی در AC	(۴۰ دقیقه)
۶ حل مسائل و محاسبه فرکانس در نوسان‌سازها	(۳۰ دقیقه)
۷ اجرای نرم‌افزاری و مقایسه نتایج	(۳۰ دقیقه)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کلاس درس یا کارگاه یا سایت مجهز به رایانه ـ نور مناسب ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۲۷°C ـ ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ لوازم‌التحریر ـ ماشین حساب ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مرتبط

معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح مباحث مرتبط	۲	
۲	ترسیم مدار معادل DC و AC تقویت‌کننده CE و اجرای نرم‌افزاری	۲	
۳	محاسبه کمیت‌های تقویت‌کننده CE یک طبقه و دو طبقه در حالت AC و اجرای نرم‌افزاری	۲	
۴	اصول نوسان‌سازی و تحلیل مدار نوسان‌ساز RC انتقال فاز،RC، پل وین و محاسبه فرکانس نوسان‌ساز و اجرای نرم‌افزاری	۲	
۵	تحلیل مدار نوسان‌ساز LC (هارتلی) LC (کول‌پیتس)، کریستالی و محاسبه فرکانس نوسان‌سازLC و اجرای نرم افزاری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

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

منابع

۱ برنامه درسی رشته الکترونیک، شورای برنامه‌ریزی رشته الکترونیک، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.

۲ راهنمای برنامه درسی رشته الکترونیک، شورای برنامه‌ریزی رشته الکترونیک، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.

۳ اصول و مبانی مدارهای الکتریکی، فلوید توماس، مترجم مهرداد عابدی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه امیرکبیر.

۴ الکترونیک عمومی ۲، کد ۴۹۰/۱۵، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، یدالله رضازاده، غلامحسین نصری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۵ کتاب مبانی مخابرات و رادیو پایه سوم هنرستان شاخه فنی و حرفه‌ای، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی و....، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۶ مبانی دیجیتال، یدالله رضازاده، غلامحسین نصری، فتح‌الله نظریان، مهین ظریفیان جولایی، رسول ملک محمد، محمد شبانی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۷ مدارهای الکتریکی، علی عراقی، فریدون علومی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۸ آزمایشگاه مجازی ۲، مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سید علی صموتی، محمود شبانی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۹ کتاب آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو جلد اول پایه سوم هنرستان شاخه فنی و حرفه‌ای، یدالله رضازاده، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، محمود شبانی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۱۰ سایت‌های اینترنتی برگه‌های اطلاعات Data sheet ، کتاب اطلاعات Data book و دستینه Hand book، ۲۰۱۸.

۱۱ـ Electronic Devices and Circuit theory, Robert Boilstad luis Nashlasky, prentice - Hall, ۲۰۰۵.

۱۲ Electronic Devices (Conventional Current Version), 10th Edition, Thomas L.Floyd, McGraw - Hall, ۲۰۱۸.

۱۳ TinyAVR Microcontroller Projects for the Evil Genius (Evil Genius Series) 1 st Edition, Dhananjay Gadre, Nehul Malhotra, McGraw - Hall.

۱۴ Digital Electronics, Roger L.Tokheim, McGraw - Hall, ۱۹۹۰.

۱۵ Digital Design, M.Morris Mano, prentice - Hall, ۱۹۸۴.

۱۶ Schaum's Outline of Electronic Communication, Lioyd Temes, McGraw - Hall, ۱۹۹۸.

۱۷ Electronic communication, Lioyd Temes, McGraw - Hall, ۱۹۸۸.

۱۸ Electronic Circuit Theory and Technology, john Bird, Routldge, ۲۰۱۴.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی رشته الکترونیک ـ کد ۲۱۲۲۷۵

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	علی صادقی	قزوین	۱۱	ماشاالله لطیفی	همدان
۲	محبوبه عابدی	قزوین	۱۲	منیره کاکویی	مازندران
۳	مهدی شهروز	خوزستان	۱۳	محمدرضا دوستی	خراسان رضوی
۴	عطا اکبری فر	کرمان	۱۴	هادی بیدختی	خراسان جنوبی
۵	کاظم زارعی‌خیرآبادی	چهارمحال و بختیاری	۱۵	علی نیکوصحبت	قم
۶	حسین رعنایی	خراسان رضوی	۱۶	ابوالفضل فلاح	آذربایجان شرقی
۷	ابراهیم عزتی	اردبیل	۱۷	مرتضی کرمی	شهرستان‌های تهران
۸	سید فرهاد عقیلی	اصفهان	۱۸	فاطمه نجفی	کرمانشاه
۹	علیرضا عباسی	مرکزی	۱۹	مهدی رضایی	گلستان
۱۰	اویس دهقان‌تنها	خراسان جنوبی	۲۰	مژگان میرشاهی	شهرستان‌های تهران

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir