

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آزمایشگاه مجازی (۱)

Virtual Lab

کاربرد نرم افزارهای ادیسون (Edison)، مولتی سیم (Multisim) و پد تو پد (Pad2Pad)
در دروس تخصصی رشتهی الکترونیک

جلد اول

برای دروس نظری و عملی سال دوم رشتهی الکترونیک

هنرستان فنی و حرفه‌ای

زمینه‌ی صنعت

شاخه‌ی آموزش فنی و حرفه‌ای

عنوان و نام پدیدآور: آزمایشگاه مجازی (۱) Virtual Lab: کاربرد نرم افزار ادیسون Edison، مولتی سیم Multisim /...

مؤلفان: مهین ظریفیان جولایی... [و دیگران]؛ برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش.

مشخصات نشر: تهران: گویش نو، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ج. ۱؛ ۲۲×۲۹ سم.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۴۱-۲

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: مؤلفان مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سید علی صموتی، محمود شبانی.

مندرجات: ج. ۱. برای دروس نظری و عملی سال دوم رشتهی الکترونیک هنرستان فنی و حرفه‌ای زمینه‌ی صنعت...

موضوع: مدارهای الکترونیکی -- شبیه‌سازی کامپیوتری -- نرم افزار.

موضوع: مدارهای برقی -- شبیه‌سازی کامپیوتری -- نرم افزار

شناسه افزوده: ظریفیان جولایی، مهین، ۱۳۴۰-

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف و برنامه‌ریزی برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های

فنی و حرفه‌ای و کار دانش

رده‌بندی کنگره: TK ۴۵۴/۴۳ ۱۳۹۰

رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱۵

شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۶۹۷۵۵

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادهای و نظرهای خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره‌ی ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir
وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول بر اساس جدول هدف - محتوا و روش‌های اجرای برنامه‌ی سالی واحد برای دروس نظری و عملی سال
دوم تهیه و در کمیسیون تخصصی رشته‌ی الکترونیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش سازمان پژوهش و
برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش به تصویب رسیده است.

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش

عنوان و کد کتاب: آزمایشگاه مجازی جلد اول، ۳۵۸/۳

مجری: انتشارات گویش نو

مؤلفان: مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سید علی صموتی، محمود شبانی

رسمی و تصویرسازی رایانه‌ای: مؤلفان

صفحه‌آرا: محمد سیاحی

طراح جلد: محمد حسن معماری

ویرایش و اصلاحات (چاپ دوم) ۱۳۹۱

اعضای کمیسیون تخصصی: شهرام نصیری سوادکوهی، رسول ملک‌محمد، یدالله رضازاده، فرشته داوودی لعل آبادی، سهیلا

ذوالفقاری، سیما کدخدازاده

چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

(تهران - کیلومتر ۱۷ جاده‌ی مخصوص کرج - خیابان ۶۱ "داروپخش") تلفن: ۴-۶۶۰۲۶۲۴۱، دورنگار: ۶۶۰۲۶۲۴۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

نظارت بر چاپ و توزیع: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

تهران - ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، صندوق پستی:

۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت www.chap.roshd.ir

ناشر: انتشارات گویش نو (تهران: خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان وحید نظری شرقی - پلاک ۶۱ تلفن: ۵۰-۶۶۹۵۶۰۴۹،

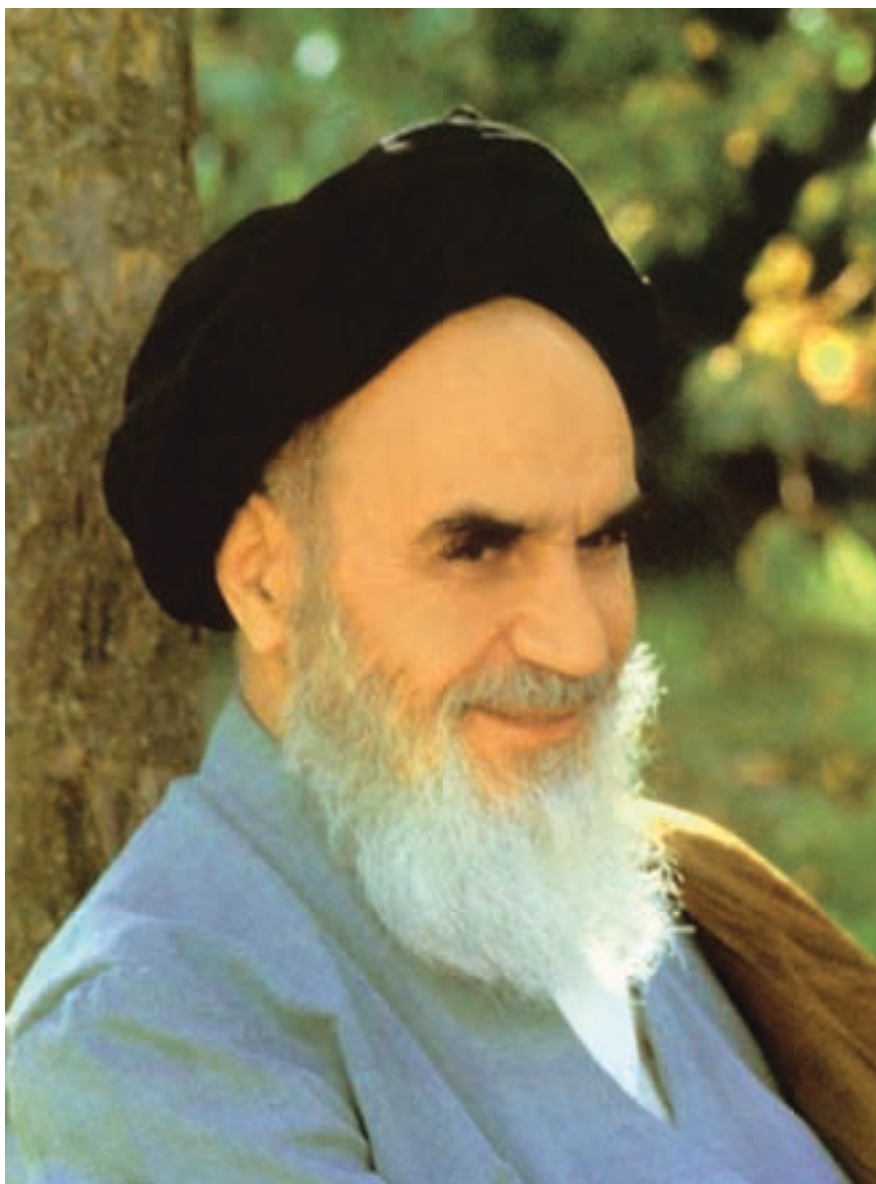
۶۶۴۸۴۵۳۴)

وب‌سایت www.bookgno.ir

حق چاپ محفوظ است.

ISBN: 978-600-5084-41-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۴۱-۲



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»



فهرست مطالب

| | | | |
|-----|---|----|--|
| ۷۹ | فصل دوم: کار و توان الکتریکی | ۱ | بخش اول |
| ۷۹ | هدف‌های رفتاری | ۲ | • فصل اول: نرم‌افزار ادیسون |
| ۷۹ | ۲-۱ توان الکتریکی در مقاومت‌ها | ۲ | هدف‌های رفتاری |
| ۸۵ | • فصل سوم: اتصال سری مقاومت‌های اهمی | ۲ | ۱-۱ نصب نرم‌افزار |
| ۸۵ | هدف‌های رفتاری | ۱۰ | ۱-۲ آشنایی با محیط نرم افزار ادیسون |
| ۸۵ | ۱-۳ مقاومت معادل مدار سری | ۱۱ | ۱-۳ بستن مدارهای ساده |
| ۸۶ | ۳-۲ جریان در مدار سری | ۱۶ | ۱-۴ آشنایی با سایر منوهای نرم‌افزار |
| ۸۷ | ۳-۳ ولتاژ در مدار سری | ۱۹ | ۱-۵ عیب‌یابی مدار |
| ۹۰ | ۳-۴ توان در مدار سری | ۲۰ | ۱-۶ آشنایی با آزمایش‌های اجرا شده ادیسون |
| | • فصل چهارم: اتصال مقاومت‌های اهمی به صورت موازی | ۲۱ | ۱-۷ استفاده از پردربرد |
| ۹۲ | هدف‌های رفتاری | ۲۲ | ۱-۸ آموزش ادیسون با استفاده از مدارهای اجرا شده به صورت پویا نمایی |
| ۹۲ | ۴-۱ مقاومت معادل در مدار موازی | ۲۴ | • فصل دوم: آزمایشگاه مجازی |
| ۹۲ | ۴-۲ جریان در مدار موازی | ۲۴ | هدف‌های رفتاری |
| ۹۳ | ۴-۳ ولتاژ و توان در مدار موازی | ۲۵ | ۲-۱ نصب نرم‌افزار |
| ۹۵ | ۴-۴ مدارهای ترکیبی (سری و موازی) | ۳۲ | ۲-۲ راه اندازی مولتی‌سیم |
| ۹۶ | • فصل پنجم: اتصال پیل‌ها | ۳۴ | ۲-۳ حذف نرم‌افزار |
| ۹۹ | هدف‌های رفتاری | ۳۵ | ۲-۴ کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم |
| ۹۹ | ۵-۱ مدار سری پیل‌ها | | ۲-۵ قطعات الکتریکی پرکاربرد در درس اصول اندازه گیری الکتریکی |
| ۹۹ | ۵-۲ مدار موازی پیل‌ها | ۳۸ | ۲-۶ نحوه بستن مدار بروی میز کار آزمایشگاه مجازی |
| ۱۰۴ | ۵-۳ مدار ترکیبی پیل‌ها | ۴۰ | ۲-۷ جستجوی قطعه از کتابخانه‌ی قطعات |
| ۱۰۵ | • فصل ششم: جریان متناوب | ۴۳ | ۲-۸ استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم جهت اجرای آزمایش‌ها به صورت مجازی |
| ۱۰۶ | هدف‌های رفتاری | ۴۴ | ۲-۹ اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌تر روش غیر مستقیم (پل و تستون) |
| ۱۰۶ | ۶-۱ مشاهده‌ی شکل موج ولتاژ متناوب | ۵۰ | ۲-۱۰ اندازه‌گیری ولتاژ AC |
| ۱۰۸ | ۶-۲ مشخصات جریان متناوب | ۵۳ | ۲-۱۱ ولتاژ متر |
| ۱۱۱ | ۶-۳ ولتاژ ماکزیمم، موثر و متوسط | ۵۴ | ۲-۱۲ آشنایی با اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم |
| ۱۱۴ | • فصل هفتم: بوبین (سلف) | ۵۶ | ۲-۱۳ کاربرد اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه مجازی |
| ۱۱۴ | هدف‌های رفتاری | ۶۰ | ۲-۱۴ دستگاه کروتریسر |
| ۱۱۴ | ۷-۱ سلف در مدار DC | ۶۳ | ۲-۱۵ مولتی‌متر دیجیتالی |
| ۱۱۴ | ۷-۲ سلف در مدار AC | ۶۶ | • بخش دوم |
| ۱۱۸ | ۷-۳ بررسی تاثیر هسته‌ی سیم‌پیچ و فرکانس سیگنال در مقاومت القایی سلف | ۶۹ | • فصل اول: قانون اهم |
| ۱۲۰ | ۷-۴ سری و موازی کردن سلف‌ها | ۷۰ | هدف‌های رفتاری |
| ۱۲۱ | • فصل هشتم: خازن در جریان مستقیم | ۷۰ | ۱-۱ بررسی قانون اهم |
| ۱۲۳ | هدف‌های رفتاری | ۷۰ | ۱-۲ مقاومت متغیر به عنوان رئوستا |
| ۱۲۳ | ۸-۱ بررسی ثابت زمانی، شارژ و دشارژ خازن | ۷۳ | ۱-۳ رسم نقشه‌ی فنی مدار با نرم‌افزار ادیسون |
| | | ۷۷ | |

| | | | |
|-----|--|-----|---|
| ۱۹۹ | ۴-۶ کلاس‌های تقویت‌کنندگی | ۱۲۵ | ۸-۲ بررسی رفتار خازن در مدار DC |
| ۲۰۲ | ۴-۷ مقادیر حد در ترانزیستور | ۱۲۶ | ۸-۳ ظرفیت خازن معادل در مدار سری و موازی |
| ۲۰۴ | • بخش چهارم | ۱۲۷ | • فصل نهم: خازن در جریان AC |
| | • فصل اول: نصب و راه‌اندازی نرم‌افزارهای مدارچاپی | ۱۲۷ | هدف‌های رفتاری |
| ۲۰۵ | هدف‌های رفتاری | ۱۲۷ | ۹-۱ بررسی رفتار خازن در مدار AC |
| ۲۰۵ | ۱-۱ دانلود کردن نرم‌افزارهای طراحی مدارچاپی | ۱۳۱ | ۹-۲ سری و موازی کردن خازن‌ها |
| ۲۰۵ | ۱-۲ نصب نرم‌افزار Pad2Pad | ۱۳۶ | • بخش سوم |
| ۲۰۹ | ۱-۳ حذف نرم‌افزار از کامپیوتر | ۱۳۷ | • فصل اول: خلاصه‌ای از مفاهیم و قطعات اساسی الکترونیک |
| ۲۱۳ | • فصل دوم: کار با نرم‌افزار | ۱۳۷ | هدف‌های رفتاری |
| ۲۱۵ | هدف‌های رفتاری | ۱۳۷ | ۱-۱ تشخیص شکل ظاهری و علائم فنی قطعات الکترونیکی |
| ۲۱۵ | ۲-۱ آشنایی مقدماتی با نوارها و ابزارها | ۱۴۰ | ۱-۲ بستن مدار و اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف |
| ۲۱۵ | ۲-۲ باز کردن صفحه‌ی جدید و تعیین ابعاد فیبر | ۱۴۵ | ۱-۳ آشنایی با منبع تغذیه‌ی AC و دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار |
| ۲۱۷ | ۲-۳ ذخیره‌سازی فایل‌های جدید | ۱۴۷ | ۱-۴ تغییر و تنظیم مقادیر انواع مقاومت، خازن و سلف |
| ۲۱۹ | ۲-۴ باز کردن فایل‌های موجود در نرم‌افزار | ۱۵۵ | • فصل دوم: دیود |
| ۲۱۹ | ۲-۵ تغییر رنگ | ۱۵۵ | هدف‌های رفتاری |
| ۲۲۱ | ۲-۶ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار و نقطه‌های شبکه | ۱۵۵ | ۲-۱ تشخیص دیود و نحوه‌ی بایاس کردن |
| ۲۲۳ | ۲-۷ فعال کردن نوارهای مختلف | ۱۵۷ | ۲-۲ مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیود |
| ۲۲۴ | ۲-۸ خطاهای نرم‌افزار | ۱۶۰ | ۲-۳ مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود |
| ۲۲۵ | • فصل سوم: طراحی مدار چاپی | ۱۶۱ | ۲-۴ آزمایش دیود |
| ۲۲۷ | هدف‌های رفتاری | ۱۶۴ | ۲-۵ مشاهده‌ی انواع دیود |
| ۲۲۷ | ۳-۱ تنظیم‌های اولیه | ۱۶۵ | ۲-۶ دیود زنر و آزمایش‌های مربوط به آن |
| ۲۲۷ | ۳-۲ تعیین ابعاد و مختصات | ۱۶۷ | ۲-۷ دیود LED و مدارهای آن |
| ۲۲۸ | ۳-۳ تغییر نقطه‌ی مبنا | ۱۷۱ | • فصل سوم: کاربرد دیود |
| ۲۳۰ | ۳-۴ تغییر رنگ لایه‌ها | ۱۷۱ | هدف‌های رفتاری |
| ۲۳۱ | ۳-۵ معرفی نوار قطعات و ابزار | ۱۷۱ | ۳-۱ مدارهای یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج |
| ۲۳۱ | ۳-۶ آشنایی با نقشه‌ی قطعات | ۱۸۰ | ۳-۲ بستن مدارهای چند برابر کننده‌ی ولتاژ |
| ۲۳۲ | ۳-۷ جست و جوی قطعه از طریق Footprint | ۱۸۲ | ۳-۳ مدارهای برش‌دهنده |
| ۲۳۳ | ۳-۸ جست و جوی قطعه از طریق Component | ۱۸۶ | ۳-۴ مدارهای مهار کننده |
| ۲۳۵ | ۳-۹ انتقال قطعه روی فیبر | | • فصل چهارم: ترانزیستور و تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری |
| ۲۳۶ | ۳-۱۰ حذف، چرخاندن و مرتب کردن | ۱۸۸ | هدف‌های رفتاری |
| ۲۳۶ | ۳-۱۱ جابه‌جا کردن قطعه روی برد | ۱۸۸ | ۴-۱ شناسایی ترانزیستور |
| ۲۳۷ | ۳-۱۲ طراحی مدار چاپی | ۱۸۸ | ۴-۲ نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور |
| | ۳-۱۳ طراحی مدار چاپی با استفاده از شبکه‌های Net و مسیر یابی خودکار | ۱۹۰ | ۴-۳ مشاهده‌ی منحنی‌های ترانزیستور |
| ۲۴۰ | منابع و مآخذ | ۱۹۴ | ۴-۴ بستن مدارهای بایاسینگ ترانزیستور |
| ۲۴۳ | | ۱۹۵ | ۴-۵ مدار تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک |
| | | ۱۹۸ | |



سخنی با همکاران محترم

تحقق اهداف آموزشی و رسیدن به نتایج مطلوب نیاز به منابع مختلف از جمله فضای آموزشی، نیروی انسانی و تجهیزات دارد. استفاده بهینه از تجهیزات و امکانات آموزشی و اجرایی یکی از مواردی است که باید به آن توجه ویژه شود. یکی از موارد بسیار مهمی که عمر تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و تاریخ مصرف آن را محدود می‌سازد، تغییرات فناوری در صنعت و تغییر سریع نسل تجهیزات است. استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در آموزش مباحث نظری و عملی می‌تواند در این زمینه به ما کمک کند و قسمتی از مباحث اجرایی دروس نظری و کارهای عملی و آزمایشگاهی را تحت پوشش قرار دهد.

این شبیه‌سازها علاوه بر این که میزان استهلاک تجهیزات را کاهش می‌دهند، به دلیل امکان تکرار فرآیندهای آزمایش در حد نامحدود، اجرای آموزش را آسان می‌کند و بر عمق آن نیز می‌افزاید.

کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول، از سری کتاب‌هایی است که با توجه به محتوی آموزشی کلیه کتاب‌های درسی سال دوم رشته الکترونیک تهیه شده است و به عنوان یک کتاب جنبی و کمک آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای این کتاب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- امکان تجزیه و تحلیل تئوری مدارهای الکتریکی و الکترونیکی با استفاده از مدارهای عملی در فضای مجازی شبیه‌ساز.
- ۲- امکان شبیه‌سازی مدارهای عملی پیچیده توسط نرم‌افزار و استفاده از نتایج به دست آمده در اثبات مباحث مرتبط با تئوری.
- ۳- اجرای آزمایش‌هایی که نیاز به تجهیزات خاص دارند و امکان تهیه آن‌ها وجود ندارد.
- ۴- امکان اجرای آزمایش‌هایی که برای هرجویان خطرآفرین است.
- ۵- امکان ایجاد عیب در فضای نرم‌افزاری و مشاهده نتایج آن بدون آسیب رساندن به تجهیزات واقعی.
- ۶- کاهش هزینه‌های مرتبط با مواد مصرفی، قطعات و تجهیزات.

یادآور می‌شود زمانی که کتاب می‌تواند جنبه‌ی اجرایی داشته باشد و مفید واقع شود که هنرآموزان عزیز به آموزش و کاربرد نرم‌افزارها تسلط کامل داشته باشند. لذا توصیه می‌کنیم قبل از اقدام به تدریس مباحث، با استفاده از نرم‌افزار، کلیه‌ی آزمایش‌ها را یکبار تجربه کنید و فایل‌های مربوطه را آماده نمایید تا در خلال آموزش با مشکل مواجه نشوید. همچنین ضرورت دارد که هنگام تدریس دروس نظری مانند مبانی برق، الکترونیک عمومی ۱ و اصول اندازه‌گیری، آزمایش‌های مرتبط با موضوع را در فضای نرم‌افزاری آماده کنید و برای هرجویان نمایش دهید.

بدین ترتیب هرجویان با فضای نرم‌افزاری آشنا می‌شوند و شما می‌توانید آنان را به اجرای نرم‌افزار در ساعات خارج از ساعات درسی ترغیب نمایید.

در ارتباط با محتوی استفاده از کتاب آزمایشگاه مجازی به نکات اجرایی که در ادامه می‌آید مراجعه کنید.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان



سخنی با هنرجویان عزیز

هنرجویان عزیز، ورود شما را به فضای آزمایشگاه مجازی خیر مقدم می‌گوییم. حتماً همه‌ی شما با کامپیوتر کار کرده‌اید و تا حدودی بر مهارت‌های هفت‌گانه ICDL تسلط دارید. شما با استفاده از مهارت‌های خود می‌توانید به آسانی از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز استفاده کنید. قبل از شروع کار توصیه می‌کنیم حتماً بخش اول را به طور دقیق مطالعه و اجرا نمایید. به طور کلی این کتاب به صورت گام به گام و خودآموز تهیه شده است. شما با کمی صبر و حوصله و تلاش قادر خواهید بود نرم‌افزارهای مرتبط را برای ارتقاء سطح آموزشی خود به کار ببرید.

معلمین شما در کلاس‌های دروس تخصصی مختلف نمونه‌های اجرا شده‌ی نرم‌افزار را ارائه می‌کنند و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها را آموزش می‌دهند. پس از این آموزش مقدماتی، این شما هستید که باید کار را دنبال کنید و در خارج از ساعات درسی و در اوقات فراغت به این مباحث بپردازید. بدیهی است مربیان هنرستان شما را در رسیدن به اهداف تعیین شده کمک خواهند کرد. توجه داشته باشید که کلیه‌ی موارد مندرج در کتاب قابل اجراست و در صورتی که با مشکلی مواجه شدید، این مشکل، مربوط به سامانه‌ی کامپیوتر شما و یا لوح فشرده‌ی نرم‌افزاری است. بنابراین اگر در خلال اجرای کار از ابعاد مختلف به خصوص نصب نرم‌افزار با مشکل مواجه شدید با افرادی که مهارت لازم را در این زمینه دارند، مشورت کنید. پیشنهاد می‌کنیم قبل از شروع کار، نکات اجرایی را به طور دقیق مطالعه کنید، آن‌ها را به خاطر بسپارید و در نهایت هنگام اجرای نرم‌افزار عملاً پیاده کنید.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان



نکات اجرایی کتاب

قبل از شروع کار این قسمت را به طور دقیق مطالعه نمایید:

- ۱- از آن جا که کتاب کاملاً به صورت خودآموز، گام به گام و مصور تهیه شده است، نصب و راه اندازی و اجرای آزمایش ها توسط افرادی که آشنایی مختصری به مهارت های هفت گانه ICDL دارند، امکان پذیر است.
- ۲- کتاب ۴ بخش جداگانه دارد که هر بخش به کتاب های خاصی در سال دوم رشته ی الکترونیک مرتبط می شود. اجرای فصول مختلف تابع یک زمان بندی خاص نبوده و با توجه به پیشرفت دروس مربوطه قابل اجرا خواهد بود. به عبارت دیگر هر مبحث درسی که در کلاس تدریس می شود، به طور هم زمان، پس از تدریس بخش نرم افزاری آن قابل اجرا خواهد بود.
- ۳- در بخش چهارم به طراحی مدار چاپی با استفاده از نرم افزار Pad2Pad پرداخته ایم که می تواند زمینه ی مقدماتی را برای احراز شغل در بازار کار فراهم کند. لذا توصیه می کنیم این مباحث را به طور دقیق و کامل بیاموزید.
- ۴- هنرآموزان عزیز، اجرای بخش نرم افزاری به کامپیوتر و ویدئوپروژکتور نیاز دارد. لذا می توانید مباحث نرم افزاری را در کلاس درس (در صورتی که امکانات کامپیوتر و ویدئوپروژکتور را داشته باشد)، کلاس سمعی بصری، آزمایشگاه و کارگاه الکترونیک یا سایت کامپیوتری اجرا نمایید.
- ۵- در صورتی که امکانات کامپیوتر و ویدئوپروژکتور به طور مستمر در اختیار باشد، می توانید نرم افزار را به صورت منقطع و با توجه به پیشرفت دروس اجرا نمایید.
- ۶- در صورتی که به دلیل کمبود تجهیزات اجرای نرم افزار متناسب با پیشرفت دروس امکان پذیر نیست، هنرآموزان عزیز می توانند پس از تدریس مباحثی از هر درس، یک جلسه خود را به سایت کامپیوتر اختصاص دهند و با هماهنگی با مدیران اجرایی هنرستان، نرم افزار را به صورت فشرده برای فصول تدریس شده در سایت کامپیوتر اجرا کنند.
- ۷- اجرای نرم افزار برای هنرجویان معمولاً در خارج از ساعات درسی و به صورت تکلیف منزل صورت می گیرد. چنانچه پیشرفت در دروس آزمایشگاهی و کارگاهی سریع باشد و زمان اضافه داشته باشند، مربیان کارگاهی و آزمایشگاه می توانند قسمتی از ساعات خود را به استفاده از نرم افزار اختصاص دهند و با توجه به امکانات، بخش نرم افزار را در سایت کامپیوتر یا کارگاه و یا آزمایشگاه اجرا نمایند.
- ۸- گزارش مربوط به اجرای نرم افزار باید به صورت فایل کامپیوتری به مربی کارگاه ارائه شود.
- ۹- در کتاب آزمایشگاه مجازی قسمت هایی برای پاسخ به سوالات اختصاص داده شده است که توسط هنرجو پس از اجرای نرم افزار کامل می شود.
- ۱۰- توصیه می شود هنرآموزان عزیز قبل از اجرای تدریس مباحث نظری، متناسب با موضوع، مبحث مربوطه را به صورت نرم افزاری برای هنرجویان به نمایش درآورند.
- ۱۱- در آزمون های کارگاهی و آزمایشگاهی از مباحث نرم افزاری سوال پرسیده می شود.
- ۱۲- به منظور کنترل پیشرفت در اجرای نرم افزار، در مقاطع مختلف، هنرآموزان از هنرجویان درباره ی نحوه ی نصب، راه اندازی و اجرای نرم افزار و آزمایش های آن پرسش نمایند.
- ۱۳- چون بخش نرم افزاری بسیار جذاب است، معمولاً هنرجویان با اشتیاق کامل به دنبال آن می روند و لازم است هنرآموزان در این زمینه هنرجویان را تشویق نمایند.

مقدمه

با توجه به گسترش کامپیوتر و فراگیر شدن آن در سطوح مختلف جامعه، استفاده از کامپیوتر در برنامه‌های درسی نیز همواره مطرح بوده است. این موضوع در ارتباط با رشته‌های فنی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا برای آموزش مباحث فنی نیاز به آزمایشگاه‌ها و تجهیزات مختلف می‌باشد که هزینه زیادی را نیز طلب می‌کند. امروزه سعی بر این است که با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بتوانند آزمایش‌های مرتبط با موضوع درسی را شبیه‌سازی کنند. در رشته‌های الکترونیک به دلیل ماهیت رشته، کاربرد نرم‌افزارهای مختلف جهت اجرای آزمایش‌های تخصصی در مقایسه با سایر رشته‌ها ضروری‌تر و امکان‌پذیرتر است.

نرم‌افزارهای متنوعی برای رشته‌ی الکترونیک در بازار صنعت وجود دارد که از جمله می‌توان نرم‌افزار مولتی‌سیم (Multisim)، ادیسون (Edison)، پروتل (Protel)، لَبوِیو (Lab view)، پروتئوس (Proteus) را نام برد. همچنین نرم‌افزارهایی به صورت نمایشی تبلیغاتی (Demo) یا به صورت وابسته (Tutorial) وجود دارد که می‌تواند به صورت زمان محدود یا زمان نامحدود ارائه شود. این نرم‌افزارها به آسانی قابل دان‌لود شدن از طریق اینترنت هستند. به طور کلی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز این توانایی را دارند که می‌توانند مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را مشابه یک مدار واقعی شبیه‌سازی کنند. در این حالت کاربر قادر است عملکرد مدار را دقیقاً مشابه یک مدار عملی مشاهده و نتایج آن را دریافت نماید. در نرم‌افزارهای صنعتی مانند نرم‌افزارهای تولید مدار چاپی، کاربر می‌تواند خروجی به دست آمده را به عنوان یک خروجی صنعتی قابل قبول، مورد استفاده قرار دهد و توسط آن یک مدار چاپی واقعی را تولید کند. لازم به یادآوری است که این‌گونه شبیه‌سازها برای سایر رشته‌های فنی از جمله رشته مکانیک، ماشین ابزار و جوشکاری نیز وجود دارد. کتاب آزمایشگاه مجازی از جمله کتاب‌هایی است که به این مقوله پرداخته است. مولفان کتاب سعی کرده‌اند محتوای کتاب را به گونه‌ای تهیه کنند که با محتوای کتاب‌های درسی هنرستان در شاخه‌ی فنی و حرفه‌ای رشته‌ی الکترونیک انطباق داشته باشد. جلد اول کتاب مربوط به کتاب‌های درسی سال دوم و جلد دوم کتاب مربوط به کتاب‌های سال سوم رشته‌ی الکترونیک است. کتابی که هم اکنون در اختیار شما قرار دارد، کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول است که منطبق بر کتاب‌های مبانی برق، اصول اندازه‌گیری الکتریکی، آزمایشگاه اصول اندازه‌گیری الکتریکی، الکترونیک عمومی ۱ و کارگاه الکترونیک مقدماتی تهیه شده است. این کتاب مشتمل بر چهار بخش به شرح زیر است :

بخش اول: نصب و راه‌اندازی نرم‌افزارها

فصل اول: نرم‌افزار ادیسون

فصل دوم: نرم‌افزار مولتی‌سیم

بخش دوم : مبتنی بر کتاب مبانی برق

فصل اول: مطابق فصل هشتم (قانون اهم)

فصل دوم: مطابق فصل نهم (کار و توان الکتریکی)

فصل سوم: مطابق فصل دهم (اتصال سری مقاومت‌های اهمی)

فصل چهارم: مطابق فصل یازدهم (اتصال مقاومتهای اهمی به صورت موازی)

فصل پنجم: مطابق فصل دوازدهم (اتصال پیل ها)

فصل ششم: مطابق فصل سیزدهم (جریان متناوب)

فصل هفتم: مطابق فصل چهاردهم (بویین یا سلف)

فصل هشتم: مطابق فصل پانزدهم (خازن در جریان مستقیم)

فصل نهم: مطابق فصل شانزدهم (خازن در جریان متناوب)

بخش سوم: مبتنی بر کتاب الکترونیک عمومی ۱

فصل اول: مطابق فصل اول (خلاصه‌ای از مفاهیم و قطعات اساسی الکترونیک)

فصل دوم: مطابق فصل سوم (دیود)

فصل سوم: مطابق فصل چهارم (کاربرد دیود)

فصل چهارم: مطابق فصل پنجم (ترانزیستور و تقویت کننده‌های ترانزیستوری)

بخش چهارم: مبتنی بر کتاب کارگاه مقدماتی الکترونیک

فصل اول: آموزش نرم‌افزار Pad2Pad

فصل دوم: استفاده از نرم‌افزار Pad2Pad در طراحی مدار چاپی

نکات متعددی برای استفاده‌ی مطلوب از کتاب آزمایشگاه مجازی مورد توجه مولفان بوده است که در قسمت‌های سخنی با همکاران، سخنی با هنجریان و نکات اجرایی مطرح شده است. مولفان کتاب تاکید دارند که قبل از شروع کار حتما موارد فوق را مطالعه نمایند. همراه با کتاب یک عدد لوح فشرده ضمیمه شده است. در این لوح فشرده، نرم‌افزارهای ادیسون، Pad2Pad و فایل آزمایش‌های اجرا شده توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم در سرتاسر کتاب قرار دارد. این فایل‌ها کاملاً قابل اجرا است و کاربر می‌تواند مدارهایی که اجرا کرده است با آن‌ها مقایسه نماید. نرم‌افزار مولتی‌سیم نیز به آسانی از طریق بازار قابل تهیه است. ضمن این که نمونه‌ی آزمایشی آن را می‌توانید از طریق اینترنت دانلود کنید. از آنجایی که هر کار جدید و تازه به طور قطع دارای اشکالات و ابهاماتی است که پس از قرار گرفتن در فرآیند اجرا، بروز می‌نماید. بسیار خوشحال خواهیم شد تا از رهنمودها و پیشنهادهای مدیران، هنرآموزان و هنجریان بهره‌مند شویم.

مولفان

به نام آنکه هستی نام از او یافت

کاروان فرهنگ و تمدن بشری، چنان در حال پیشرفت و رشد و تعالی است که لحظه‌ای درنگ، رسیدن به این قافله را ناممکن می‌سازد و از آنجایی که آینده هر جامعه بستگی به تعلیم و تربیت کودکان و جوانان آن جامعه دارد. دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سعی دارد با بهره‌گیری از دست‌آوردهای دانش جهانی و آموزه‌های اصیل اسلامی و ملی، تغییر و تحولی مبتنی بر روش‌های نوین علمی و تکنولوژی در کتاب‌های درسی به‌وجود آورد.

در این راستا انتشارات گویش نو افتخار تألیف و آماده‌سازی تعدادی از این کتاب‌ها را بر عهده داشته و با همراهی استادان کوشا و نظارت دقیق و ارشادی کمیسیون‌های تخصصی و ورزیده‌ی دفتر تألیف و برنامه‌ریزی این وظیفه‌ی خطیر را به انجام رسانده است.

در پایان ضمن قدردانی از زحمات مولفان عزیز، خوشحال می‌شویم که مدرسان محترم و دانش پژوهان کوشا با ارائه پیشنهادها و انتقادات سازنده خود، ما را در غنا بخشیدن این متون و بالا بردن کیفیت چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

Email: gooyesheno@yahoo.com

www.bookgno.ir

انتشارات گویش‌نو



فصل اول

نرم افزار ادیسون

هدف کلی: آموزش، نصب، راه اندازی و کار با نرم افزار ادیسون

هدف های رفتاری: در پایان این فصل که توسط نرم افزار ادیسون اجرا می شود، از فراگیرنده انتظار

می رود:

- ۱- نرم افزار ادیسون را نصب کند.
- ۲- نرم افزار ادیسون را راه اندازی کند.
- ۳- محیط کار نرم افزار ادیسون را تشخیص دهد.
- ۴- انواع قطعات و دستگاه ها را بر روی میز کار آزمایشگاه مجازی بیاورد.
- ۵- مشخصات قطعات را تغییر دهد.
- ۶- با انواع دستگاه های اندازه گیری کار کند.
- ۷- یک مدار ساده الکترونیکی را ببندد.
- ۸- مدارهای موجود در نرم افزار را آزمایش کند.

مرورگر سیستم عامل ویندوز که همان Internet Explorer است، کلیک کنید تا پنجره ی شکل ۱-۱ را مشاهده کنید.



شکل ۱-۱ صفحه ی آدرس سایت

۱-۱-۵ در کادر نشان داده شده ی شکل ۱-۱، آدرس زیر را تایپ کنید تا وارد سایت نرم افزار ادیسون شوید.

<http://www.edisonlab.com/English/edison/>

۱-۱-۱ آزمایش ۱: نصب نرم افزار ادیسون

۱-۱-۱-۱ نرم افزار ادیسون یکی از نرم افزارهای الکترونیکی است که برای فهم مفاهیم الکترونیک و مبانی برق بسیار سودمند است.

۱-۱-۲ دو نسخه از این نرم افزار در اینترنت وجود دارد. نسخه ی اول آن مجانی و به صورت Demo است، در این نسخه آزمایش های ساده ی اولیه که قطعات و دستگاه های محدودی دارد، را می توانید اجرا کنید. هم چنین در این نسخه نمی توانید فایلی را ذخیره کنید.

۱-۱-۳ نسخه ی دیگر این نرم افزار خریدنی است و برای تهیه ی آن باید از کارت های اعتباری استفاده کنید. در این کتاب بر روی نسخه ی مجانی آن تکیه می کنیم.

۱-۱-۴ برای دانلود (دریافت) این نرم افزار ابتدا بر روی

گزینه نسخه‌ی آزمایشی است و گزینه‌ی دوم مربوط به خرید و دانلود (دریافت) نسخه‌ی اصلی است. روی گزینه‌ی اول مطابق شکل ۳-۱ کلیک کنید.



شکل ۳-۱ صفحه‌ی انتخاب نسخه‌های نرم‌افزار

۸-۱-۱ بر روی گزینه‌ی مورد نظر

(Download Demo) کلیک چپ کنید. منوی شکل ۴-۱ ظاهر می‌شود.

۶-۱-۱ پس از وارد کردن آدرس در مکان مرورگر، صفحه‌ای مشابه شکل ۲-۱ ظاهر می‌شود.



شکل ۲-۱ صفحه‌ی دریافت نرم‌افزار

۷-۱-۱ در بالای صفحه سمت راست دو گزینه وجود دارد. گزینه‌ی اول Download Demo است، این

Edison Educational Software

Registration for demo

Please fill in the registration form to receive your download link via email.

| Customer's data | |
|--|--|
| Name | نام خود را در اینجا وارد کنید * |
| Email | پست الکترونیکی خود را در این مکان بنویسید * |
| Company | نام مدرسه خود را در این مکان درج کنید |
| Address | |
| Country | کشور ایران را از منوی مربوطه انتخاب کنید IRAN |
| City | شهر سکونت خود را تایپ نمایید |
| Street and number | |
| ZIP | آدرس پست سکونت را بنویسید (این قسمت و دو قسمت بعدی اختیاری) |
| Phone | تلفن و موبایل خود را در این بخش بنویسید |
| Other | |
| Product you are interested in | <input type="checkbox"/> Tina <input checked="" type="checkbox"/> Edison <input type="checkbox"/> Newton <input type="checkbox"/> MyHouse <input type="checkbox"/> ARCAD <input type="checkbox"/> 3D_EyeWitness |
| Please send me product news and update information <input checked="" type="checkbox"/> | |

* required fields

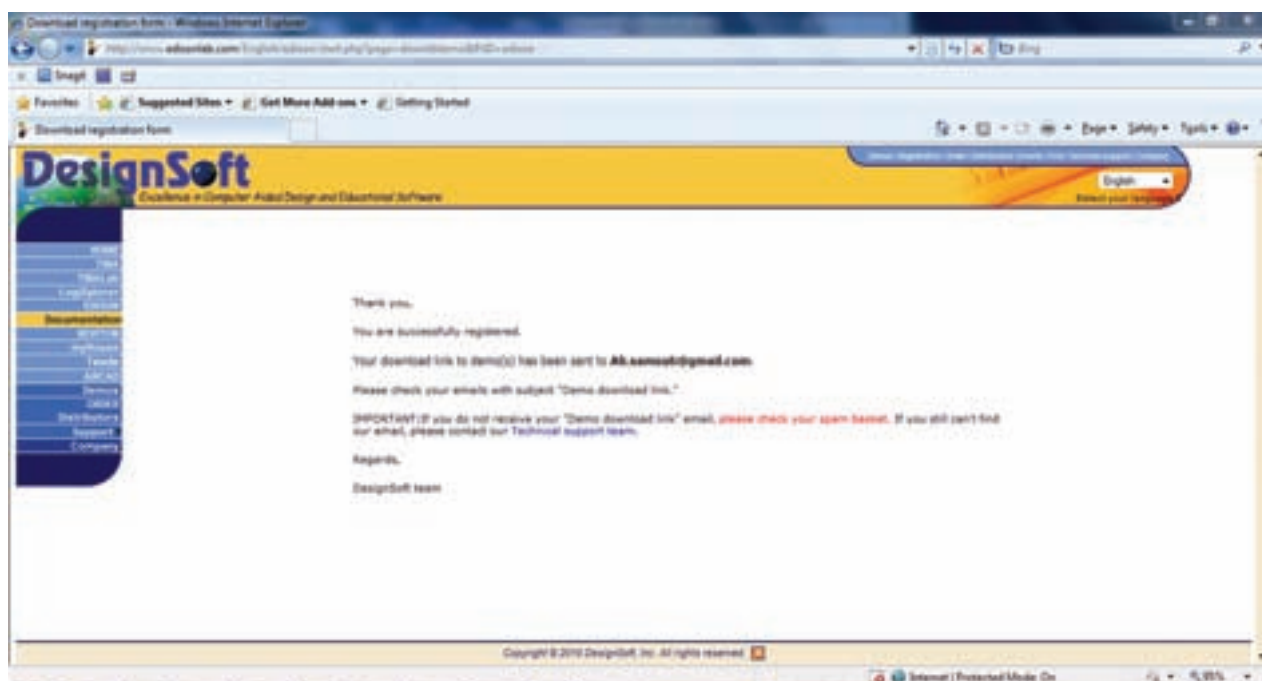
Please press Submit only once!

Submit Reset

شکل ۴-۱ پرسشنامه‌ی دانلود نرم‌افزار ادیسون

این صفحه بیانگر آن است که، یک نامه‌ی الکترونیکی، به پست الکترونیکی شما ارسال شده است.

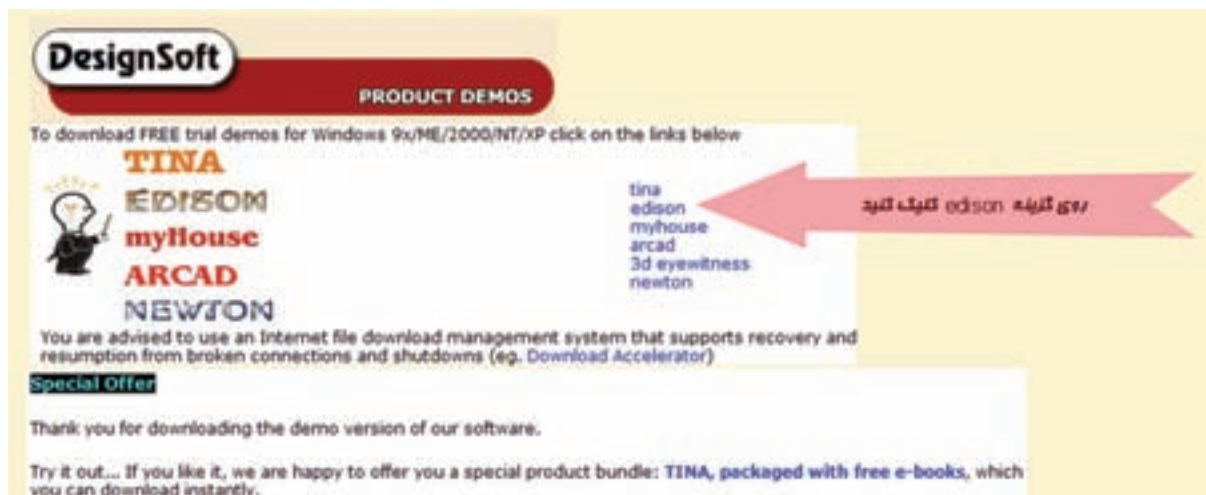
۹-۱-۱ پس از تکمیل این پرسشنامه روی کلید Submit (ارائه کردن - تقدیم داشتن) کلیک چپ کنید. صفحه‌ای مشابه صفحه‌ی شکل ۵-۱ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۱ صفحه‌ی نمایش داده شده پس از تکمیل پرسشنامه

۱۰-۱-۱ در این مرحله به صندوق الکترونیکی خود مراجعه کنید و نامه‌ای را که توسط موسسه‌ی مربوطه برای شما ارسال شده است، باز نمایید. پس از باز کردن نامه شکل ۶-۱ را مشاهده می‌کنید.

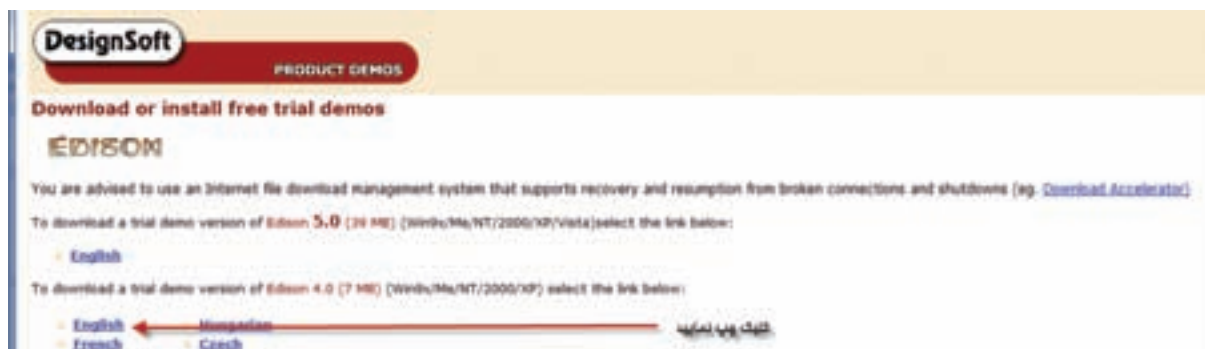
توجه: اگر تا کنون پست الکترونیکی نداشته‌اید، با مراجعه به سایت‌هایی از قبیل Yahoo، Google و... اقدام به ساخت آن نمایید.



شکل ۶-۱ صفحه‌ی مربوط به دریافت نامه‌ی الکترونیکی

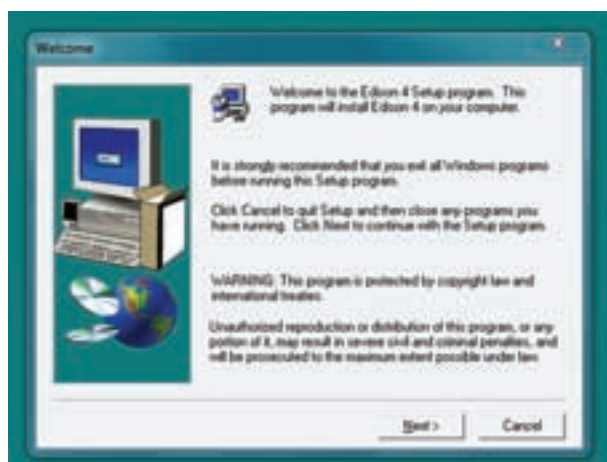
نشان داده شده در شکل ۷-۱ کلیک چپ کنید.

۱۱-۱-۱ روی گزینه‌ی Edison کلیک چپ کنید.
شکل ۷-۱ ظاهر می‌شود. بر روی گزینه‌ی (English)

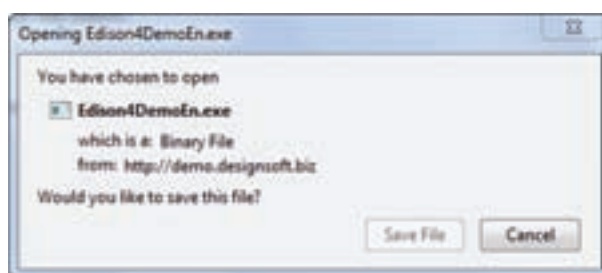


شکل ۷-۱ صفحه‌ی دریافت نرم‌افزار ادیسون

۱۲-۱-۱ با کلیک چپ روی گزینه‌ی English شکل
۸-۱ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۹-۱ صفحه‌ی مربوط به نصب نرم‌افزار



شکل ۸-۱ صفحه‌ی مربوط به ذخیره کردن نرم‌افزار ادیسون

نکته: مناسب‌تر است برای نصب نرم‌افزار از مکانی غیر از محلی که سیستم عامل نصب شده است، استفاده کنید. معمولاً سیستم عامل را بر روی Drive C: نصب می‌کنند.

سوال ۱: آیا تا این مرحله به مشکلی برخورد کرده‌اید؟ توضیح دهید.

۱۳-۱-۱ گزینه‌ی Save file (ذخیره کردن فایل) را انتخاب کنید. آدرس مکانی (Drive) که می‌خواهید برنامه‌ی ادیسون ذخیره شود، را مشخص کنید و منتظر بمانید که تا برنامه دانلود شود (در صورت نیاز می‌توانید به جای دانلود نرم‌افزار، نرم‌افزار مربوطه را از مربی خود دریافت کنید یا از لوح فشرده‌ی ضمیمه‌ی این کتاب استفاده کنید). روی فایل‌ی که دانلود کردید کلیک کنید. پنجره‌ی شکل ۹-۱ باز می‌شود.

توجه: در صورت دسترسی به آدرس‌های دیگر مانند:

<http://www.verdiem.com/edison/>

می‌توانید نرم‌افزار ادیسون را به‌طور مستقیم و بدون استفاده از پست الکترونیکی دانلود کنید.

صبر کنید. اکنون نرم‌افزار در محل انتخاب شده به‌طور کامل نصب شده است و شما می‌توانید با نرم‌افزار ادیسون آزمایش‌های دل‌خواه را انجام دهید.

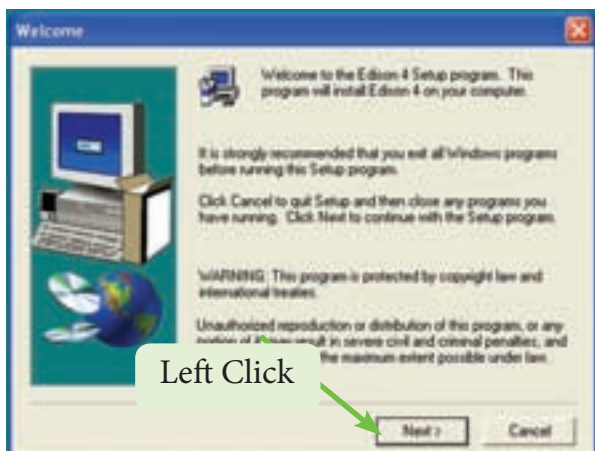
۱-۱-۱۸ علاوه بر استفاده از نمونه‌ی آزمایشی (Demo) ذکر شده برای نرم‌افزار ادیسون، می‌توانید از نمونه‌ی آزمایشی موجود در بازار استفاده کنید. این نمونه به آسانی قابل دسترس است.

۱-۱-۱۹ برای نصب این نوع نرم‌افزار ابتدا پوشه‌ی مربوط به نرم‌افزار ادیسون را باز کنید و گزینه‌ی Setup را مطابق شکل ۱-۱۲ فعال کنید.



شکل ۱-۱۲ شروع به نصب نرم‌افزار ادیسون

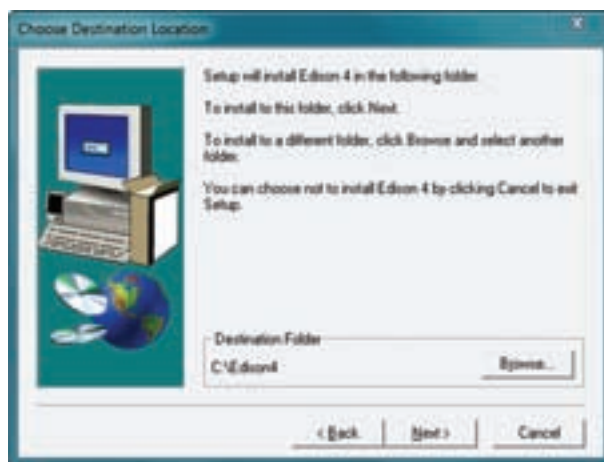
۱-۱-۲۰ چند دقیقه صبر کنید، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۳ ظاهر می‌شود. پس از نمایش صفحه، کلید Next را فعال کنید.



شکل ۱-۱۳ ادامه‌ی برنامه‌ی نصب نرم‌افزار ادیسون

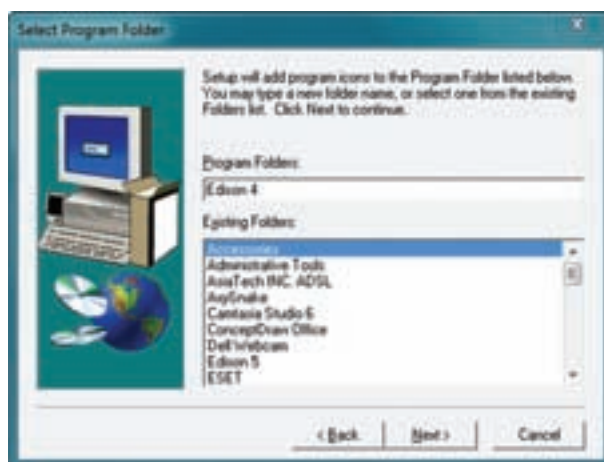
۱-۱-۱۴ برای رفع مشکل از مربی خود راهنمایی بگیرید. در صورتی که به تنهایی کار می‌کنید، مراحل را مجدداً انجام دهید.

۱-۱-۱۵ روی کلید Next کلیک کنید. پنجره‌ی شکل ۱-۱۰ باز می‌شود. کلید Browse را انتخاب کنید. مکانی از حافظه که می‌خواهید برنامه روی آن نصب شود را مشخص کنید.



شکل ۱-۱۰ انتخاب محل نصب نرم‌افزار

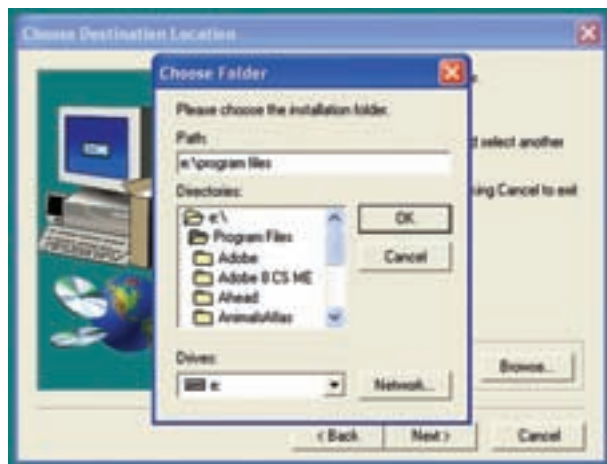
۱-۱-۱۶ پس از انتخاب محیط نصب، روی کلید Next کلیک کنید. صفحه‌ی شکل ۱-۱۱ باز می‌شود. مجدداً روی کلید Next، کلیک کنید.



شکل ۱-۱۱ قسمتی از مراحل نصب نرم‌افزار

۱-۱-۱۷ پس از کلیک کردن روی کلید Next مراحل نصب آغاز می‌شود. تا زمانی که مراحل نصب پایان یابد،

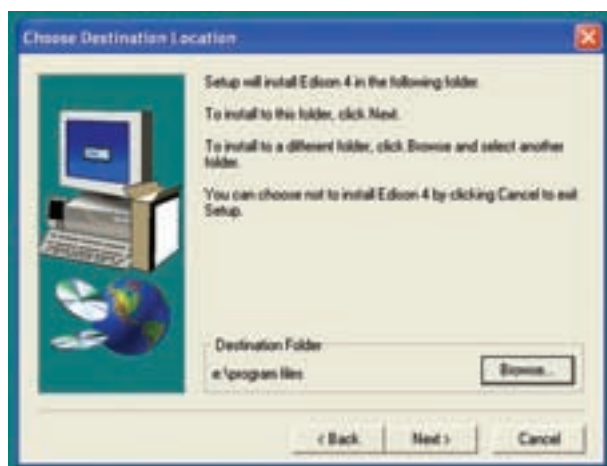
۱-۲۱ پس از فعال کردن دکمه‌ی Next شکل ۱۴-۱
روی صفحه‌ی کامپیوتر قابل مشاهده است. در این شکل
برای نصب نرم‌افزار یک مسیر مشخص را معرفی می‌کند. در
صورتی که می‌خواهید مسیر نصب را تغییر دهید از دکمه‌ی
Browse استفاده کنید. مسیر نشان داده شده در شکل
۱۴-۱ درایو C و پوشه‌ی ادیسون (Edison) است.



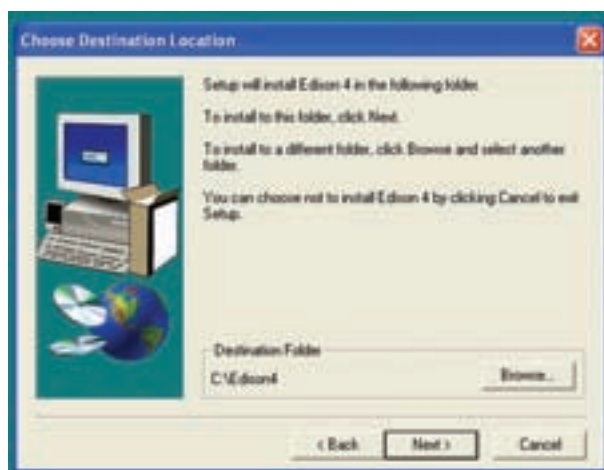
شکل ۱۶-۱ مسیر نصب نرم‌افزار در درایو C به درایو E
تغییر کرده است

نکته‌ی مهم: در صورتی که در نرم‌افزارهای موجود
در بازار مسیر ناشناخته‌ای معرفی شده است، آن مسیر را حذف
کنید و مسیر نصب را خودتان انتخاب کنید.

۱-۲۴ دکمه‌ی Ok را فعال کنید، طبق شکل ۱۷-۱
مسیر انتخاب خواهد شد.

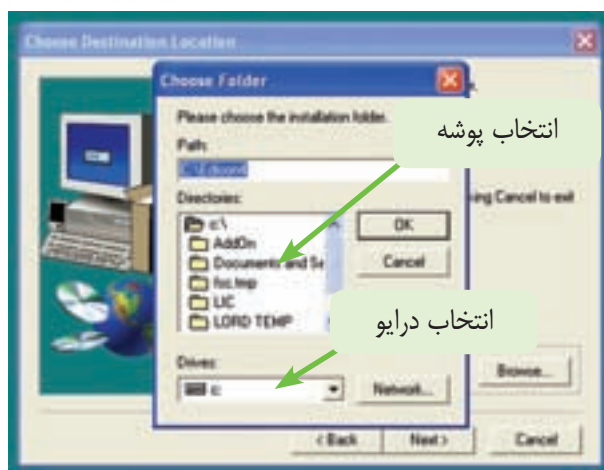


شکل ۱۷-۱ مسیر جدید در برنامه انتخاب شده است
۱-۲۵ در شکل ۱۷-۱ دکمه‌ی Next را فعال کنید



شکل ۱۴-۱ مسیر پیش‌نهادی نرم‌افزار ادیسون
برای نصب

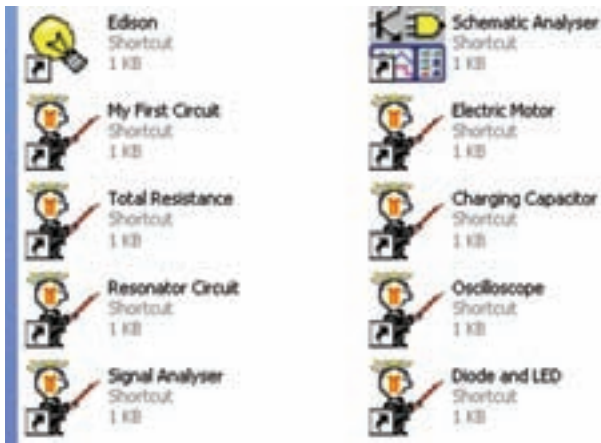
۱-۲۲ در شکل ۱۵-۱، نحوه‌ی تغییر مسیر را مشاهده
می‌کنید. با انتخاب درایو (Drive) و پوشه‌ی (Folder)
مورد نظر مسیر دل‌خواه خود را انتخاب کنید.



شکل ۱۵-۱ نحوه‌ی تغییر مسیر برای نصب نرم‌افزار
ادیسون

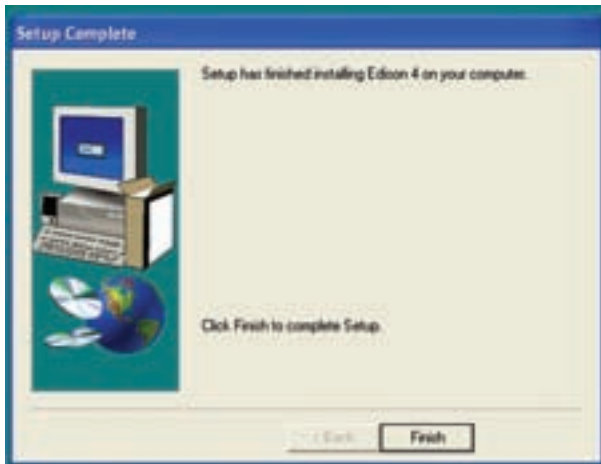
۱-۲۳ در شکل ۱۶-۱ مسیر تغییر یافته‌ی

(Demo) نصب می‌شود.



شکل ۱-۲۰ نصب تعدادی از برنامه‌های نمایشی (Demo) ادیسون

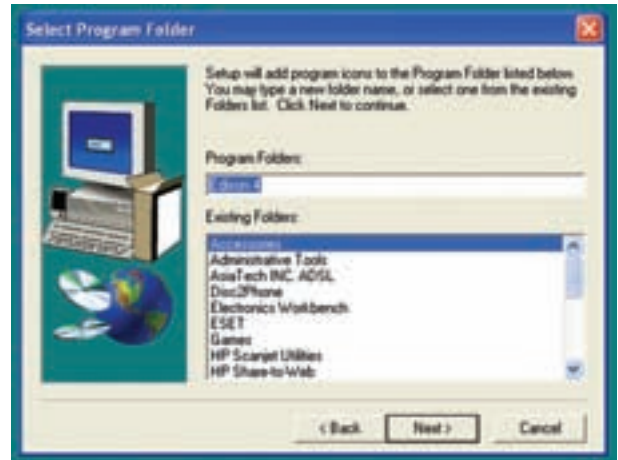
۱-۲۸ با ظاهر شدن شکل ۱-۲۱ نصب برنامه به اتمام می‌رسد. در این مرحله دکمه‌ی Finish را فعال کنید.



شکل ۱-۲۱ مرحله‌ی نهایی نصب نرم‌افزار ادیسون

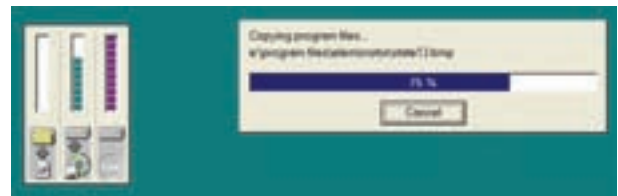
۱-۲۹ پس از نصب میان‌برهای نشان داده شده در شکل ۱-۲۱ برنامه‌ی ادیسون شما به‌طور کامل نصب شده‌است. برای دسترسی به برنامه می‌توانید به‌طور مستقیم منوی Start → All Programs یا به‌طور غیر مستقیم از مسیری که از قبل تعیین کرده‌اید نرم‌افزار را از طریق دو بار کلیک کردن فعال کنید.

تا شکل ۱-۱۸ ظاهر شود. در این شکل از شما می‌خواهد که پرونده‌ی (Folder) مورد نظر را برای نصب برنامه انتخاب کنید. معمولاً به صورت پیش فرض پوشه‌ی Accessory انتخاب شده است. توصیه می‌کنیم همین مسیر را انتخاب کنید.



شکل ۱-۱۸ انتخاب پوشه برای نصب برنامه

۱-۲۶ پس از این مرحله، شکل ۱-۱۹ روی کامپیوتر ظاهر می‌شود و کامپیوتر به صورت خودکار شروع به نصب برنامه می‌کند. باید کمی صبر کنید تا برنامه به‌طور کامل نصب شود.



شکل ۱-۱۹ تصویر مربوط به نصب برنامه ادیسون

۱-۲۷ آخرین صفحه‌ای را که روی کامپیوتر ملاحظه می‌کنید، شکل ۱-۲۰ است. در این مرحله تعدادی از برنامه‌های اجرا شده‌ی ادیسون به صورت نمایشی

۱-۱-۳۲ پس از مشاهده‌ی پیام دکمه‌ی OK را فعال کنید. صفحه‌ی نرم‌افزار در دو قسمت چپ و راست صفحه طبق شکل ۱-۲۵ ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۲۵ صفحات سمت چپ و راست نرم‌افزار ادیسون

در سمت چپ صفحه می‌توانید مدارهای عملی را ببینید و در سمت راست صفحه نقشه‌ی فنی مدار به صورت خودکار رسم می‌شود.

۱-۱-۳۳ در صورتی که در قسمت بالای صفحه‌ی سمت راست یا سمت چپ طبق شکل ۱-۲۶ روی علامت نشان داده شده کلیک کنید صفحه‌ی مورد نظر بزرگ می‌شود.



شکل ۱-۲۶ نحوه‌ی بزرگ کردن صفحات سمت راست و سمت چپ

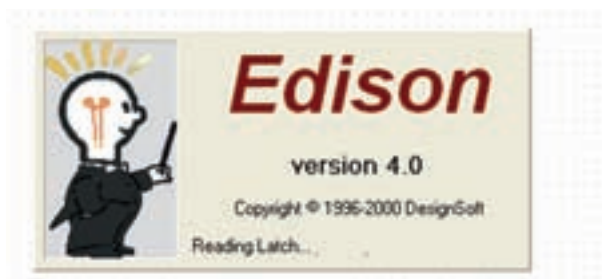
۱-۱-۳۴ در شکل ۱-۲۷ صفحه‌ی سمت چپ را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود، یکی از آزمایش‌های اجرا شده در نرم‌افزار ادیسون که مربوط به قانون اهم است را نشان داده‌ایم.

طبق شکل ۱-۲۲ برای نرم‌افزار دو نماد وجود دارد، نماد لامپ زرد برنامه اصلی نمایشی ادیسون را فعال می‌کند و نماد پوشه‌ی Edison 4 برنامه‌های اجرا شده را به صورت آموزشی نمایش می‌دهد. با مشاهده‌ی برنامه‌های موجود در پوشه‌ی Edison 4 به آسانی می‌توانید نحوه‌ی کار کردن با این برنامه را یاد بگیرید.



شکل ۱-۲۲ نحوه‌ی باز کردن نرم‌افزار ادیسون

۱-۱-۳۰ روی علامت لامپ دو بار کلیک کنید تا نرم‌افزار شروع به باز شدن کند. سپس کمی صبر کنید تا صفحه‌ی اصلی ادیسون باز شود. شکل ۱-۲۳ مرحله‌ی باز شدن نرم‌افزار ادیسون را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۳ مرحله‌ی باز شدن نرم‌افزار ادیسون

۱-۱-۳۱ قبل از باز شدن نرم‌افزار ادیسون پیامی مبنی بر نمایشی بودن آن مطابق شکل ۱-۲۴ روی صفحه ظاهر می‌شود. در این پیام یادآوری می‌شود که این نسخه نمایشی بوده و امکان چاپ یا ذخیره‌سازی وجود ندارد. همچنین متذکر می‌شود که فقط مدارهای کوچک قابل اجرا است.



شکل ۱-۲۴ پیام نرم‌افزار ادیسون قبل از باز شدن

۱-۲ آزمایش ۲: آشنایی با محیط نرم افزار

ادیسون

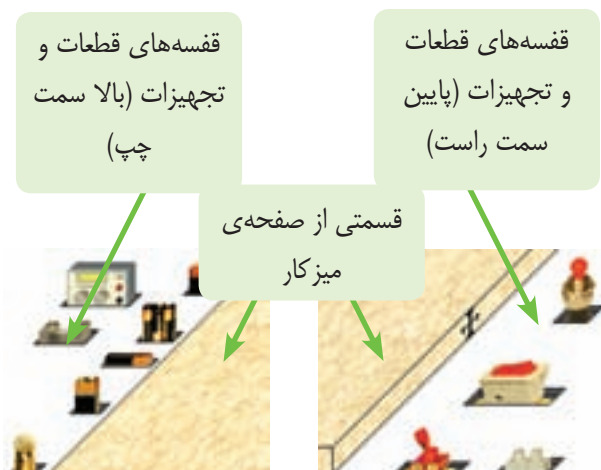
۱-۲-۱ نرم افزار ادیسون مانند سایر نرم افزارها دارای نوار عنوان و نوار منو است. توجه داشته باشید که در نرم افزار نمایشی موجود تعداد منوها بسیار محدود و در حد آشنایی با نرم افزار است.

در شکل ۱-۲۸ نوار منوی نرم افزار را مشاهده می کنید. منوی فایل (File) مشابه سایر نرم افزارها است و دارای گزینه هایی مانند New، Open و Save است. در مورد سایر منوها در جای خود صحبت خواهیم کرد.



شکل ۱-۲۸ نوار منوی نرم افزار ادیسون

۱-۲-۲ نوار منوی ادیسون را باز کنید و صفحه سمت چپ را مورد مطالعه قرار دهید. در سمت چپ (بالا) و در سمت راست (پایین) قفسه های قطعات و تجهیزات قرار دارد. صفحه ی مربوط به میز کار در بین این دو قرار می گیرد. در شکل ۱-۲۹ قسمتی از صفحه ی میز کار و قفسه های قطعات و تجهیزات را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۹ قسمتی از صفحه ی میز کار، قفسه های قطعات و تجهیزات



شکل ۱-۲۷ صفحه ی سمت چپ نرم افزار ادیسون در حال نشان دادن قانون اهم

۱-۱-۳۵ نرم افزار ادیسون را چندین بار نصب کنید تا کاملاً بر فرآیند نصب آن مسلط شوید.

نکته ی مهم: برای Uninstall کردن نرم افزار ادیسون باید از Control Panel استفاده کنید.

سوال ۲: مراحل نصب را به طور خلاصه بنویسید.

سوال ۴: چه قطعاتی در سمت چپ و بالای میز کار وجود دارد؟ نام ببرید.

سوال ۵: آیا تمام قطعاتی که در سمت راست میز کار قرار دارد را می‌شناسید؟ توضیح دهید و نام تعدادی از آن‌ها را بنویسید.

۱-۳ آزمایش ۳: بستن مدارهای ساده

۱-۳-۱ اولین آزمایش را با روشن کردن یک لامپ شروع می‌کنیم. برای کار با نرم‌افزار ادیسون لازم است که با منوهای آن به تدریج آشنا شویم. برای این منظور در طی اجرای آزمایش‌ها به منوهای مربوطه نیز می‌پردازیم. مجدداً یادآوری می‌کنیم که در این نرم‌افزار امکان ذخیره‌سازی و چاپ وجود ندارد، زیرا نرم‌افزار به صورت نمایشی (Demo) است.

۱-۳-۲ پس از انتخاب قفسه‌ی مناسب در سمت چپ بالا یا در سمت راست پایین می‌توانید هر یک از قطعات یا ابزارها را بر روی میز صفحه‌ی کار بیاورید. به عنوان مثال برای آوردن لامپ از قفسه بر روی میز کار روی لامپ در قفسه‌ی سمت چپ و بالای صفحه‌ی میز کار کلیک کنید. سپس موشواره را روی میز بیاورید و با کلیک مجدد لامپ را روی میز قرار دهید.

۱-۲-۳ با چپ کلیک کردن روی فضای خالی موجود در قفسه‌های قطعات و تجهیزات، قفسه جابه‌جا می‌شود و سایر قطعات و تجهیزات در اختیار قرار می‌گیرد. در قفسه‌های بالا و سمت چپ نرم‌افزار انواع باتری‌ها، لامپ، مقاومت، پتانسیومتر، خازن، سیم‌پیچ، موتور، اسیلوسکوپ، تحلیل‌گر مدار، سیگنال‌ژنراتور AF، بلندگو، ترانزیستور، دیود، LED و IC وجود دارد.

در قفسه‌های پایین و سمت راست صفحه‌ی میز کار چند نمونه کلید، شستی فشاری، ترمینال اتصال، رله، مولتی‌متر، ولت‌متر، آمپر‌متر و اهم‌متر قرار دارد. در شکل ۱-۳۰ الف - ب - ج و د تعدادی از این قفسه‌ها را مشاهده می‌کنید.



ب - مقاومت، پتانسیومتر، بوبین و...



الف - مولتی‌متر، ولت‌متر و...



ج - دیود، ترانزیستور و LED



د - بلندگو، اسیلوسکوپ و...

شکل ۱-۳۰ قفسه‌ی تجهیزات در نرم‌افزار ادیسون

۱-۲-۴ با کلیک کردن روی فضای خالی قفسه‌های بالایی و پایینی نرم‌افزار، انواع ابزار، قطعات و دستگاه‌ها را شناسایی کنید و به سوالات زیر پاسخ دهید.

سوال ۳: در قسمت سمت چپ و بالای صفحه‌ی میز کار چند نوع باتری و پیل وجود دارد؟ شرح دهید و ولتاژ کار آن‌ها را بنویسید.

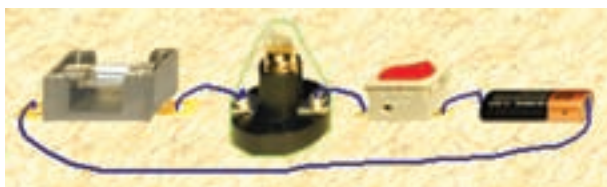
۱-۳-۵ در حالی که انگشت خود را بر روی موشواره نگه داشته‌اید، موشواره را حرکت دهید. عمل سیم‌بندی شروع می‌شود. سیم را به پایانه‌ی سمت چپ فیوز برسانید. در آن جا نیز دایره‌ای کوچک ظاهر می‌شود. مجدداً کلیک کنید، سیم وصل خواهد شد، شکل ۱-۳۲-ب.

۱-۳-۶ سیم‌کشی را مطابق شکل ۱-۳۳ کامل کنید.



شکل ۱-۳۳ تکمیل سیم‌کشی

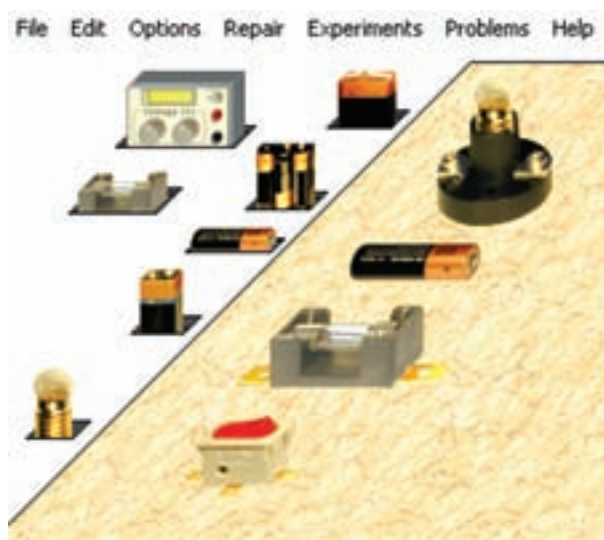
۱-۳-۷ روی سر پیچ لامپ یک بار کلیک کنید. خط سبز رنگی در اطراف سر پیچ ظاهر می‌شود. این خط نشان‌دهنده‌ی انتخاب قطعه برای جابه‌جایی یا تغییر مشخصات آن است، شکل ۱-۳۴.



شکل ۱-۳۴ تغییر مشخصات قطعات

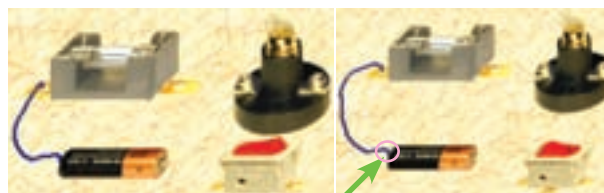
۱-۳-۸ روی قطعه دو بار کلیک کنید. در پایین میز کار طبق شکل ۱-۳۵ صفحه‌ای ظاهر می‌شود. در داخل این صفحه می‌توانید مشخصات قطعه را تغییر دهید. از آن جایی که اگر ولتاژ مجاز لامپ کمتر از ولتاژ منبع باشد، لامپ می‌سوزد یا اگر بیش‌تر از آن باشد لامپ روشن نمی‌شود یا با نور کم روشن می‌شود، برای راه‌اندازی مدار باید حتماً مشخصات قطعه را بررسی کنید. همچنین اگر جریانی زیادتر از جریان مجاز، از فیوز عبور کند، فیوز خواهد سوخت. همان‌طور که مشاهده می‌شود توان لامپ $P=3W$ و ولتاژ آن $V=5/6V$ است.

۱-۳-۲ یک باتری قلمی کوچک ۱/۵ ولتی را از قفسه‌ی سمت چپ انتخاب کنید و روی آن کلیک نمایید. حال موشواره را حرکت دهید، باتری با موشواره حرکت می‌کند. باتری را بردارید و با کلیک مجدد در محل دل‌خواه روی میز کار بگذارید. به همین ترتیب، یک لامپ، یک فیوز و یک کلید را از قفسه‌های بالایی و پایینی انتخاب کنید و آن‌ها را روی میز کار قرار دهید. شکل ۱-۳۱ این قطعات را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۱ آوردن قطعات روی صفحه‌ی میز کار

۱-۳-۴ قطعات را در مکان دل‌خواه روی میز کار بگذارید، سپس روی پایانه‌های سمت چپ باتری کلیک کنید. روی این پایانه دایره‌ی کوچکی مطابق شکل ۱-۳۲ ظاهر می‌شود. در این شرایط پایانه برای سیم‌بندی آماده است.



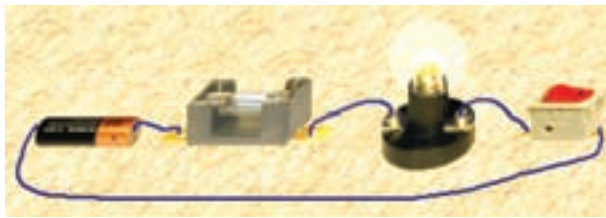
ب- اجرای سیم‌کشی

الف - شروع سیم‌کشی

نماد شروع کار

شکل ۱-۳۲ ظاهر شدن نماد دایره روی پایانه‌ی باتری و اجرای سیم‌کشی

۱-۳-۱۱ پس از این تغییرات طبق شکل ۱-۳۸ با قرار دادن موشواره روی کلید و کلیک کردن آن مدار را راه اندازی کنید. لامپ روشن می شود.



شکل ۱-۳۸ روشن شدن لامپ

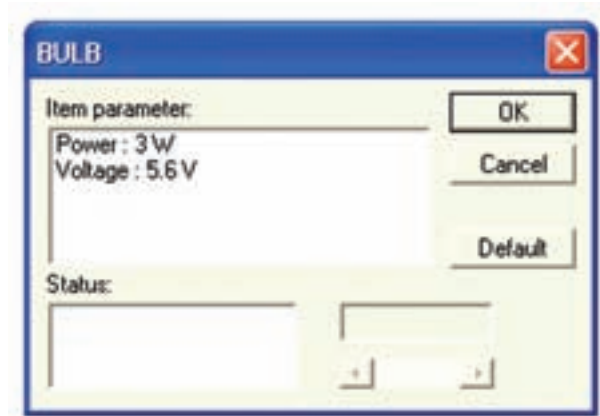
۱-۳-۱۲ در صورتی که بخواهید سیمی را حذف کنید، ابتدا فلش مربوط به انتخاب را توسط موشواره روی سیم ببرید. علامت دست روی آن ظاهر می شود. در این حالت راست کلیک کنید، طبق شکل ۱-۳۹ رنگ سیم تغییر می کند و کلمه Delete روی آن ظاهر می شود.



شکل ۱-۳۹ نحوه ی پاک کردن یا برداشتن سیم رابط

۱-۳-۱۳ در صورتی که در شکل ۱-۳۹ روی کلمه Delete چپ کلیک کنید، سیم رابط حذف می شود. در شکل ۱-۴۰ سیم رابط حذف شده و لامپ به حالت خاموش در آمده است.

نکته ی مهم: توجه داشته باشید که راه ها و "میان برهای" مختلفی برای درج، حذف، جابه جایی و موارد دیگر وجود دارد که به مرور زمان و در خلال کار با نرم افزار با آنها آشنا خواهید شد.



شکل ۱-۳۵ صفحه ی تغییرات مشخصات قطعه

۱-۳-۹ موشواره را طبق شکل ۱-۳۶ روی Power:3W قرار دهید و کلیک کنید، عدد ۳ در قسمت پایین ظاهر می شود. موشواره را روی عدد ۳ بیاورید و آن را به عدد یک تغییر دهید. سپس روی OK دو باره کلیک کنید تا توان لامپ با مقادیر جدید تغییر کند.

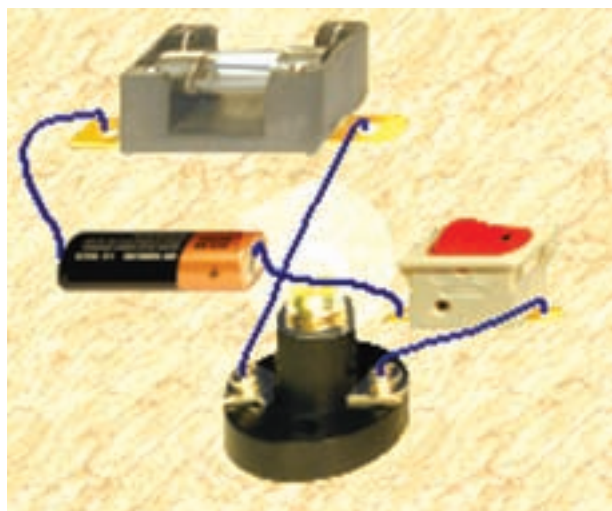


شکل ۱-۳۶ تغییر توان لامپ از ۳W به یک وات

۱-۳-۱۰ موشواره را روی Voltage:5.6 V قرار دهید و کلیک کنید. سپس عدد ۵/۶ را به ۱/۵ ولت تغییر دهید. روی دکمه Ok دو بار کلیک کنید، در این حالت ولتاژ لامپ به ۱/۵ ولت تغییر می کند. در شکل ۱-۳۷ این تغییرات را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۳۷ تغییر ولتاژ لامپ از ۵/۶V به ۱/۵V



شکل ۱-۴۲ جابه‌جایی قطعه

نکته‌ی مهم: هنگام جابه‌جایی قطعه در صورتی که قطعه‌ی مورد نظر روی قطعه‌ی دیگری قرار بگیرد، قطعه جابه‌جا نخواهد شد.

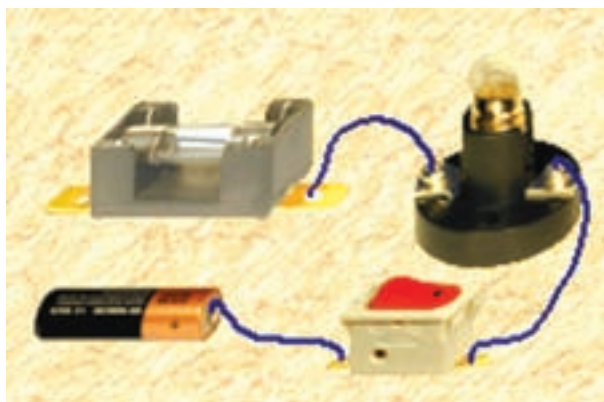
۱-۳-۱۶ مدار شکل ۱-۴۱ را با قطعات زیر ببندید.

- لامپ ۹ ولت یک وات
- باتری کتابی ۹ ولتی
- فیوز
- کلید خاموش روشن که دارای علامت (O) و (I) است.

۱-۳-۱۷ مدار را راه‌اندازی کنید. باید لامپ خاموش و روشن شود.

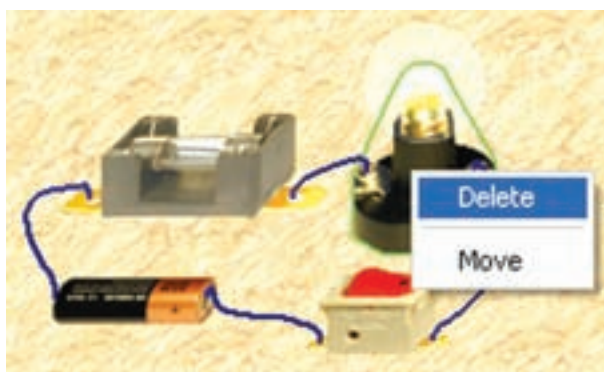
۱-۳-۱۸ مشخصات باتری و فیوز را به دست آورید و بنویسید.

| نام قطعه | مشخصات |
|----------|--------|
| باتری | |
| فیوز | |



شکل ۱-۴۰ سیم متصل شده به باتری و کلید قطع شده و لامپ به حالت خاموش در آمده است.

۱-۳-۱۴ در صورتی که بخواهید قطعه‌ای را حرکت دهید یا آن را حذف کنید فلش انتخاب قطعه را توسط موشواره روی قطعه ببرید. علامت سوال (؟) روی آن مشاهده می‌شود. حال روی قطعه راست کلیک کنید طبق شکل ۱-۴۱ دور قطعه خط سبز رنگ و در پایین قطعه کلمات Delete و Move ظاهر می‌شود. با انتخاب هر یک از کلمات حذف شدن (Delete) و یا حرکت قطعه (Move) را تجربه کنید.



شکل ۱-۴۱ حذف و یا حرکت قطعه

۱-۳-۱۵ در شکل ۱-۴۲ با استفاده از کلمه‌ی Move، لامپ را جابه‌جا کرده‌ایم.

نکته‌ی مهم: استفاده از Help هر نرم‌افزاری می‌تواند کمک موثری در کاربری آن باشد.

می‌توانید ضخامت سیم را به اندازه‌ی یک، دو یا سه نقطه انتخاب کنید و در قسمت “Wire Color” رنگ سیم را انتخاب کنید و کلمه‌ی OK را فعال نمایید. در این شرایط سیم‌ها به رنگ انتخاب شده در می‌آید. در شکل ۱-۴۴ رنگ سیم‌ها را نارنجی انتخاب کرده‌ایم.



شکل ۱-۴۴ تغییر رنگ سیم‌ها

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید در نرم‌افزار نسخه‌ی ۴ آزمایشی ادیسون رنگ سیم‌ها محدود به ۱۲ رنگ است.

۱-۳-۲۳ برای تغییر رنگ سیم قبل از شروع کار، می‌توانید از مسیر زیر استفاده کنید.

کلیک چپ روی Wire Color → Wire Color Option
 ظاهر شدن صفحه‌ی دیگر ← Item parameter ← Wire Color
 Status → نوع رنگ

برای درک بهتر موضوع به شکل‌های ۱-۴۳ و ۱-۴۴ مراجعه کنید.

۱-۳-۱۹ هر یک از قطعات را پاک کنید و مجدداً روی صفحه بیاورید.

۱-۳-۲۰ قطعات را جابه‌جا کنید. توجه داشته باشید باید قبل از جابه‌جایی، سیم‌ها را قطع کنید و پس از جابه‌جایی مجدداً سیم کشی کنید.

۱-۳-۲۱ برای تغییر رنگ سیم‌ها از نوار منو گزینه‌ی Option را انتخاب کنید. سپس گزینه‌ی رنگ سیم (Wire Color) را فعال نمایید. شکل ۱-۴۳ مسیر فعال ساختن تغییر «رنگ سیم» را نشان می‌دهد. در این شکل ترجمه‌ی سایر اطلاعات مربوط به منوی Option مشاهده می‌کنید.

| Options | Repair | Experiments | P |
|---------------------------------|--------|-------------|---|
| Sound Effects | | | |
| ✓ Show faults | | | |
| Shelf color | | | |
| Wire color... | | | |
| ✓ Keep wires at move | | | |
| ✓ Hints above shelves | | | |
| Hints above circuits | | | |
| Preconnect ICs pins | | | |
| ✓ Hidden circuit connections | | | |
| ✓ Hidden breadboard connections | | | |
| ✓ Save schematics | | | |
| ✓ Save options on exit | | | |

باز تاب صدا

نشان دادن عیوب

رنگ زمینه‌ی قفسه‌ها

رنگ سیم

قرار دادن سیم‌ها در حال حرکت

ذکر ویژگی‌های قفسه‌ها

ذکر ویژگی‌های مدار

پیش اتصال پایه‌های آی سی

مخفی کردن اتصال‌های مدار

مخفی کردن اتصال‌های بردبرد

ذخیره‌ی نقشه‌ی فنی

ذخیره‌ی مدارها قبل از خروج

شکل ۱-۴۳ مسیر فعال ساختن رنگ سیم

۱-۳-۲۲ در صورتی که از نرم‌افزار موجود در بازار ایران (نسخه‌ی ۴) استفاده می‌کنید و می‌خواهید در مدار مورد آزمایش، طبق شکل ۱-۴۴ رنگ سیم را تغییر دهید، ابتدا سیم متصل شده به پایانه‌ی باتری را انتخاب و روی آن دو بار کلیک چپ کنید تا جدول مربوط به انتخاب رنگ سیم ظاهر شود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود این جدول دارای دو قسمت: “Wire Width” و “Wire Color” است. در قسمت “Wire Width”

در شکل ۱-۴۶ رنگ قفسه‌ی سمت چپ بالا به رنگ قرمز تغییر کرده است.



شکل ۱-۴۶ تغییر رنگ قفسه

۱-۴-۲ در نمونه‌ی آزمایشی نرم‌افزار ادیسون نسخه‌ی ۴ رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی میز کار نیز قابل تغییر است. شما می‌توانید با استفاده از مسیر زیر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی میز کار را تغییر دهید.

Edit → Background Picture

Change to ← Select Background Picture

↓
انتخاب رنگ → **Ok**

نکته‌ی مهم: گزینه‌ی **Change to** در نمونه‌ی

آزمایشی (Demo) نرم‌افزار فعال نمی‌شود.

در شکل ۱-۴۷ جدول تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی میز کار را مشاهده می‌کنید.

۱-۳-۲۴ مدار شکل ۱-۴۴ را به گونه‌ای ببندید که سیم متصل شده به مثبت باتری با رنگ قرمز و سیم متصل شده به منفی باتری، رنگ سیاه و سایر سیم‌ها به رنگ آبی روشن باشد. نتایج حاصل از این تغییرات را به‌طور خلاصه بنویسید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |

۱-۴ آزمایش ۴: آشنایی با سایر منوهای

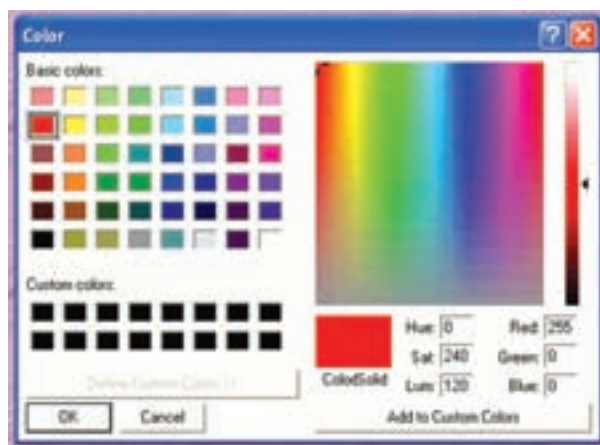
نرم‌افزار

۱-۴-۱ شما می‌توانید رنگ زمینه‌ی قفسه‌ها را تغییر دهید. برای این منظور از مسیر زیر استفاده کنید.

ظاهر شدن جدول رنگ → **Shelf Color** → **Option**

↓
انتخاب رنگ ← **Ok**

در شکل ۱-۴۵ جدول رنگ مربوط به قفسه‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۴۵ جدول رنگ مربوط به انتخاب رنگ زمینه‌ی قفسه‌های قطعات

در شکل ۱-۴۹ این مسیر را مشاهده می کنید.

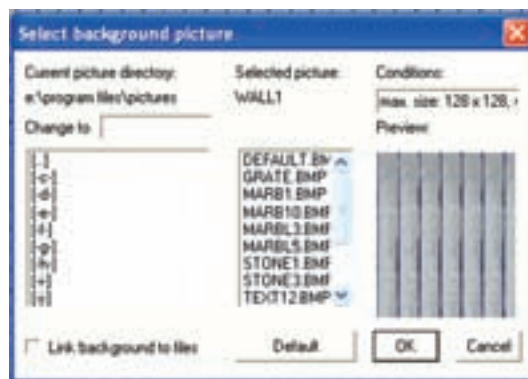


شکل ۱-۴۹ مسیر انتخاب تابلو

۱-۴-۵ برای انتخاب تابلو برای نوشتن کافی است که از روی قفسه تابلوی مورد نظر را با کلیک چپ انتخاب کنید و آن را روی میز کار بیاورید و مجدداً کلیک چپ کنید تا در محل مورد نظر قرار گیرد. سپس روی تابلو دو بار کلیک چپ کنید تا صفحه‌ی دیگری باز شود. در آن صفحه متن خود را بنویسید و OK را فعال نمایید. متن نوشته شده طبق شکل ۱-۵۰ آماده می شود.



شکل ۱-۵۰ انتخاب تابلو و درج نوشته در آن



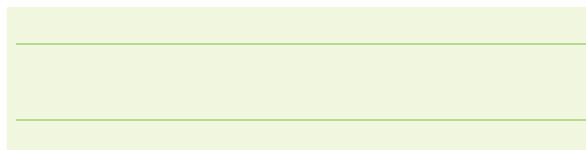
شکل ۱-۴۷ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی کار

در شکل ۱-۴۸ رنگ زمینه‌ی میز کار قفسه را در مقایسه با مدارهای قبلی تغییر داده ایم.



شکل ۱-۴۸ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی میز کار و قفسه

۱-۴-۳ مدار شماره‌ی ۱-۴۶ را ببندید و سپس رنگ قفسه و رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی میز کار را تغییر دهید. این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید. به طور خلاصه مراحل تغییر رنگ زمینه‌های قفسه‌ی قطعات و صفحه‌ی میز کار را شرح دهید.



۱-۴-۴ در مسیر زیر می توانید تابلویی را انتخاب کنید و روی آن متن مورد نظر خود را بنویسید.

انتخاب تابلو → Select Shelf → Edit

می‌کند و مسیر آن با تعدادی مربع تو پر مشخص می‌شود. در صورتی که موشواره را روی مربع‌های وسط هر خط قرار دهید و کلیک کنید و نگاه دارید، با حرکت موشواره سیم جابه‌جا می‌شود. با این روش می‌توانید قطعه‌ها را نیز جابه‌جا کنید و نقشه‌ی مدار را به شکل دل‌خواه خود در آورید.



شکل ۱-۵۳ اصلاح نقشه‌ی فنی مدار از طریق جابه‌جایی خطوط و قطعات

نکته‌ی مهم: چون نرم‌افزار ادیسون نسخه‌ی

آزمایشی فقط به صورت نمونه در اختیار شما قرار دارد، مدارهای محدودی را می‌توانید اجرا کنید. در صورتی که در حین اجرای کار، عملکرد نرم‌افزار متوقف شد، آن را خاموش کنید و مجدداً فعال نمایید.

۱-۴-۸ تعدادی مدار دیگر با نرم‌افزار ادیسون ببینید و نقشه‌ی فنی آن‌ها را بررسی کنید و در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

نکته‌ی مهم: غالباً در نمونه‌های آزمایشی (Demo)

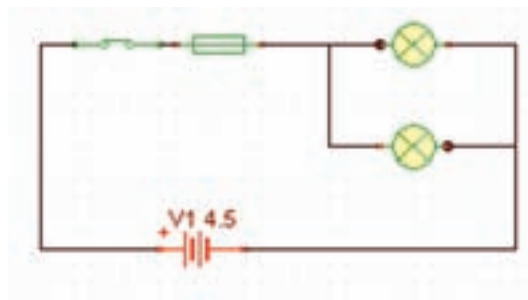
نرم‌افزار ادیسون نمی‌تواند فونت فارسی را مورد استفاده قرار داد. ولی در برخی از نسخه‌ها این امر امکان پذیر است.

۱-۴-۶ هنگامی که مداری را روی صفحه‌ی میز کار

آماده می‌کنید، به‌طور هم‌زمان در سمت راست، در صفحه‌ی Schematic Analyzer، نقشه‌ی فنی مدار ترسیم می‌شود. در شکل ۱-۵۱ مدار عملی و در شکل ۱-۵۲ نقشه‌ی فنی مدار با دو لامپ را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۵۱ مدار عملی دو لامپ با فیوز و کلید



شکل ۱-۵۲ نقشه‌ی فنی مدار عملی دو لامپ با فیوز و کلید

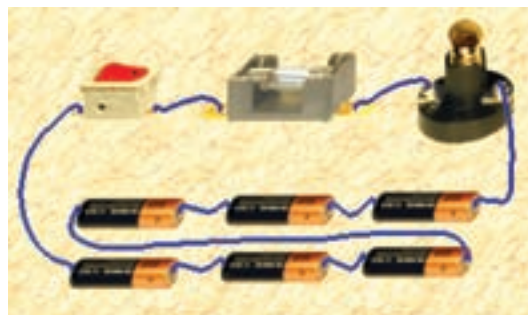
۱-۴-۷ با استفاده از موشواره و انتخاب قطعات و

سیم‌ها در نقشه‌ی فنی مدار می‌توانید نقشه را اصلاح کنید. برای انتخاب سیم مکان‌نما را توسط موشواره طبق شکل ۱-۵۳ روی سیم ببرید و چپ کلیک کنید. رنگ سیم تغییر

است، لامپ هم‌چنان سوخته باقی می‌ماند؟ شرح دهید.

۱-۵ آزمایش ۵: عیب‌یابی مدار

۱-۵-۱- مدار لامپ را با استفاده از ۶ پیل ۱/۵ ولتی ببندید. در شکل ۱-۵۴ مدار لامپ را با تغذیه‌ی ۹ ولتی مشاهده می‌کنید. چرا در این مدار لامپ می‌سوزد؟ توضیح دهید.



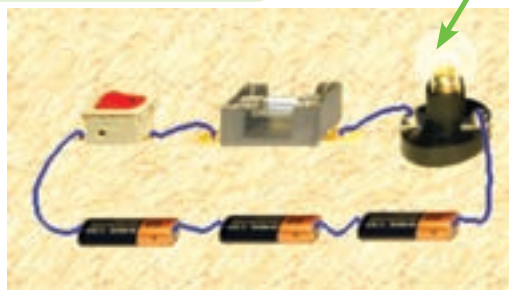
شکل ۱-۵۴ مدار لامپ با ۶ پیل ۱/۵ ولتی

۱-۵-۳ مدار شکل ۱-۵۵ نیاز به تعمیر دارد. برای تعمیر از گزینه‌ی Repair در منوی اصلی استفاده می‌کنیم. مکان‌نما را توسط موشواره روی گزینه‌ی Repair ببرید و چپ کلیک کنید. با کمی جابه‌جایی موشواره، مشاهده می‌کنید که تصویر یک پیچ‌گوشتی به جای مکان‌نما قرار می‌گیرد. پیچ‌گوشتی را روی لامپ ببرید و چپ کلیک کنید، مدار شما تعمیر و لامپ روشن می‌شود. شکل ۱-۵۶.



روی گزینه‌ی Repair کلیک کنید علامت پیچ‌گوشتی ظاهر می‌شود

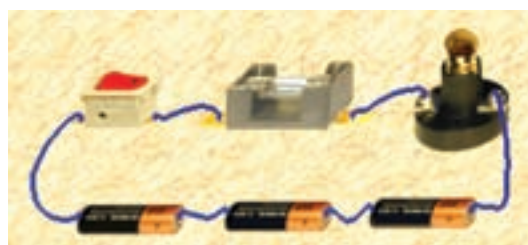
پیچ‌گوشتی را روی لامپ ببرید و کلیک کنید لامپ روشن می‌شود



شکل ۱-۵۶ تعمیر لامپ سوخته

۱-۵-۴ مدارهای دیگری را ببندید و قطعات را بسوزانید و سپس تعمیر کنید. به عنوان مثال جریان فیوز را کم‌تر از جریان لامپ تنظیم کنید تا فیوز بسوزد. این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید. در مورد مشکلات و نحوه‌ی عملکرد گزینه‌ی Repair توضیح دهید.

۱-۵-۲ همان‌طور که در شکل ۱-۵۵ مشاهده می‌کنید به دلیل ولتاژ بیش از اندازه لامپ می‌سوزد. تعداد پیل‌ها را کاهش می‌دهیم و ۳ باتری ۱/۵ ولتی را به دو سر لامپ وصل می‌کنیم. شکل ۱-۵۵ مدار لامپ را با استفاده از سه پیل نشان می‌دهد.



شکل ۱-۵۵ اصلاح مدار شکل ۱-۵۴ با استفاده از سه پیل

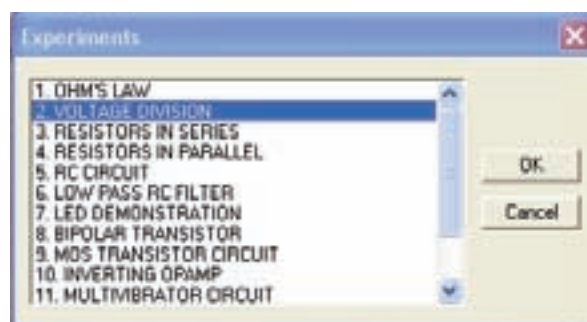
سوال ۶: به چه دلیل در مدار شکل ۱-۵۵ با وجود این‌که به جای ۶ عدد پیل سه عدد پیل قرار داده شده

۱-۶-۳ شما می‌توانید کلیه‌ی عملیاتی که تا کنون آموزش داده‌ایم را روی آزمایش‌های اجرا شده‌ی ادیسون تمرین کنید. مثلاً می‌توانید منبع ولتاژ را عوض کنید، رنگ سیم را تغییر دهید. مقدار مقاومت‌ها را عوض کنید. این عملیات را روی مدار تقسیم ولتاژ اجرا کنید و در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۱-۶ آزمایش ۶: آشنایی با آزمایش‌های اجرا

شده‌ی ادیسون

۱-۶-۱ از نوار منو، گزینه‌ی Experiment را انتخاب نمایید. شکل ۱-۵۷ گزینه‌ی Experiment را نشان می‌دهد.

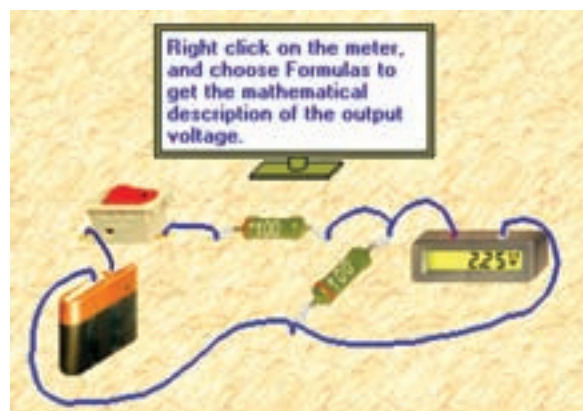


شکل ۱-۵۷ آشنایی با آزمایش‌های اجرا شده در نرم‌افزار ادیسون

۱-۶-۴ شما می‌توانید موارد آموزشی دیگری را از گزینه‌ی Experiment انتخاب نمایید و آزمایش‌های مربوط به آن‌ها را مشاهده کنید یا انجام دهید.

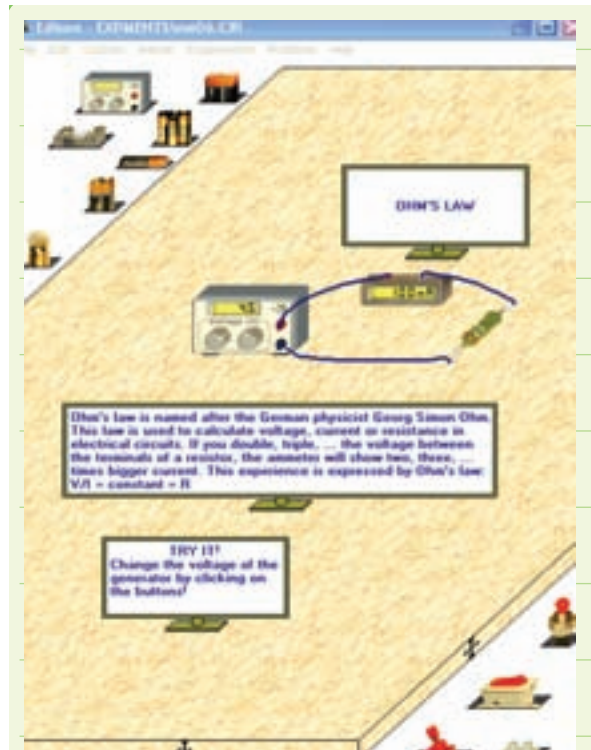
سوال ۷: چه تعداد از آزمایش‌های گزینه‌ی Experiment را انجام داده‌اید؟ نام ببرید و درباره‌ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۱-۶-۲ از پنجره‌ی باز شده گزینه‌ی تقسیم ولتاژ (Voltage Division) را انتخاب کنید. مدار اجرا شده طبق شکل ۱-۵۸ روی صفحه‌ی میز کار ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۵۸ مدار تقسیم ولتاژ بین دو مقاومت

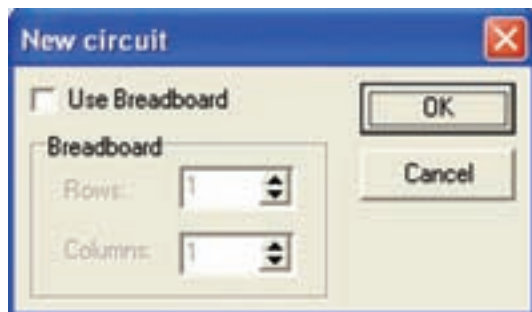
۱-۶-۵ در شکل ۱-۲۷ کدام یک از آزمایش‌های اجرا شده‌ی ادیسون را مشاهده می‌کنید. در مورد آن توضیح دهید.



شکل ۱-۲۷ - مدار اجرا شده‌ی نرم‌افزار

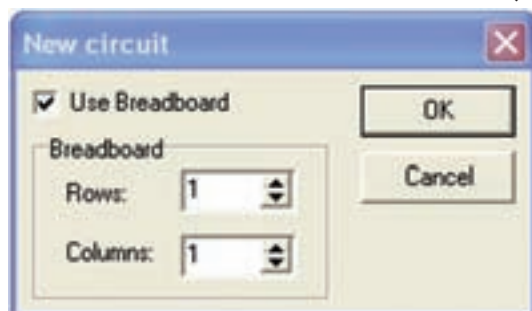
۱-۷-۱ آزمایش ۷: استفاده از بردبرد

۱-۷-۱ در نرم‌افزار ادیسون بردبرد نیز وجود دارد. برای این منظور هنگام شروع کار و بعد از باز کردن نرم‌افزار روی گزینه‌ی فایل (File) و سپس (New) چپ کلیک کنید. صفحه‌ی شکل ۱-۵۹ ظاهر می‌شود. در این صفحه، کنار گزینه‌ی Bread board مربع توخالی وجود دارد، آن را فعال کنید. علامت ✓ روی مربع ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۵۹ انتخاب بردبرد

۱-۷-۲ با فعال شدن مربع، می‌توانید تعداد بردبردها را جهت افقی (Row) و عمودی (Column) انتخاب کنید. در شکل ۱-۶۰ تعداد بردبرد در جهت عمودی و افقی "یک" انتخاب شده است.



شکل ۱-۶۰ تعیین تعداد بردبردها در جهت افقی و عمودی

۱-۶-۶ توجه داشته باشید که تعدادی از منوهای مربوط به نرم‌افزار ادیسون به دلیل آزمایشی بودن (Demo) آن فعال نمی‌شود و عملاً قابل استفاده نیست. این گزینه‌ها را شناسایی کنید و آن‌ها را نام ببرید.

۱-۷-۵ نحوه‌ی استفاده از بردبرد را تمرین کنید و مدارهای متفاوتی را روی آن ببندید و در مورد نتایج حاصل توضیح دهید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

۱-۸ آزمایش ۸: آموزش ادیسون با استفاده از مدارهای اجرا شده به صورت پویانمایی

۱-۸-۱ همان‌طور که در شکل ۱-۲۲ توضیح داده شد، شما می‌توانید از دو طریق به نرم‌افزار ادیسون دسترسی پیدا کنید.

- از طریق نماد لامپ
- از طریق پوشه‌ی Edison 4

در صورتی که پوشه‌ی ادیسون ۴ را باز کنید صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۶۳ باز می‌شود که در آن ۱۷ نماد وجود دارد. نماد لامپ مربوط به باز کردن نرم‌افزار ادیسون و نماد Uninstall مربوط به حذف و پیاده کردن برنامه‌ی ادیسون از کامپیوتر است. سایر نمادها مدارهای آماده‌ای هستند که به صورت فیلم و پویانمایی و گاهی توام با صوت آموزش داده می‌شوند. به عنوان مثال نماد میان‌بر مربوط به Charging Capacitor، نحوه‌ی شارژ خازن را آموزش می‌دهد.

توجه: با مراجعه به اینترنت می‌توانید به انواع فایل‌های آموزشی مرتبط با موضوع‌های علمی مختلف دسترسی پیدا کنید.

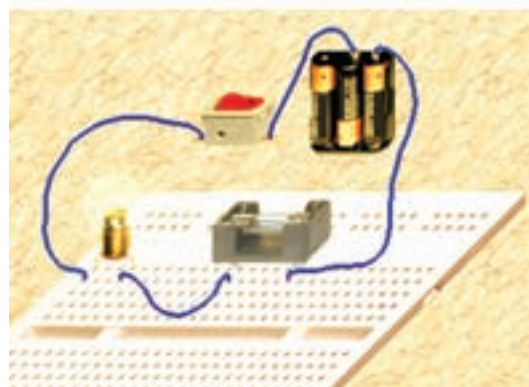
۱-۷-۳ پس از انتخاب تعداد بردبردها روی Ok کلیک کنید.

صفحه‌ی بردبرد روی میز کار ظاهر می‌شود. حال می‌توانید مدار مورد نظر خود را بر اساس آن چه که در قسمت‌های اصلی گفته شده است ببندید، شکل ۱-۶۱.



شکل ۱-۶۱ بردبرد روی میز کار

۱-۷-۴ در شکل ۱-۶۲ مدار یک لامپ با فیوز و کلید که روی بردبرد بسته شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۶۲ مدار یک لامپ، کلید و فیوز روی بردبرد

۱-۸-۲ هر یک از نمادهای نشان داده شده در شکل ۱-۶۳ را باز کنید و مشاهده نمایید سپس نتایج حاصله را به‌طور خلاصه با ذکر نام موضوع آموزشی توضیح دهید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |



شکل ۱-۶۳ نمادهای مربوط به مباحث آموزشی نرم‌افزار ادیسون

فصل دوم

آزمایشگاه مجازی Virtual LAB

هدف کلی: راهنمای نصب، راه اندازی و کاربرد نرم افزار مولتی سیم (Multisim) برای دروس اندازه گیری الکتریکی و آزمایشگاه اندازه گیری الکتریکی

هدف های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم انجام می شود از فراگیرنده

انتظار می رود که:

- | | |
|--|--|
| ۱- نرم افزار مولتی سیم را روی رایانه ی خود نصب (Install) کند. | ۱۲- آمپر متر را در مدار به صورت سری اتصال دهد. |
| ۲- نرم افزار مولتی سیم را بتواند از رایانه ی خود حذف (Uninstall) کند. | ۱۳- با استفاده از مولتی متر جریان مدار را اندازه بگیرد. |
| ۳- اجزای محیط کار نرم افزار مولتی سیم را تشخیص دهد. | ۱۴- با تغییر ولتاژ DC باتری، تغییرات جریان را مشاهده کند. |
| ۴- قطعات و المان ها را از روی میله ی نوار ابزار به روی میز کار انتقال دهد. | ۱۵- ولت متر را در مدار موازی کند. |
| ۵- تغییر مکان قطعات به صورت افقی و عمودی و هم چنین قرینه سازی آن ها را اجرا کند. | ۱۶- مقدار ولتاژ را با مولتی متر اندازه گیری کند. |
| ۶- از عناصر محیط گرافیکی برای ترسیم شکل استفاده کند. | ۱۷- مولتی متر را برای اندازه گیری مقاومت روی اهم تنظیم کند. |
| ۷- محل قرار گرفتن دستگاه های اندازه گیری را روی میله ی ابزار مشخص کند. | ۱۸- با استفاده از مولتی متر مقدار مقاومت را اندازه گیری کند. |
| ۸- دستگاه های اندازه گیری را از میله ی ابزار بر روی میز کار انتقال دهد. | ۱۹- میکرو آمپر متر نرم افزار را عملاً در مدار مورد استفاده قرار دهد. |
| ۹- بین قطعات و دستگاه های اندازه گیری و سایر ابزار اتصال برقرار کند. | ۲۰- کلید موجود در نرم افزار را در مدار ببندد و آن را به کار گیرد. |
| ۱۰- المان ها را در کتابخانه ی نرم افزار جست و جو کند. | ۲۱- پتانسیومتر نرم افزار را در مدار به کار ببرد. |
| ۱۱- المان ها را مورد استفاده قرار دهد و مقدار المان ها را تغییر دهد. | ۲۲- مدار الکتریکی پل وتستون را عملاً ببندد. |
| | ۲۳- از منبع تغذیه ی AC، فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار استفاده کند. |
| | ۲۴- ولتاژ AC را با استفاده از مولتی متر اندازه بگیرد. |
| | ۲۵- با منبع تغذیه ی AC موجود در نرم افزار مولتی سیم کار کند. |

۳۶- اتصال اسیلوسکوپ را جهت بدست آوردن منحنی مشخصه‌ی ولت - آمپر دیود معمولی برقرار کند.

۳۷- منحنی مشخصه‌ی دیود را با استفاده از نرم‌افزار رسم کند و مقدار ولتاژ سد دیود را با استفاده از منحنی مشخصه اندازه بگیرد.

۳۸- دستگاه کروتريسر را در نرم‌افزار پیدا کند و روی میز کار بیاورد.

۳۹- تنظیمات دستگاه تحلیل گر ولت-آمپر (کروتريسر) را انجام دهد.

۴۰- با استفاده از دستگاه کروتريسر، ولتاژ شکست دیود معمولی را بیابد.

۴۱- با تنظیم جریان بیس بتواند جریان کلکتور و ولتاژ کلکتور-امپر را مشاهده کند.

۴۲- نقاط کار ترانزیستور را از روی منحنی ولت-آمپر پیدا کند.

۴۳- مولتی‌متر دیجیتالی را از سایر دستگاه‌ها تشخیص دهد.

۴۴- پانل یک مولتی‌متر دیجیتالی را تشریح کند.

۲۶- اسیلوسکوپ نرم‌افزار را شناسایی کند و آن را روی میز کار انتقال دهد.

۲۷- نحوه‌ی تنظیم‌های اولیه‌ی اسیلوسکوپ نرم‌افزار را اجرا کند.

۲۸- نحوه‌ی تغییرات ولوم تغییر مکانی افقی و عمودی را روی اسیلوسکوپ نرم‌افزار اجرا کند.

۲۹- نحوه‌ی تنظیم دکمه‌های Volt/Div و Time/Div را روی نرم‌افزار اجرا کند.

۳۰- نحوه‌ی تست پروب اسیلوسکوپ نرم‌افزار را اجرا کند.

۳۱- شکل موج‌های مختلف سینوسی و مثلثی را بر روی اسیلوسکوپ آزمایشگاه مجازی مشاهده کند.

۳۲- دامنه‌ی ولتاژهای AC و DC را با اسیلوسکوپ نرم‌افزار اندازه‌گیری کند.

۳۳- زمان تناوب و فرکانس سیگنال متناوب و مقدار متوسط ولتاژ را با اسیلوسکوپ اندازه‌گیری کند.

۳۴- به کمک اسیلوسکوپ اختلاف فاز دو سیگنال را به دست آورد.

۳۵- با نحوه‌ی به کار انداختن دکمه‌ی X-Y اسیلوسکوپ آشنا شود.

۲-۱ آزمایش ۱: نصب نرم‌افزار

۲-۱-۱ استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی مانند EWB، PSpice، Edison، Proteus، MultiSim و سایر نرم‌افزارهای مشابه می‌تواند موجب تسریع و اثربخشی بیشتر در امر آموزش شود و ابهام‌های عملی فراگیران را تا حدود زیادی بر طرف کند. زیرا با نصب این نرم‌افزار در رایانه‌ی خود یک آزمایشگاه مجازی بزرگ در اختیار دارید و بدون هیچ هزینه‌ای می‌توانید انواع آزمایش‌ها را اجرا کنید. در این فصل به معرفی نرم‌افزار MultiSim (مولتی‌سیم) نحوه‌ی نصب آن و اجرای آزمایش‌های مختلف و مرتبط با اصول اندازه‌گیری الکتریکی می‌پردازیم.

در صورتی‌که نرم‌افزار با نسخه‌ی بالاتر از نرم‌افزار

پیشنهادی را در اختیار دارید و کاربرد آن را به خوبی می‌دانید، می‌توانید از آن نرم‌افزار استفاده کنید.

۲-۱-۲ مراحل نصب نرم‌افزار MultiSim کمی پیچیده‌تر از سایر نرم‌افزارها است. این نرم‌افزار همواره با مشکلاتی به هنگام نصب همراه است. لذا قبل از انجام هر اقدامی مراحل زیر را به دقت دنبال کنید.

نکته‌ی مهم: نصب این برنامه الزاماً باید توسط

کاربر مدیریت (Admin) صورت گیرد.

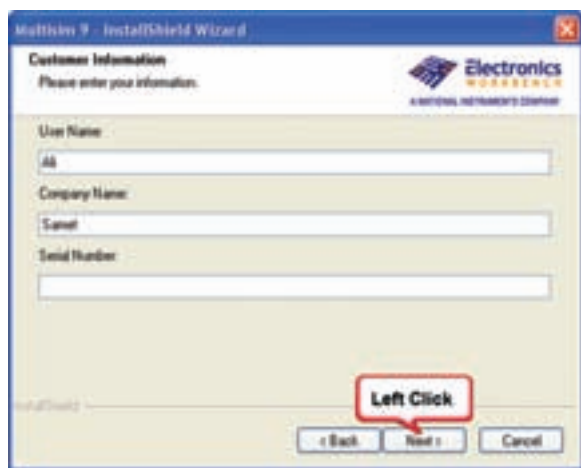
که مورد قبول این قرارداد است انتخاب کنید و با فعال کردن کلید Next به کار خود ادامه دهید.



شکل ۲-۳ صفحه‌ی قرارداد و توافق نامه

توجه: در صورتی که گزینه‌ی دوم (I do not accept the ...) را انتخاب کنید، مراحل نصب متوقف خواهد شد.

۲-۱-۶ با انتخاب Next روی پنجره‌ی شکل ۲-۳، پنجره‌ی شکل ۲-۴ باز می‌شود. در قسمت User Name نام خود را تایپ کنید. در قسمت Company Name نام هنرستان خود را وارد کنید.



شکل ۲-۴ وارد کردن نام خود و نام هنرستان

۲-۱-۲ ابتدا CD (لوح فشرده) را در رایانه قرار دهید، تا شکل ۲-۱ ظاهر شود.



شکل ۲-۱ تصویر اولین صفحه‌ی نرم‌افزار MultiSim

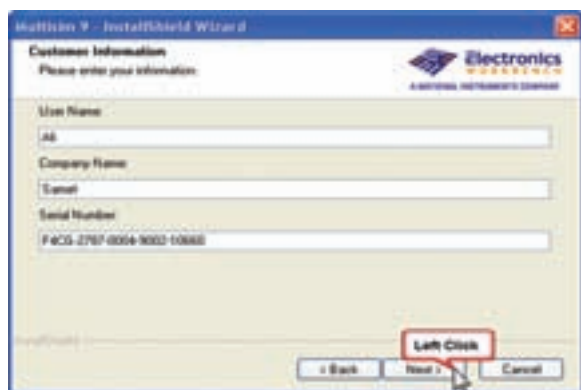
توجه: برای رسیدن به نتیجه‌ی دقیق و کامل، ضرورت دارد که کلبه‌ی مراحل نصب را به طور دقیق و پی در پی اجرا کنید.

۲-۱-۴ با ظاهر شدن پنجره‌ی شکل ۲-۱ بعد از گذشت چند ثانیه، پنجره‌ی ۲-۲ ظاهر می‌شود. حال گزینه‌ی Next را انتخاب کنید.



شکل ۲-۲ اولین مرحله‌ی نصب نرم‌افزار

۲-۱-۵ با ظاهر شدن شکل ۲-۳ که بیانگر نوعی قرارداد و توافق نامه بین شرکت و کاربر و دریافت مجوز کاربری است، گزینه‌ی اول (I accept the ...) را



شکل ۲-۷ وارد کردن شماره‌ی سریال

۲-۱-۱۰ گزینه‌ی Next را انتخاب کنید، تا به مرحله‌ی بعد بروید. در این حالت باید شکل ۲-۸ روی صفحه ظاهر شود.



شکل ۲-۸ انتخاب گزینه‌ی آخر

۲-۱-۱۱ در پنجره‌ی شکل ۲-۸ گزینه‌ی آخر (I will check for updates and messages manually) را انتخاب کرده و با کلیک بر روی Next به مرحله‌ی بعد بروید، تا شکل ۲-۹ ظاهر شود. با توجه به شکل ۲-۹ گزینه‌ی اول (OK to send ...) را انتخاب کنید و روی Next کلیک کنید.

نکته‌ی مهم: انتخاب نام و نام کمپانی کاملاً دل‌خواه و اختیاری است.

۲-۱-۷ هر نرم‌افزار یک شماره‌ی سریال دارد که به عنوان یک کد رمز عمل می‌کند و می‌بایستی با شماره‌ی سریال کارخانه منطبق شود. این شماره‌ی سریال در نرم‌افزارهای نسخه‌ی اصلی «ORIGINAL» بر روی پاکت آن‌ها درج می‌شود. در شکل ۲-۵ فایل شماره‌ی سریال نشان داده شده است.



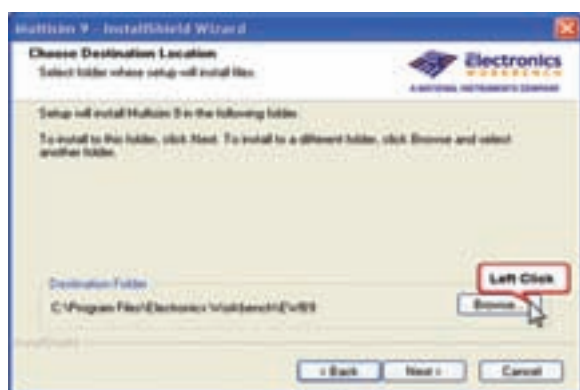
شکل ۲-۵ موقعیت فایل شماره‌ی سریال

۲-۱-۸ عدد Serial Number را وارد کنید. در قسمت شماره‌ی سریال یک سری عدد وجود دارد، گزینه‌ی اول را مطابق شکل ۲-۶ انتخاب کنید.



شکل ۲-۶ شماره‌ی سریال نرم‌افزار

۲-۱-۹ شماره‌ی انتخاب شده را در قسمت شماره‌ی سریال وارد کنید. مطابق شکل ۲-۷ برای وارد کردن شماره‌ی سریال می‌توانید از روش Copy/Paste نیز استفاده کنید.



شکل ۲-۱۱ آدرس محل نصب نرم افزار



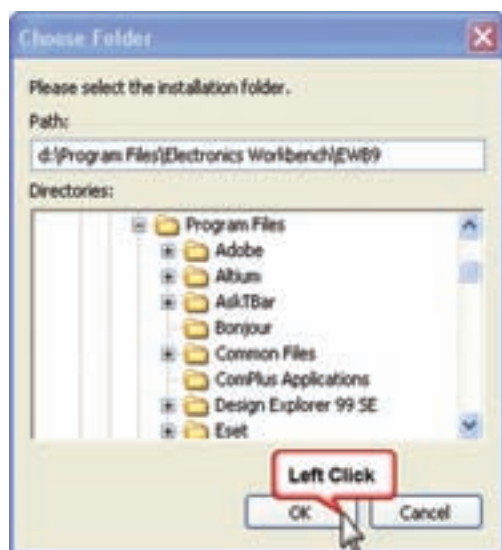
شکل ۲-۹ انتخاب گزینه‌ی ... OK to send

توجه: بهتر است درایو انتخابی، متفاوت از درایو ویندوز باشد. این آدرس را باید به خاطر بسپارید زیرا در مراحل بعدی به آن نیاز دارید.

توجه: در صورت انتخاب سایر گزینه‌ها، (هنگام استفاده از نرم افزار) ممکن است دچار مشکل شوید.

۲-۱-۱۴ برای تغییر مسیر می‌توانید روی گزینه‌ی Browse کلیک کنید. تا شکل ۲-۱۲ ظاهر شود سپس محل نصب نرم افزار را معین کنید.

۲-۱-۱۲ در شکل ۲-۱۰ گزینه‌ی اول I accept the ... را انتخاب کنید و سپس روی علامت Next کلیک کنید.



شکل ۲-۱۲ باز شدن صفحه از طریق گزینه‌ی Browse



شکل ۲-۱۰ انتخاب گزینه‌ی ... I accept the

۲-۱-۱۳ در این مرحله مطابق شکل ۲-۱۱ آدرس محل نصب نرم افزار را بر روی درایو مورد نظر انتخاب می‌کنید.



شکل ۲-۱۴ آغاز نصب نرم افزار

۲-۱-۱۷ در انتهای مراحل نصب، سه خطا و هشدار به ترتیب نمایان می شود، این خطاها و هشدارها را نادیده بگیرید و OK را انتخاب کنید. شکل ۲-۱۵ هشدارها و خطاها را نشان می دهد.

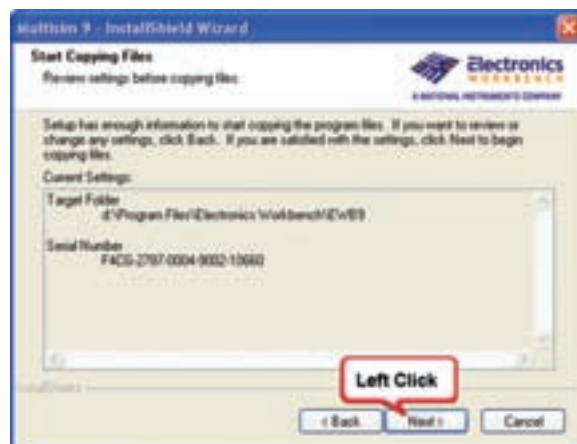


شکل ۲-۱۵ خطاهای مراحل نصب

این خطاها مربوط به ارتقاء سیستم از طریق شبکه‌ی اینترنت و ارائه‌ی کدهای مورد نظر است.

توجه: در صورتیکه مسیر اصلی پیش نهاد شده توسط نرم افزار در درایو Windows قرار دارد، حتماً تغییر مسیر دهید.

۲-۱-۱۵ پس از معین کردن آدرس و کلیک روی OK مجدداً پنجره‌ی شکل ۲-۱۱ با آدرس جدید ظاهر می شود، روی این شکل کلمه‌ی Next را کلیک کنید تا پنجره‌ی ۲-۱۳ ظاهر شود. در این پنجره محل نصب و شماره‌ی سریال نشان داده می شود. در صورتی که این اطلاعات مورد تایید شماست کلمه‌ی Next را انتخاب کنید تا شکل ۲-۱۴ روی صفحه ظاهر شود.



شکل ۲-۱۳ محل آدرس نصب نرم افزار

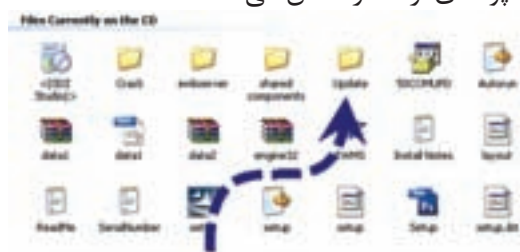
نکته‌ی مهم: دستورهای مربوط به مراحل نصب و نحوه‌ی استفاده از نرم افزار مولتی سیم در فایل Readme و Install nales قرار دارد. این اطلاعات به زبان انگلیسی است.

۲-۱-۱۶ شکل ۲-۱۴ آغاز نصب را نشان می دهد. شما باید منتظر بمانید تا نصب به پایان برسد. زمانی نصب به پایان می رسد که علامت مربوط به تعدادی از خطاها نمایش داده شود.



شکل ۲-۱۸ مرحله‌ی آخر نصب نرم‌افزار

۲-۱-۲۱ پس از راه‌اندازی مجدد دستگاه، درایو مربوط به نرم‌افزارهای موجود در CD را از داخل My Computer باز کنید و به پوشه‌ی Update (ارتقاء) بروید. شکل ۲-۱۹ موقعیت پوشه‌ی ارتقاء را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۹ موقعیت پوشه‌ی Update (ارتقاء)

نکته‌ی مهم: حذف هر یک از مراحل نصب موجب اختلال در کارایی نرم‌افزار خواهد شد.

۲-۱-۲۲ با باز شدن پوشه‌ی ارتقاء یا Update فایل Setup را مطابق شکل ۲-۲۰ انتخاب کنید.



شکل ۲-۲۰ انتخاب فایل Setup

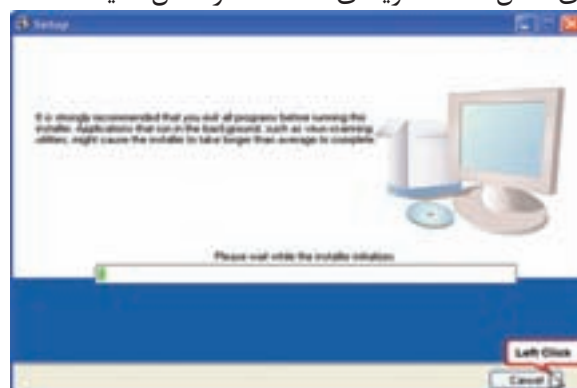
۲-۱-۲۳ با انتخاب Setup پنجره‌ی ۲-۲۱ باز می‌شود. در این حالت باید منتظر بمانید تا رایانه به کار خود ادامه دهد.

۲-۱-۱۸ بعد از سه خطای فوق، شکل ۲-۱۶ ظاهر می‌شود. در این شکل تداوم نصب و استفاده از سایر امکانات مربوط به نرم‌افزار پیش‌نهاد می‌شود. گزینه‌ی Next را انتخاب کنید.



شکل ۲-۱۶ صفحه‌ی مربوط به تداوم نصب

۲-۱-۱۹ بعد از فعال کردن گزینه‌ی Next روی شکل ۲-۱۶ یکی از پنجره‌های شکل ۲-۱۷ یا ۲-۱۸ ظاهر می‌شود. اگر ابتدا شکل ۲-۱۷ ظاهر شد گزینه‌ی Cancel را انتخاب کنید سپس شکل ۲-۱۸ ظاهر می‌شود. روی شکل ۲-۱۸ گزینه‌ی Finish را فعال کنید.



شکل ۲-۱۷ صفحه‌ی مربوط به Setup

۲-۱-۲۰ اگر شکل ۲-۱۸ قبل از شکل ۲-۱۷ ظاهر شد منتظر بمانید تا شکل ۲-۱۷ روی صفحه نمایان شود. در شکل ۲-۱۸ هر دو گزینه‌ی Yes, I want to view the release Notes و Yes, I would like to reboot my ... را انتخاب کنید و روی Finish کلیک کنید تا رایانه خاموش و دوباره راه‌اندازی شود.

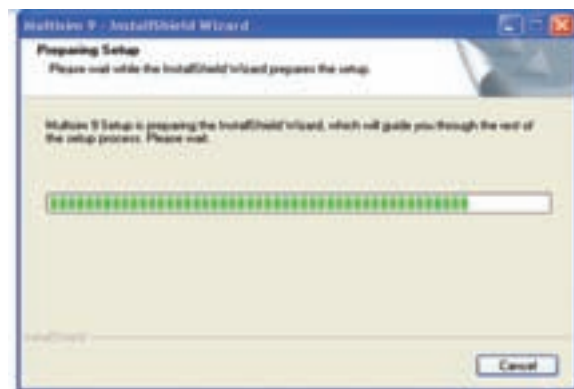
۲-۱-۲۶ حال مجدداً به درایو CD بروید و پوشه‌ی Crack را باز کنید. از داخل پوشه‌ی Crack فایل Patch را انتخاب کنید و پس از ظاهر شدن شکل ۲-۲۴ آن را فعال نمایید.



شکل ۲-۲۴ صفحه‌ی اجرای فایل Patch

توجه: در صورتی که این مرحله (یا ترتیب مربوط به سایر مراحل) صورت نگرفت. قطعاً در یکی از مراحل نصب اشتباه کرده‌اید، لذا باید برگردید و آن مرحله یا مراحل را اصلاح کنید.

۲-۱-۲۷ با انتخاب کلمه‌ی Next در پنجره‌ی شکل ۲-۲۴، پنجره‌ی شکل ۲-۲۵ ظاهر می‌شود. در این شکل باید آدرس نرم‌افزار با آدرس اولیه، که در شکل ۲-۱۳ ظاهر شده است، یکی باشد. در صورت یکی بودن آدرس‌ها کلمه‌ی Next را کلیک کنید. در صورتی که آدرس‌ها یکی نبود با استفاده از Browse آدرس مورد نظر را انتخاب کنید. پس از کلیک کردن بر روی Next، در شکل ۲-۲۵ شکل ۲-۲۶ ظاهر می‌شود، حال کلمه‌ی Finish را انتخاب کنید.



شکل ۲-۲۱ تکمیل مرحله‌ی Setup

۲-۱-۲۸ پس از اتمام این مرحله شکل ۲-۲۲ روی صفحه ظاهر می‌شود. در پنجره‌ی شکل ۲-۲۲ کلمه‌ی Next را انتخاب کنید.



شکل ۲-۲۲ یکی از مراحل پایانی راه‌اندازی

۲-۱-۲۵ بعد از انتخاب کلمه‌ی Next در شکل ۲-۲۲، ارتقای نرم‌افزار از مدل ۹,۰۰,۰۴۱ به ۹,۰,۱۵۵ شروع می‌شود. در این حالت باید تا ظاهر شدن شکل ۲-۲۳ منتظر بمانید. پس از اتمام کار و ظاهر شدن شکل ۲-۲۳ روی کلمه‌ی Finish کلیک کنید.

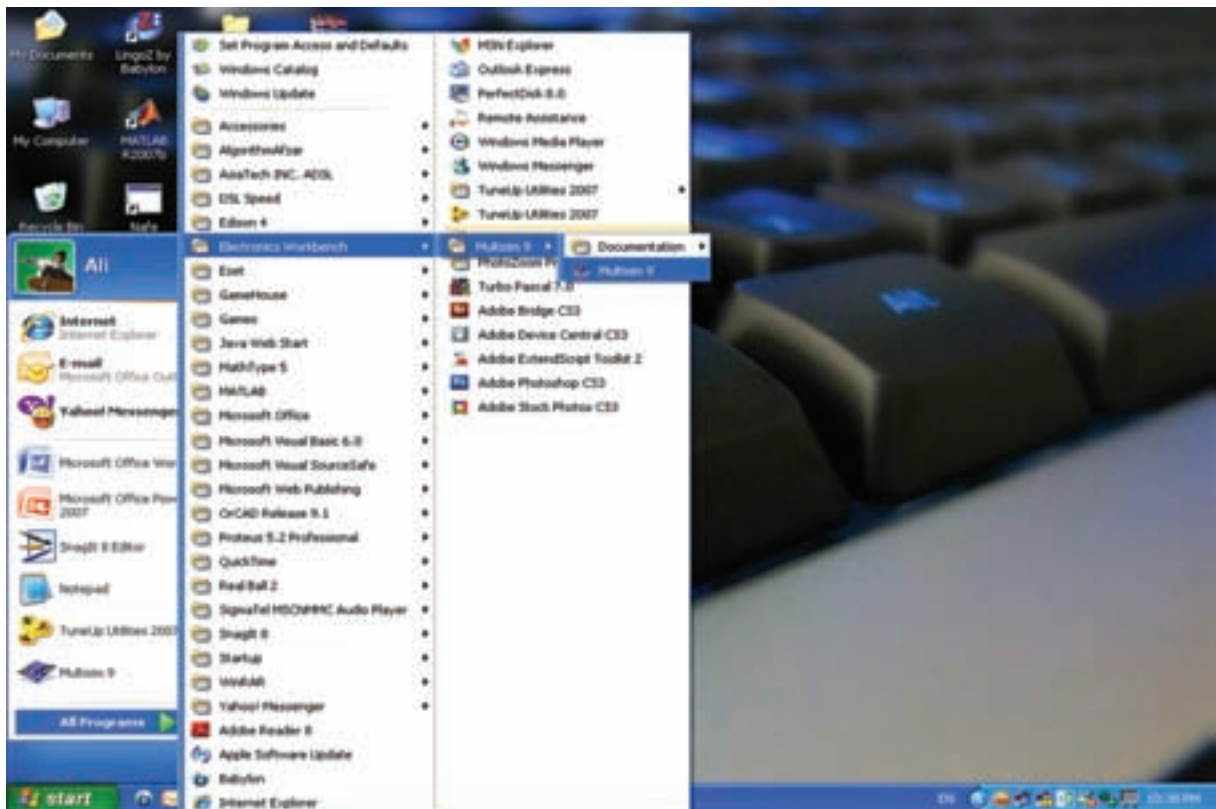


شکل ۲-۲۳ مرحله‌ی پایانی ارتقاء مدل نرم‌افزار



۲-۲-۱ حال برنامه‌ی مولتی‌سیم را از گزینه‌ی

۳۲



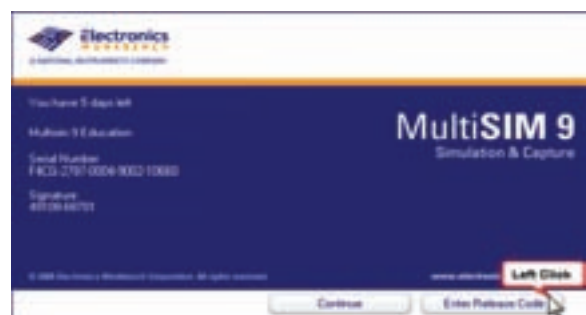
شکل ۲۷-۲ راه اندازی نرم افزار مولتی سیم

۲-۲-۲ در صورتی که کلیه مراحل را درست اجرا کرده باشید، با باز کردن فایل مولتی سیم ۹ (MultiSim9) باید شکل ۲۸-۲ ظاهر شود.



شکل ۲۹-۲ وارد کردن Release Code

۲-۲-۴ بعد از وارد کردن Release Code باید شکل ۳۰-۲ ظاهر شود. در صورتی که روی این شکل عبارت 5 Days trial شود (به معنای عدم نصب صحیح است)، باید از مربی کارگاه خود کمک بخواهید. در صورتی که نرم افزار شما به طور صحیح نصب نشده باشد باید آن را حذف (Uninstall) کنید. مرحله‌ی حذف کردن



شکل ۲۸-۲ صفحه‌ی مربوط به باز کردن فایل مولتی سیم ۲-۲-۳ حال گزینه‌ی Enter Release Code را انتخاب کنید تا شکل ۲۹-۲ ظاهر شود. برای درج Release Code باید مجدداً به فایل Serial Number بروید و عددی مربوط به آن را، مشابه شکل ۲۹-۲ وارد کنید.

نرم افزار در انتهای این قسمت آمده است.

۲-۳-۲ آزمایش ۳: حذف نرم افزار

۲-۳-۱ در صورتی که به هر دلیل بخواهید این برنامه را از روی حافظه‌ی کامپیوتر حذف کنید، باید مراحل زیر را به دقت دنبال نمایید.

۲-۳-۲ از منوی Start، گزینه‌ی Control Panel را فعال کنید.

۲-۳-۳ گزینه‌ی Add/Remove Programs را انتخاب و روی آن دو بار کلیک کنید.

۲-۳-۴ گزینه‌ی Cracked file for MultiSim9 را انتخاب کنید. آن گاه کمی صبر کنید تا این پوشه حذف شود.

۲-۳-۵ مجدداً در قسمت Add/Remove Programs گزینه‌ی MultiSim9 را انتخاب کنید.

۲-۳-۶ گزینه‌ی Remove را کلیک کنید و منتظر بمانید تا MultiSim9 حذف شود.

۲-۳-۷ در تمام درایوهای رایانه، پوشه‌ی Electronic Work Bench را جستجو کنید و فایل‌های مربوط به EWB و MultiSim9 (MS9) را پاک کنید.

۲-۳-۸ به داخل Recycle Bin بروید و در آن جا گزینه‌ی Empty Recycle Bin را انتخاب کنید.

۲-۳-۹ رایانه را مجدداً راه اندازی Restart کنید.

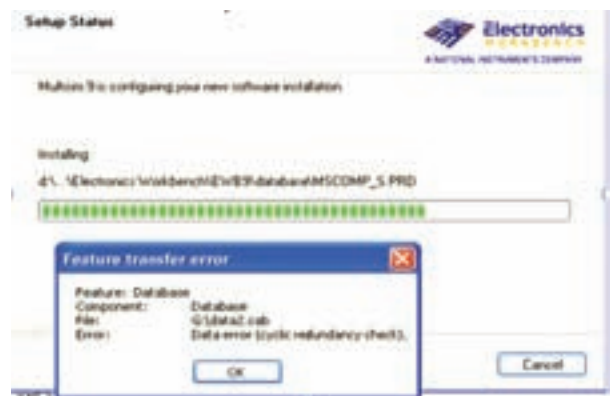
۲-۳-۱۰ با راه اندازی رایانه، کلیه‌ی اطلاعات مربوط به نصب نرم افزار مولتی سیم پاک می شود.

سوال ۳: آیا در زمان حذف برنامه با مشکلی برخورد کردید؟ توضیح دهید.



شکل ۲-۳۰ صفحه‌ی ورود به Release Code

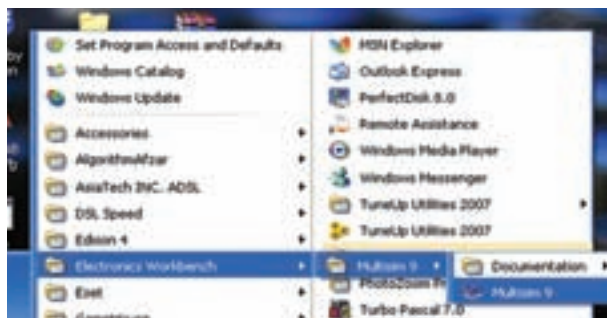
در صورتی که در هنگام نصب به خطایی مشابه شکل ۲-۳۱ برخورد کردید یا در پایان نصب، Release Code پذیرفته نشد یا نرم افزار را دوباره به صورت ۵ روزه ارائه کرد یعنی عبارت you have five days left ظاهر شد. اشکال در CD یا فایل‌های رجیستری ویندوز است. در این حالت یک بار دیگر با یک CD سالم نصب برنامه را اجرا کنید. در صورتی که باز هم جواب نداد باید با کمک یک فرد متخصص کامپیوتر فایل‌های رجیستری که دارای پسوند ms9 است را حذف کنید و نرم افزار را پس از unistal دوباره نصب کنید. در صورتی که باز هم اجرا نشد باید ویندوز عوض شود.



شکل ۲-۳۱ خطای مربوط به نصب نرم افزار

برای راحتی کار می‌توانید یک گزینه‌ی Shortcut از آیکون مربوط به مولتی‌سیم را، روی میز کار یا هر نقطه‌ی دیگر بیاورید.

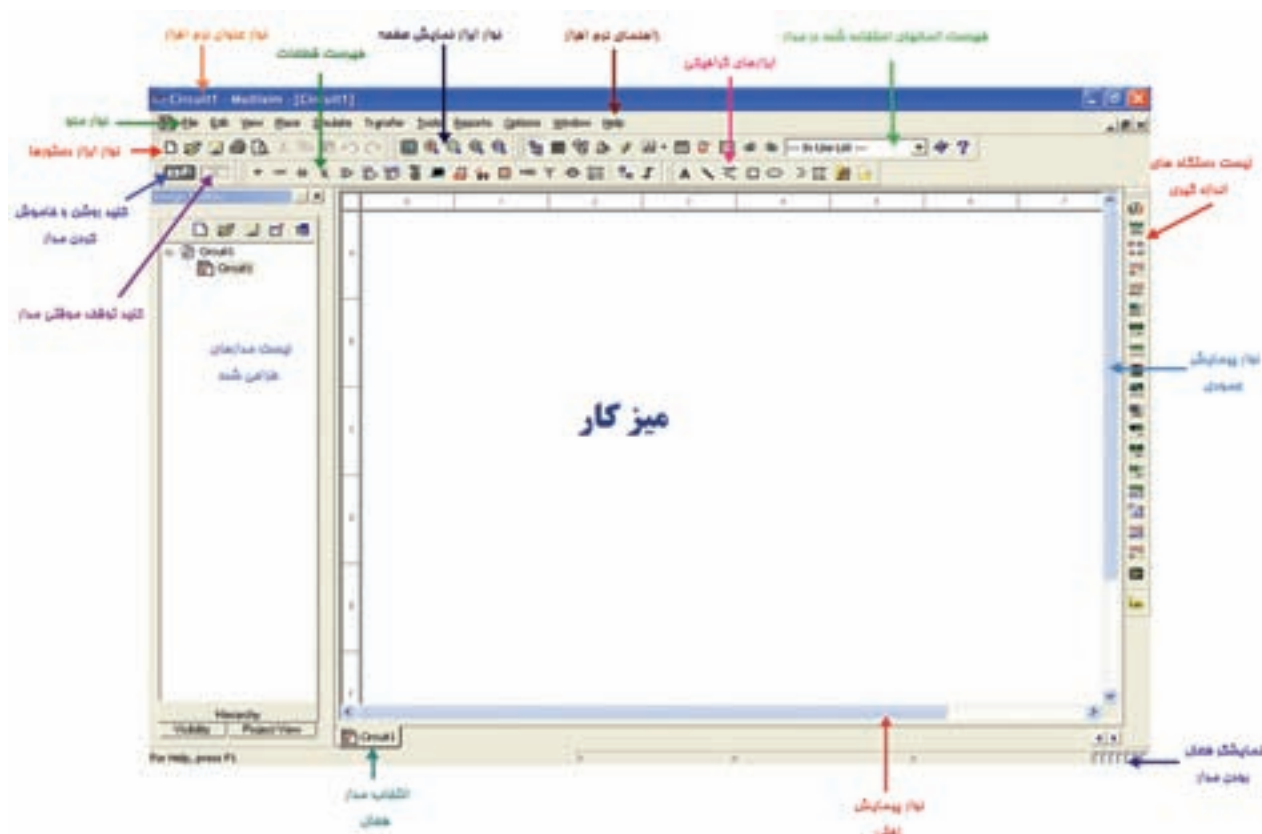
۲-۴-۲ با وارد شدن به محیط مولتی‌سیم، شکل ۲-۳۳ ظاهر می‌شود. این شکل قسمت‌های اصلی این نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳۲ مسیر وارد شدن به نرم‌افزار

۲-۴ آزمایش ۴: کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم

۲-۴-۱ برای وارد شدن به محیط مولتی‌سیم مطابق شکل ۲-۳۲ منوی Start را انتخاب کنید، سپس از گزینه‌ی All Programs پوشه‌ی Electronic Work Bench مولتی‌سیم را فراخوانی کنید.



شکل ۲-۳۳ قسمت‌های اصلی نرم‌افزار

۲-۴-۷ قابلیت‌های سر برگ Edit و معادل فارسی آن را در شکل ۲-۳۵ ملاحظه می‌کنید.

| | | |
|----------------------------|--------|--------------------------------------|
| Undo | Ctrl+Z | حذف آخرین فعالیت بازگشت آن |
| Redo | Ctrl+Y | |
| Cut | Ctrl+X | بریدن |
| Copy | Ctrl+C | کپی کردن |
| Paste | Ctrl+V | درج کردن |
| Delete | Delete | پاک کردن |
| Select All | Ctrl+A | انتخاب همه‌ی موارد از طریق صفحه کلید |
| Select All | | انتخاب همه‌ی موارد از طریق صفحه کلید |
| Delete Multi-Page | | پاک کردن چند صفحه |
| Paste as Subcircuit | | درج کردن به عنوان مدار فرعی |
| Lock | | قفل کردن |
| Unlock | | باز کردن قفل |
| End... | Ctrl+F | پیدا کردن |
| Graphic Annotation | | استفاده از نمادهای گرافیکی |
| Order | | فرمان و سفارش دادن |
| Assign to Layer | | اختصاص یک لایه |
| Layer Settings... | | تنظیم لایه |
| Orientation | | راهنمایی و هدایت |
| Title Block Position | | تعیین موقعیت بلوک |
| Edit Symbol/Title Block... | | ویرایش نماد و بلوک‌ها |
| Font... | | نوع فونت |
| Comment... | | درج توصیه‌ها |
| Questions... | | سوالات |
| Properties... | Ctrl+M | ویژگی‌ها |

شکل ۲-۳۵ قابلیت‌های سر برگ Edit

۲-۴-۸ برای رسم تصاویر گرافیکی می‌توانید از فهرست ابزارهای گرافیکی استفاده کنید. شکل ۲-۳۶ نام و نماد این ابزارها را نشان می‌دهد. در صورتی که این فهرست روی نرم‌افزار شما مشاهده نمی‌شود کنار Help یک بار کلیک راست کنید و سپس گزینه‌ی چهارم «Graphic Annotation» را فعال کنید. به طور کلی این ابزار برای درج نوشته یا شکل در مدار به کار می‌رود.

۲-۴-۳ زمانی می‌توانید با این نرم‌افزار کار کنید که در خلال خواندن کتاب، کلیه‌ی مراحل را روی رایانه تجربه کنید و اثر آن را ببینید.

۲-۴-۴ در این قسمت به معرفی تعدادی از آیکون‌های موجود در نوارهای ابزار به عنوان یک مرجع می‌پردازیم. بدیهی است زمانی کلیه‌ی آیکون‌ها را فرا خواهید گرفت که با نرم‌افزار کار کنید و اگر با مشکلی مواجه شدید می‌توانید به این قسمت مراجعه کنید.

۲-۴-۵ نوار منو از زیر منوهای مختلفی تشکیل شده است که به معرفی دو نوع پر کاربرد آن می‌پردازیم در صورت نیاز به سایر منوها از مربی خود کمک بگیرید.

۲-۴-۶ ابتدا با قابلیت‌های سر برگ File و معادل فارسی آن آشنا می‌شویم. شکل ۲-۳۴ این قابلیت‌ها را نشان می‌دهد.

| | | |
|--------------------|--------|--------------------------------------|
| New | | ایجاد فایل جدید |
| Open... | Ctrl+O | باز کردن فایل‌های قبلی |
| Open Samples... | | باز کردن فایل‌های موجود در نرم‌افزار |
| Close | | بستن مدار جاری |
| Close All | | بستن تمام مدارها |
| Save | Ctrl+S | ذخیره‌ی مدار جاری |
| Save As... | | ذخیره‌ی مدار جاری با آدرس مشخص |
| Save All | | ذخیره‌ی تمام مدارهای موجود |
| New Project... | | پروژه‌ی جدید |
| Open Project... | | باز کردن پروژه‌ها |
| Save Project | | ذخیره‌ی پروژه |
| Close Project | | بستن پروژه |
| Version Control... | | کنترل نسخه‌ی نرم‌افزار |
| Print... | Ctrl+P | چاپ کردن |
| Print Preview | | پیش نمایش چاپ |
| Print Options | | انتخاب نوع چاپ |
| Recent Circuits | | مدارهای اخیر |
| Recent Projects | | پروژه‌های اخیر |
| Exit | | خروج |

شکل ۲-۳۴ قابلیت‌های سر برگ فایل

| | |
|--|-----------------------------|
| | پر کردن غیر قابل رویت |
| | پر کردن کامل |
| | پر کردن در جهت افق |
| | پر کردن در جهت قائم |
| | پر کردن به صورت تقاطعی مورب |
| | پر کردن قطرها به سمت چپ |
| | پر کردن به صورت تقاطعی |
| | پر کردن قطرها به سمت راست |

شکل ۲-۳۸ انتخاب نوع رنگ داخل دایره

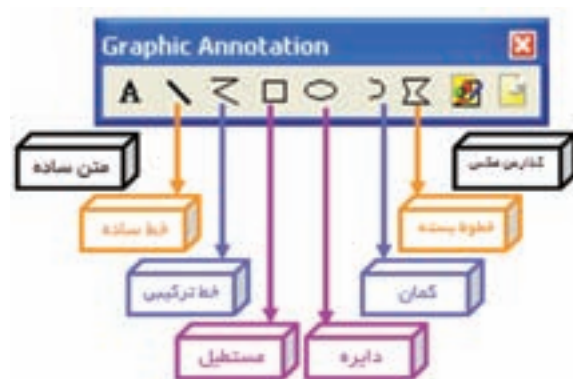
۲-۴-۱۱ روی محیط دایره مجدداً کلیک راست کنید و گزینه‌ی Fill Color را انتخاب کنید و سپس رنگ سبز را انتخاب کنید.

۲-۴-۱۲ مجدداً روی محیط دایره کلیک راست کنید و گزینه‌ی Pen Style را انتخاب و یکی از گزینه‌ها را به دل‌خواه فعال کنید. این قسمت برای خطوط مربوط به محیط شکل به کار می‌رود. بعد از انتخاب Pen Style، گزینه‌ی Pen Color را روی زرد بگذارید. با استفاده از خطوط بسته، مثلث شکل ۲-۳۹ را طراحی کنید.



شکل ۲-۳۹ یکی از انواع خطوط طراحی برای داخل شکل

سوال ۴: روی مثلث کلیک راست کنید و گزینه‌ی 90 Clock Wise را انتخاب کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح دهید.



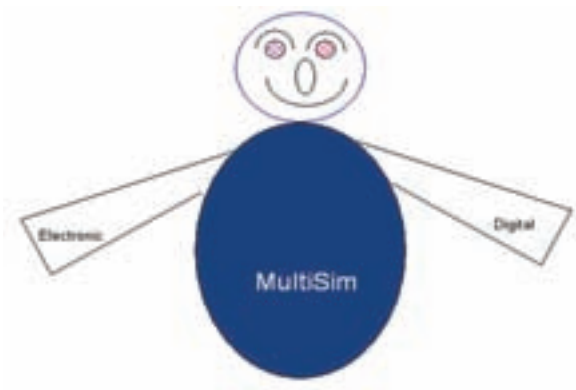
شکل ۲-۳۶ ابزارهای گرافیکی

۲-۴-۹ روی دایره، یک کلیک چپ کنید و موس را رها کنید و روی میز کار ببرید. بر روی میز کار دست خود را روی کلید چپ موس نگه‌دارید و موس را تکان دهید تا به اندازه‌ی دایره‌ای به شعاع دل‌خواه برسید. حال موس را آزاد کنید. و روی محیط دایره کلیک راست کنید تا لیست شکل ۲-۳۷ ظاهر شود. در این شکل کاربرد هر دستور مقابل آن ظاهر شده است.

| Delete | Delete | پاک کردن |
|--------------------------------|--------------|---------------------------------|
| Flip Horizontal | Alt+X | معکوس کردن در جهت افقی |
| Flip Vertical | Alt+Y | معکوس کردن در جهت قائم |
| 90 Clockwise | Ctrl+R | چرخش ۹۰ درجه در جهت عقربه‌ها |
| 90 CounterCW | Ctrl+Shift+R | و خلاف عقربه‌های ساعت |
| Pen Color | | رنگ قلم |
| Pen Style | | نوع قلم |
| Fill Color | | رنگ زمینه |
| Fill Type | | نوع رنگ زمینه |
| Arrow | | فلش جهت‌دار |
| Order | | فرمان و سفارش |
| Assign to Layer | | اختصاص دادن یک لایه |
| Lock/Unlock this name position | | قفل کردن و باز کردن موقعیت یابی |
| Font... | | نوع فونت |
| Properties... | Ctrl+H | ویژگی‌ها |

شکل ۲-۳۷ قابلیت‌های تغییر در هر قطعه و شکل

۲-۴-۱۰ روی محیط دایره کلیک راست کنید، گزینه‌ی Fill Type را انتخاب کنید. در این گزینه با توجه به شکل ۲-۳۸ می‌توانید نوع رنگ داخل دایره را انتخاب کنید.



شکل ۲-۴۰ شکل طراحی سوال ۷

سوال ۵: مجدداً روی مثلث کلیک راست کنید و Counter CW 90 را انتخاب کنید. چه فرقی با حالت قبلی دارد؟ توضیح دهید.

سوال ۶: روی مثلث کلیک راست کنید و گزینه‌ی Flip Vertical را انتخاب کنید، آیا مثلث تغییر می‌کند؟ به نظر شما با انتخاب Flip Horizontal چه تغییری در شکل ظاهر می‌شود؟ توضیح دهید.

سوال ۸: هنگامی که متنی را درج کردید روی آن کلیک راست کنید و گزینه‌ی Font را انتخاب کنید. اندازه‌ی متن چگونه قابل تغییر است؟ شرح دهید.

۲-۴-۱۳ برای درج متن می‌توانید از گزینه‌ی **A** استفاده کنید. همچنین با زدن کلیدهای Ctrl+T و مشخص کردن ناحیه‌ی درج متن با موس، متن مورد نظر را می‌توانید بنویسید.

سوال ۷: آیا می‌توانید شکل ۲-۴۰ را اجرا کنید؟ تجربه کنید و نتیجه را بنویسید.

۲-۵ آزمایش ۵: قطعات الکتریکی پر کاربرد در درس اصول اندازه‌گیری الکتریکی

۲-۵-۱ المان‌هایی که در مدارهای مربوط به درس اندازه‌گیری الکتریکی در آزمایشگاه مجازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مطابق شکل ۲-۴۱ به شرح زیر است:

Virtual

شکل ۴۱-۲ المان‌های درس اندازه‌گیری الکتریکی

۳-۵-۲ قطعات پایه (Place Basic): در این بخش قطعات الکتریکی پایه از قبیل مقاومت، انواع خازن، سیم پیچ (سلف)، مقاومت متغیر، انواع کلید و.... وجود دارد.

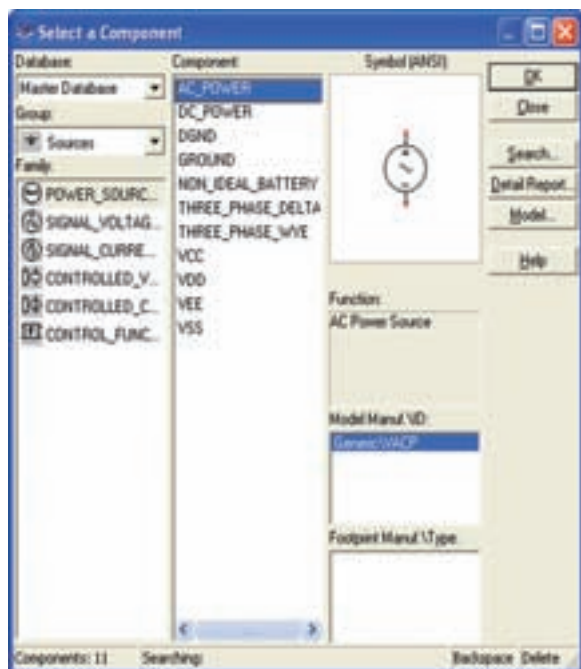
۲-۵-۵ ترانزیستور (Place Transistor): انواع ترانزیستور در این قسمت (فهرست قطعات) وجود دارد.

| | | |
|--------------|---|------------|
| VOLTMETER | → | ولت متر |
| AMMETER | → | آمپر متر |
| PROBE | → | |
| BUZZER | → | بیزار |
| LAMP | → | لامپ |
| VIRTUAL_LAMP | → | لامپ مجازی |
| HEX_DISPLAY | → | |
| BARGRAPH | → | |

۷-۵-۲ قطعات مجازی: کنار Help کلیک راست کنید. گز بنه‌ی قطعات مجازی «Virtual Component»

۲-۶ آزمایش ۶: نحوه‌ی بستن مدار بر روی میز کار آزمایشگاه مجازی

۲-۶-۱ برای فراخوانی قطعات روی گزینه‌ی
Place Source کلیک کنید، تا شکل ۲-۴۵ ظاهر شود.




شکل ۲-۴۵ نحوه‌ی فراخوانی قطعات

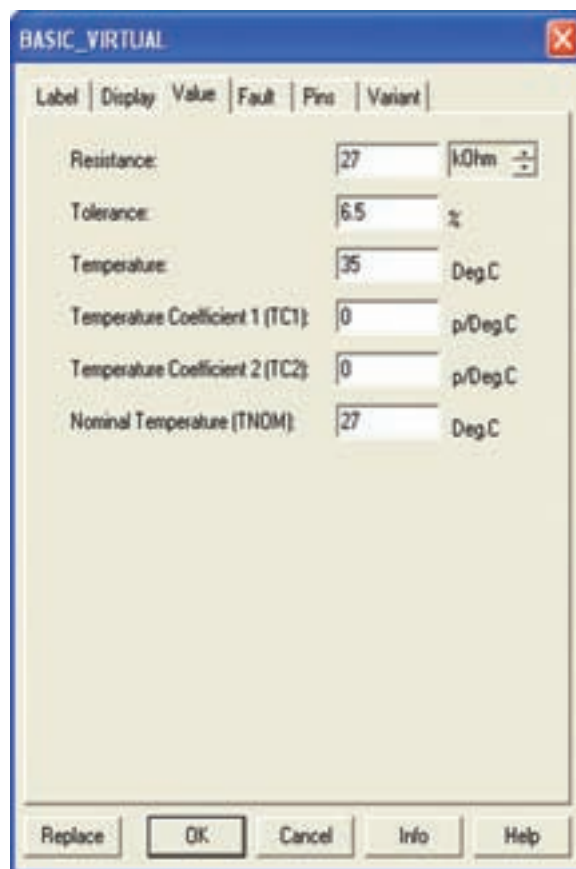
۲-۶-۲ روی گزینه‌ی DC_Power و سپس روی
OK کلیک کنید.

۲-۶-۳ روی میز کار، هنگامی که محل باتری را با
موس مشخص کردید، کلیک چپ کنید.

۲-۶-۴ مانند مرحله‌ی قبل از گزینه‌ی
Place Indicator، لامپ ۱۲ ولت ۱۰ وات را انتخاب
کنید و آن را روی میز کار انتقال دهید.

توجه: جهت انتخاب قطعه به جای استفاده از OK
می‌توانید روی قطعه دو بار کلیک کنید.


۲-۶-۵ نماد  اتصال زمین را نیز از گزینه‌ی
Place Source انتخاب کنید و به میز کار انتقال
دهید.



شکل ۲-۴۴ صفحه‌ی مشخصات مقاومت

نکته مهم: تا این مرحله نصب نرم‌افزار مولتی‌سیم
را یاد گرفتید و قطعات موجود در آن را شناسایی نمودید. از
این قسمت به بعد مطالب بر اساس کتاب اصول اندازه‌گیری
الکتریکی و آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی بیان شده است.
لذا ضرورت دارد بر اساس پیشرفت درس در کتاب‌های مزبور
آزمایش‌ها را اجرا کنید.

توجه: برای فراگیری و کسب مهارت در هر نرم‌افزار
نیاز به تمرین‌های متعدد دارید. برای این که بتوانید این
نرم‌افزار را فرا بگیرید چندین بار قسمت کار با نرم‌افزار را
تمرین کنید.

۱۰-۶-۲ کلید را به حالت  ببرید.


سوال ۱۰: آیا لامپ روشن می‌شود؟ شرح دهید.

۱۱-۶-۲ به کمک مربی از منوی File گزینه‌ی Save را انتخاب کنید و مدار را ذخیره سازید.

در صورتی که مدار به طور صحیح بسته شده باشد باید لامپ روشن شود. در غیر این صورت مجدداً مراحل را تکرار کنید.

نکته‌ی مهم: برای خاموش کردن لامپ می‌توانید

از روش‌های زیر استفاده کنید:

- فایل مربوط به مدار را یک بار ببندید و مجدداً باز کنید. برای این منظور از علامت ضربدر  داخلی که به رنگ خاکستری است استفاده کنید.
- با قرار دادن یک کلید در مسیر سیم‌ها، مدار را قطع و وصل کنید.

۱۲-۶-۲ برای تغییر رنگ سیم ابتدا میز کار مربوط به آزمایش قبل را خاموش کنید.

۱۳-۶-۲ روی سیمی که بین لامپ و زمین قرار دارد کلیک راست کنید تا شکل ۲-۴۷ ظاهر شود.

نکته‌ی مهم: هنگام بستن مدار توسط آزمایشگاه

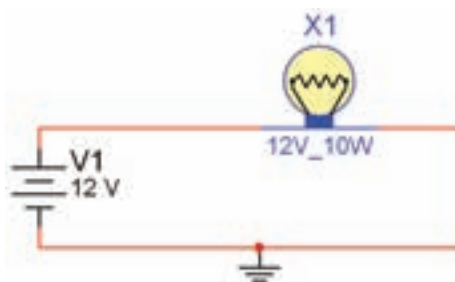
مجازی مدار متصل شده باید اتصال زمین داشته باشد.

۶-۶-۲ موس را روی پایه‌ی مثبت باتری حرکت دهید تا نقطه‌ی تو پر مشکی ظاهر شود.

۷-۶-۲ انگشت خود را روی کلید سمت چپ موس نگه دارید. و مکان‌نما را به کمک حرکت دادن موس به یک سر لامپ برسانید، سپس انگشت خود را بردارید. باید بین پایه‌ی باتری و پایه‌ی لامپ یک سیم وصل شود. همین عمل را برای سر منفی باتری و زمین انجام دهید، تا سیم اتصال بین این دو نقطه نیز وصل شود.

۸-۶-۲ به همین ترتیب زمین را به محل اشتراک سیم منفی باتری و یک سر لامپ متصل کنید.

۹-۶-۲ آیا شکل ترسیمی شما مشابه شکل ۲-۴۶ است؟ تجربه کنید و توضیح دهید.



شکل ۲-۴۶ مدار ساده‌ی لامپ

۲-۶-۱۶ برای تعویض رنگ قطعه، به طور مثال روی باتری کلیک راست کنید و گزینه‌ی Color را انتخاب کنید.

۲-۶-۱۷ با انتخاب رنگ دل‌خواه، رنگ قطعه نیز تغییر می‌کند.

۲-۶-۱۸ برای چرخش قطعات در جهت‌های مختلف می‌توانید با کلیک راست کردن روی قطعه از دستورهای شکل ۲-۴۹ استفاده کنید.

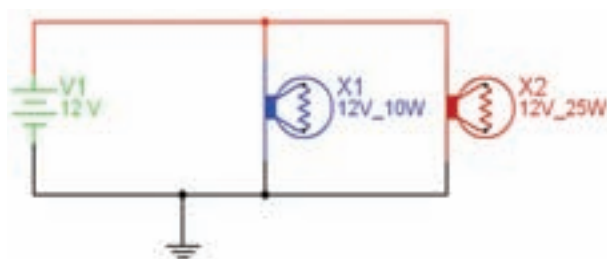


قرینه سازی در جهت محور افقی
قرینه سازی در جهت محور قائم
چرخش ۹۰ درجه‌ای در جهت عقربه‌های ساعت و خلاف آن

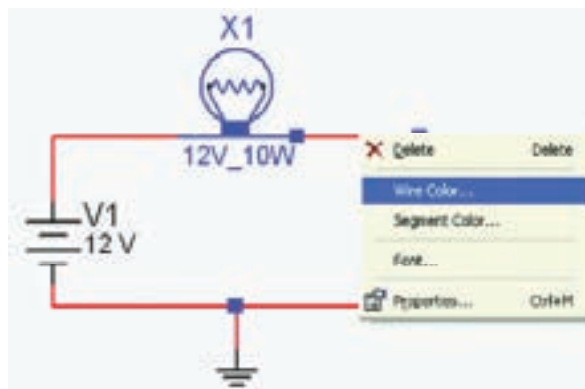
شکل ۲-۴۹ دستورات چرخش قطعات

۲-۶-۱۹ برای اقدام به Delete , Cut , Copy Paste یک قطعه یا سیم روی آن کلیک راست کنید و گزینه‌ی مورد نظر را انتخاب کنید.

تمرین ۱: مدار شکل ۲-۵۰ را ببندید. آزمایش کنید آیا مدار کار می‌کند؟ رنگ سیم‌ها، باتری و لامپ را تغییر دهید.

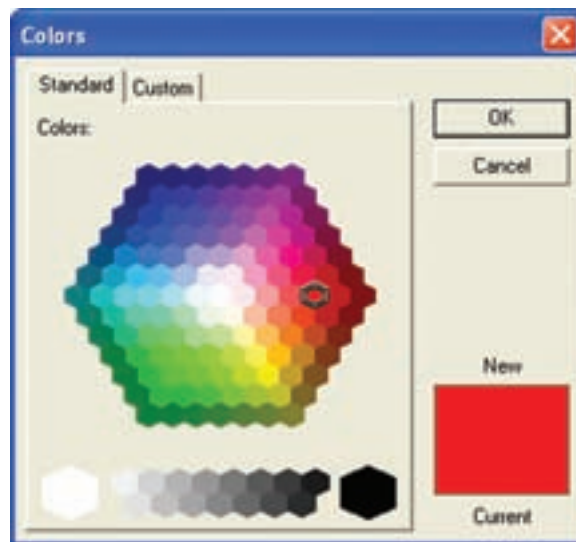


شکل ۲-۵۰ مدار تمرین ۱



شکل ۲-۴۷ نحوه‌ی اجرای تغییر رنگ سیم

۲-۶-۱۴ گزینه‌ی Wire Color مربوط به تغییر رنگ سیم است. آن را انتخاب کنید تا شکل ۲-۴۸ ظاهر گردد.



شکل ۲-۴۸ صفحه‌ی مربوط به تغییر رنگ

۲-۶-۱۵ رنگ مشکی را انتخاب، سپس بر روی Ok کلیک کنید.

سوال ۱۱: چه تغییری روی رنگ سیم مشاهده می‌کنید؟ پاسخ دهید.

۲-۷ آزمایش ۷: جستجوی قطعه از کتابخانه‌ی

قطعات

۲-۷-۱ برای جستجوی قطعه، ابتدا روی یکی از

عناصر نوار قطعات به دل خواه کلیک کنید تا شکل ۵۱-۲ ظاهر شود. این شکل را می توان مشابه کتابخانه‌ای توصیف کرد که قفسه‌های مختلفی دارد و در هر قفسه چندین طبقه وجود دارد. هم چنین طبقات بر اساس عناوین کتابها تفکیک شده است.

۲-۷-۲ گروه اصلی (Group): در این قسمت گروهی

از وسایل مانند منابع تغذیه، دستگاه‌های اندازه گیری، عناصر الکتریکی (مقاومت، سلف، خازن) و... قابل دستیابی است.

۲-۷-۳ خانواده‌ی گروه اصلی (Family): این قسمت زیر شاخه‌ای از گروه اصلی محسوب می‌شود که در این بخش می‌توانید از هر خانواده عناصر مربوط به گروه اصلی را مشاهده و انتخاب کنید. مثلاً، اگر منابع یا Sources انتخاب شود، انواع منابع در ستون Family ظاهر می‌شود که می‌توانید منبع مورد نظر (مثلاً Power Sources) را انتخاب کنید.



شکل ۵۱-۲ جست و جو در کتابخانه‌ی نرم افزار

۲-۷-۴ المان‌ها (Components): المان‌ها زیر

شاخه‌ای از خانواده‌ی گروه اصلی (Family) است که در این قسمت می‌توانید المان‌هایی که در کتابخانه‌ی نرم‌افزار وجود دارد را انتخاب و مورد استفاده قرار دهید. به طور

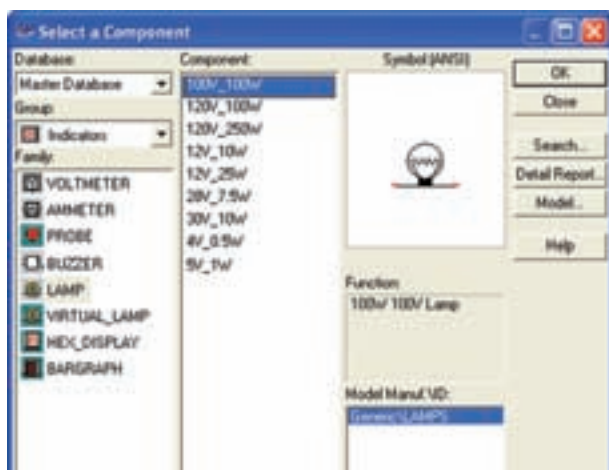
مثال، اگر در گروه اصلی، منابع (Sources)، و در خانواده گروه اصلی منبع قدرت (Power Sources) را انتخاب کرده‌اید در ستون المان‌ها (Components) انواع منابعی از قبیل AC ، DC ، و VCC قابل انتخاب است.

۲-۸ آزمایش ۸: استفاده از نرم افزار مولتی سیم جهت اجرای آزمایش ها به صورت مجازی

۲-۸-۱ ابتدا با نحوه ی قرار گرفتن آمپر متر در مدار آشنا می شویم.

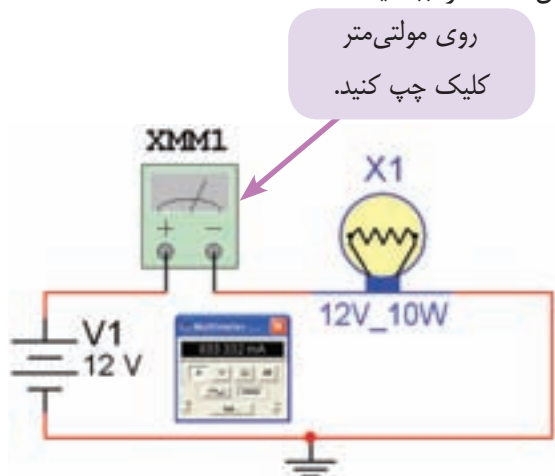
۲-۸-۲ با توجه به شکل ۲-۵۱ از منوی منابع تغذیه، باتری و نماد اتصال زمین را انتخاب کنید.

۲-۸-۳ از منوی Indicators (نشان دهنده ها)، لامپ ۱۲ ولتی ۱۰ وات را مطابق شکل ۲-۵۳ انتخاب کنید.



شکل ۲-۵۳ انتخاب لامپ از منوی نشان دهنده ها

۲-۸-۴ آمپر متر را از منوی ابزار انتخاب کنید و مدار شکل ۲-۵۴ را ببینید.



شکل ۲-۵۴ قرار گرفتن آمپر متر در مدار

۲-۷-۵ برای جست و جوی قطعات روی گزینه ی Search کلیک کنید تا شکل ۲-۵۲ ظاهر شود.

۲-۷-۶ نام قطعه را در مکان مشخص شده وارد کنید و روی Search کلیک کنید.



شکل ۲-۵۲ جست و جوی قطعات

۲-۷-۷ دیود ۱N۴۰۰۱ را جست و جوی کنید و روی میز کار قرار دهید.

۲-۷-۸ در شکل ۲-۵۲ ابتدا می توانید کتابخانه ی المان (Group) و یا قفسه ی آن (Family) را مشخص کنید تا جست و جوی محدودتری داشته باشید.

۲-۷-۹ با انتخاب Detail Report برگه ی اطلاعاتی (Data Sheet) قطعه ظاهر می شود و می توانید مشخصات قطعه را ببینید.

تمرین ۲: مشخصات ترانزیستور BC۱۰۷ را، با توجه به برگه ی اطلاعاتی پیدا کنید و به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱) نوع ترانزیستور

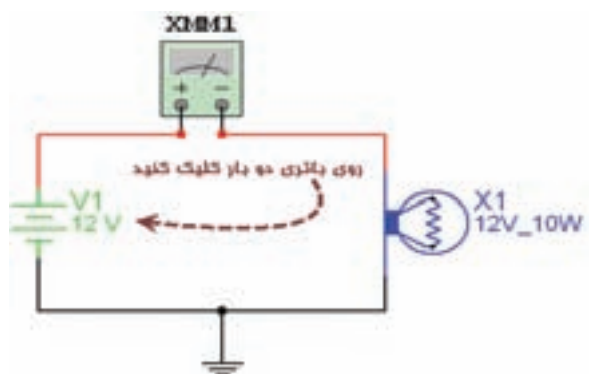
۲) حداکثر جریان کلکتور

۳) حداکثر توان مصرفی ترانزیستور

۲-۸-۸ در صورتی که لامپ روشن نشد، علت را بررسی و مدار را عیب‌یابی کنید و نتیجه را بنویسید.

سوال ۱۲: به نظر شما اگر مولتی‌متر، روی ولت‌متر تنظیم شده باشد، لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟

۲-۸-۹ مقدار باتری را با توجه به شکل ۲-۵۶-الف می‌توانید تغییر دهید. در این روش روی باتری دوبار کلیک می‌کنید تا شکل ۲-۵۶-ب ظاهر شود. در این شکل می‌توانید مقدار ولتاژ را تغییر دهید. (مثلاً با کلیک روی ۱۲ می‌توانید آن را به ۵ ولت تبدیل کنید). همچنین با انتخاب قسمت حوزه‌ی کار می‌توانید واحدهای کیلوولت، ولت، میلی‌ولت و میکروولت را انتخاب کنید.



شکل ۲-۵۶-الف - مدار تنظیم باتری

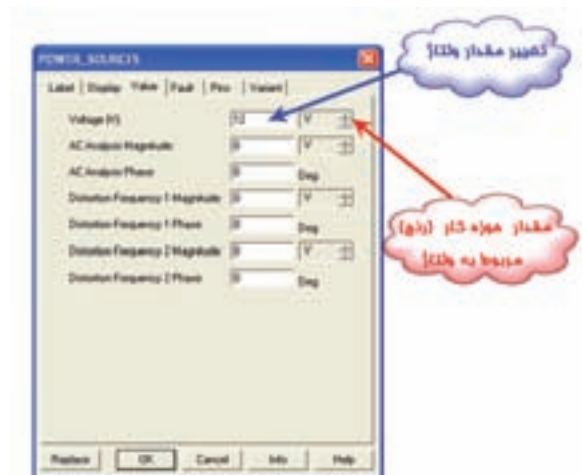
۲-۸-۵ با توجه به شکل ۲-۵۵ مولتی‌متر را روی حوزه‌ی آمپر متر DC قرار دهید. در شکل ۲-۵۵ چگونگی تغییر آمپر، ولت و اهم نشان داده شده است. یاد آوری می‌شود که کمیت DC با علامت — و کمیت AC با علامت ~ مشخص می‌شود.



شکل ۲-۵۵ تنظیم آمپر متر

۲-۸-۶ مدار را روشن کنید. () آیا لامپ روشن است؟ پاسخ دهید.

۲-۸-۷ روی مولتی‌متر دو بار کلیک چپ کنید. آیا جریان مدار ۸۳۳/۳ میلی آمپر است؟ تجربه کنید و پاسخ دهید.

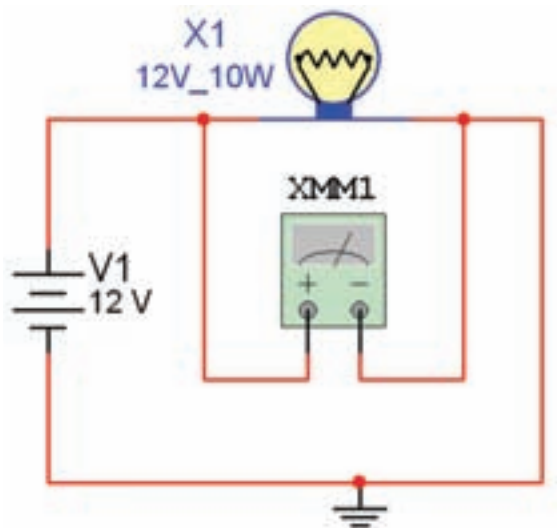


شکل ۵۶-۲-ب- نحوه‌ی تنظیم باتری

تمرین ۳: محل آمپر متر را با باتری تعویض کنید و اثر آن را بر روی مدار بررسی کنید.

تمرین ۴: با تغییر مقادیر ولتاژ و واحد آن، مقدار ولتاژ را روی ۵ ولت تنظیم کنید و اثر آن را با آمپر متر روی جریان اندازه‌گیری شده مشاهده کنید.

سوال ۱۳: آیا در مدار واقعی می‌توانیم ولت‌متر را به جای آمپر متر قرار دهیم، در این صورت چه اتفاقی خواهد افتاد؟ پاسخ دهید.

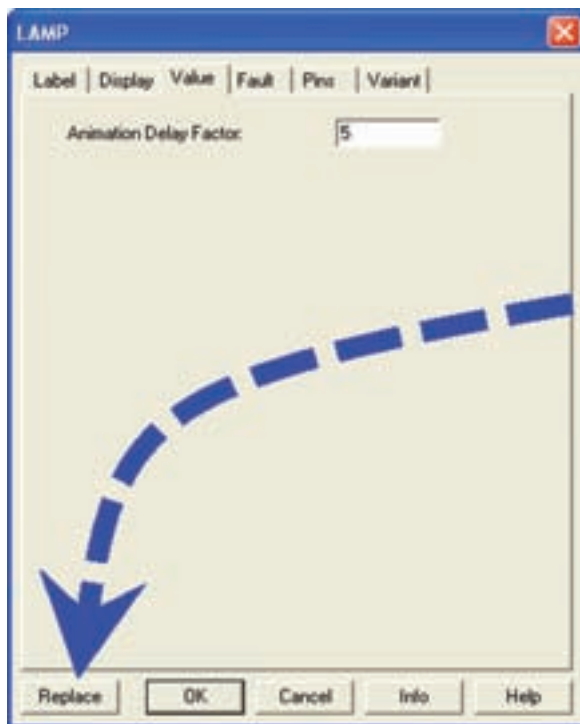


شکل ۵۷-۲ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ

توجه: با دوبار کلیک کردن چپ روی مولتی‌متر XMM1، مولتی‌متر در نرم‌افزار باز می‌شود و مقدار ولتاژ را نشان می‌دهد.

سوال ۱۴: در مدار فوق اگر به جای ولت‌متر (V)، آمپر متر (A) انتخاب شود چه عددی روی مولتی‌متر نمایان می‌شود؟ چرا؟ توضیح دهید.

تمرین ۵: اگر باتری به ۴۰ ولت برسد به نظر شما چه اتفاقی می‌افتد؟ امتحان کنید. حال اگر باتری روی ۵۰۰ میلی ولت باشد، آیا لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟ توضیح دهید.



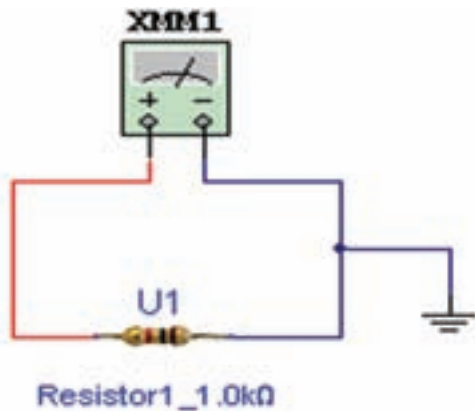
شکل ۲-۵۸ صفحه‌ی مربوط به تغییر مشخصات یک المان
 ۲-۸-۱۲ حال هر المانی را که بخواهید می‌توانید
 جایگزین کنید.



شکل ۲-۵۹ کتابخانه‌ی المان‌ها

سوال ۱۵: آیا در مدار واقعی می‌توانیم آمپر متر را به جای ولت‌متر قرار دهیم، در این صورت چه اتفاقی خواهد افتاد؟ شرح دهید.

۲-۸-۱۱ برای تغییر مشخصات یک المان می‌توانید روی آن دوبار کلیک چپ کنید. سپس گزینه Replace را انتخاب کنید (شکل ۲-۵۸) با انتخاب این گزینه به کتابخانه‌ی المان‌ها بر می‌گردید، شکل ۲-۵۹ کتابخانه‌ی المان‌ها را نشان می‌دهد.




شکل ۲-۶۲ مدار با قطعات سه بعدی

۲-۸-۱۶ با تنظیم مولتی متر روی Ω مقدار مقاومت را اندازه گیری کنید و مقدار اندازه گیری شده را با کد رنگی مقاومت مقایسه کنید. شکل ۲-۶۳ مولتی متر را در حالت اهم متر نشان می دهد.



شکل ۲-۶۳ مولتی متر در حالت اهم متر

سوال ۱۶: آیا مقدار قرائت شده با کد رنگی مطابقت دارد؟ علت را توضیح دهید.

تمرین ۷: مقاومت های R_1, R_2, R_3 را به ترتیب از منوی Basic گزینه ی Resistor مطابق شکل ۲-۶۴ انتخاب کنید. این مقاومت ها سه بعدی نیستند و به صورت نماد  ظاهر می شوند.

نکته ی مهم: با غیر فعال کردن نرم افزار و فعال کردن مجدد آن نیز مدار به حالت اولیه برمی گردد.

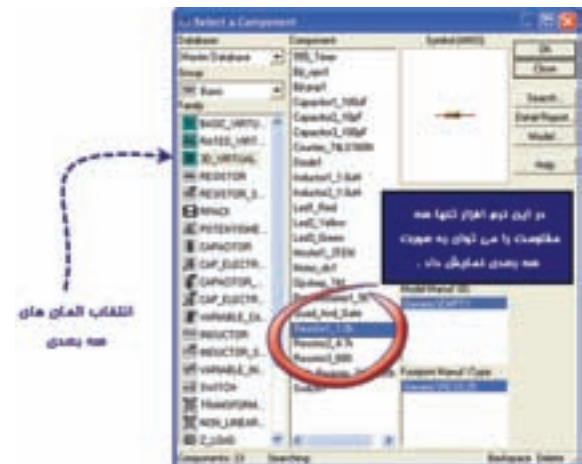
تمرین ۶: در مدار شکل ۲-۵۷ مشخصات لامپ را به ۵ ولت و یک وات و ولتاژ باتری را به ۵ ولت تغییر دهید و آزمایش را مجدداً تکرار کنید.

۲-۸-۱۳ برای انتخاب مقاومت و قرار دادن آن روی میز کار گزینه ی Place Basic را مطابق شکل ۲-۶۰ از منوی ابزار انتخاب کنید.



شکل ۲-۶۰ انتخاب مقاومت از گزینه ی Place Basic

۲-۸-۱۴ با انتخاب Place Basic، یک زیر منو باز می شود، در این زیر منو، گزینه ی 3D_VIRTUAL (مقاومت های سه بعدی) را مطابق شکل ۲-۶۱ انتخاب کنید. حال یکی از مقاومت های سه بعدی را گزینش کنید.



شکل ۲-۶۱ انتخاب قطعات سه بعدی

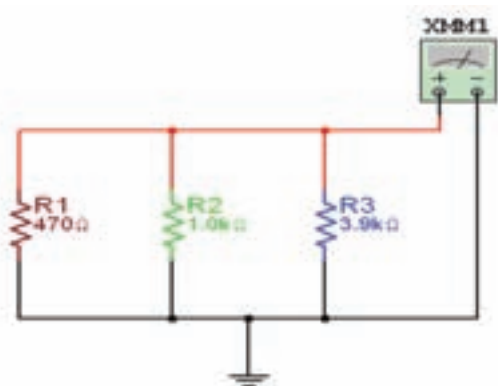
۲-۸-۱۵ با استفاده از مقاومت های سه بعدی، مدار شکل ۲-۶۲ را ببندید.

۱۷-۸-۲ در منوی Basic/Resistor می‌توانید مقاومت را با استفاده از دو پارامتر اساسی "واحد مقاومت" و "تلورانس مقاومت" انتخاب کنید. طبق شکل ۶۴-۲ در حوزه‌ی کار مربوط به واحد مقاومت، واحدهای اهم، کیلو اهم و مگا اهم قابل تعیین است. هم‌چنین با انتخاب گزینه‌ی ALL، که در منوی Filter قرار دارد تمامی مقاومت‌ها را می‌توان با تلورانسی که مشخص شده است انتخاب نمود. برای تغییر تلورانس نیز مشابه حوزه‌ی کار واحدهای مقاومت عمل می‌کنیم.

۱۹-۸-۲ دو سریکی از مقاومت‌ها را اتصال کوتاه کنید و مقدار مقاومت را اندازه بگیرید (علت تغییر را شرح دهید).

تمرین ۸: مداری با ۴ یا ۵ مقاومت به صورت سری ببندید و مراحل آزمایش را تکرار کنید.

۲۰-۸-۲ مدار شکل ۶۶-۲ را ببندید. مقدار مقاومت معادل مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۶۶-۲ مدار مقاومت‌های موازی

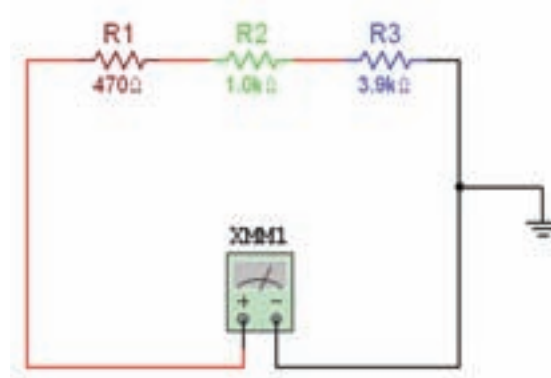
$$R_T = \dots\dots \Omega$$

سوال ۱۸: مقدار مقاومت معادل را محاسبه کنید و با مقدار خوانده شده مقایسه کنید. آیا اختلاف وجود دارد؟ چرا؟ توضیح دهید.



شکل ۶۴-۲ انتخاب مقاومت از منوی Basic

۱۸-۸-۲ مدار شکل ۶۵-۲ را ببندید. مقدار مقاومت معادل مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۶۵-۲ مدار مقاومت‌های سری

$$R_T = \dots\dots \Omega$$

سوال ۱۷: مقدار مقاومت معادل را محاسبه کنید و آن

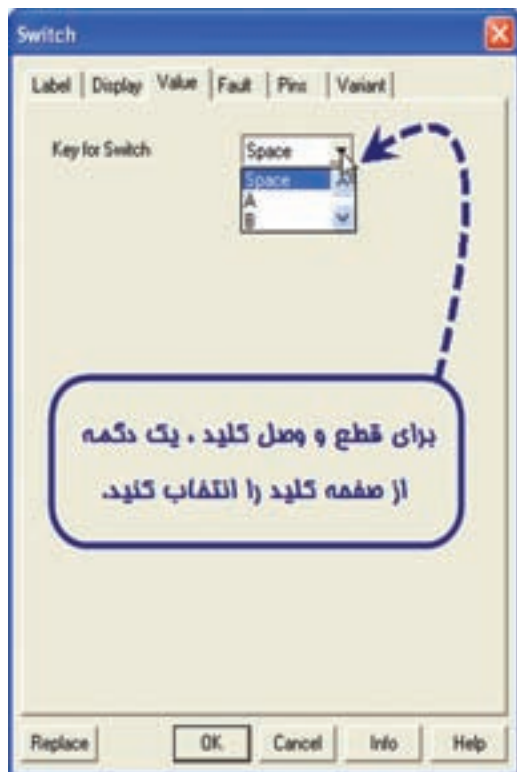
۲-۹ آزمایش ۹: اندازه‌گیری مقاومت با اهم متر روش غیر مستقیم (پل وتستون)

۲-۹-۱ کلید SPST را از منوی BASIC و گزینه‌ی SWITCH را مطابق شکل ۲-۶۸ انتخاب کنید.



شکل ۲-۶۸ انتخاب کلید

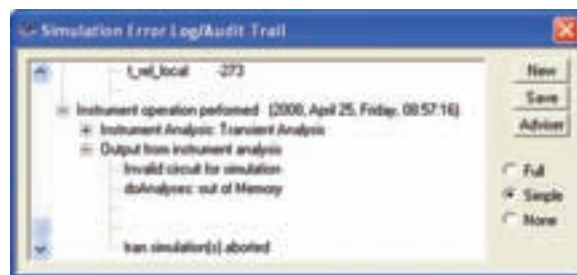
۲-۹-۲ کلید را روی میز کار بیاورید سپس روی آن دوبار کلیک چپ کنید (شکل ۲-۶۹).



شکل ۲-۶۹ صفحه‌ی مربوط به تغییر مشخصات کلید

۲-۸-۲۱ با یک سیم دو سر مقاومت R_p را به یکدیگر وصل کنید. مقدار مقاومت معادل چه قدر است؟ چرا؟

در نرم‌افزار با انجام این عمل خطای شکل ۲-۶۷ ظاهر می‌شود.

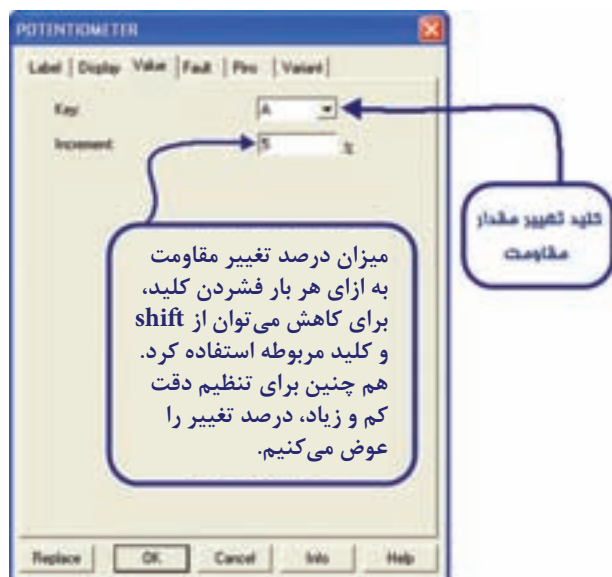


شکل ۲-۶۷ پیام خطای اتصال کوتاه دو سر مقاومت

سوال ۱۹: آیا در یک مدار موازی واقعی می‌توان دو سر یکی از قطعات را اتصال کوتاه کرد؟ توضیح دهید.

تمرین ۹: مداری با ۴ یا ۵ مقاومت به صورت موازی ببندید و مراحل آزمایش را تکرار کنید.

تمرین ۱۰: چهار مقاومت مساوی را با هم موازی کنید و اثبات کنید که مقاومت معادل برابر با $\frac{1}{4}R$ است.



شکل ۲-۷۲ صفحه‌ی تنظیمات پتانسیومتر

۲-۹-۶ از منوی Indicator (نشان‌دهنده) آمپرتر را انتخاب و به روی میز کار انتقال دهید (شکل ۲-۷۳).



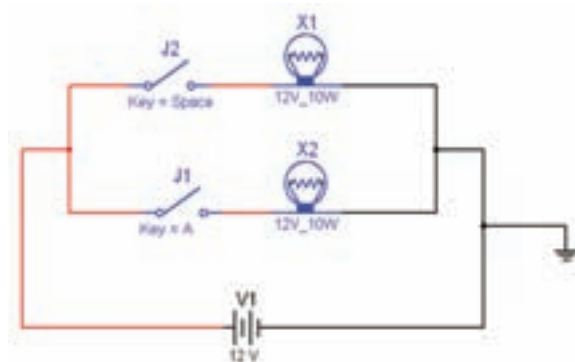
شکل ۲-۷۳ انتخاب آمپرتر و ولت‌متر از منوی نشان‌دهنده

۲-۹-۷ برای تعیین رنج آمپرتر روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا شکل ۲-۷۴ ظاهر شود.

۲-۹-۳ حال با توجه به حرف انتخاب شده، می‌توانید وضعیت کلید را در نرم‌افزار با توجه به دکمه‌ی صفحه کلید کامپیوتر تغییر حالت دهید. و تغییرات وضعیت کلید را مشاهده کنید.

توجه داشته باشید که برای هر یک از کلیدها حرف مشخصه‌ی جداگانه‌ای تعیین کنید. (چرا؟)

تمرین ۱۱: برای تمرین مدار شکل ۲-۷۰ را ببندید و با تغییر دو کلید، وضعیت نور لامپ‌ها را مشاهده کنید.



شکل ۲-۷۰ مدار تمرین ۱۱

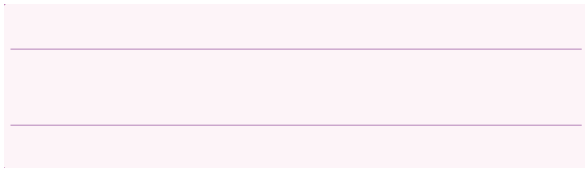
۲-۹-۴ از منوی Basic، گزینه‌ی Potentiometer (پتانسیومتر) را مطابق شکل ۲-۷۱ انتخاب کنید.



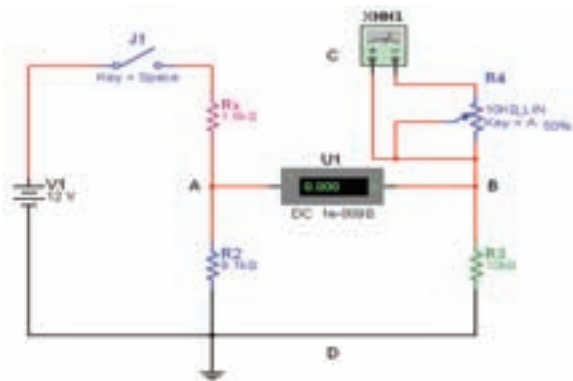
شکل ۲-۷۱ انتخاب پتانسیومتر

۲-۹-۵ با دوبار کلیک چپ روی پتانسیومتر شکل ۲-۷۲ ظاهر می‌شود.

سوال ۲۰: با دو عدد ولت متر پتانسیل نقاط AD و BD را اندازه بگیرید. آیا آن دو با هم برابرند؟ توضیح دهید.



۲-۹-۹ سیم رابط C را قطع کنید و کلید مدار را در حالت خاموش بگذارید. با توجه به شکل ۲-۷۶ به وسیله اهمتر مقاومت پتانسیومتر را اندازه بگیرید.



شکل ۲-۷۶ اندازه گیری مقاومت پتانسیومتر

$$R_x = \dots\dots\dots \Omega$$

۲-۹-۱۰ برای بالا بردن دقت اهمتر روی اهمتر دوبار کلیک چپ کنید. گزینه ی SET را **Set...** را انتخاب کنید. شکل ۲-۷۷ ظاهر می شود. در این شکل شما می توانید علاوه بر تغییر دقت اهمتر، دقت ولت متر و آمپر متر را نیز تغییر دهید.



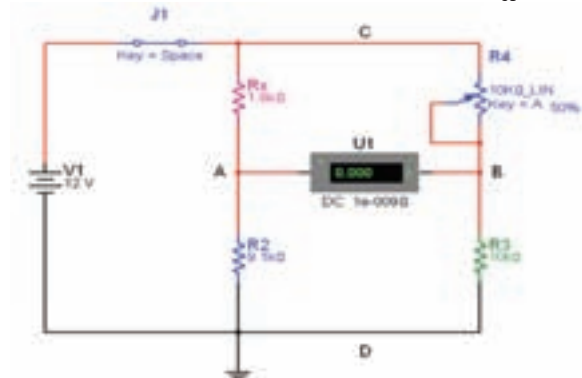
شکل ۲-۷۷ تنظیم دقت مولتی متر



شکل ۲-۷۴ صفحه ی تنظیمات تعیین رنج آمپر متر

توجه: در صورتی که مقاومت داخلی آمپر متر تغییر کند مقدار کمیت اندازه گیری شده دقیق و در برخی از موارد صحیح نخواهد بود. لذا توصیه می شود در فرآیند اجرای آزمایش این مقاومت را تغییر ندهید. در حالت ایده آل مقاومت داخلی آمپر متر، صفر در نظر گرفته می شود.

۲-۹-۸ مدار شکل ۲-۷۵ را ببندید. پتانسیومتر را طوری تغییر دهید که جریان گالوانومتر حدود صفر شود. مقدار مقاومت R_x را با توجه به رابطه ی پل وتستون به دست آورید.



شکل ۲-۷۵ مدار پل وتستون

$$R_x = \dots\dots\dots \Omega$$

برای دقت بیشتر آمپر متر، می توانید حساسیت درصد تغییرات پتانسیومتر را روی یک درصد (1%) تنظیم کنید تا آمپر متر حدود صفر را نشان دهد.



شکل ۲-۷۹ اندازه‌گیری ولتاژ برق شهر

۲-۹-۱۱ با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده R_1 را برابر R_X قرار دهید، آیا مقدار R_X از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید؟ پاسخ دهید.

$$R_X = (R_4 \times R_2) / R_3$$

نکته‌ی ایمنی: به منظور جلوگیری از وارد شدن

خسارت به شما و دستگاه اندازه‌گیری توصیه می‌شود در این مقطع زمانی این اندازه‌گیری را انجام ندهید و یا در صورت تاکید بر انجام این اندازه‌گیری توسط مربی اجرا شود.

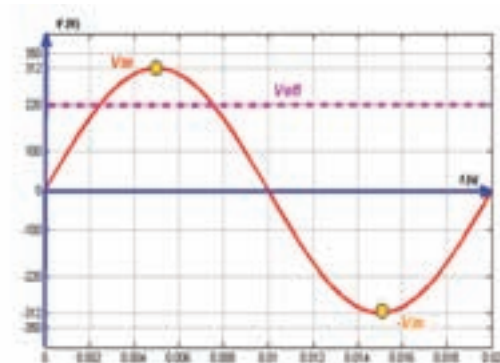
سوال ۲۱: ولتاژ اندازه‌گیری شده با کدام یک از ولتاژهای لحظه‌ای موج سینوسی انطباق دارد؟

سوال ۲۲: رابطه‌ی ولتاژ خوانده شده با مقدار دامنه‌ی (پیک) را بنویسید.

۲-۱۰-۳ فانکشن ژنراتور را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا شکل ۲-۸۰ روی میز کار ظاهر شود. این فانکشن ژنراتور می‌تواند شکل موج‌های

۲-۱۰ آزمایش ۱۰: اندازه‌گیری ولتاژ AC

۲-۱۰-۱ شکل موج برق شهر در شبکه‌ی ایران را در شکل ۲-۷۸ مشاهده می‌کنید. این شکل موج را سینوسی می‌نامند. با توجه به شکل زمان تناوب و فرکانس برق شهر را به دست آورید.

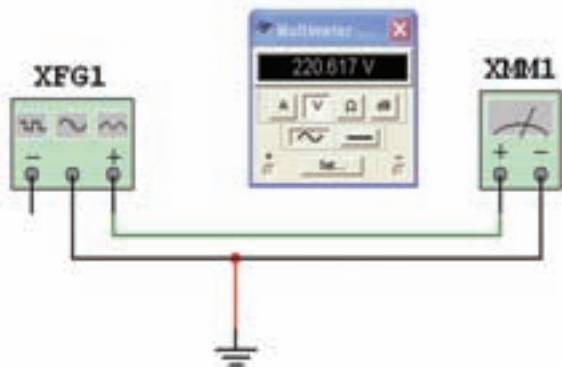


شکل ۲-۷۸ شکل موج برق شهر در شبکه‌ی ایران

$$T = \dots \text{ sec} \quad F = \dots \text{ Hz}$$

۲-۱۰-۲ در صورتی که مولتی‌متری را به طور صحیح در حوزه‌ی AC و حوزه‌ی کار اندازه‌گیری مناسب مثلاً ۵۰۰ ولت، قرار دهید و با رعایت نکات ایمنی آن را به پریز برق متصل کنید، مولتی‌متر طبق شکل ۲-۷۹ مقداری در حدود ۲۲۰ ولت را نشان می‌دهد.

۵-۱۰-۲ مولتی‌متر را به فانکشن‌ژنراتور مطابق شکل ۸۲-۲ وصل کنید. مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده را بخوانید. به نظر شما مقدار ولتاژ موثر برق شهر، همان ولتاژی نیست که در مرحله ۲ همین آزمایش نشان داده شده است؟ در صورت مغایر بودن مقادیر، توضیح دهید.

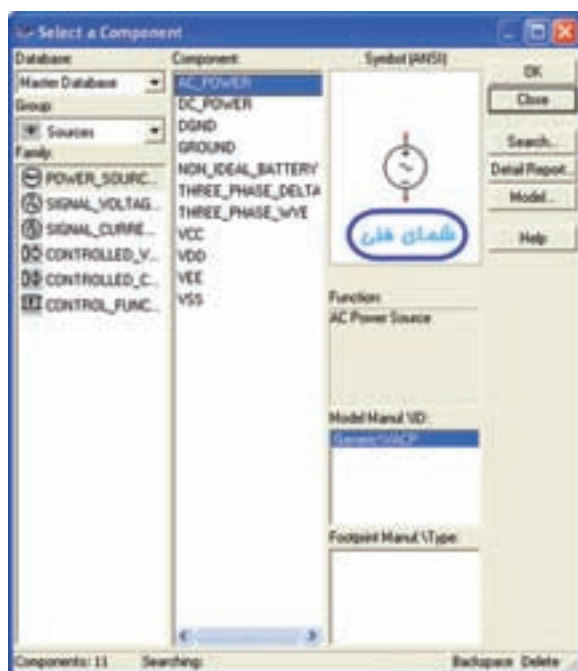


شکل ۸۲-۲ اندازه‌گیری ولتاژ موثر برق شهر

تمرین ۱۲: آزمایش را برای سایر ولتاژها تکرار کنید.

۱۱-۲ آزمایش ۱۱: وات‌متر

۱-۱۱-۲ منبع تغذیه‌ی AC را از منوی تغذیه، PLACE SOURCE مطابق شکل ۸۳-۲ انتخاب کنید.



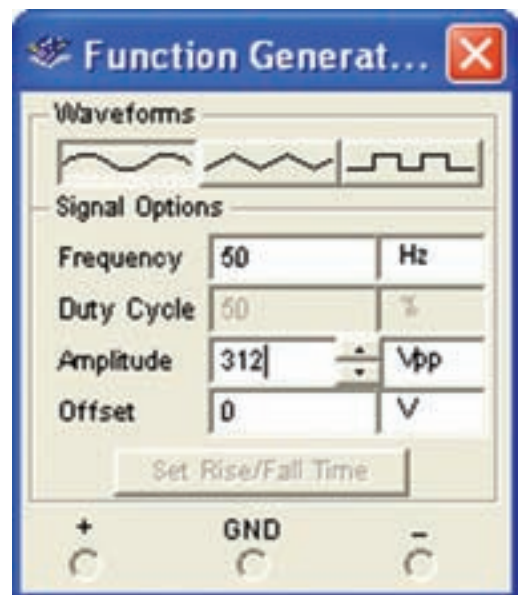
شکل ۸۳-۲ انتخاب منبع تغذیه‌ی AC

مربعی، مثلثی و سینوسی را تولید کند. توسط این دستگاه می‌توانید مقادیر فرکانس، واحد فرکانس، دامنه (پیک موج) سینوسی را تغییر دهید.



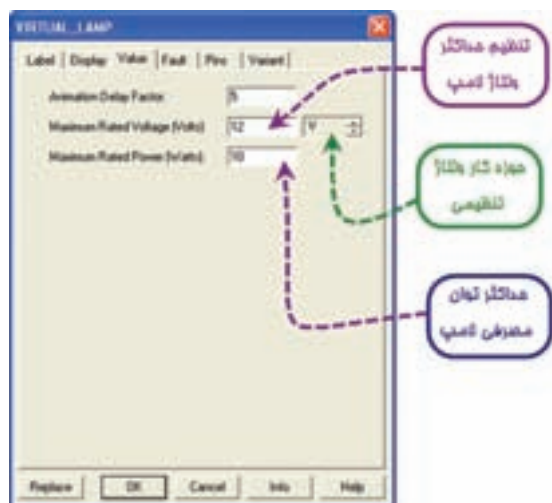
شکل ۸۰-۲ فانکشن‌ژنراتور و صفحه‌ی تنظیم آن

۴-۱۰-۲ فانکشن‌ژنراتور را برای ایجاد ولتاژ مشابه ولتاژ برق شهر، مطابق شکل ۸۱-۲ آماده کنید. مولتی‌متر را انتخاب کنید و آن را در حالت AC قرار دهید.



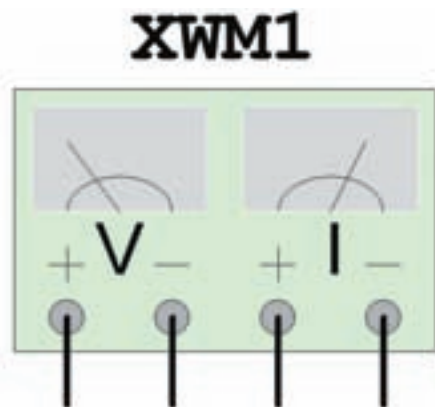
شکل ۸۱-۲ صفحه‌ی تنظیمات فانکشن‌ژنراتور

شکل ۸۶-۲ ظاهر شود. حال می‌توانید حداکثر ولتاژ لامپ، واحد ولتاژ کار لامپ و حداکثر توان مصرفی لامپ را به مقدار دل‌خواه تنظیم کنید.



شکل ۸۶-۲ صفحه‌ی تنظیمات لامپ

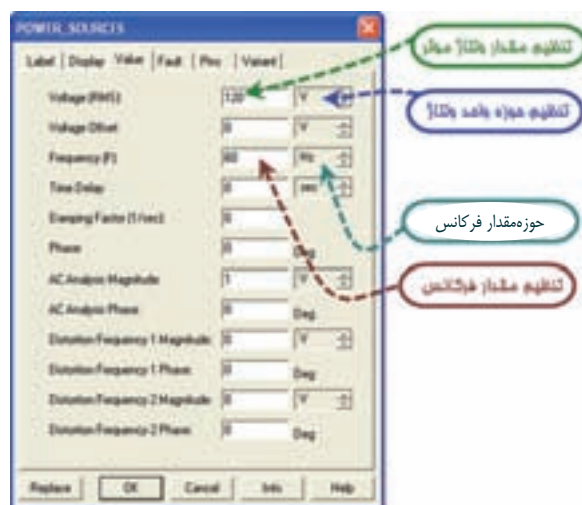
۲-۱۱-۵ مشخصات لامپ را روی "۲۲۰ ولت ۱۰۰ وات" تنظیم کنید. وات‌متر را از منوی ابزار انتخاب کنید و بر روی محیط کار انتقال دهید. مطابق شکل ۸۷-۲ بر روی دستگاه وات‌متر دو ترمینال برای جریان I قرار دارد که با مصرف‌کننده سری می‌شود، همچنین دو ترمینال دیگر به نام V وجود دارد که با مصرف‌کننده موازی می‌شود و ولتاژ دو سر آن را اندازه‌گیری می‌کند.



شکل ۸۷-۲ دستگاه وات‌متر در نرم‌افزار

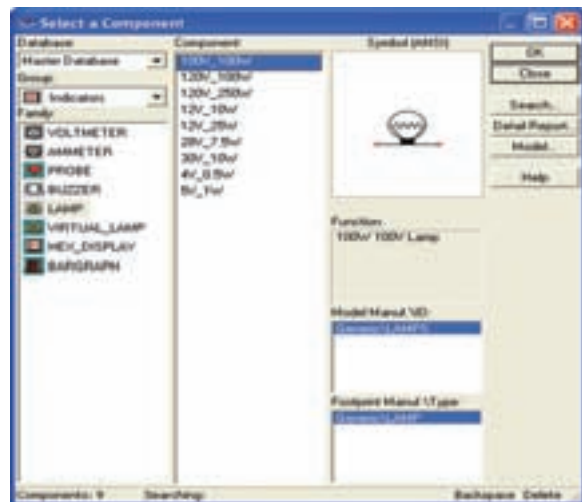
۲-۱۱-۶ مدار شکل ۸۸-۲ را ببندید. با دوبار کلیک چپ روی وات‌متر، توان مصرفی لامپ را بخوانید.

۲-۱۱-۲ روی منبع AC دو بار کلیک چپ کنید تا شکل ۸۴-۲ ظاهر شود. در این شکل می‌توانید مقادیر ولتاژ موثر، واحد ولتاژ، فرکانس و واحد فرکانس را تنظیم کنید.



شکل ۸۴-۲ صفحه‌ی تنظیمات منبع تغذیه‌ی AC

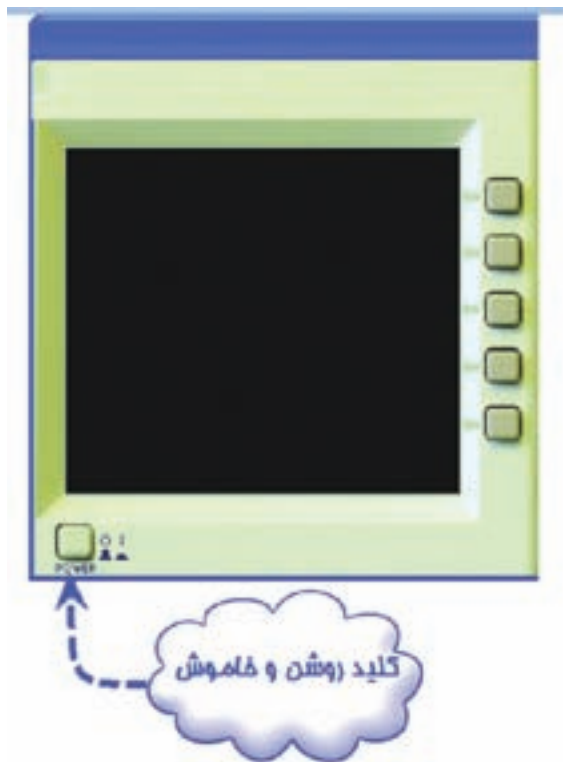
۲-۱۱-۳ منبع تغذیه را بر روی ولتاژ ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز قرار دهید. یک لامپ ۲۲۰ ولت، ۱۰۰ وات از منوی نشان‌دهنده انتخاب کنید. با توجه به شکل ۸۵-۲ مشاهده می‌کنید که چنین لامپی وجود ندارد.



شکل ۸۵-۲ مشخصات لامپ‌های موجود در منوی نشان‌دهنده‌ها

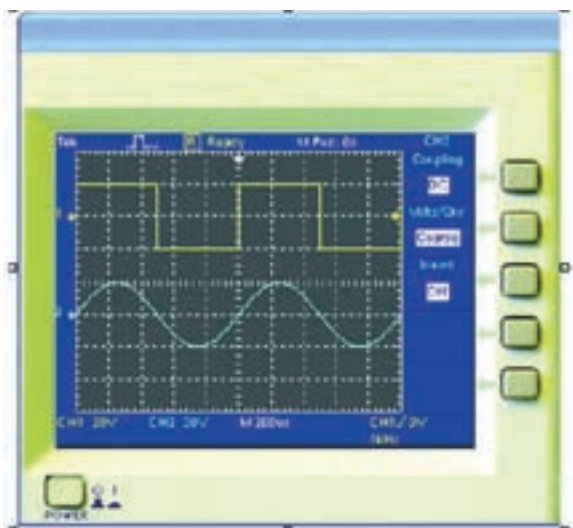
۲-۱۱-۴ برای بدست آوردن لامپ مذکور روی گزینه‌ی VIRTUAL LAMP کلیک کنید و یک لامپ را روی میز کار بیاورید. روی لامپ دوبار کلیک چپ کنید تا

۲-۱۲-۲ شکل ۲-۹۰ کلید روشن و خاموش کردن دستگاه اسیلوسکوپ را نشان می‌دهد.

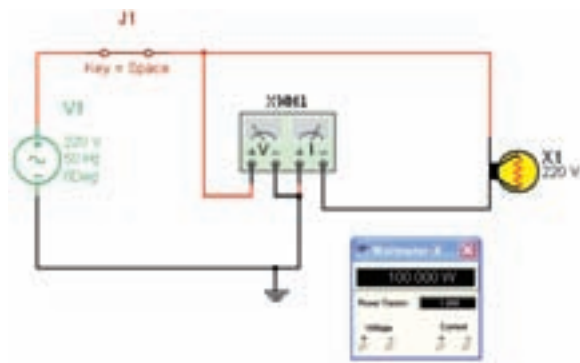


شکل ۲-۹۰ کلید روشن و خاموش دستگاه اسیلوسکوپ

۲-۱۲-۳ شکل ۲-۹۱ صفحه‌ی نمایش دستگاه اسیلوسکوپ سه بعدی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹۱ صفحه‌ی نمایش دستگاه اسیلوسکوپ سه بعدی



شکل ۲-۸۸ مدار برای اندازه‌گیری توان مصرفی لامپ

تمرین ۱۳: توان مصرفی دو عدد لامپ ۲۲۰ ولت، ۱۰۰ وات سری شده با یک‌دیگر را به‌دست آورید؟

سوال ۲۳: آیا مقدار توان اندازه‌گیری شده حدوداً با مقدار توان انتخاب شده‌ی اولیه برای لامپ برابر است؟ شرح دهید.

۲-۱۲-۲ آزمایش ۱۲: آشنایی با اسیلوسکوپ

موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم

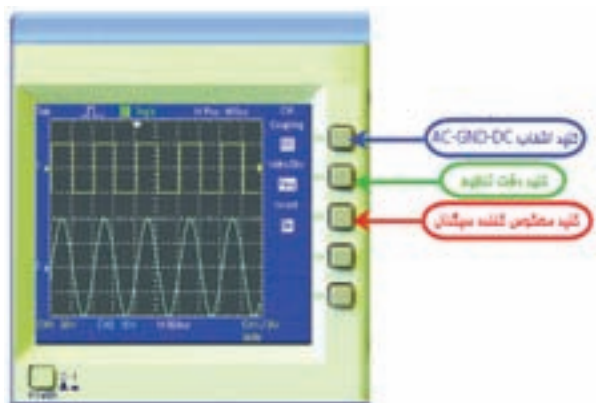
۲-۱۲-۱ قبل از شرح آزمایش، ابتدا کلیدهای پر کاربرد بر روی پانل اسیلوسکوپ سه بعدی موجود در نرم‌افزار توضیح داده می‌شود. سپس به شرح آزمایش برای اسیلوسکوپ می‌پردازیم. شکل ۲-۸۹ دستگاه اسیلوسکوپ سه بعدی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۸۹ دستگاه اسیلوسکوپ سه بعدی

این کلید قابل تنظیم است.

معکوس کننده: INVERT سیگنال کانال را معکوس می‌کند و در آن ۱۸۰ درجه اختلاف فاز ایجاد می‌نماید (شکل ۲-۹۵).



شکل ۲-۹۵ کلیدهای تنظیمات سیگنال روی صفحه نمایش

۲-۱۲-۸ کلیدهای تغییر موقعیت عمودی را برای هر چهار کانال و کلید تغییر موقعیت افقی را در شکل ۲-۹۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۹۶ کلیدهای تغییر موقعیت عمودی و افقی

۲-۱۲-۹ مدار شکل ۲-۹۷ را ببندید. این مدار تست پراب را انجام می‌دهد.

۲-۱۲-۴ ترمینال تست پراب و کانال‌های ورودی دستگاه اسیلوسکوپ را در شکل ۲-۹۲ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۹۲ ترمینال تست پراب و کانال‌های ورودی دستگاه

۲-۱۲-۵ کلیدهای انتخاب Volt/Div و Time/Div را در شکل ۲-۹۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۹۳ کلیدهای انتخاب Volt/Div و Time/Div

۲-۱۲-۶ شکل ۲-۹۴ کلید انتخاب ورودی AC-GND-DC را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹۴ کلید انتخاب ورودی AC-GND-DC

۲-۱۲-۷ کلیدهای تنظیمات سیگنال روی صفحه نمایش.

دقت تنظیم: با تغییر وضعیت کلید FINE COARSE، سرعت تغییر Volt/Div توسط



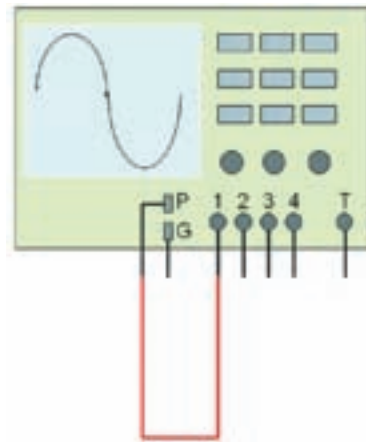
شکل ۲-۱۰۰ مشاهده‌ی شکل موج

۲-۱۲-۱۳ ولوم تغییر وضعیت افقی و عمودی را به ترتیب تغییر دهید. چه تغییری در شکل می‌بینید؟ کلید Volt/Div را یک‌بار روی ۱ ولت و بار دیگر روی ۵ ولت تنظیم کنید. سپس نتایج تغییرات مشاهده شده روی صفحه‌ی نمایش را بنویسید.



شکل ۲-۱۰۱ تغییر کلید نمایش عدد ضرب Volt/Div

۲-۱۲-۱۴ کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید. با تغییر ولوم، تغییر مکان عمودی خط GND را روی نقطه صفر یا یکی از خانه‌ها، به دل‌خواه تنظیم کنید. شکل ۲-۱۰۲ این کلید را نشان می‌دهد. برای



شکل ۲-۹۷ مدار تست پراب

۲-۱۲-۱۰ دستگاه اسیلوسکوپ را روشن کنید. شکل ۲-۹۸ شکل موج را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹۸ شکل موج مدار تست پراب

۲-۱۲-۱۱ روی کلید انتخاب کانال شماره‌ی ۱، کلیک چپ کنید تا شکل ۲-۹۹ ظاهر شود.



شکل ۲-۹۹ کلید انتخاب کانال شماره‌ی ۱

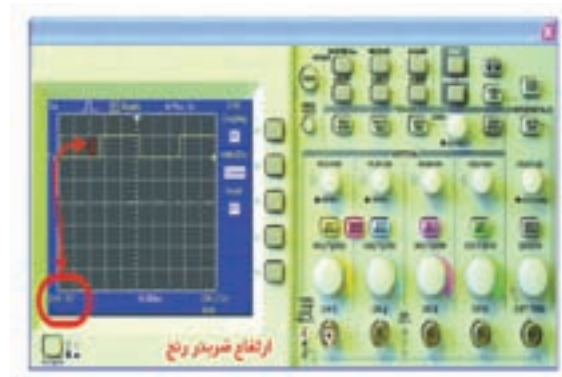
۲-۱۲-۱۲ کلید سلکتور Time/Div را طوری تغییر دهید، که حدوداً دو یا سه سیکل کامل را روی صفحه‌ی حساس نقش ببندد (شکل ۲-۱۰۰).

تنظیم پراب کلید را در حالت DC قرار دهید.



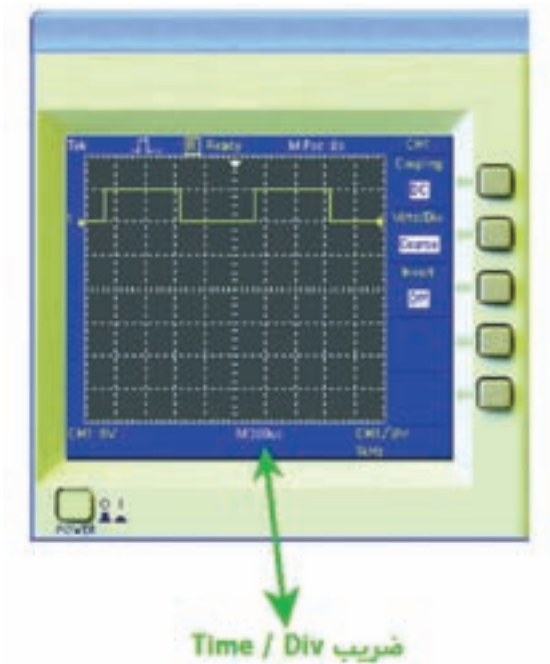
شکل ۲-۱۰۲ تغییر مکان عمودی خط GND

تعداد خانه‌هایی که پیک تا پیک دامنه‌ی موج را در بر گرفته است بخوانید. عدد خوانده شده را در عدد ضریب کلید Volt/Div ضرب کنید تا مقدار دامنه‌ی پیک تا پیک موج کالیبره به دست آید (شکل ۲-۱۰۳). عدد بدست آمده را با مقدار ولتاژ دامنه‌ی کالیبره مقایسه کنید. در صورت تغییر علت را توضیح دهید.



شکل ۲-۱۰۳ اندازه‌گیری ولتاژ پیک تا پیک

۲-۱۲-۱۵ کلید Time/Div را یک بار در حالت ۱ میلی‌ثانیه و بار دیگر در ۲۰۰ میکروثانیه قرار دهید. نتایج حاصل از تغییرات مشاهده شده روی صفحه‌ی نمایش را بنویسید (شکل ۲-۱۰۴).

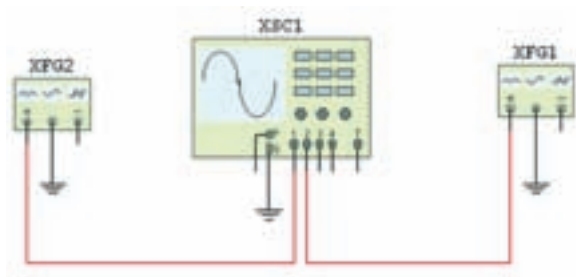


شکل ۲-۱۰۴ اندازه‌گیری زمان تناوب

۲-۱۲-۱۶ زمان تناوب شکل موج مربعی کالیبره را اندازه بگیرید. تعداد خانه‌های در بر گرفته شده توسط یک سیکل را محاسبه کنید. زمان تناوب را با توجه به شکل ۲-۱۰۵ و رابطه‌ی زیر به دست آورید.

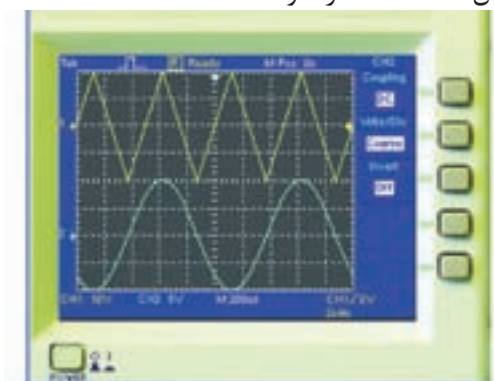
$$\text{ضریب تقسیم زمان (Time/Div)} \times \text{تعداد خانه‌های یک سیکل} = \text{زمان تناوب (T)}$$

کیلو هرتز تنظیم کنید. فانکشن ژنراتور ۲ را روی سیگنال سینوسی با دامنه‌ی ۱۰ ولت پیک تا پیک و فرکانس ۱ کیلو هرتز تنظیم کنید.



شکل ۲-۱۰۶ مدار اتصال فانکشن ژنراتور به اسیلوسکوپ

۲-۱۳-۲ کلید روشن و خاموش میز کار را روشن کنید. اسیلوسکوپ نرم افزار را طوری تنظیم کنید که شکل ۲-۱۰۷ ظاهر شود.

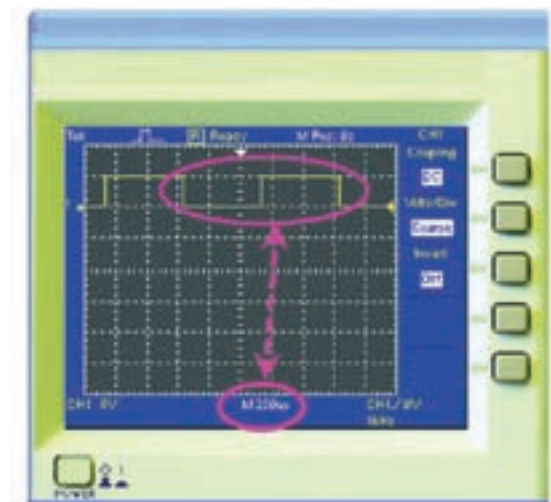


شکل ۲-۱۰۷ مشاهده‌ی شکل موج فانکشن ژنراتور

۲-۱۳-۳ مطابق شکل ۲-۱۰۸ با انتخاب FINE می‌توانید رنج تغییرات VOLT/DIV را دقیق‌تر انجام دهید.



شکل ۲-۱۰۸ انتخاب کلید FINE برای تنظیم دقیق‌تر دامنه



شکل ۲-۱۰۵ اندازه‌گیری زمان تناوب موج مربعی

$$T = \dots\dots\dots \text{sec} = \dots\dots\dots \text{msec}$$

۲-۱۲-۱۷ با استفاده از رابطه‌ی مقدار فرکانس موج

مربعی را محاسبه کنید.

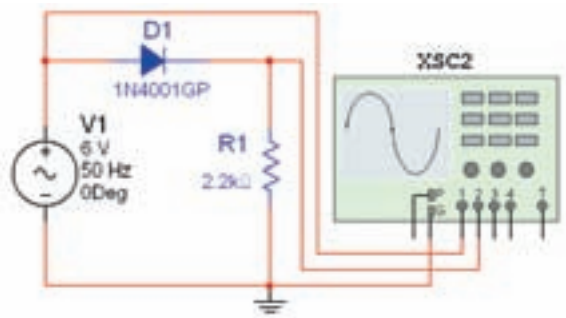
$$F = \dots\dots\dots \text{Hz} = \dots\dots\dots \text{KHz}$$

سوال ۲۴: مقدار فرکانس به‌دست آمده را با فرکانس موج مربعی کالیبره اسیلوسکوپ مقایسه کنید. آیا اختلافی مشاهده می‌کنید؟ در صورت مغایر بودن مقادیر، آزمایش را مجدداً تکرار کنید.

۲-۱۳ آزمایش ۱۳: کاربرد اسیلوسکوپ موجود

در آزمایشگاه مجازی

۲-۱۳-۱ مدار شکل ۲-۱۰۶ را روی محیط کار نرم افزار مولتی‌سیم ببندید. فانکشن ژنراتور ۱ را روی سیگنال مثلی با دامنه‌ی ۲۰ ولت پیک تا پیک و فرکانس ۲

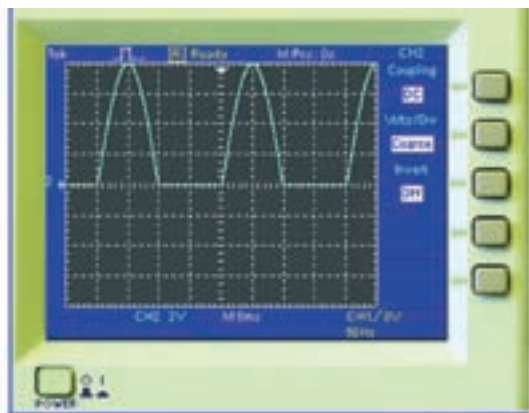


شکل ۲-۱۱۱ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ متوسط

۲-۱۳-۷ مقدار ولتاژ DC خروجی را از رابطه‌ی $\frac{V_m}{\pi}$ محاسبه کنید.

$$V_{DC} = \dots\dots\dots V$$

۲-۱۳-۸ کانال شماره‌ی ۱ را خاموش کنید. برای اندازه‌گیری مقدار DC خروجی، ابتدا کلید انتخاب ورودی را در حالت DC قرار دهید و مکان سیگنال را روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ به خاطر بسپارید (شکل ۲-۱۱۲).



شکل ۲-۱۱۲ سیگنال خروجی در حالت DC

۲-۱۳-۹ کلید انتخاب را در حالت AC قرار دهید. در شکل ۲-۱۱۳ مقدار متوسط شکل موج را از رابطه‌ی زیر به دست آورید.

تعداد خانه‌های
جا به جا شده
هنگام تغییر از
حالت AC به
DC

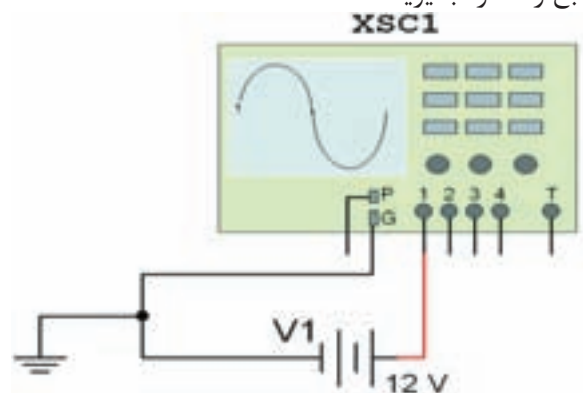
×

حوزه‌ی کار
کلید (رنج)

=

مقدار
متوسط ولتاژ
(DC)

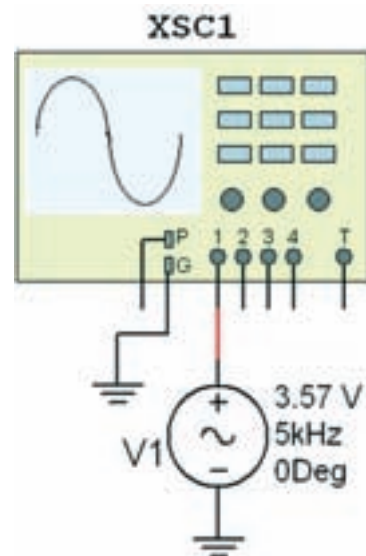
۲-۱۳-۴ مدار شکل ۲-۱۰۹ را ببندید. ولتاژ DC منبع را اندازه بگیرید.



شکل ۲-۱۰۹ اندازه‌گیری ولتاژ DC منبع

$$V_{DC} = \dots\dots\dots V$$

۲-۱۳-۵ مدار شکل ۲-۱۱۰ را ببندید. دامنه‌ی ولتاژ پیک تا پیک و فرکانس سیگنال را اندازه بگیرید.



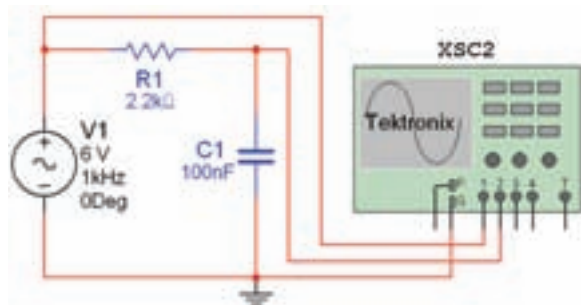
شکل ۲-۱۱۰ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ AC

$$V_{P-P} = \dots\dots\dots V$$

$$F = \dots\dots\dots Hz$$

۲-۱۳-۶ مدار شکل ۲-۱۱۱ را ببندید. شکل موج ورودی و خروجی را به طور هم‌زمان مشاهده کنید.

۲-۱۳-۱۲ برای اندازه‌گیری اختلاف فاز، مدار شکل ۲-۱۱۶ را ببندید.



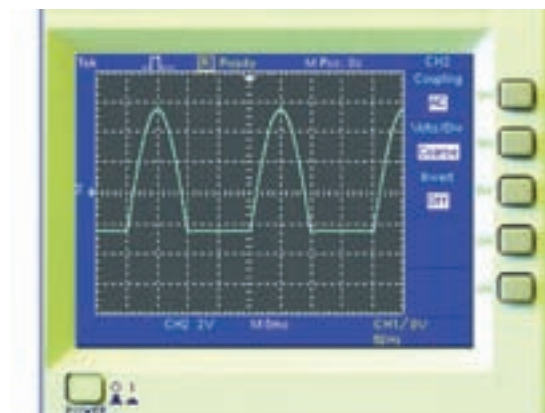
شکل ۲-۱۱۶ مدار برای اندازه‌گیری اختلاف فاز

۲-۱۳-۱۳ توسط دستگاه اسیلوسکوپ مطابق شکل ۲-۱۱۷ اختلاف فاز دو سیگنال را به دست آورید.



شکل ۲-۱۱۷ اندازه‌گیری اختلاف فاز

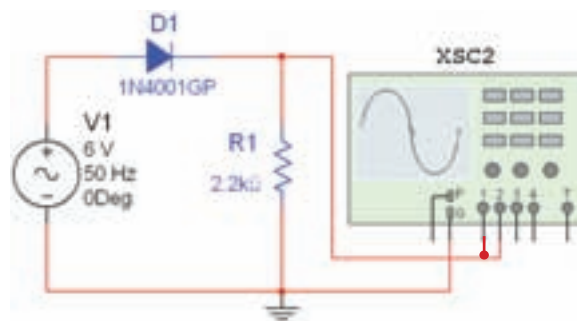
۲-۱۳-۱۴ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود، پس از کلیک روی کلید Display format کلید را انتخاب کنید تا عبارت xy مقابل آن ظاهر شود. با تغییر حالت این کلیدها، در شکل ۲-۱۱۸ منحنی xy مثال قبل قابل مشاهده است.



شکل ۲-۱۱۳ جابه‌جایی سیگنال در حالت AC

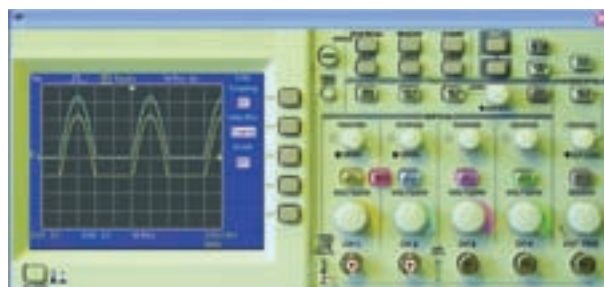
$$V_{DC} = \dots\dots\dots V$$

۲-۱۳-۱۰ برای اندازه‌گیری مقدار متوسط ولتاژ DC از روش دیگری نیز می‌توانید استفاده کنید. در مدار شکل ۲-۱۱۴، کانال شماره‌ی ۱ و ۲ را هم‌زمان به خروجی متصل کنید. کانال ۱ را در حالت DC و کانال ۲ را در حالت AC قرار دهید. توجه کنید که رنج کلید Volt/Div مربوط به هر دو کانال یکسان باشد.



شکل ۲-۱۱۴ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ متوسط

۲-۱۳-۱۱ شکل موج خروجی به صورت شکل ۲-۱۱۵ در می‌آید.



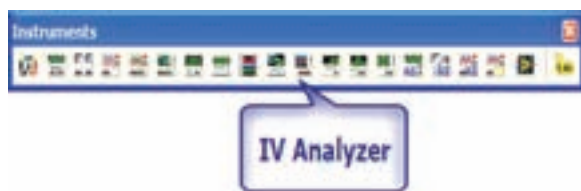
شکل ۲-۱۱۵ شکل موج خروجی



شکل ۲-۱۲۰ ب- مشخصات دستگاه اسیلوسکوپ دو کانال

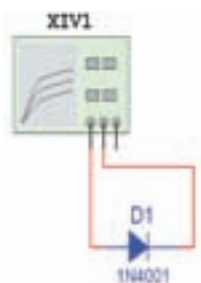
۲-۱۴ آزمایش ۱۴: دستگاه کروتریسر

۲-۱۴-۱ دستگاه کروتریسر (Cruve Tracer) یا (ولت-آمپر نگار یا تحلیل گر ولت آمپر (IV Analyzer) را از روی نوار ابزار مطابق شکل ۲-۱۲۱ به میز کار مجازی انتقال دهید.

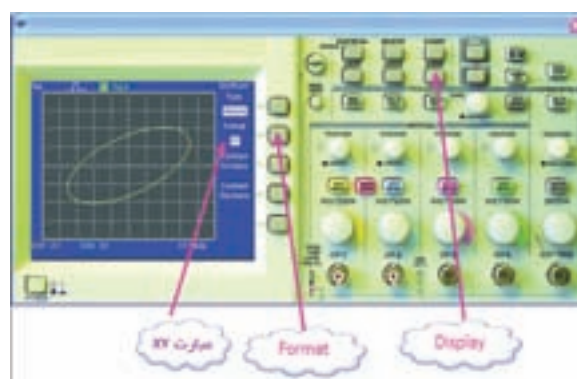


شکل ۲-۱۲۱ موقعیت دستگاه کروتریسر روی نوار ابزار

۲-۱۴-۲ از لیست دستگاه‌های موجود در نرم‌افزار، دستگاه کروتریسر (IV Analyzer) را انتخاب کنید و روی میز کار قرار دهید. از لیست نوار قطعات، دیود 1N4001 را انتخاب کنید. مدار شکل ۲-۱۲۲ را ببندید.

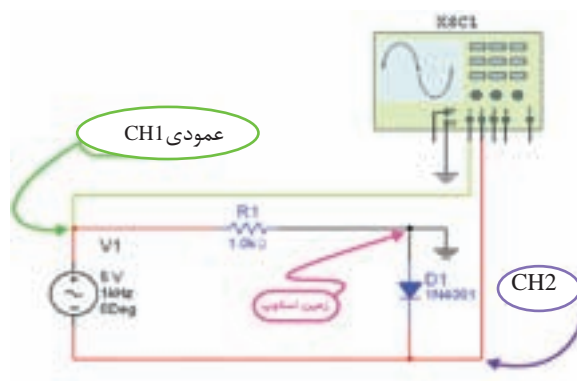


شکل ۲-۱۲۲ اتصال دیود به دستگاه کروتریسر



شکل ۲-۱۱۸ مشاهدهی اختلاف فاز دو شکل موج

۲-۱۳-۱۵ مدار شکل ۲-۱۱۹ را ببندید. کانال ۱ را Invert کنید. شکل موج را رسم کنید و ولتاژ سد دیود و جریان عبوری از آن را اندازه بگیرید.



شکل ۲-۱۱۹ مدار برای مشاهدهی منحنی مشخصهی دیود

$$V = \dots\dots\dots V$$

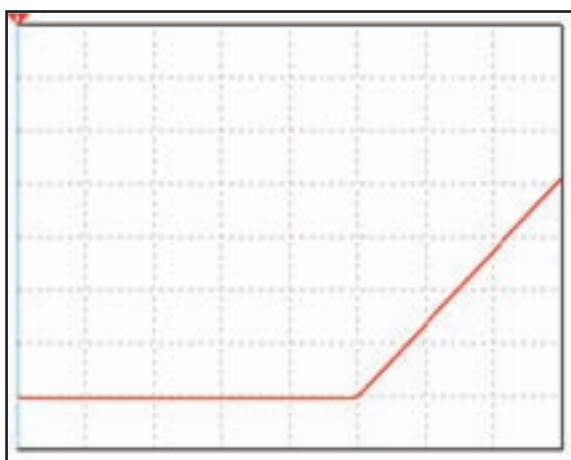
$$I = \dots\dots\dots \text{mA}$$

تمرین ۱۴: آزمایش‌های ارائه شده در مدار شکل ۲-۱۰۶ را با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ سادهی دو کانالهی شکل ۲-۱۲۰ که در نرم‌افزار مولتی‌سیم موجود است، مجدداً تکرار کنید.



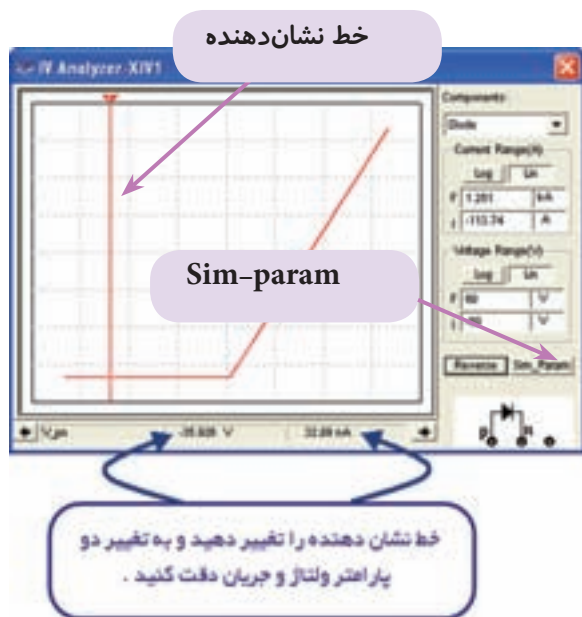
شکل ۲-۱۲۰ الف- موقعیت دستگاه اسیلوسکوپ در نوار ابزار

تمرین ۱۵: گزینه‌های ذکر شده در شکل ۲-۱۲۵ را به گونه‌ای تغییر دهید تا شکل ۲-۱۲۶ در صفحه‌ی دستگاه ظاهر شود.



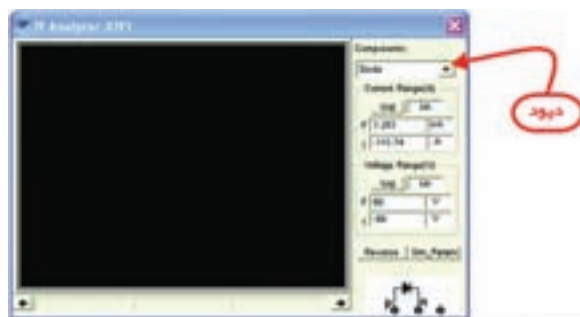
شکل ۲-۱۲۶ تصویر تغییر یافته‌ی شکل ۲-۱۲۵

۲-۱۴-۶ در دستگاه تحلیل گر ولت-آمپر (IV Analyzer) خطی (خط نشان دهنده) وجود دارد که در هر لحظه با تغییر آن مقادیر جریان و ولتاژ را در زیر منحنی درج می‌کند. در شکل ۲-۱۲۷ خط نشان دهنده را مشاهده می‌کنید.



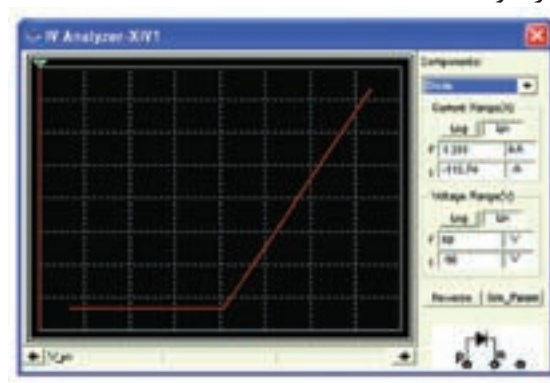
شکل ۲-۱۲۷ مشاهده‌ی مقادیر ولتاژ و جریان در دستگاه کروتریس

۲-۱۴-۳ روی IV Analyzer دو بار کلیک کنید تا شکل ۲-۱۲۳ ظاهر شود. قسمت Component را روی دیود Diode قرار دهید.



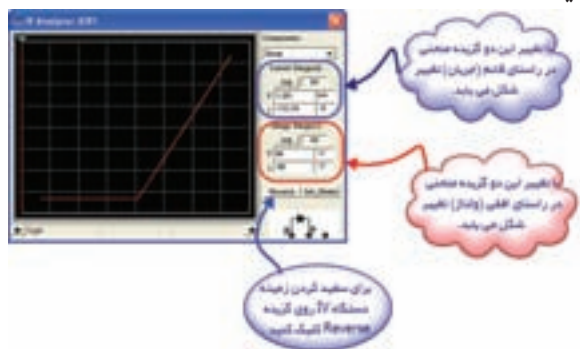
شکل ۲-۱۲۳ انتخاب قسمت دیود در دستگاه کروتریس

۲-۱۴-۴ میز کار را روشن کنید تا شکل ۲-۱۲۴ ظاهر شود.



شکل ۲-۱۲۴ نمایش منحنی مشخصه‌ی دیود

۲-۱۴-۵ روی گزینه‌ی Reverse کلیک کنید و پارامترهای Current Range و Voltage Range را با توجه به شکل ۲-۱۲۵ تغییر دهید و تغییرات را مشاهده کنید.



شکل ۲-۱۲۵ تنظیمات دستگاه کروتریس

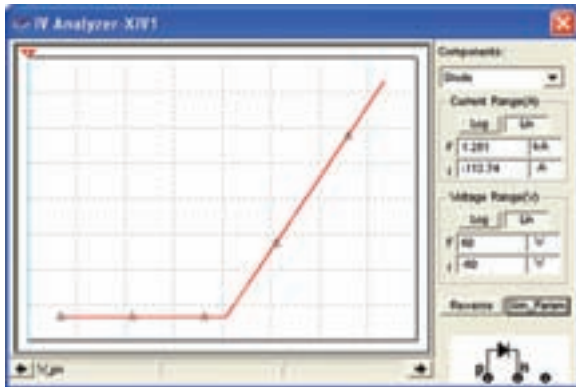
۲-۱۴-۷ خط نشان‌دهنده را روی نقطه‌ی شکست دیود بیاورید.

سوال ۲۵: ولتاژ شکست را پیدا کنید. دیود سیلیکونی است یا ژرمانیومی؟



شکل ۲-۱۲۹ - ب- صفحه‌ی تنظیمات دستگاه کروتریسر

۲-۱۴-۱۰ روی Show Select Mark در شکل ۲-۱۲۹ کلیک کنید تا شکل ۲-۱۳۰ ظاهر شود.

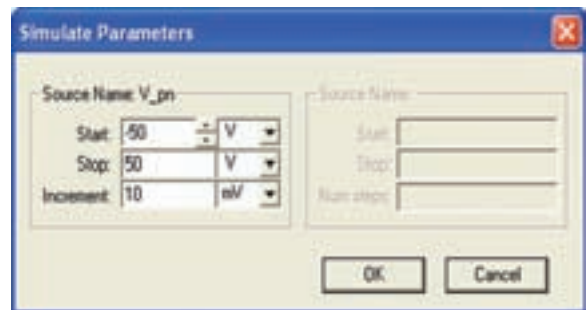


شکل ۲-۱۳۰ مشخص شدن نقاط بر روی منحنی

۲-۱۴-۱۱ با توجه به شکل ۲-۱۳۰ منحنی از به هم پیوستن چند نقطه تشکیل می‌شود. با کلیک روی خط نشان‌دهنده گزینه‌ی `=>goto next y min` را انتخاب کنید و تفاوت آن را با `=>goto next y max` بیابید.

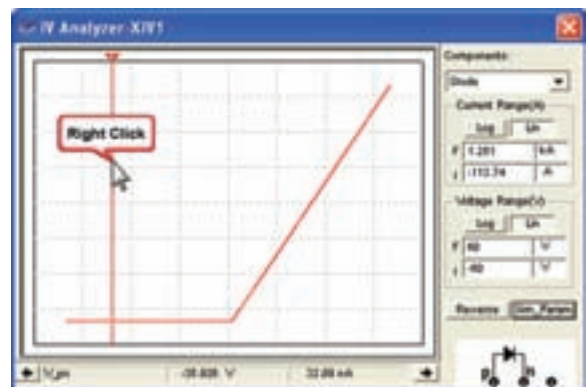
۲-۱۴-۱۲ نرم‌افزار را غیر فعال کنید. روی دیود دو بار کلیک کنید و گزینه‌ی Replace را انتخاب کنید. ترانزیستور BC۱۰۷ را انتخاب کنید. مدار شکل ۲-۱۳۱ را ببندید.

۲-۱۴-۸ روی گزینه‌ی Sim_Param در شکل ۲-۱۲۷ از قسمت پایین و سمت راست کلیک کنید تا شکل ۲-۱۲۸ ظاهر شود. در این شکل نقطه‌ی ابتدایی و انتهایی منحنی را می‌توانید مشخص کنید.

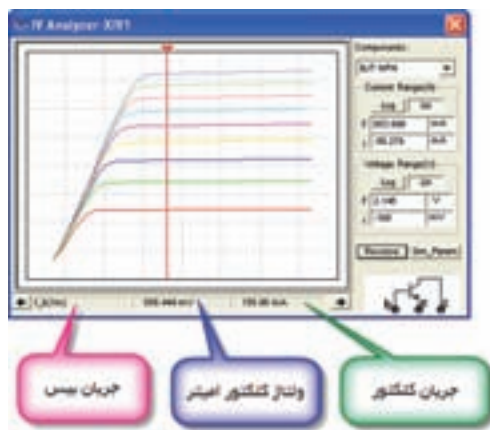


شکل ۲-۱۲۸ مشخص کردن نقطه‌ی ابتدایی و انتهایی منحنی

۲-۱۴-۹ روی خط نشان‌دهنده‌ی دستگاه بروید و کلیک راست کنید تا شکل ۲-۱۲۹ ظاهر شود.

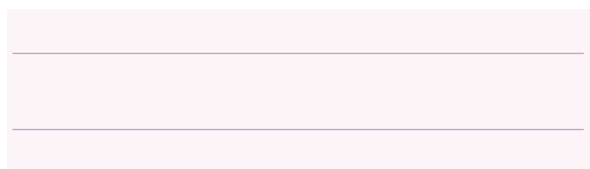


شکل ۲-۱۲۹ - الف



شکل ۱۳۳-۲-ب- مشخص شدن نقطه‌ی کار

۲-۱۴-۱۵ روی Sim_Param کلیک کنید و گزینه‌ی Num steps را به ۵ تغییر دهید و OK کنید. چه تغییری در شکل حاصل می‌شود؟



تمرین ۱۶: ترانزیستور BC۱۷۷ که ترانزیستوری PNP است، را انتخاب کنید و سپس به دستگاه تحلیل گر ولت‌آمپر متصل کنید جریان کلکتور و ولتاژ "کلکتور امیتر" را به ازای جریان بیس ۲ میلی‌آمپر به دست آورید.

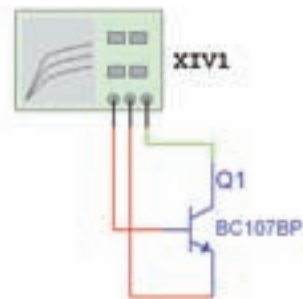
۲-۱۵ آزمایش ۱۵: مولتی‌متر دیجیتالی

۲-۱۵-۱ مولتی‌متر دیجیتالی را از روی نوار ابزار مطابق شکل ۱۳۴-۲ به میز کار مجازی انتقال دهید.



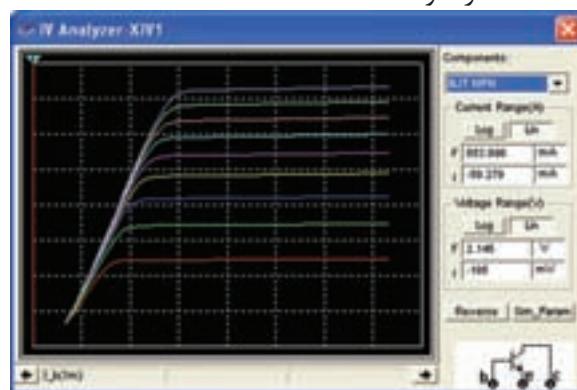
شکل ۱۳۴-۲ موقعیت مولتی‌متر دیجیتالی در نوار ابزار

۲-۱۵-۲ قبل از شرح آزمایش ابتدا پانل مولتی‌متر دیجیتال Agilent Millimeter توضیح داده می‌شود، سپس به شرح آزمایش این قسمت می‌پردازیم. در شکل



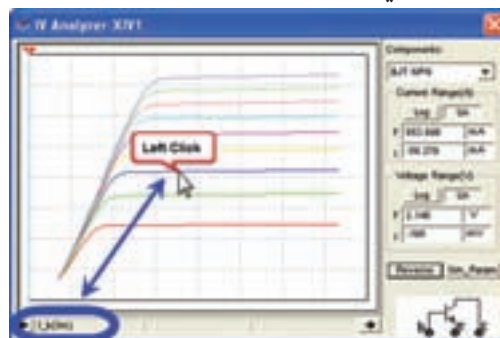
شکل ۱۳۱-۲ اتصال ترانزیستور به دستگاه کروتریسر

۲-۱۴-۱۳ روی تحلیل گر ولت-آمپر (کروتریسر) دو بار کلیک کنید و گزینه‌ی Component را روی BJT NPN بگذارید. میزکار را روشن کنید تا شکل ۱۳۲-۲ ظاهر شود.



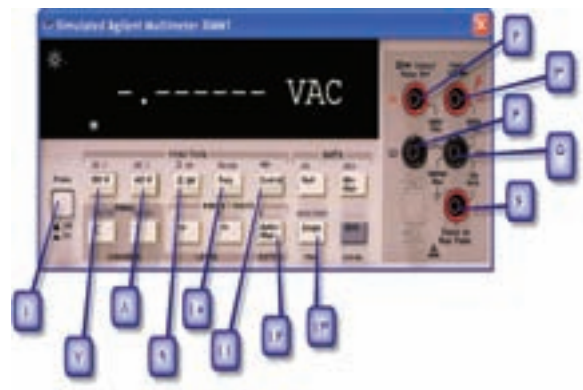
شکل ۱۳۲-۲ نمایش منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

۲-۱۴-۱۴ گزینه‌ی Reverse را کلیک کنید و خط نشان دهنده را تغییر دهید و به مقادیر جریان و ولتاژ شکل ۱۳۳-۲ دقت کنید.



شکل ۱۳۳-۲ الف منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

۱۳۵-۲ کلیدهای مختلف دستگاه را مشاهده می کنید.



شکل ۱۳۵-۲ معرفی کلیدهای مولتی متر دیجیتالی

۲-۱۵-۳ عملکرد کلیدهای دستگاه مولتی متر

دیجیتالی به شرح زیر است:

(۱) کلید اصلی خاموش و روشن کردن مولتی متر (با فشار دادن آن مولتی متر دیجیتال روشن می شود).

(۲) ترمینال مخصوص اندازه گیری ولتاژ تا حداکثر ۲۰۰ ولت

(۳) ترمینال مخصوص اندازه گیری مقاومت اهمی، تست دیود و اندازه گیری ولتاژ تا حداکثر ۱۰۰۰ ولت

(۴) ترمینال مشترک برای اندازه گیری ولتاژ پایین ۲۰۰ ولت

(۵) ترمینال مشترک برای کلیه اندازه گیری ها (اهم، جریان، تست دیود و ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت)

(۶) ترمینال مخصوص اندازه گیری جریان (برای اندازه گیری جریان های DC و AC)

(۷) کلید اندازه گیری ولتاژ DC (برای اندازه گیری جریان ابتدا Shift را انتخاب کنید سپس این کلید را فشار دهید).

(۸) کلید اندازه گیری ولتاژ AC (برای اندازه گیری جریان ابتدا Shift را انتخاب سپس این کلید را فشار دهید).

(۹) کلید اندازه گیری مقاومت اهمی

(۱۰) کلید اندازه گیری فرکانس

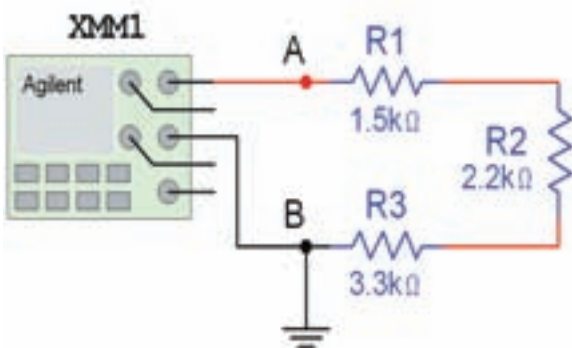
(۱۱) کلید تست دیود (به همراه Shift استفاده می شود).

(۱۲) کلید انتخاب حوزه ی کار سیستم، اتوماتیک یا به صورت دستی (در صورت انتخاب دستی برابر تغییر رنج از دکمه های کناری level استفاده کنید).

(۱۳) کلید ثابت نگه دارنده ی مقادیر اندازه گیری شده روی صفحه ی نمایش مولتی متر (به همراه Shift استفاده شود).

با انتخاب دو کلید Choice و Menu تنظیمات اولیه ی مولتی متر تغییر می یابد.

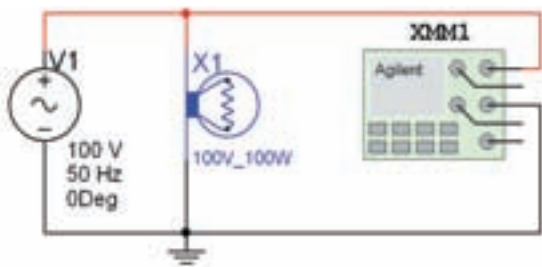
۲-۱۵-۴ مدار شکل ۱۳۶-۲ را با استفاده از نرم افزار مولتی سیم ببندید و با استفاده از مولتی متر دیجیتالی مقدار مقاومت اهمی دو نقطه ی A و B را اندازه بگیرید.



شکل ۱۳۶-۲ اندازه گیری مقدار مقاومت اهمی توسط مولتی متر دیجیتالی

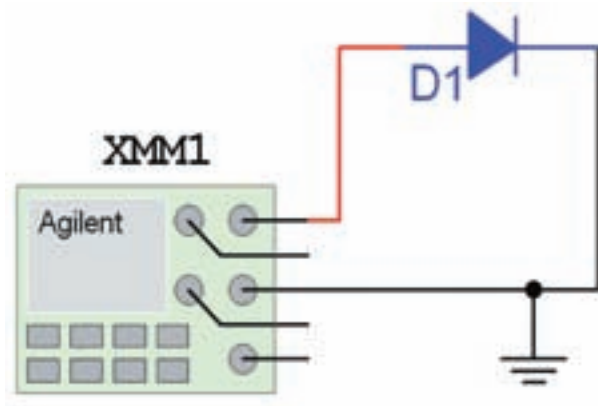
$$R_{AB} = \dots\dots\dots \Omega$$

۲-۱۵-۵ مدار شکل ۱۳۷-۲ را با استفاده از نرم افزار مولتی سیم ببندید و با استفاده از مولتی متر دیجیتالی مقدار مقاومت اهمی دو نقطه ی A و B را اندازه بگیرید.



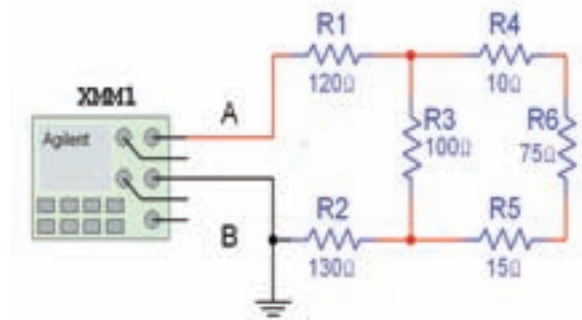
شکل ۱۳۹-۲ اندازه‌گیری ولتاژ و جریان لامپ

تمرین ۱۹: به کمک مولتی‌متر دیجیتالی موجود در آزمایشگاه مجازی و مدار شکل ۱۴۰-۲ و کتابخانه‌ی المان‌ها دو دیود سیلیکونی و دو دیود ژرمانیومی پیدا کنید و آن‌ها را آزمایش کنید.



شکل ۱۴۰-۲ مدار آزمایش دیود

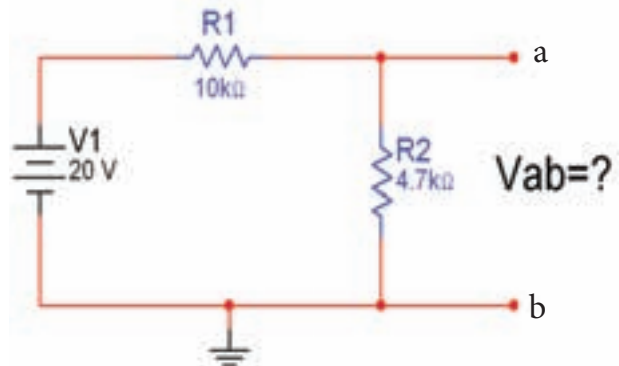
تمرین ۲۰: فانکشن‌ژنراتور موجود در آزمایشگاه مجازی را روی شکل موج سینوسی، با دامنه‌ی ۲۰ ولت و فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز تنظیم کنید. با مولتی‌متر دیجیتالی فرکانس و دامنه‌ی AC سیگنال خروجی فانکشن‌ژنراتور را اندازه بگیرید.



شکل ۱۳۷-۲ اندازه‌گیری مقدار مقاومت اهمی توسط مولتی‌متر دیجیتالی

$$R_{AB} = \dots\dots\dots \Omega$$

۶-۱۵-۲ مدار شکل ۱۳۸-۲ را روی محیط کار آزمایشگاه مجازی ببندید و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.



شکل ۱۳۸-۲ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ توسط مولتی‌متر دیجیتالی

$$V_{ab} = \dots\dots\dots V$$

تمرین ۱۷: در مدار شکل ۱۳۸-۲ جریان عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_2 را اندازه بگیرید.

تمرین ۱۸: در مدار شکل ۱۳۹-۲ ولتاژ دو سر لامپ و جریان عبوری از آن را اندازه بگیرید.



بخش دوم

عناوین بخش ۲:

- ۱- قانون اهم
- ۲- کار و توان الکتریکی
- ۳- اتصال سر مقاومت‌های اهمی
- ۴- اتصال مقاومت‌های اهمی به صورت موازی
- ۵- اتصال پیل‌ها
- ۶- جریان متناوب
- ۷- بویین (سلف)
- ۸- خازن در جریان مستقیم
- ۹- خازن در جریان متناوب



فصل اول

قانون اهم

(مطابق فصل هشتم کتاب مبانی برق)

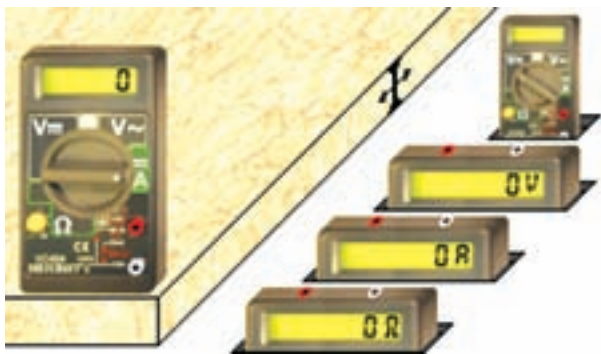
هدف کلی: آموزش قانون اهم با استفاده از نرم افزار ادیسون

هدف های رفتاری: در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم افزار ادیسون اجرا می شود، از فراگیرنده

انتظار می رود که:

۱- جریان الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به کمک نرم افزار محاسبه کند.
۴- نحوه ی اندازه گیری مقاومت توسط اهم متر را در نرم افزار تجربه کند.
۵- با استفاده از رئوس، اثر تغییرات مقاومت را روی جریان الکتریکی توسط نرم افزار بررسی کند.

۱- جریان الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به کمک نرم افزار محاسبه کند.
۲- مقاومت الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به کمک نرم افزار محاسبه کند.
۳- ولتاژ الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به کمک



شکل ۱-۱ مولتی متر دیجیتالی در نرم افزار ادیسون

۱-۱-۳ برای انتخاب حوزه ی کار، مکان نما را روی کمیت مورد نظر بگذارید. در این حالت چراغ کمیت انتخاب شده روشن می شود. روی آن کلیک کنید، سلکتور روی حوزه ی کار مورد نظر قرار می گیرد.

۱-۱-۴ طبق شکل ۱-۲ مقاومت ۱۰۰ اهمی، فیوز، کلید و منبع تغذیه را روی میز کار مجازی بیاورید.

۱-۱-۱ آزمایش ۱: بررسی قانون اهم

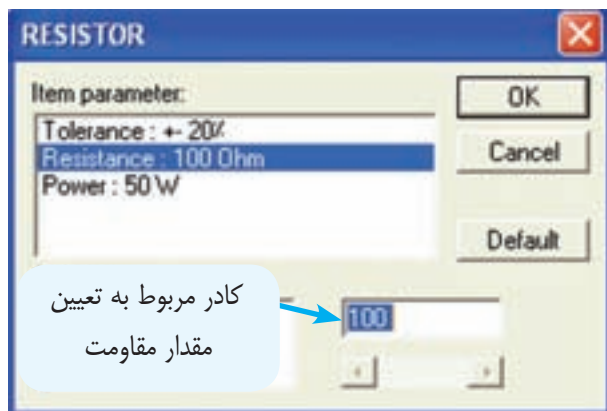
۱-۱-۱ بین سه کمیت الکتریکی ولتاژ، مقاومت و شدت جریان، رابطه ای وجود دارد که آن را قانون اهم می نامند. طبق قانون اهم، در یک مدار DC، شدت جریان با ولتاژ نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت معکوس دارد.

۱-۱-۲ در نرم افزار ادیسون برای اندازه گیری شدت جریان عبوری از مدار از آمپر متر DC موجود در مولتی متر استفاده می شود. مولتی متر را مطابق شکل ۱-۱ در نرم افزار ادیسون روی میز کار مجازی بیاورید و روی حالت آمپر متر DC قرار دهید.

نکته: برای یافتن مولتی متر، روی قفسه ی پایین و سمت راست فضای نرم افزار چند بار کلیک کنید تا قفسه عوض شود و مولتی متر در دسترس قرار گیرد.

سوال ۱: آیا با توجه به ولتاژ منبع تغذیه و مقدار مقاومت، مقدار جریان مدار بر اساس رابطه $I = \frac{V}{R}$ صحیح است؟ مقدار جریان را محاسبه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱-۱-۸ اگر روی مقاومت دو بار چپ کلیک کنید صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۵ در کنار میز کار مجازی باز می‌شود که مشخصات مقاومت در آن قابل مشاهده است. از قابلیت‌های این صفحه می‌توانید برای تغییر مقدار کمیت‌های اهم یا وات مقاومت استفاده کنید. به عنوان مثال، مطابق شکل در منوی Item Parameter مشخصه‌ی Resistance: 100Ω را انتخاب کنید سپس در منوی Status اندازه‌ی مقاومت را به مقدار دل‌خواه تغییر دهید.



شکل ۱-۵ نحوه‌ی تغییر مقدار مقاومت در نرم‌افزار ادیسون

۱-۱-۹ برای تغییر مقاومت، لازم است در کادر پایین صفحه با استفاده از صفحه کلید کامپیوتر، مقدار مقاومت مورد نظر را وارد کنید. سپس روی دکمه‌ی OK دو بار کلیک کنید تا مقدار مقاومت تغییر کند. در این حالت نوارهای رنگی روی مقاومت نیز تغییر می‌کند.

۱-۱-۵ مدار شکل ۱-۲ را با استفاده از نرم‌افزار ادیسون ببندید. ولتاژ منبع تغذیه را روی ۵ ولت تنظیم کنید. توجه داشته باشید که آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد، یعنی پایانه‌ی مثبت مولتی‌متر به یک سر مقاومت و پایانه‌ی منفی آن به سر منفی منبع تغذیه وصل می‌شود.



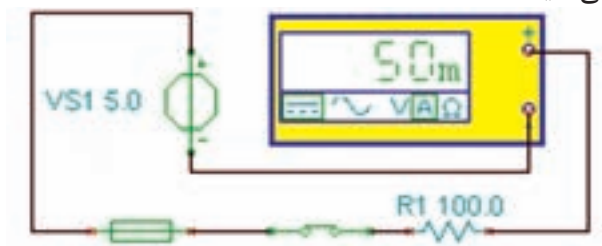
شکل ۱-۲ آوردن قطعات مورد نیاز روی میز کار

۱-۱-۶ با توجه به شکل ۱-۳ مقدار شدت جریان عبوری را اندازه بگیرید.

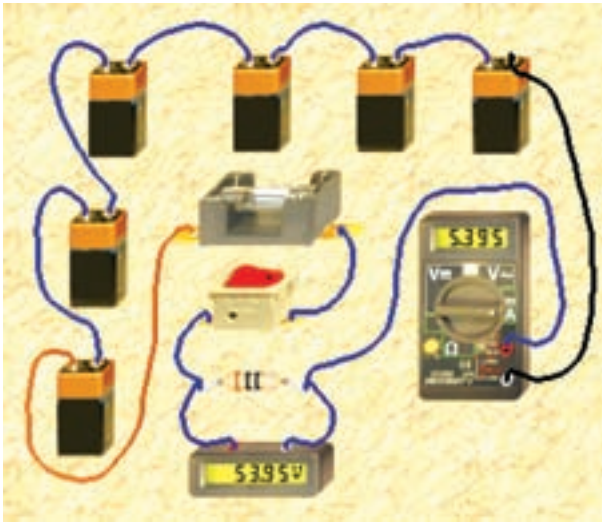


شکل ۱-۳ اندازه‌گیری جریان در یک مدار ساده با استفاده از قانون اهم

۱-۱-۷ در شکل ۱-۴ نقشه‌ی فنی مدار را مشاهده می‌کنید.

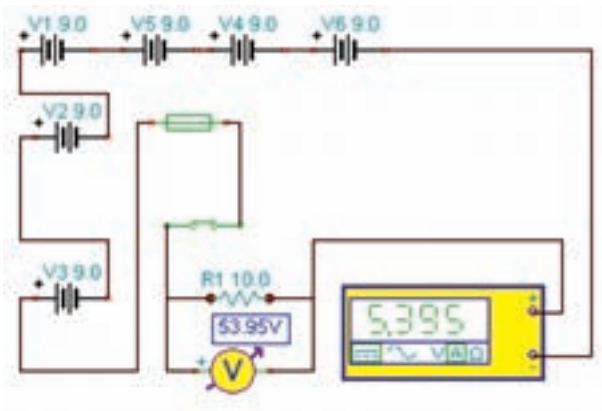


شکل ۱-۴ نقشه‌ی فنی مدار قانون اهم



شکل ۷-۱ بررسی توان مجاز مقاومت

۱۳-۱-۱ در شکل ۸-۱ نقشه‌ی فنی مدار عملی شکل ۷-۱ را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در این مدار ۶ باتری ۹ ولتی با هم سری شده‌اند.



شکل ۸-۱ نقشه‌ی فنی مدار

توجه: در نقشه‌ی فنی مدار، می‌توانید سیم‌ها و قطعات را جابه‌جا کنید. در این حالت باید مدار غیر فعال باشد. توجه داشته باشید در نرم‌افزار ادیسون نسخه‌ی ۴، هنگامی که نرم‌افزار با میانبر لامپ باز است نمی‌توانید نقشه‌ی فنی را ترسیم کنید. برای ترسیم نقشه باید از میانبر موجود، تحت عنوان Schematic Analyser استفاده کنید. این میانبر در کنار میانبر لامپ و در پوشه‌ی ادیسون قرار دارد که بعداً راجع به آن بحث خواهیم کرد.

۱۰-۱-۱ مقدار مقاومت را به $470\ \Omega$ و توان آن را به 0.5 وات تغییر دهید، شکل ۶-۱.



شکل ۶-۱ تغییر مقاومت در نرم‌افزار ادیسون و بررسی قانون اهم

۱۱-۱-۱ آیا پس از بستن کلید، مقاومت می‌سوزد؟ آیا قانون اهم در این مدار نیز صدق می‌کند؟ پاسخ دهید.

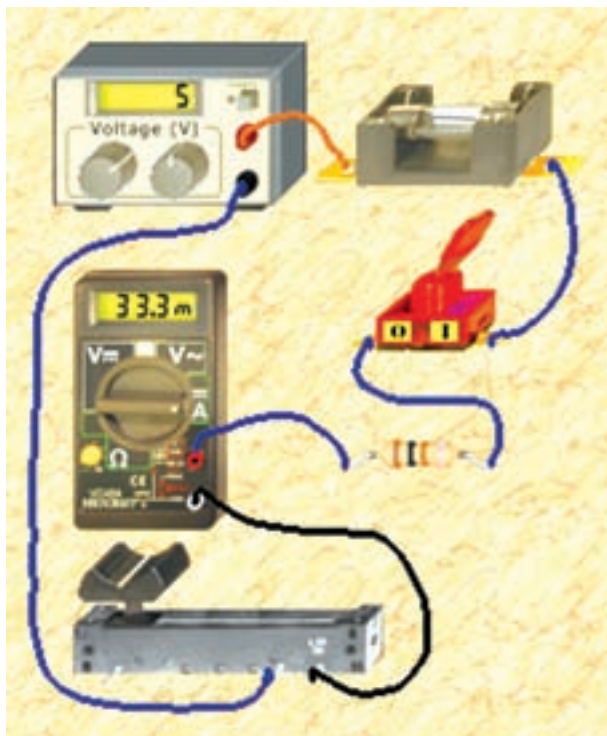
سوال ۲: به چه دلیل در این حالت مقاومت سالم می‌ماند؟ توضیح دهید.

۱۲-۱-۱ مدار شکل ۷-۱ را ببندید و مقدار مقاومت را $10\ \Omega$ و توان آن را $100\ W$ انتخاب کنید. جریان مجاز فیوز را روی $6\ A$ تنظیم کنید.

نکته: در نرم‌افزار ادیسون، ولتاژ منبع تغذیه‌ی الکتریکی حداکثر می‌تواند ۱۲ ولت باشد، بنابراین برای ایجاد ولتاژ بیش‌تر می‌توانید چند باتری را با هم سری کنید.

۱-۲ آزمایش ۲: مقاومت متغیر به عنوان رئوستا

۱-۲-۱ مدار شکل ۱-۹ را ببندید و مقدار مقاومت متغیر را طبق شکل روی حداکثر قرار دهید. توجه داشته باشید که مقاومت ۱۰۰ اهمی به عنوان محدود کننده‌ی جریان در مدار مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۱-۹ اتصال رئوستا در نرم افزار ادیسون

۱-۲-۲ مقدار رئوستا را با حرکت دادن دسته‌ی آن توسط موشواره و مکان نما تغییر دهید. آیا هنگامی که روی مقدار صفر تنظیم می‌شود جریان برابر با ۵۰ mA است؟ توضیح دهید.

۱-۲-۳ در این حالت مقاومت چند اهم است؟

$R = \dots \Omega$

۱-۱-۱۴ مدار را راه اندازی کنید. آیا پس از بستن کلید، مقاومت می‌سوزد؟ با ذکر دلیل اثبات کنید. حداقل توان مجاز مقاومت باید چند وات باشد تا نسوزد؟

۱-۱-۱۵ توان مقاومت را روی مقادیر مختلف مثلاً ۱۰ میلی وات قرار دهید و در حالات مختلف مدار را راه اندازی کنید. آیا تغییر توان مجاز مقاومت، اثری در عملکرد مدار دارد؟ شرح دهید.

۱-۱-۱۶ تحقیق کنید به چه دلیل با وجود این که توان مجاز مقاومت کم تر از توان تلف شده در آن است، مقاومت موجود در نرم افزار نمی‌سوزد؟

۱-۱-۱۷ مدارهای دیگری با منابع ولتاژ و مقادیر مختلف مقاومت ببندید و موضوع توان مجاز را در آن بررسی نمائید و نتایج حاصله را توضیح دهید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۱-۱-۱۸ چند نمونه نقشه‌ی فنی مدار را اصلاح کنید و در مورد نحوه‌ی اجرا توضیح دهید.



شکل ۱۰-۱ عدم رعایت نکات ایمنی هنگام اندازه‌گیری مقاومت در نرم‌افزار ادیسون

سوال ۶: در صورتی که نکته‌ی ایمنی مهم سوال ۵ را رعایت نکنید، چه مشکلی پیش می‌آید؟ شرح دهید.

سوال ۷: در مدار شکل ۱۰-۱ اهم‌متر چه مقداری را نشان می‌دهد؟ چرا؟ چه اتفاقی در مدار رخ داده است؟

۱-۲-۵ در مدار شکل ۱۱-۱ یکی از نکات ایمنی رعایت شده است، می‌توانید آن را تشخیص دهید؟ در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۳: تغییرات مقاومت متغیر روی جریان مدار چه اثری می‌گذارد؟ تجربه کنید و توضیح دهید.

سوال ۴: آیا می‌توان در مدار شکل ۹-۱ توسط اهم‌متر مقاومت مدار را اندازه گرفت؟ روی نرم‌افزار تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۵: آیا می‌دانید در زمان اندازه‌گیری مقاومت مدار چه نکته‌ی ایمنی مهمی را باید رعایت کنید؟ در باره‌ی آن توضیح دهید.

۱-۲-۴ در مدار شکل ۱۰-۱، یک نکته‌ی ایمنی مهم رعایت نشده است، آن را از روی مدار تشخیص دهید و نام ببرید.



شکل ۱-۱۲ تغییر مقدار مقاومت و اثر آن روی مقدار جریان

سوال ۹: آیا می‌توانید مقدار مقاومت رئوستا را در مدار شکل ۱-۱۲ اندازه‌گیری کنید؟ تجربه کنید و روش کار را توضیح دهید.

سوال ۱۰: در مدار شکل ۱-۱۳ چرا فیوز سوخته است؟ آن را تجربه کنید و نتایج تجربیات خود را به طور کامل و جزء به جزء توضیح دهید.



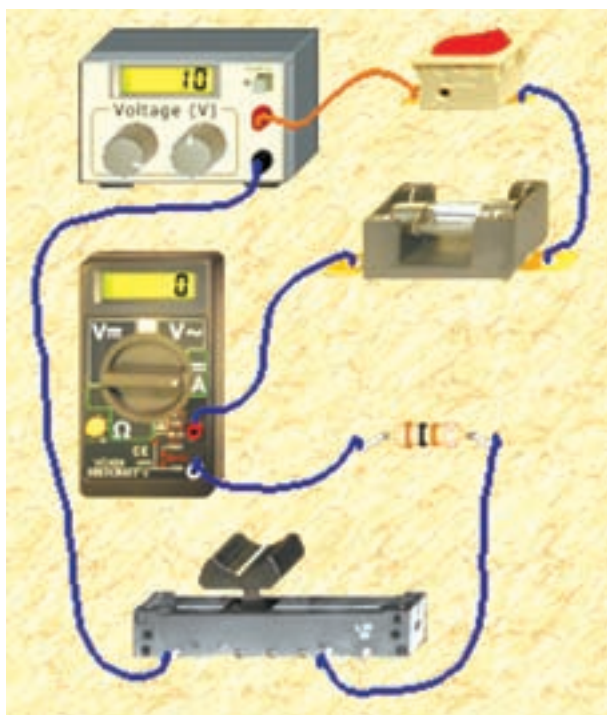
شکل ۱-۱۳ در مدار پتانسیومتر فیوز سوخته است



شکل ۱-۱۱ رعایت یکی از نکات ایمنی مهم هنگام اندازه‌گیری مقاومت

سوال ۸: چه تفاوت‌هایی بین شکل‌های ۱-۱۰ و ۱-۱۱ وجود دارد؟ بنویسید.

۱-۲-۶ در مدار شکل ۱-۱۲ یک نکته‌ی ایمنی دیگر را رعایت کرده‌ایم آن را تشخیص دهید. اگر بخواهیم شدت جریان مدار ۸۰۰ میلی‌آمپر شود، لغزنده‌ی رئوستا به چه سمتی باید جا به جا شود؟ چرا؟ توضیح دهید.

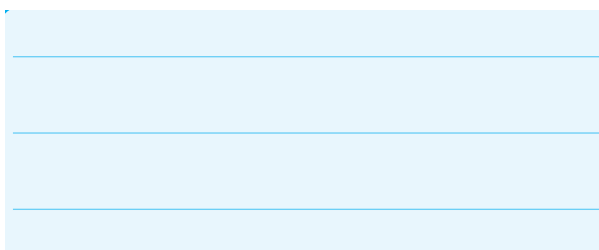


شکل ۱۵-۱ رعایت سه نکته‌ی ایمنی مهم در مدارى که در آن پتانسیومتر قرار دارد

۸-۲-۱ مدار شکل ۱۶-۱ را ببندید. مقدار جریان مجاز فیوز را ۱۰ آمپر، ولتاژ لامپ را ۵ ولت و توان آن را $\frac{2}{5}$ وات تنظیم کنید و در این حالت با توجه به شکل، جریان عبوری از لامپ چند میلی آمپر است؟ از طریق محاسبه نیز به دست آورید.



شکل ۱۶-۱ روشن کردن لامپ در نرم افزار ادیسون و بررسی قانون اهم



برای تعمیر فیوز از گزینه‌ی Repair استفاده کنید. برای این منظور مکان نما را روی Repair ببرید تا علامت پیچ گوشتی ظاهر شود. روی آن کلیک کنید سپس پیچ گوشتی را روی قطعه‌ی معیوب ببرید و کلیک کنید قطعه تعمیر می شود. با راست کلیک پیچ گوشتی حذف خواهد شد.

نکته: برای تغییرات جزئی پتانسیومتر می‌توانید

مطابق شکل ۱۴-۱ مکان نما را در محل مثلث قرمز روی پتانسیومتر ببرید و با کلیک کردن بر روی موشواره مقدار اهم پتانسیومتر در پله‌های معین مثلاً دو درصدی افزایش یا کاهش می‌یابد.



شکل ۱۴-۱ امکان تغییرات جزئی پتانسیومتر از طریق کلیک کردن

۷-۲-۱ در شکل ۱۵-۱ هنگام اندازه‌گیری مقاومت

هر سه نکته‌ی ایمنی یعنی روشن نبودن مدار، قرار دادن فیوز و قرار دادن مقاومت محدود کننده رعایت شده است. این شکل را با شکل‌های قبلی مقایسه کنید و نتایج را به طور خلاصه بنویسید.

آیا می‌دانید: اگر دستگاه‌هایی مانند شارژر تلفن

همراه، آداپتور یا منبع تغذیه‌ی انواع دستگاه‌های الکترونیکی را به مدت طولانی یا به صورت دائم به برق شهر وصل کنید، علاوه بر مصرف انرژی، ممکن است باعث آتش سوزی شود. این نکته‌ی ایمنی را حتماً رعایت کنید.

۱-۲-۱۰ نتایجی را که از این آزمایش به دست آورده‌اید، به طور خلاصه در چند سطر بنویسید.

$$I = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

سوال ۱۱: اگر میزان ولتاژ منبع را افزایش دهیم چه اتفاقی برای لامپ می افتد؟ چرا؟ شرح دهید.

۱-۳-۱ آزمایش ۳: رسم نقشه‌ی فنی مدار با نرم افزار ادیسون

۱-۳-۱ نرم افزار ادیسون را غیر فعال کنید. سپس در مسیری که نصب شده است با استفاده از نماد پوشه‌ی ادیسون ۴ طبق شکل ۱-۱۸ پوشه را باز کنید.

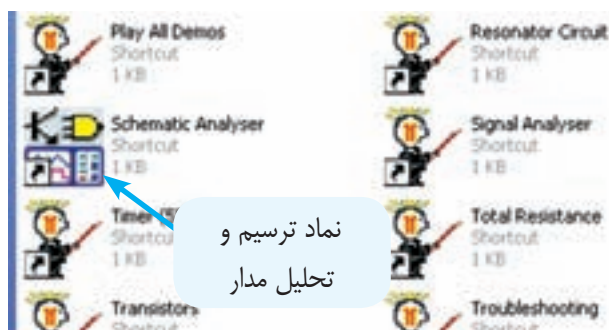


شکل ۱-۱۸ باز کردن نماد پوشه‌ی Edison 4

برای دسترسی به برنامه‌ی آماده و دانلود شده‌ی ادیسون از مسیر زیر استفاده کنید.

TIN.EXE → ادیسون → درایو مربوطه

۱-۳-۲ پس از باز کردن این نماد، صفحه‌ی مربوط به برنامه‌های آماده‌ی ادیسون که آموزشی است باز می‌شود، شکل ۱-۱۹.



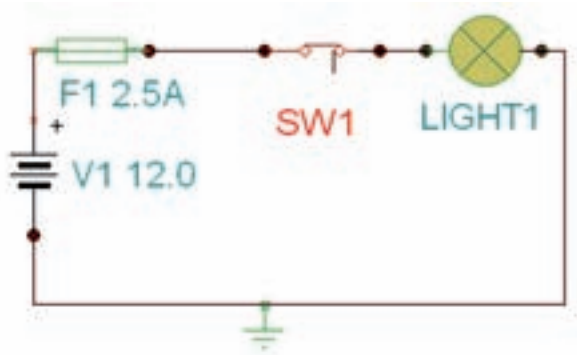
شکل ۱-۱۹ نماد ترسیم و تحلیل مدار در نرم افزار ادیسون

۱-۲-۹ در مدار شکل ۱-۱۷ تجربه‌ی افزایش ولتاژ منبع را مشاهده کنید.



شکل ۱-۱۷ افزایش ولتاژ و اثر آن روی لامپ

سوال ۱۲: با توجه به مشخصات لامپ تا چه حدی مجاز هستیم ولتاژ منبع را در مدار ۱-۱۷ افزایش دهیم تا لامپ نسوزد؟

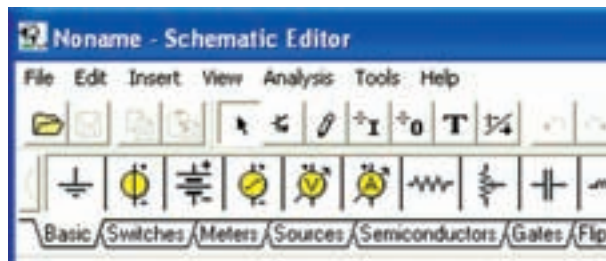


شکل ۱-۲۲ نقشه‌ی فنی یک مدار ساده

۱-۳-۶ کلیه‌ی مدارهایی که در آزمایش‌های این فصل داشته‌اید را با استفاده از نرم‌افزار ادیسون ترسیم کنید و درباره‌ی نتایج حاصل توضیح دهید.

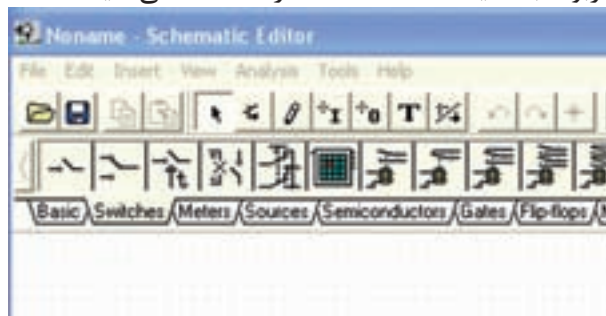
۱-۳-۷ آزمایش‌های انجام شده در این فصل را با نرم‌افزار مولتی‌سیم نیز تجربه کنید. نتیجه‌ها را با یک‌دیگر مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۱-۳-۳ روی آیکون Schematic Analyser دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ی مربوط به ترسیم نقشه‌ی مدار باز شود. شکل ۱-۲۰ قسمتی از صفحه‌ی باز شده را نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۲۰ قسمتی از صفحه‌ی باز شده‌ی ترسیم مدار در نرم‌افزار ادیسون

۱-۳-۴ با انتخاب هر یک از نوشته‌های Basic, Switches Meters و..... صفحه‌ی جدیدی باز می‌شود که قطعات جدید را نشان می‌دهد. در شکل ۱-۲۱ قسمت مربوط به کلیدها (Switches) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۲۱ باز شدن نمادهای فنی مربوط به کلیدها

۱-۳-۵ برای ترسیم مدار کافی است قطعه‌های مورد نظر را روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و با استفاده از آیکون‌های مربوط به سیم‌کشی آن را سیم‌کشی کنید. در شکل ۱-۲۲ نقشه‌ی فنی یک نمونه مدار ساده را مشاهده می‌کنید.

توجه: از آن‌جا که نرم‌افزار ادیسون مورد استفاده در این کتاب از نوع آزمایشی (Demo) و با زمان نامحدود است، ممکن است برخی از نمادها فعال نشوند. هم‌چنین ترسیم مدار با قطعات محدود امکان‌پذیر است.

فصل دوم

کار و توان الکتریکی

(مطابق فصل نهم کتاب مبانی برق)

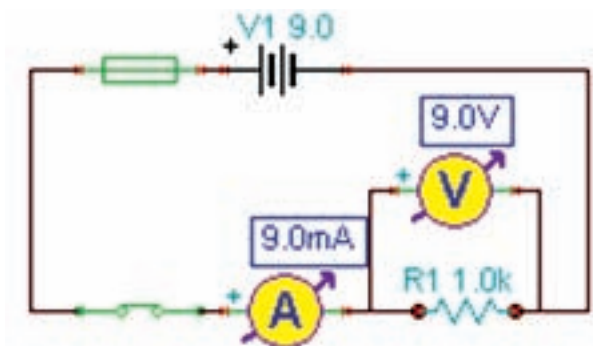
هدف کلی: بررسی عملی توان الکتریکی با استفاده از نرم افزار ادیسون

هدف های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم افزار ادیسون انجام می شود از فراگیرنده انتظار

می رود:

۲- با تغییر توان مصرف کننده در مدار تغییرات شدت نور لامپ را مشاهده کند.

۱- توان الکتریکی را با روش های مختلف از طریق اندازه گیری محاسبه کند.



شکل ۲-۱ ب نقشه ی فنی مدار محاسبه ی توان

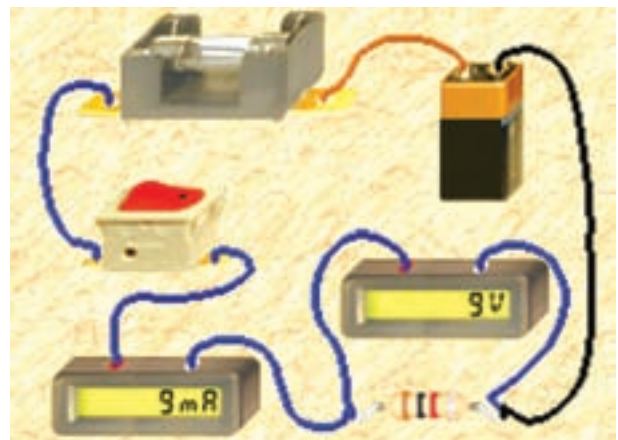
$$R = \dots\dots\dots \Omega \quad P = \dots\dots\dots W$$

سوال ۱: آیا می توانید با استفاده از مقدار جریان عبوری از یک مقاومت و ولتاژ دو سر آن، توان مصرف شده در آن را به دست آورید؟ این تجربه را در مورد مدار شکل ۲-۱ اجرا کنید و توضیح دهید.

۲-۱ آزمایش ۱: توان الکتریکی در مقاومت ها

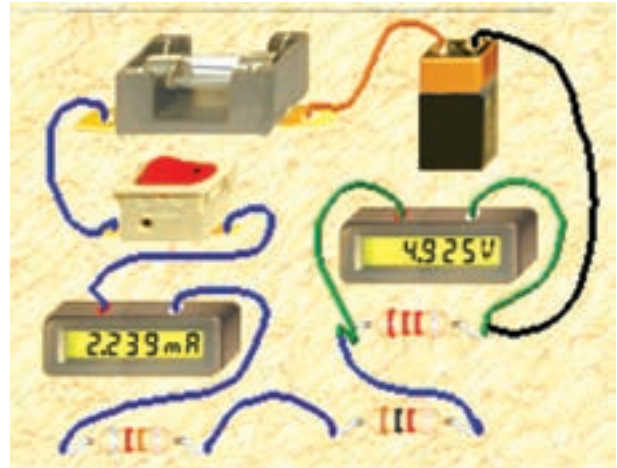
۲-۱-۱ توان الکتریکی عبارت از مقدار کار انجام شده در واحد زمان است که آن را بر حسب وات اندازه می گیرند.

۲-۱-۲ مدار شکل ۲-۱-۲ الف را ببندید. مقدار مقاومت الکتریکی و توان مصرفی را با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده محاسبه کنید.

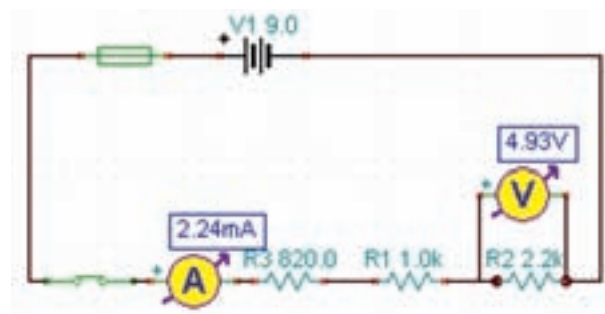


شکل ۲-۱ الف مدار عملی محاسبه ی توان

۲-۱-۳ در نرم افزار ادیسون دستگاه ولت متر وجود ندارد، به همین علت برای اندازه گیری توان مصرفی قطعات از آمپر متر و ولت متر به طور هم زمان استفاده می کنیم. در مدار شکل ۲-۲ توان مقاومت ۲۲۰۰ اهمی را با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده به دست آورید.



الف-مدار عملی



ب-نقشه ی فنی

شکل ۲-۲ محاسبه ی توان مقاومت ۲۲۰۰ اهمی

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V \quad I = \dots\dots\dots mA$$

$$P_{R2} = V_{R2} \times I = 4.925 \times 2.239 = \dots\dots\dots mW$$

سوال ۲: آیا می توانید توان مصرفی مقاومت های دیگر را به دست آورید؟ تجربه کنید و نتایج را بنویسید.

$$P_{R1} = \dots\dots\dots mW$$

$$P_{R3} = \dots\dots\dots mW$$



شکل ۲-۴ تاثیر کاهش توان لامپ در میزان نور لامپ

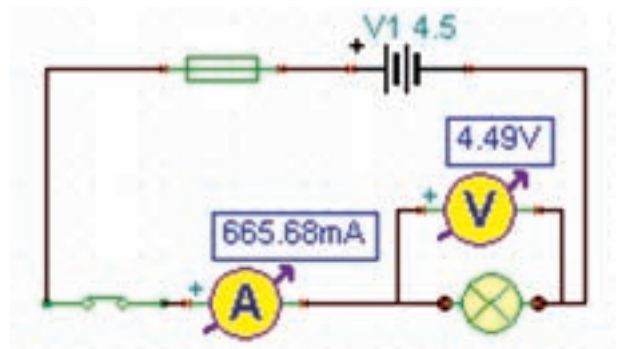
توجه: از آن جا که مدار در نرم افزار شبیه سازی شده است، عملاً تغییر توان لامپ تاثیری روی نور آن نمی گذارد، اما از طریق افزایش ولتاژ کار لامپ توان مصرفی لامپ کاهش می یابد.

سوال ۵: چرا با افزایش ولتاژ کار لامپ در مدار شکل ۲-۴ نور لامپ کمتر شده است؟ توضیح دهید.

۲-۱-۶ در مدار شکل ۲-۵ توان لامپ را افزایش داده ایم. در این مدار توان لامپ ۱۰ وات است. چرا جریان



الف - مدار عملی



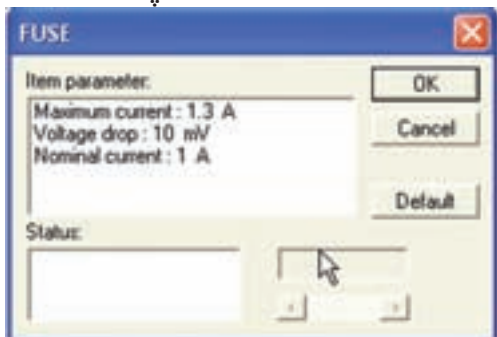
ب- نقشه ی فنی
شکل ۲-۳ محاسبه ی توان مصرفی در لامپ با استفاده از مولتی متر

$$P_{(Lamp)} = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

۲-۱-۵ اگر توان مجاز مصرفی لامپ را با استفاده از تنظیم های موجود در قسمت مشخصات آن کاهش دهیم یا ولتاژ کار لامپ را افزایش دهیم، چه اتفاقی می افتد؟ مدار شکل ۲-۴ این وضعیت را نشان می دهد. در این مدار ولتاژ کار لامپ را از ۴/۵ ولت به ۷/۵ ولت افزایش داده ایم.

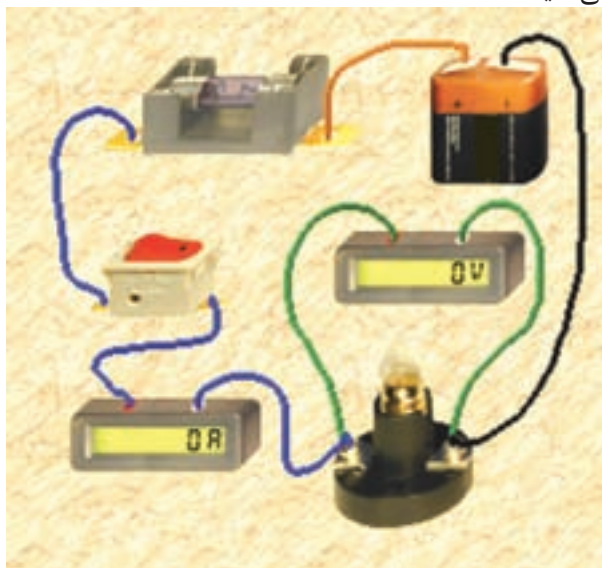


الف- مشخصات لامپ

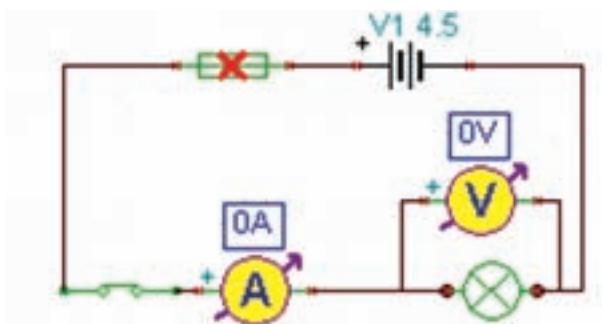


ب- مشخصات فیوز
شکل ۲-۶ مشخصات لامپ و فیوز

مصرفی صفر شده و فیوز سوخته است؟ در شکل ۲-۵-الف مدار عملی و در شکل ۲-۵-ب نقشه‌ی فنی آن را مشاهده می‌کنید.



الف- مدار عملی



ب- نقشه‌ی فنی
شکل ۲-۵ به دلیل افزایش توان لامپ فیوز سوخته است

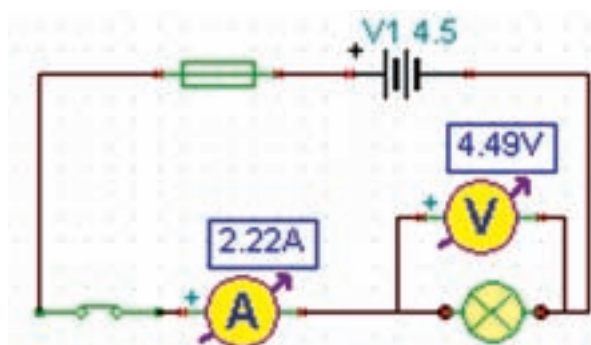
۲-۱-۸ مشخصات فیوز را به مقدار مناسب تغییر دهید و پس از تعمیر فیوز با استفاده از گزینه‌ی Repair کلید را روشن کنید باید طبق شکل ۲-۷ لامپ روشن شود و جریان عبوری از مدار حدود ۲/۲A باشد.

۲-۱-۷ در شکل ۲-۶-الف مشخصات لامپ و در شکل ۲-۶-ب مشخصات فیوز مدار شکل ۲-۵ را مشاهده می‌کنید. با توجه به این مشخصات آیا باید لامپ بسوزد؟ شرح دهید.

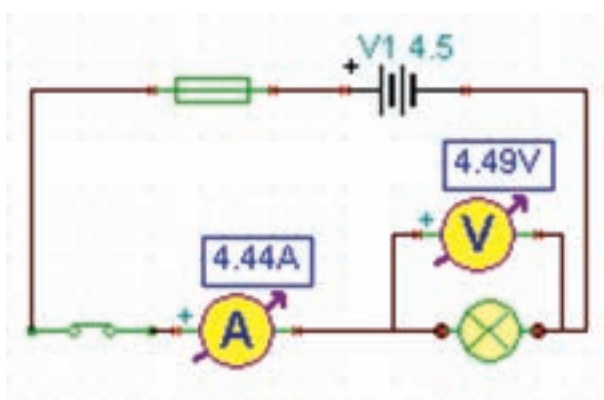
۲-۱-۱۰ مدار شکل ۲-۹ را ببندید. در این مدار توان لامپ را به ۲۰ وات تغییر دهید. توجه داشته باشید که باید مشخصات فیوز را نیز متناسب با توان لامپ اصلاح کنید.



الف - مدار عملی



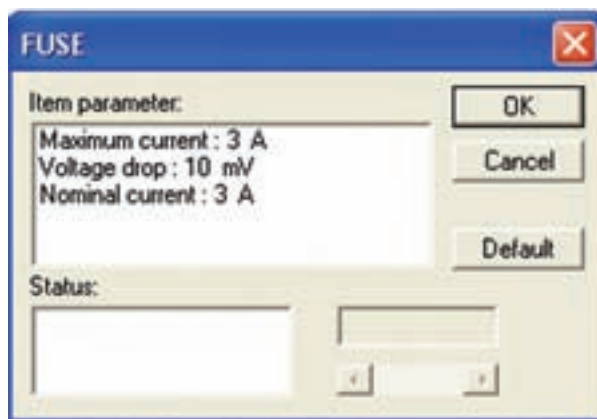
ب- نقشه‌ی فنی
شکل ۲-۷ مدار اصلاح شده



شکل ۲-۹ توان لامپ ۲۰ وات انتخاب شده است

۲-۱-۱۱ در شکل ۲-۱۰ - الف مشخصات لامپ و در شکل ۲-۱۰ - ب مشخصات فیوز مدار شکل ۲-۹ را مشاهده می‌کنید.

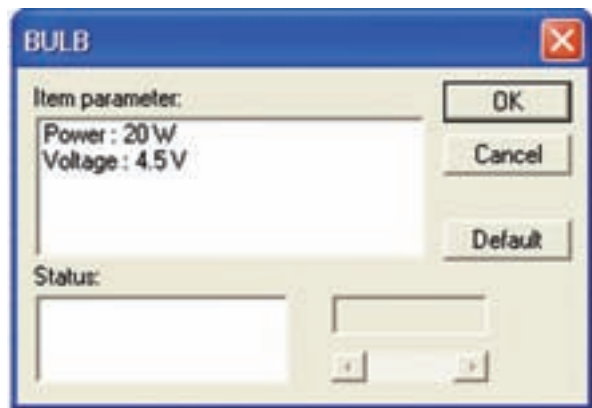
توجه: در این نرم‌افزار نیز مانند سایر نرم‌افزارها از مسیرهای متفاوتی می‌توانید مشخصات لامپ را تغییر دهید.



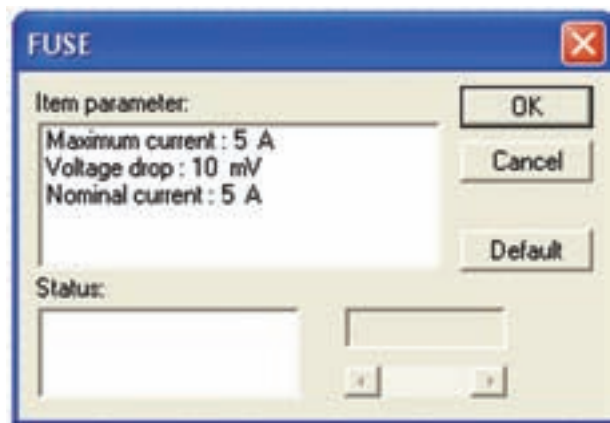
شکل ۲-۸ مشخصات فیوز برای لامپ ۱۰ W با ولتاژ ۴/۵V

توجه: در قسمت مشخصات لامپ ولتاژ آن را بر روی ۴/۵ ولت تنظیم کنید.

تحقیق کنید: آیا با استفاده از ولت‌متر و آمپر‌متر می‌توانید توان مجاز مقاومت یا لامپ را بدست آورید. نتیجه‌ی تحقیق خود را بصورت پاورپوینت به کلاس ارائه دهید و خلاصه‌ای از گزارش کار خود را بنویسید.



الف- مشخصات لامپ



ب- مشخصات فیوز

شکل ۱۰-۲ مشخصات لامپ و فیوز مدار شکل ۹-۲

۱۲-۱-۲ آزمایش‌های مربوط به توان را با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم نیز انجام دهید و نتایج را با آزمایش‌های این فصل مقایسه کنید و بطور خلاصه در چند سطر بنویسید.

فصل سوم

اتصال سری مقاومت‌های اهمی

(مطابق فصل دهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: اجرای آزمایش‌های مربوط به اتصال سری مقاومت‌ها و تأیید قانون ولتاژ کیرشهف با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده انتظار می‌رود:

۴- نسبی بودن پتانسیل الکتریکی را بررسی کند و مقدار آن را با توجه به اندازه‌ی مقاومت‌ها در یک مدار سری اندازه بگیرد.
۵- توان را در یک مدار سری به دست آورد.

۱- مقاومت‌ها را به صورت سری ببندد.
۲- مقاومت معادل چند مقاومت به صورت سری را به دست آورد.
۳- از قانون اهم برای محاسبه‌ی جریان و ولتاژ استفاده کند.

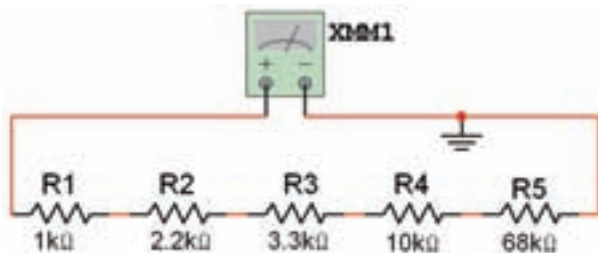
۳-۱ آزمایش ۱: مقاومت معادل مدار سری

۳-۱-۱ اگر چند مقاومت به صورت پشت سر هم به گونه‌ای به یک دیگر متصل شوند که فقط یک مسیر را برای عبور جریان به وجود آورند، یک مدار مقاومتی سری شکل می‌گیرد.

۳-۱-۲ در مدار سری اتصال مقاومت‌ها با یک دیگر همانند اتصال حلقه‌های زنجیر است. مقاومت‌ها را مطابق شکل ۳-۱ به صورت سری ببندید و با استفاده از اهم‌تر مقدار مقاومت معادل را اندازه بگیرید.

نکته: برای اندازه‌گیری مقاومت معادل توسط اهم‌تر

حتماً اتصال زمین را به پایه‌ی منفی آن وصل کنید.



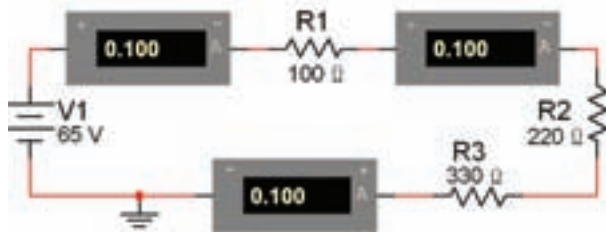
الف- نقشه‌ی فنی



ب- مقدار مقاومت

شکل ۳-۱ اتصال مقاومت‌ها به صورت سری در نرم‌افزار مولتی‌سیم

است. آمپر متر را در سه نقطه‌ی دل خواه از مدار قرار دهید و یکسان بودن جریان را در این نقاط بررسی کنید.



شکل ۳-۳ اندازه‌گیری جریان در مدار سری

به خاطر داشته باشید که آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد.

سوال ۲: چه رابطه‌ای بین ولتاژ منبع، مقاومت معادل و جریان مدار برقرار است؟ توضیح دهید.

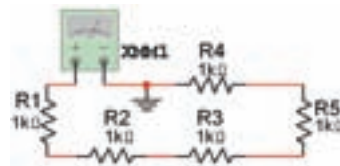
۳-۲-۲ ولتاژ منبع را در مدار شکل ۳-۳ افزایش دهید و جریان مدار را اندازه بگیرید.

$$I = \dots\dots\dots \text{mA}$$

سوال ۳: آیا با افزایش ولتاژ منبع مقدار جریان عبوری از مدار افزایش می‌یابد یا کاهش؟ شرح دهید.

$$R_T = \dots\dots\dots \Omega = \dots\dots\dots \text{K}\Omega$$

۳-۱-۳ پنج عدد مقاومت ۱ کیلو اهم را با هم به صورت سری ببندید و مطابق شکل ۳-۲ مقاومت کل مدار را با استفاده از اهم متر به دست آورید.



شکل ۳-۲ اندازه‌گیری مقاومت کل در مدار سری

$$R_T = \dots\dots\dots \Omega = \dots\dots\dots \text{K}\Omega$$

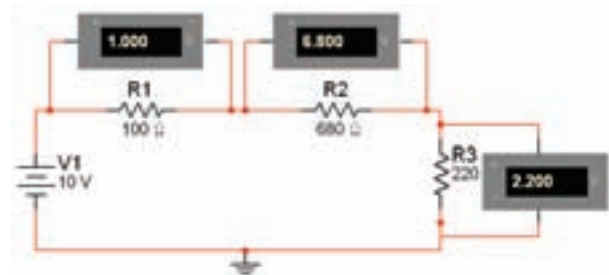
سوال ۱: چه رابطه‌ای بین مقاومت‌های مساوی و مقاومت کل مدار برقرار است؟ توضیح دهید.

۳-۲ آزمایش ۲: جریان در مدار سری

۳-۲-۱ مدار شکل ۳-۳ را ببندید. در این مدار مقاومت‌ها به صورت سری بسته شده‌اند. در مدار سری نکته‌ی مهم یکسان بودن شدت جریان در تمام نقاط مدار

۳-۳ آزمایش ۳: ولتاژ در مدار سری

۳-۳-۱ مدار شکل ۳-۴ را ببندید و ولتاژ هر یک از مقاومت‌ها را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۴ اندازه‌گیری ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها در مدار سری

$$V_{R1} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V$$

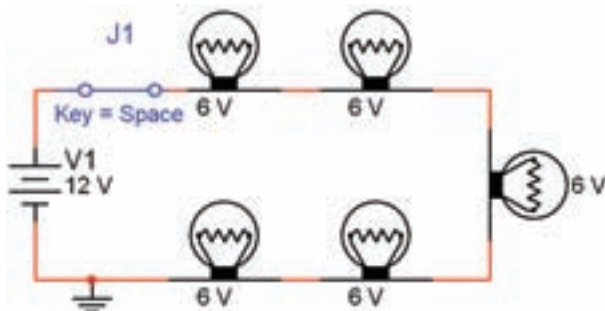
$$V_{R3} = \dots\dots\dots V$$

به‌خاطر داشته باشید که ولت‌متر به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.

سوال ۴: چه رابطه‌ای بین ولتاژ کل و افت ولتاژ دو سر مقاومت‌ها وجود دارد؟ توضیح دهید.

سوال ۵: چه رابطه‌ای بین مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها و مقدار آن وجود دارد؟ شرح دهید.

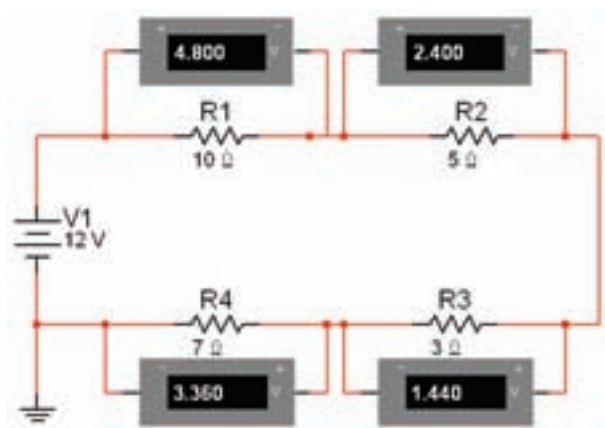
۳-۳-۲ تعداد ۵ لامپ مشابه ۶ ولت ۱۰ وات را مطابق شکل ۵-۳ به صورت سری با منبع ۱۲ ولتی اتصال دهید و مدار را راه‌اندازی کنید.



شکل ۵-۳ اتصال چند لامپ به صورت سری با ولتاژی کمتر از ولتاژ تغذیه‌ی هر لامپ

سوال ۶: با توجه به این که همه‌ی لامپ‌ها سالم هستند و اتصالات نیز اشکالی ندارند و ولتاژ تغذیه ۱۲ ولت است، چرا لامپ‌ها روشن نمی‌شوند؟ یا نور آن‌ها خیلی کم است؟ توضیح دهید.

۳-۳-۳ مدار شکل ۳-۶ را ببندید. ولتاژ هر یک از مقاومت‌ها را اندازه بگیرید.



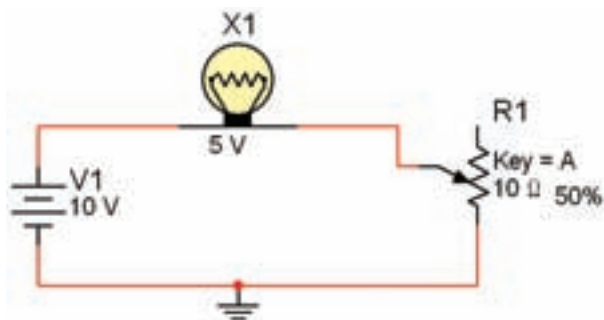
شکل ۳-۶ اندازه‌گیری ولتاژ در دو سر مقاومت‌ها در مدار سری

سوال ۱۰: آیا ولتاژ هر مقاومت در مدار سری را می‌توان از رابطه‌ی:

$$V_1 = V_T \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

به دست آورد؟ شرح دهید.

۴-۳-۳ مدار شکل ۷-۳ را با استفاده از مقاومت متغیر $10\ \Omega$ ببندید.



شکل ۷-۳ مقاومت متغیر به عنوان کنترل کننده‌ی جریان

۵-۳-۳ مقدار مقاومت متغیر را با کلیک کردن بر روی حرف A صفحه کلید تغییر دهید، توجه داشته باشید که با هر بار فشار دادن حرف A مقدار مقاومت متغیر به اندازه‌ی ۵٪ افزایش پیدا می‌کند و با فشار دادن هم‌زمان دکمه‌ی Shift و کلید A مقدار مقاومت با پله‌های ۵ در صدی کم می‌شود. با کم و زیاد کردن مقدار مقاومت متغیر میزان روشنایی لامپ چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید. آیا در مرحله‌ای لامپ می‌سوزد؟ توضیح دهید.

$$V_{R1} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R3} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{R4} = \dots\dots\dots V$$

سوال ۷: چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها و ولتاژ کل و مقدار اهمی مقاومت هاست؟ توضیح دهید.

سوال ۸: رابطه‌ی به دست آمده از سوال قبل چه قانونی را بیان می‌کند؟ بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

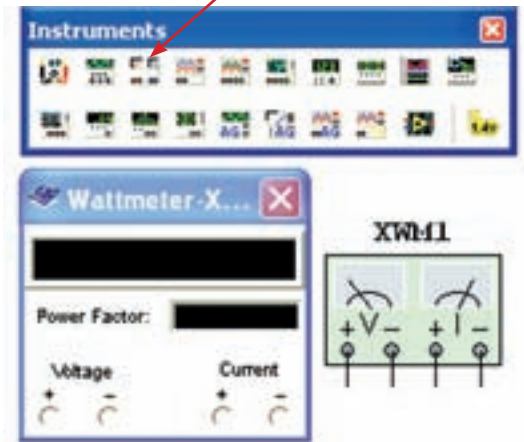
سوال ۹: مدار را با پنج مقاومت ببندید و قانون کیرشهف را در آن مدار تحقیق کنید.

نکته: بر اساس قانون کیرشهف مجموع ولتاژهای موجود در یک حلقه‌ی بسته برابر با صفر است. به عبارت دیگر در یک حلقه‌ی بسته ولتاژ منبع تغذیه با مجموع افت ولتاژهای مدار برابر است.

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V$$

نکته: اگر از هر سه پایه‌ی مقاومت متغیر مطابق شکل ۸-۳ در مدار استفاده شود، ولتاژ مدار قابل کنترل است، در این حالت می‌گویند مقاومت متغیر به صورت پتانسیومتر در مدار بسته شده است. در صورتی که مطابق شکل ۷-۳ فقط از دو پایه‌ی مقاومت در مداری استفاده شود جریان مدار قابل کنترل است. در این حالت می‌گویند مقاومت متغیر به صورت رئوستا در مدار اتصال دارد.

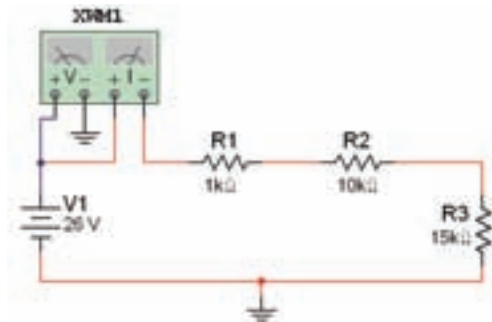
وات متر



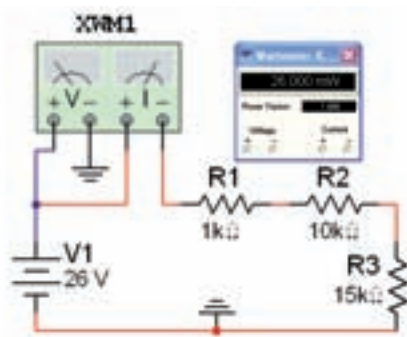
شکل ۱۰-۳ واتمتر در نرم افزار مولتی سیم

نکته: هنگام اتصال این دستگاه به مدار، ترمینال های آمپرمترا به صورت سری و ترمینال های ولتمتر را به صورت موازی ببندید.

۳-۴-۴ مدار شکل ۱۱-۳ را ببندید و با استفاده از واتمتر توان کل مدار را اندازه گیری کنید.



الف- مدار اندازه گیری توان

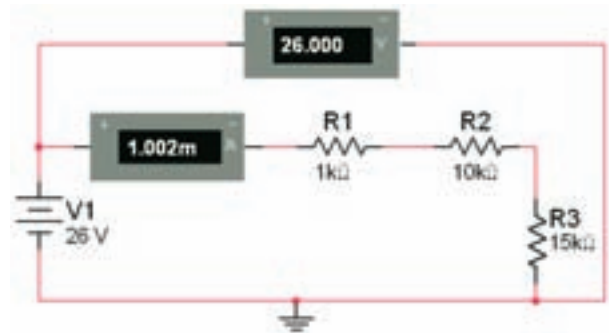


ب- توان مدار در واتمتر

شکل ۱۱-۳ مدار اندازه گیری توان

۳-۴ آزمایش ۴: توان در مدار سری

۳-۴-۱ مدار شکل ۹-۳ را ببندید. جریان کل و ولتاژ تغذیه ی مدار را با استفاده از آمپرمتتر و ولتمتر اندازه گیری کنید.



شکل ۹-۳ اندازه گیری ولتاژ و جریان مدار برای محاسبه ی توان

$V = \dots\dots\dots V$ $I = \dots\dots\dots mA$

۳-۴-۲ با استفاده از رابطه ی $P = V I$ توان مصرف شده در هر یک از مقاومت ها را به دست آورید و محاسبه کنید.

$P_{R1} = \dots\dots\dots mW$

$P_{R2} = \dots\dots\dots mW$

$P_{R3} = \dots\dots\dots mW$

۳-۴-۳ با استفاده از واتمتر می توانید توان مدار را اندازه گیری کنید. واتمتر را مطابق شکل ۱۰-۳ از نوار ابزار بر روی صفحه ی کار آزمایشگاهی بیاورید. این دستگاه چهار ترمینال ورودی دارد که دو ترمینال آن مربوط به اندازه گیری ولتاژ و دو ترمینال مربوط به اندازه گیری جریان است.

سوال ۱۵: آیا توان مصرف شده‌ی کل با مجموع توان‌های مصرف شده توسط هر یک از مقاومت‌ها برابر است؟ شرح دهید.

سوال ۱۶: آیا می‌دانید برای اندازه‌گیری توان هر یک از مقاومت‌ها، ترمینال‌های جریان را چگونه به مدار اتصال دهیم؟ توضیح دهید.

$$P = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

۳-۴-۵ وات‌متر را به دو سر هر یک از مقاومت‌ها وصل کنید و توان آن‌ها را به دست آورید. برای این کار کافی است سیم‌های متصل شده به قسمت ولت‌متر دستگاه وات‌متر را از آن جدا کنید و به ترتیب به دو سر هر یک از مقاومت‌های مدار وصل کنید.

$$P_{R1} = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

$$P_{R2} = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

$$P_{R3} = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

سوال ۱۴: چه رابطه‌ای بین توان کل و توان هر یک از مقاومت‌ها وجود دارد؟ شرح دهید.

فصل چهارم

اتصال مقاومتهای اهمی به صورت موازی

(مطابق فصل یازدهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: اجرای آزمایش‌های مربوط به اتصال موازی مقاومتهای و تأیید قانون جریان‌های کیرشهف با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده

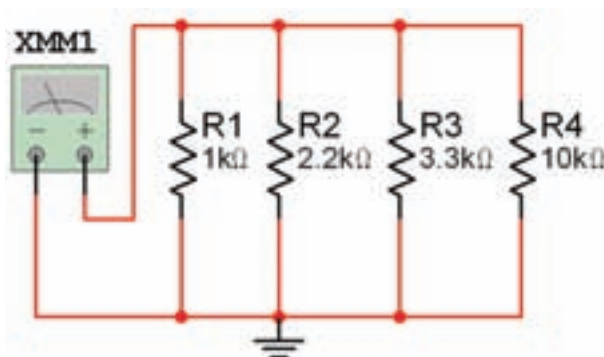
انتظار می‌رود:

- ۱- مقاومتهای را به صورت موازی ببندد.
- ۲- مقاومت معادل چند مقاومت به صورت موازی را به دست آورد.
- ۳- از قانون اهم برای محاسبه‌ی جریان و ولتاژ استفاده کند.
- ۴- جریان هر شاخه در مدار موازی را اندازه بگیرد.
- ۵- تقسیم شدن جریان الکتریکی در مقاومتهای موازی را با توجه به مقدار مقاومت به صورت تجربی تحلیل کند.
- ۶- توان کل و توان هر شاخه را در یک مدار موازی به دست آورد.
- ۷- مقاومت معادل را در یک مدار ترکیبی (سری-موازی) اندازه بگیرد.
- ۸- جریان‌ها و ولتاژها را در یک مدار ترکیبی (سری-موازی) اندازه‌گیری کند.

۴-۱ آزمایش ۱: مقاومت معادل در مدار موازی

۴-۱-۱ اگر طبق شکل ۴-۱ پایه‌های یک انتهای مقاومتهای را به هم و پایه‌های انتهای دیگر آنها را نیز به طور جداگانه به یکدیگر وصل کنیم، مدار موازی شکل می‌گیرد. در مدار موازی، متناسب با مقدار مقاومت از هر شاخه جریان معینی عبور می‌کند.

۴-۱-۲ مقاومتهای مدار شکل ۴-۱ را به صورت موازی به یکدیگر وصل کنید و توسط دستگاه اهم‌متر مقاومت معادل مدار را اندازه بگیرید.



شکل ۱-۴- الف - مدار موازی

$$R_T = 2\text{K}\Omega$$

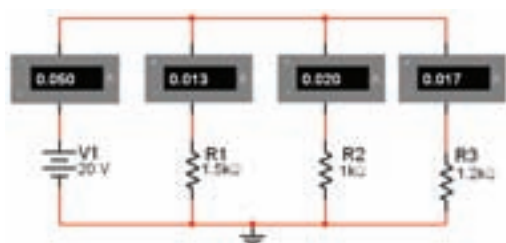
سوال ۱: چه رابطه ای بین هر یک از مقاومت های موازی و مقاومت کل برقرار است؟ رابطه را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۲: مقاومت معادل چه نسبتی با مقاومت های مساوی موازی دارد؟ توضیح دهید.

۴-۲ آزمایش ۲: جریان در مدار موازی

۴-۲-۱ همیشه در مدار موازی، بیش از یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد. هر یک از مسیرهای موازی را شاخه می گویند.

۴-۲-۲ مدار شکل ۴-۳ را ببینید. با استفاده از دستگاه آمپرتر جریان هر شاخه و جریان شاخه ی اصلی (جریان کل) را اندازه گیری کنید.



شکل ۴-۳ اندازه گیری جریان کل و جریان هر شاخه در یک مدار موازی



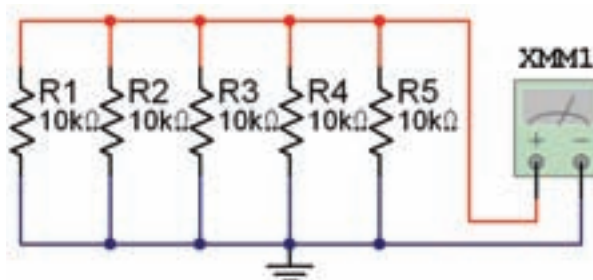
شکل ۴-۱-ب مقدار مقاومت کل در اهم متر
شکل ۴-۱-۱ مقدار مقاومت کل در مدار موازی

$$R_T = 538/336\Omega$$

نکته ی مهم: در هر مدار موازی مقدار مقاومت

کل از مقدار کوچک ترین مقاومت مدار کم تر است. همان طور که در شکل ۴-۱ مشاهده می شود مقدار مقاومت کل ۵۳۸/۳۳۶ اهم است. که از کوچک ترین مقاومت موجود در مدار $R = 1\text{k}\Omega$ کم تر است.

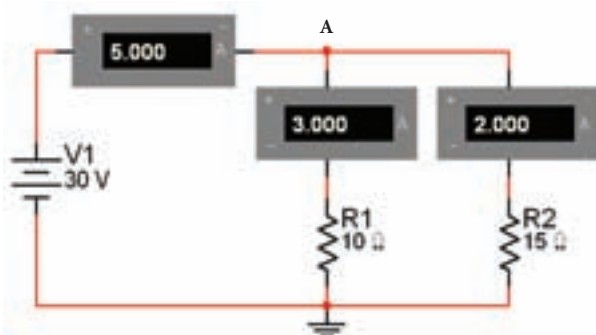
۴-۱-۳ پنج مقاومت $10\text{K}\Omega$ را به صورت موازی ببندید و مقاومت کل مدار را مطابق شکل ۴-۲ اندازه بگیرید.



شکل ۴-۲ اندازه گیری مقاومت معادل در مدار موازی با اهم متر

نکته: مقدار جریان عبوری از هر شاخه در مدار موازی نسبت عکس با مقدار مقاومت آن شاخه دارد. یعنی اگر مقدار مقاومت زیاد شود، مقدار جریان کم می‌شود.

۴-۲-۴ مدار شکل ۴-۵ را ببندید. جریان کل مدار و جریان هر یک از شاخه‌ها را با استفاده از دستگاه آمپرتر اندازه بگیرید.



شکل ۴-۵ بررسی رابطه‌ی بین جریان کل و جریان عبوری از شاخه‌ها در مدار موازی

سوال ۴: رابطه‌ی مربوط به قانون تقسیم جریان را در مدار شکل ۴-۵ بنویسید، در مورد آن توضیح دهید. نام این قانون چیست؟

قانون جریان کیرشهف: بر اساس قانون جریان کیرشهف، مجموع جریان‌های وارد شده به هر نقطه‌ی انشعاب (گره) با مجموع جریان‌های خارج شده از آن نقطه برابر است.

$$I_{R1} = 0.013 \text{ A} = 13 \text{ mA}$$

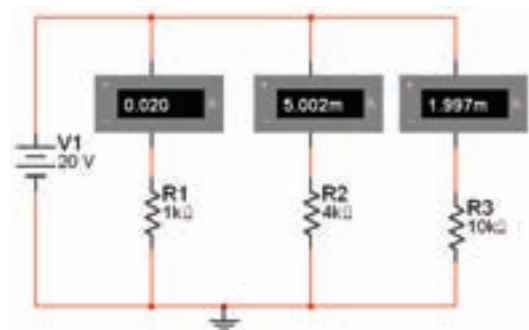
$$I_{R2} = 0.020 \text{ A} = 20 \text{ mA}$$

$$I_{R3} = 0.017 \text{ A} = 17 \text{ mA}$$

$$I_{RT} = 0.050 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

سوال ۳: چه رابطه‌ای بین جریان کل و جریان هر شاخه برقرار است؟ بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۲-۳ مدار شکل ۴-۴ را ببندید. جریان هر شاخه را اندازه بگیرید. آیا می‌توانید رابطه‌ی جریان هر شاخه را با مقدار مقاومت آن شاخه بیان کنید؟ توضیح دهید.



شکل ۴-۴ تقسیم جریان در شاخه‌های موازی با توجه به مقدار مقاومت‌ها

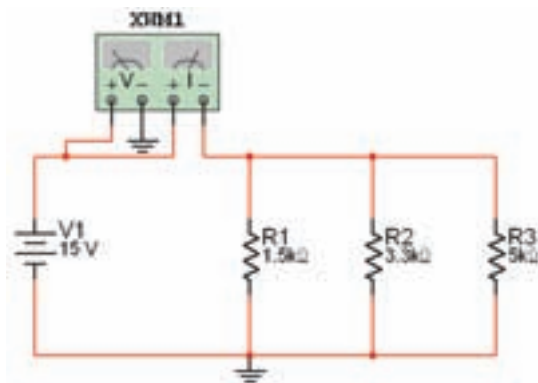
$$I_{R1} = 0.020 \text{ A} = 20 \text{ mA}$$

$$I_{R2} = 5.002 \text{ mA}$$

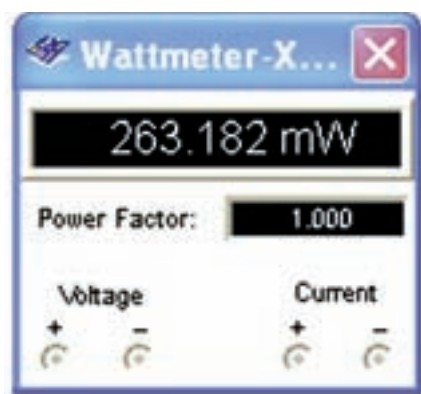
$$I_{R3} = 1.997 \text{ mA}$$

سوال ۵: آیا قانون جریان کیرشهف در مدار شکل ۴-۵ در نقطه‌ی A برقرار است؟ بنویسید.

۴-۳-۳: مدار شکل ۴-۷ را ببینید. توان کل را اندازه‌گیری کنید.



الف- اندازه‌گیری توان در مدار موازی



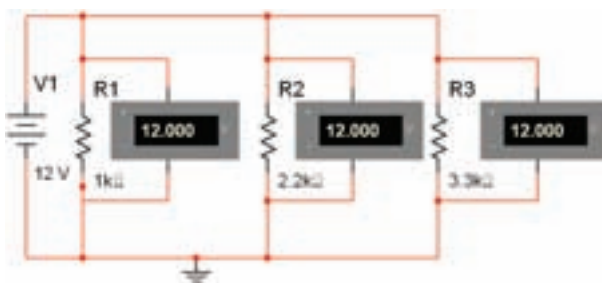
ب- مقدار توان مدار در واتمتر
شکل ۴-۷ اندازه‌گیری توان در مدار موازی

$$P_T = \dots\dots\dots \text{mW}$$

۴-۳-۴: در مدار شکل ۴-۸ دستگاه واتمتر را در شاخه‌ی مربوط به مقاومت R_1 قرار می‌دهیم و جریان این مقاومت را اندازه‌گیری می‌کنیم. با توجه به این که در مدار موازی ولتاژ تمام شاخه‌ها مساوی است، توان مقاومت R_1 را می‌توان اندازه گرفت.

۴-۳-۱: در مدار موازی، ولتاژ شاخه‌ها با یکدیگر مساوی است.

۴-۳-۲: مدار شکل ۴-۶ را ببینید و ولتاژ مقاومت‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۶ مقدار ولتاژ در دو سر هر یک از مقاومت‌ها در مدار موازی

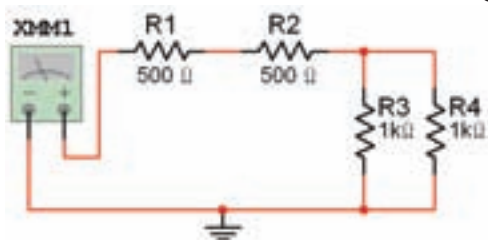
$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = 12 \text{ V}$$

سوال ۶: چه رابطه‌ای بین ولتاژ منبع و ولتاژ دو سر مقاومت‌هاست؟ شرح دهید.

۴-۴ آزمایش ۴: مدارهای ترکیبی (سری و موازی)

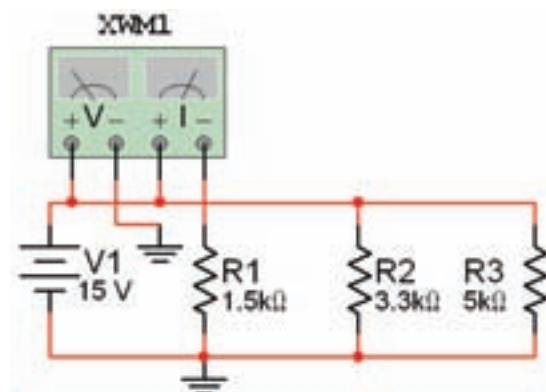
۴-۴-۱ مدار "سری - موازی" به مداری گفته می‌شود که در آن ترکیبی از مقاومت‌های سری و موازی وجود داشته باشد. این مدارها از قوانین مربوط به مدار سری و موازی تبعیت می‌کنند.

۴-۴-۲ مدار شکل ۴-۹ را ببندید و مقاومت کل را توسط دستگاه اهم‌تر اندازه‌گیری کنید. سپس از طریق محاسبه، مقدار مقاومت معادل را به دست آورید، آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده با هم برابر است؟ توضیح دهید.



شکل ۴-۹ یک نمونه مدار ترکیبی سری-موازی

$$R_T = \dots\dots\dots \Omega$$



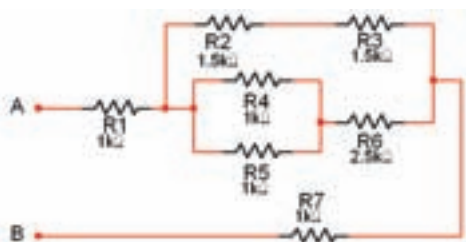
شکل ۴-۸ اندازه‌گیری توان در یکی از شاخه‌های مدار موازی

$$I_{R1} = \dots\dots\dots \text{mA} \quad P_{R1} = \dots\dots\dots \text{mW}$$

۴-۳-۵ با استفاده از دستگاه وات‌متر توان مقاومت های R_2 و R_3 را اندازه‌گیری کنید.

$$P_{R2} = \dots\dots\dots \text{mW} \quad P_{R3} = \dots\dots\dots \text{mW}$$

۴-۴-۳ مدار شکل ۴-۱۰ را ببندید و با استفاده از اهم‌تر مقاومت کل را به دست آورید.



شکل ۴-۱۰ یک نمونه‌ی دیگر از مدار ترکیبی سری-موازی

سوال ۷: آیا توان کل با مجموع توان سه مقاومت با هم برابر است؟ تحقیق کنید و توضیح دهید.

نکته: در مدارهای سری و موازی توان کل با مجموع توان مصرف کننده‌ها مساوی است.

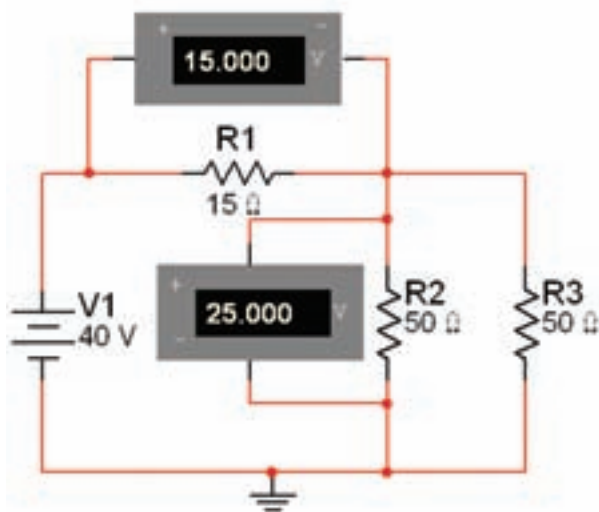
سوال ۹: جریان کل و جریان شاخه‌های مدار شکل ۴-۱۱ را محاسبه کنید. نتیجه‌ی محاسبات خود را با مقادیر اندازه‌گیری مرحله‌ی ۴-۴-۴ مقایسه نمایید و بنویسید.

$$R_T = \dots\dots\dots K\Omega$$

سوال ۸: مقاومت معادل مدار شکل ۴-۱۰ را محاسبه کنید و مقدار محاسبه شده را با مقدار اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۴-۴-۳ مقایسه کنید.

$$R_T = \dots\dots\dots K\Omega \text{ (محاسبه شده)}$$

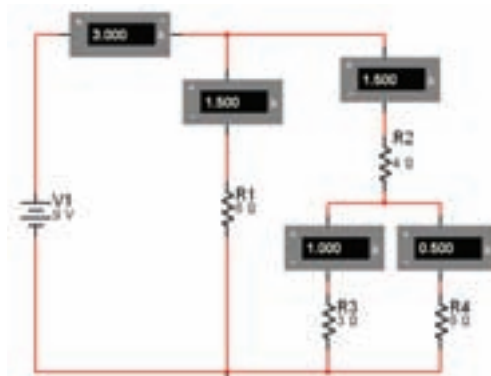
۴-۴-۵ مدار شکل ۴-۱۲ را ببینید و ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۱۲ اندازه‌گیری ولتاژها در مدار ترکیبی

سوال ۱۰: آیا از طریق محاسبه نیز می‌توانید به مقادیر اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۴-۴-۵ برسید؟ تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.

۴-۴-۴ مدار شکل ۴-۱۱ را ببینید و جریان کل و جریان هر شاخه را اندازه‌گیری کنید.



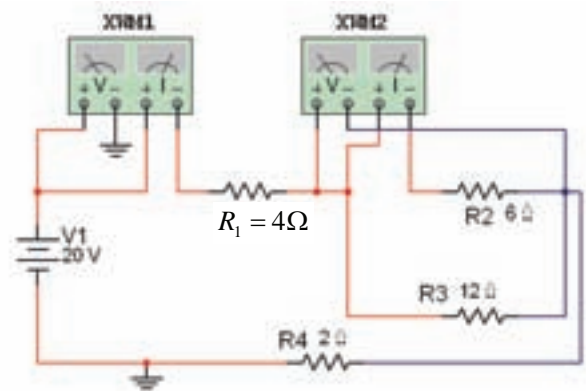
شکل ۴-۱۱ اندازه‌گیری جریان در یک نمونه مدار ترکیبی سری - موازی

$$I_{R1} = \dots\dots\dots A \quad I_{R2} = \dots\dots\dots A$$

$$I_{R3} = \dots\dots\dots A \quad I_{R4} = \dots\dots\dots A$$

$$I_{RT} = \dots\dots\dots A$$

۴-۴-۶ مدار شکل ۴-۱۳ را ببندید و توان کل و توان مقاومت R_2 را توسط دستگاه وات‌متر اندازه‌گیری کنید.



الف- مدار برای اندازه‌گیری توان



ب- مقدار توان در وات‌متر

شکل ۴-۱۳ اندازه‌گیری توان

$$P_{R2} = \dots\dots\dots W \quad P_T = \dots\dots\dots W$$

۴-۴-۷ به عنوان تمرین توان بقیه‌ی مقاومت‌های مدار شکل ۴-۱۳ را به دست آورید در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۲: با استفاده از چه روابط دیگری می‌توانید مقدار توان هر یک از مقاومت‌ها و توان کل را به دست آورید؟ تحقیق کنید و بنویسید.

نکته: در مدارهای ترکیبی "سری - موازی" توان کل با مجموع توان مصرفی توسط هر مقاومت برابر است.

۴-۴-۸ برای تمرین بیشتر آزمایش‌های فصل چهارم را با نرم‌افزار ادیسون نیز انجام دهید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۴-۹ نتیجه‌ی آزمایش‌های هر دو نرم‌افزار را با هم مقایسه کنید. آیا با هم تفاوتی دارد؟ در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۱: در شکل ۴-۱۳ چه رابطه‌ای بین توان کل و توان مقاومت‌ها برقرار است؟ بنویسید.

فصل پنجم

اتصال پیل‌ها

(مطابق فصل دوازدهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: آزمایش اتصال پیل‌ها به طور سری و موازی توسط نرم‌افزار ادیسون

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار ادیسون اجرا می‌شود، از فراگیرنده انتظار

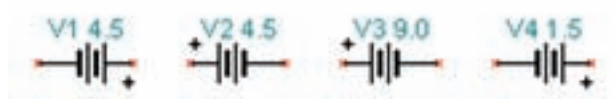
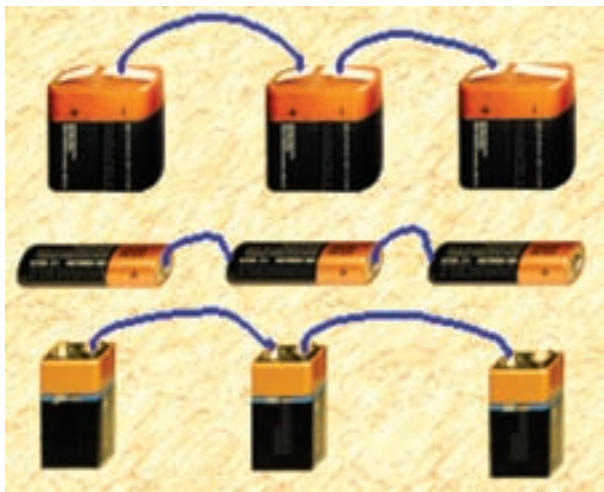
می‌رود:

- | | |
|--|--|
| ۱- پیل‌ها را به صورت سری ببندد. | آورد. |
| ۲- ولتاژ پیل معادل چند پیل به صورت سری را اندازه گیری کند. | ۵- پیل‌ها را به صورت ترکیبی سری و موازی ببندد. |
| ۳- پیل‌ها را به صورت موازی ببندد. | ۶- پیل معادل را در یک نمونه مدار ترکیبی اندازه‌گیری کند. |
| ۴- مقدار ولتاژ پیل معادل را در مدار موازی به دست | |

۵-۱ آزمایش ۱: مدار سری پیل‌ها

۵-۱-۱ یکی از منابع تامین انرژی الکتریکی پیل‌ها هستند که سلول‌های اصلی باتری‌ها را تشکیل می‌دهند.

۵-۱-۲ در شکل ۵-۱ انواع باتری و نماد فنی آن‌ها را در اندازه‌های مختلف می‌بینید.

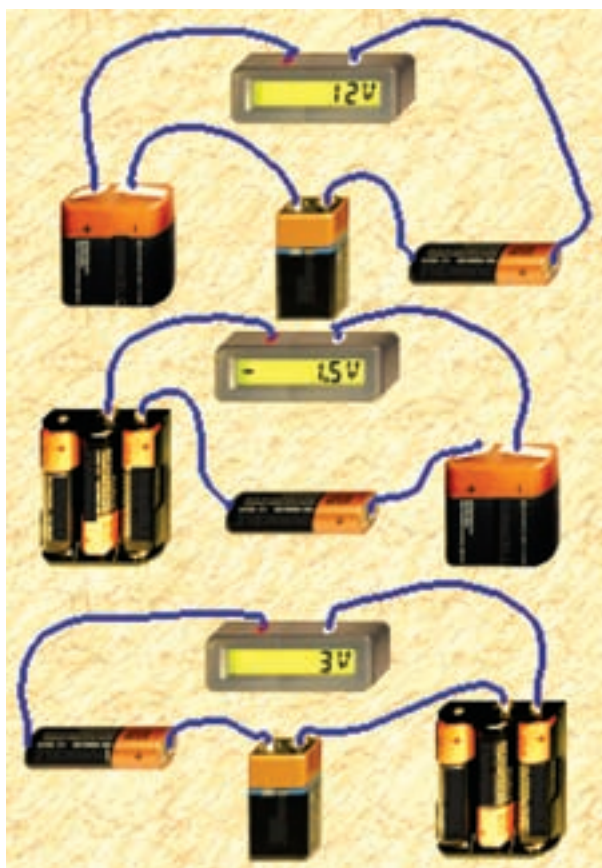


شکل ۵-۱ انواع باتری‌ها و پیل‌ها در نرم‌افزار ادیسون

شکل ۵-۲ اتصال سه پیل و سه باتری به یکدیگر

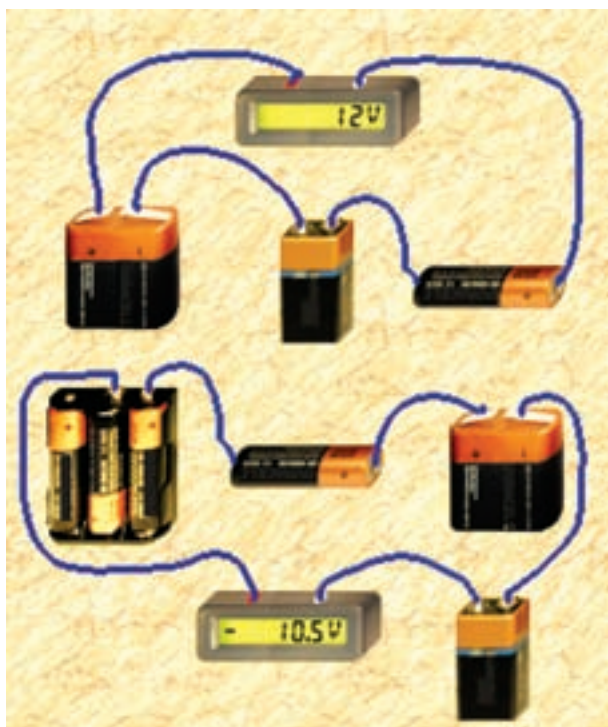
نکته‌ی مهم: هنگام سری کردن پیل‌ها یا باتری‌ها باید قدرت جریان‌دهی پیل‌ها با هم یکسان باشد. هرگز پیلی که خاصیت جریان‌دهی آن کم شده است را با پیل‌های نو به صورت سری نبندید.

۵-۱-۴ باتری‌ها با ولتاژهای متفاوت را نیز می‌توانید به صورت سری به هم ببندید. شکل ۳-۵ این حالت‌ها را نشان می‌دهد.



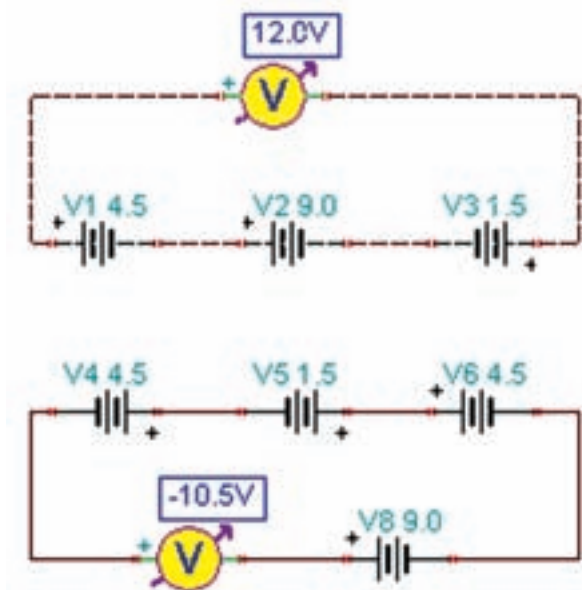
شکل ۳-۵ اتصال چند پیل و باتری با مقادیر متفاوت به صورت سری

۵-۱-۵ مدار شکل ۴-۵ را روی میز کار مجازی نرم افزار ادیسون ببندید و ولتاژ کل را توسط دستگاه ولت متر اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۵ اندازه‌گیری ولتاژ چند پیل و باتری به صورت سری

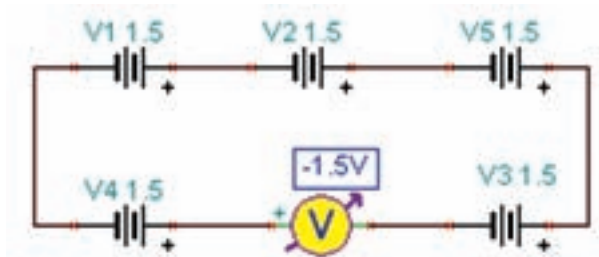
۵-۱-۶ در شکل ۵-۵ نماد فنی اتصال پیل‌ها و باتری‌های مدار شکل ۴-۵ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۵ نماد فنی مدارهای مربوط به شکل ۴-۵

$$V_{(T)} = \dots\dots\dots V$$

۸-۱-۵ مدار شکل ۷-۵ را ببندید. ولتاژ کل را توسط دستگاه ولت متر اندازه گیری کنید. توجه داشته باشید که در این شکل پیل ها به صورت سری موافق و مخالف بسته شده اند.



شکل ۷-۵ اتصال پیل ها بدون توجه به قطب های آن

$$V_{(T)} = \dots\dots\dots V$$

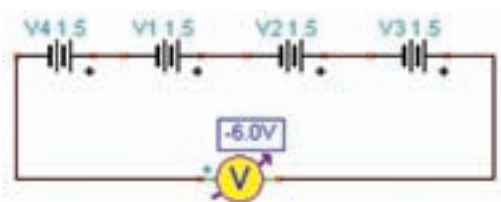
سوال ۳: چرا با این که در مدار شکل ۷-۵، پنج باتری ۱/۵ ولتی پشت سر هم بسته شده است، ولت متر ۱/۵ ولت را نشان می دهد؟

سوال ۱: اتصال باتری به صورت سری مانند شکل ۴-۵، چه قابلیت را در مدار به وجود می آورد؟

سوال ۲: اگر پایانه های باتری ها به ترتیب مثبت و منفی پشت سر هم وصل نشوند، آیا باز هم این قابلیت ایجاد می شود؟ شرح دهید.

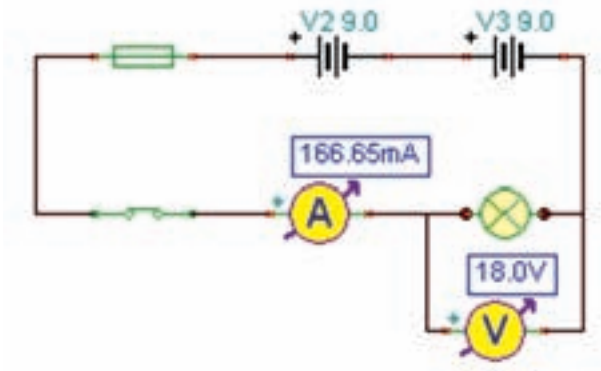
نکته: توجه داشته باشید که در عمل معمولاً هرگز دو یا چند پیل یا باتری را به صورت مخالف با هم نمی بندند.

۷-۱-۵ مدار شکل ۶-۵ را ببندید. ولتاژ کل را توسط دستگاه ولت متر اندازه گیری کنید. توجه داشته باشید که در این شکل پیل ها به صورت سری موافق (مثبت هر پیل به منفی پیل بعدی) بسته شده اند.



شکل ۶-۵ اندازه گیری ولتاژ چند پیل و باتری و مدار فنی آن به صورت سری

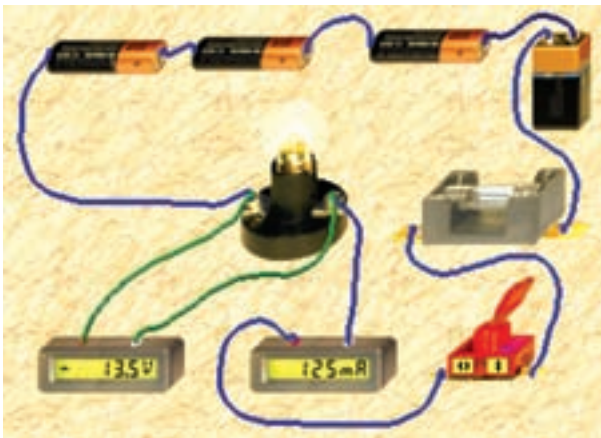
۵-۱-۹ مدار شکل ۸-۵ را ببندید. ولتاژ کل را به دست آورید.



شکل ۹-۵ - ب- نقشه‌ی فنی مدار

شکل ۹-۵ اندازه‌گیری جریان و ولتاژ در شرایطی که دو باتری ۹ ولتی به صورت سری موافق بسته شده‌اند.

۵-۱-۱۱ مدار شکل ۱۰-۵ را ببندید. جریان مدار را اندازه بگیرید.



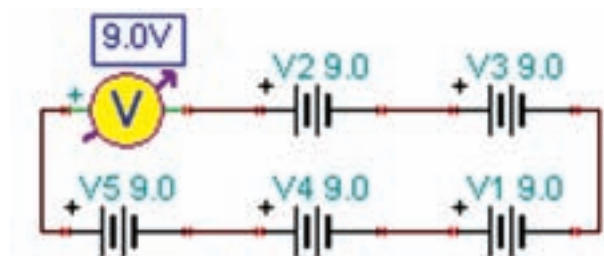
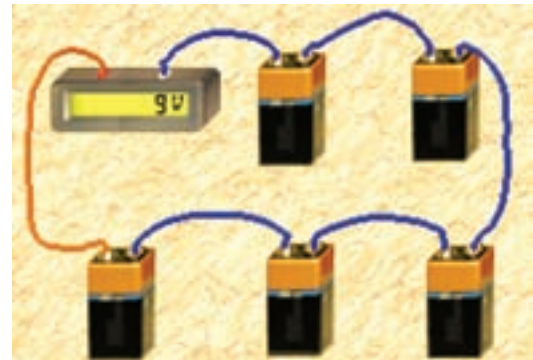
شکل ۱۰-۵ اتصال یک باتری ۹ ولتی و سه باتری ۱/۵ ولتی به صورت سری و اندازه‌گیری جریان و ولتاژ مدار

$$I = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V = \dots\dots\dots \text{V}$$

سوال ۴: چرا ولت‌متر در مدار شکل ۱۰-۵ مقدار ولتاژ را به صورت منفی نشان می‌دهد؟ شرح دهید.

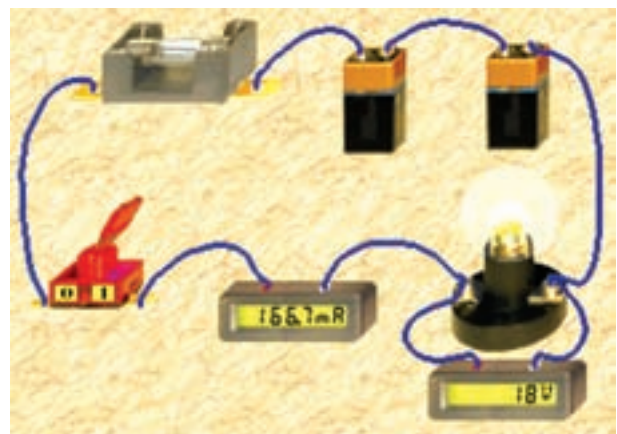
| |
|--|
| |
| |
| |



شکل ۸-۵ اتصال پنج باتری ۹ ولتی به صورت سری بدون توجه به قطب‌های آن

$$V_{(T)} = \dots\dots\dots \text{V}$$

۵-۱-۱۰ مدار شکل ۹-۵ را ببندید. جریان مدار را توسط دستگاه آمپر متر اندازه‌گیری کنید.



شکل ۹-۵ الف- مدار واقعی

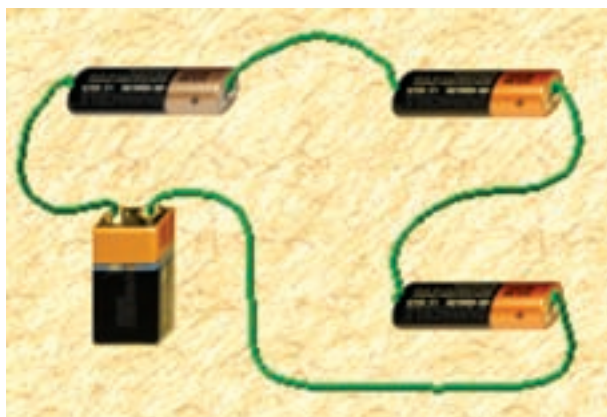
سوال ۷: مدار شکل ۱۱ - ۵ چه نوع مداری است؟ در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۵: چه تفاوتی در نور لامپ در مدارهای شکل ۵-۹ و ۱۰-۵ دیده می‌شود؟ چرا؟ شرح دهید.

سوال ۸: مجموع ولتاژ باتری‌ها در مدار شکل ۱۱-۵ چند ولت است؟

$$V = \dots\dots\dots V$$

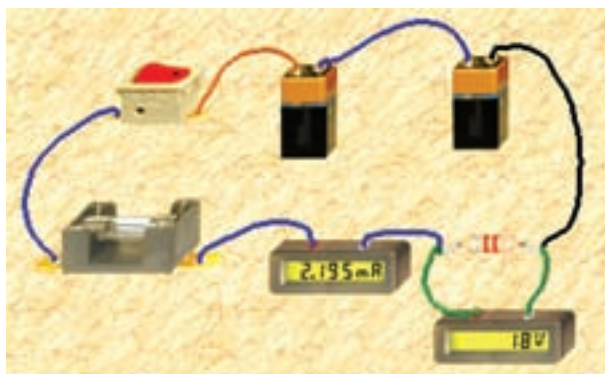
۵-۱-۱۳ در مدار شکل ۱۲-۵ چه خطایی رخ داده است که موجب سوختن یکی از باتری‌ها شده است؟ شرح دهید.



شکل ۱۲-۵ اتصال نادرست یک مدار

سوال ۶: چرا در مدار شکل ۱۰-۵ شدت جریان کمتر از مدار شکل ۹-۵ است؟ شرح دهید.

۵-۱-۱۲ مدار شکل ۱۱-۵ را ببندید. ولتاژ و جریان دو سر مصرف کننده را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۱-۵ اندازه‌گیری جریان و ولتاژ در یک مدار سری

$$I = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V = \dots\dots\dots V$$

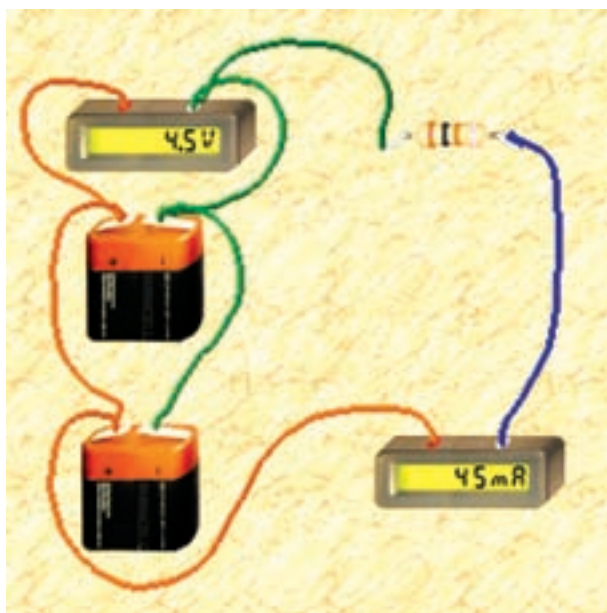
سوال ۱۰: چه نکته‌ای را باید در موازی بستن باتری‌ها در نظر بگیریم؟ توضیح دهید.

نکته: مراقب باشید تا در آزمایشگاه این خطا را انجام

ندهید .

سوال ۹: از بستن باتری‌ها به صورت سری، چه نتایجی را به دست می‌آورید؟ شرح دهید.

۵-۲-۳ در مدار شکل ۵-۱۴ ولتاژ و جریان دو سر بار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۵-۱۴ اندازه‌گیری ولتاژ و جریان مدار موازی

$$I = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V = \dots\dots\dots \text{V}$$

نکته: برای موازی بستن پیل‌ها و باتری‌ها باید:

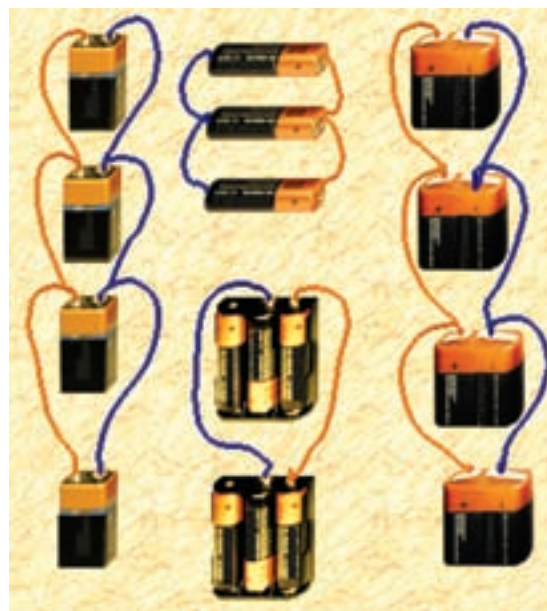
الف: ولتاژ کار پیل‌ها و باتری‌ها دقیقاً با هم برابر باشد.

ب: پایانه‌های مثبت پیل‌ها و باتری‌ها به یکدیگر و پایانه‌های منفی پیل‌ها و باتری‌ها به یکدیگر اتصال داده شود.

۵-۲ آزمایش ۲: مدار موازی پیل‌ها

۵-۲-۱ برای بالا بردن ظرفیت جریان‌دهی باتری‌ها و پیل‌ها معمولاً آن‌ها را به طور موازی می‌بندند. برای موازی کردن پیل‌ها باید قطب مثبت پیل‌ها را به یکدیگر و قطب منفی آن‌ها را نیز به یکدیگر اتصال دهید.

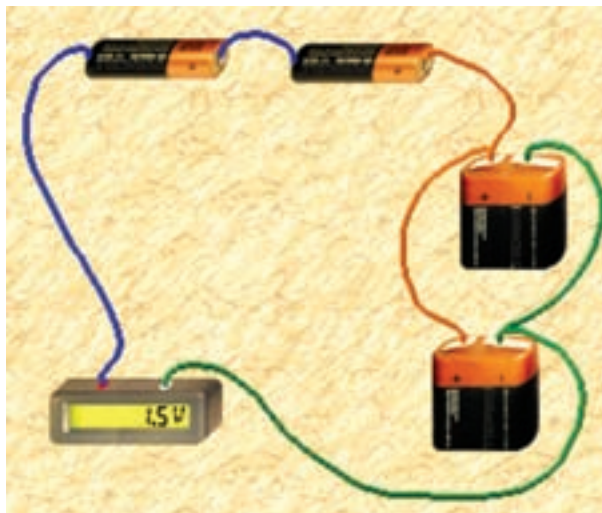
۵-۲-۲ در شکل ۵-۱۳ باتری‌ها و پیل‌ها را به صورت موازی مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۱۳ اتصال موازی پیل‌ها و باتری‌ها

۵-۳ آزمایش ۳: مدار ترکیبی پیل‌ها

۵-۳-۱ مدار شکل ۵-۱۵ را ببندید. در این مدار باتری‌ها و پیل‌ها به صورت ترکیبی بسته شده‌اند. ولت‌متر را به دو سر مدار وصل کنید و ولتاژ را اندازه بگیرید.



شکل ۵-۱۵ اتصال ترکیبی پیل‌ها و باتری‌ها

سوال ۱۱: استفاده از مدار ترکیبی پیل‌ها و باتری‌ها چه ویژگی‌هایی دارد؟ شرح دهید.

۵-۳-۲ آزمایش‌های این فصل را با نرم‌افزار مولتی سیم نیز انجام دهید و نتایج را با هم مقایسه کنید و در چند سطر به‌طور خلاصه توضیح دهید.

نکات مهم:

- در عمل هیچ‌گاه پیل‌ها را به صورت "سری مخالف" نمی‌بندند، زیرا یکی از پیل‌ها یا مجموعه‌ای از پیل‌ها که ولتاژ کم‌تری دارند به صورت مصرف‌کننده عمل می‌کنند.

- در صورتی که پیل‌ها به صورت سری موافق یا موازی بسته شوند، اگر یکی از پیل‌ها فرسوده باشد تمام پیل‌ها را تعویض می‌کنند، زیرا بقیه‌ی پیل‌ها نیز در آستانه‌ی فرسودگی قرار دارند.

فصل ششم

جریان متناوب

(مطابق فصل سیزدهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: آزمایش بررسی عملی مشخصات سیگنال‌های متناوب و انطباق آن با مفاهیم نظری

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده انتظار می‌رود:

- ۱- انواع امواج متناوب را مشاهده کند.
- ۲- دامنه‌ی پیک تا پیک و پیک موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- ۳- زمان تناوب موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- ۴- فرکانس موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- ۵- مقدار موثر ولتاژ متناوب سینوسی را با توجه به مقدار پیک که توسط دستگاه اسیلوسکوپ اندازه‌گیری می‌شود محاسبه کند.
- ۶- مقدار موثرولتاژ متناوب سینوسی را با استفاده از دستگاه ولت‌متر AC اندازه‌گیری کند.
- ۷- اختلاف فاز دو موج سینوسی را توسط دستگاه اسیلوسکوپ مشاهده و اندازه‌گیری کند.

۶-۱ آزمایش ۱: مشاهده‌ی شکل موج ولتاژ

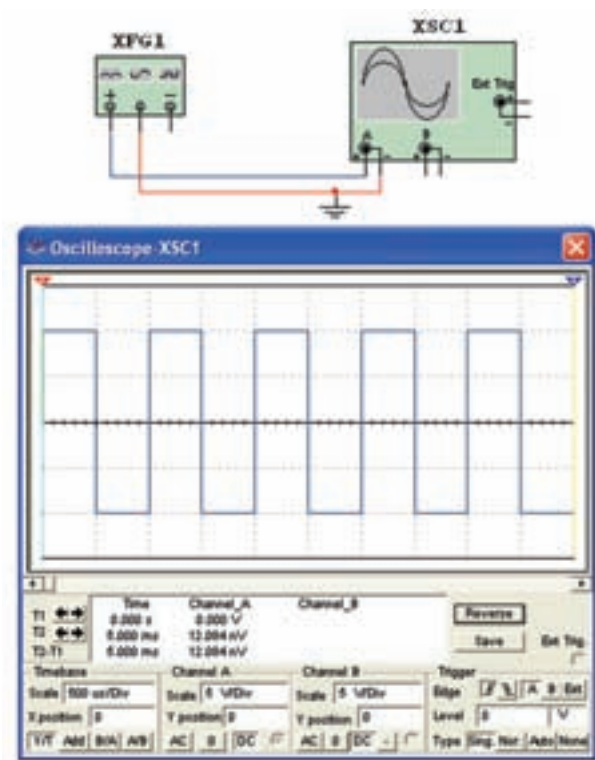
متناوب

۶-۱-۱ ولتاژ متناوب ولتاژی است که مقدار و جهت آن با گذر زمان تغییر می‌کند.

۶-۱-۲ برای مشاهده‌ی جریان متناوب از دستگاه فانکشن ژنراتور یا منبع تغذیه AC استفاده می‌کنیم. نوار Instruments و منبع تغذیه AC را از نوار Components بر روی صفحه‌ی کار مجازی می‌آوریم. در شکل ۶-۱ نحوه‌ی قرار دادن این دستگاه‌ها را مشاهده می‌کنید.



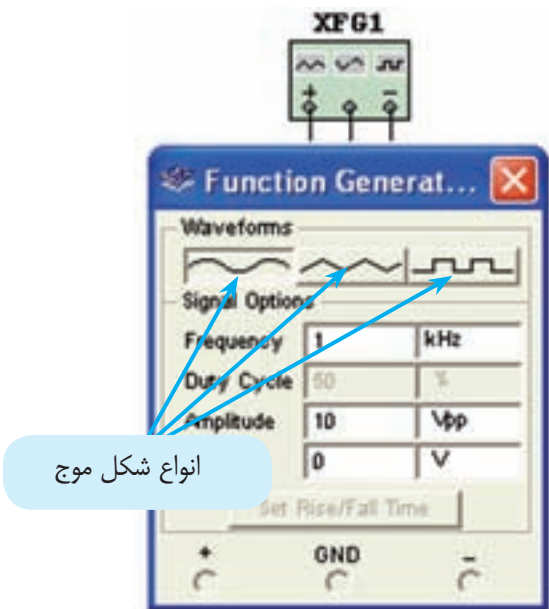
شکل ۶-۱ نحوه‌ی قرار دادن فانکشن ژنراتور و منبع AC بر روی صفحه‌ی کار



شکل ۶-۳ مشاهده‌ی شکل مربعی روی اسیلوسکوپ

نکته‌ی مهم: در نرم‌افزار مقادیر به صورت V_{p-p} نوشته شده است، ولی عملاً مقدار خروجی آن V_p است. هنگام محاسبات و اندازه‌گیری به این موضوع توجه نمایید.

۶-۱-۳ دستگاه فانکشن‌ژنراتور در نرم‌افزار مولتی سیم می‌تواند سه نوع شکل موج را تولید کند. برای مشاهده‌ی شکل موج، ابتدا شکل موج مورد نظر را مطابق شکل ۶-۲ انتخاب کنید، سپس دستگاه اسیلوسکوپ را به فانکشن‌ژنراتور اتصال دهید. با تنظیم اسیلوسکوپ شکل موج انتخاب شده قابل مشاهده است.



انواع شکل موج

شکل ۶-۲ تغییر نوع شکل موج

۶-۱-۵ روی دستگاه فانکشن‌ژنراتور شکل موج‌های سینوسی و مثلثی را انتخاب کنید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج‌های انتخاب شده را ببینید.

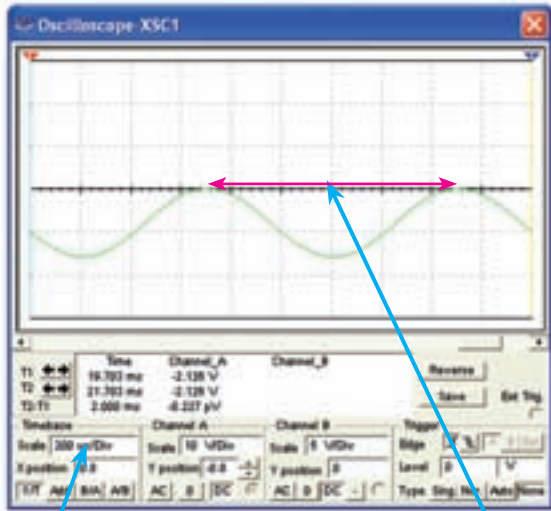
۶-۱-۶ فرکانس و دامنه‌ی شکل موج‌های مختلف را تغییر دهید و با تنظیم اسیلوسکوپ شکل موج‌ها را مشاهده کنید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۶-۱-۴ مدار شکل ۶-۳ را ببندید و شکل موج مربعی را در دستگاه فانکشن‌ژنراتور انتخاب کنید. سپس توسط دستگاه اسیلوسکوپ موج مربعی انتخاب شده را ببینید. فرکانس را روی ۱ KHz و V_{p-p} را روی ۱۰ V بگذارید.

۶-۲ آزمایش ۲: مشخصات جریان متناوب

۶-۲-۱ زمان تناوب، فرکانس، دامنه، حداکثر ولتاژ (پیک)، ولتاژ موثر و اختلاف فاز از مشخصات دیگر موج متناوب است که در این آزمایش آن‌ها را تجربه می‌کنید.

۶-۲-۲ برای اندازه‌گیری فرکانس لازم است مقدار فرکانس را در دستگاه فانکشن ژنراتور تنظیم کنید. شکل ۶-۴ چگونگی تنظیم فرکانس را نشان می‌دهد.



تعداد خانه های افقی از قله تا قله

حوزهی TIM/DIV

شکل ۵-۶ اندازه‌گیری زمان تناوب

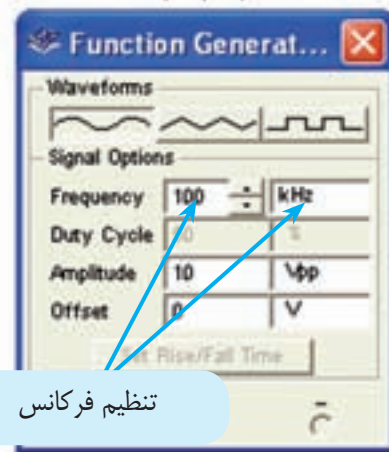
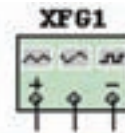
توجه: برای انتقال موج به پایین محور زمان، از قسمت Y position اسیلوسکوپ استفاده کنید و با تغییر مقادیر در این قسمت موج به سمت پایین یا بالا جابه‌جا می‌شود.

۶-۲-۴ در شکل ۵-۶ تعداد خانه‌های بین دو پیک مثبت ۵ خانه است. از آن جا که TIM/DIV روی $200\mu\text{sec}$ قرار دارد، زمان تناوب برابر با $1000\mu\text{s} = 200\mu\text{s} \times 5$ یا 1ms می‌شود.

۶-۲-۵ با توجه به رابطه‌ی $F = \frac{1}{T}$ مقدار فرکانس در شکل ۵-۶ برابر است با:

$$F = \frac{1}{1\text{ms}} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}\text{S}} = 1000\text{Hz} = 1\text{KHz}$$

۶-۲-۶ مقدار فرکانس محاسبه شده توسط دستگاه اسیلوسکوپ را با فرکانس انتخاب شده توسط دستگاه فانکشن ژنراتور مقایسه کنید، آیا مقادیر با هم انطباق دارند؟ توضیح دهید.



تنظیم فرکانس

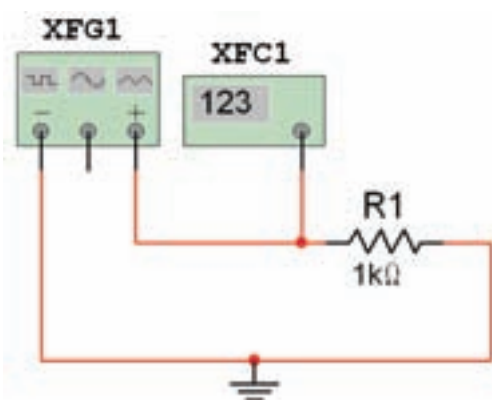
شکل ۴-۶ تنظیم فرکانس فانکشن ژنراتور

۶-۲-۳ مدار شکل ۳-۶ را ببندید. شکل موج سینوسی را از دستگاه فانکشن ژنراتور انتخاب کنید و توسط دستگاه اسیلوسکوپ، زمان تناوب آن را اندازه بگیرید. در شکل ۵-۶ نحوه‌ی محاسبه‌ی زمان تناوب را مشاهده می‌کنید. تعداد خانه‌های افقی را از یک نقطه‌ی پیک مثبت تا نقطه‌ی پیک مثبت بعدی بشمارید و تعداد خانه‌ها را در حوزه‌ی کار TIM/DIV ضرب کنید. عدد به دست آمده زمان تناوب موج سینوسی است که با توجه به واحد زمان روی اسیلوسکوپ تعیین می‌شود. زمان تناوب موج شکل ۵-۶ را به دست آورید. مقدار به دست آمده را با توجه به رابطه‌ی $F = \frac{1}{T}$ معکوس کنید تا فرکانس موج محاسبه شود.

$$F = \dots\dots \text{ KHz}$$

توجه: با دو بار کلیک چپ روی دستگاه فرکانس متر این دستگاه مقدار فرکانس مدار را نشان می‌دهد.

۶-۲-۹ توسط دستگاه فرکانس متر موجود در نرم افزار مولتی سیم می‌توانید زمان تناوب موج را نیز اندازه بگیرید. مطابق شکل ۶-۷ دکمه‌ی Period را فعال کنید، زمان تناوب و واحد آن روی صفحه ظاهر می‌شود.



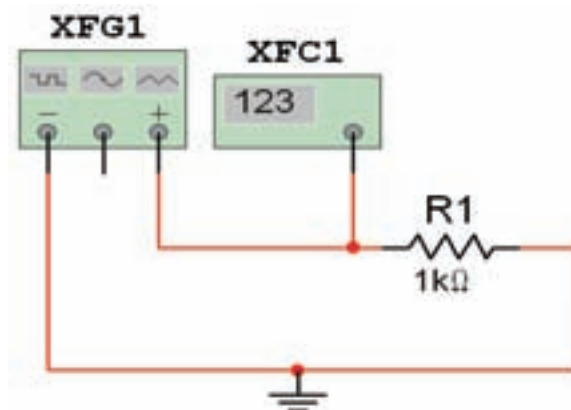
شکل ۶-۷ استفاده از فرکانس متر در اندازه‌گیری زمان تناوب

$$T = \dots\dots\dots \text{msec}$$

نکته: روی دستگاه فرکانس متر دکمه‌های دیگری از قبیل Coupling ، Rise/Fall ، pulse و Trigger/Level وجود دارد که بعداً به آن‌ها خواهیم پرداخت.

۶-۲-۷ مراحل اندازه‌گیری فرکانس را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

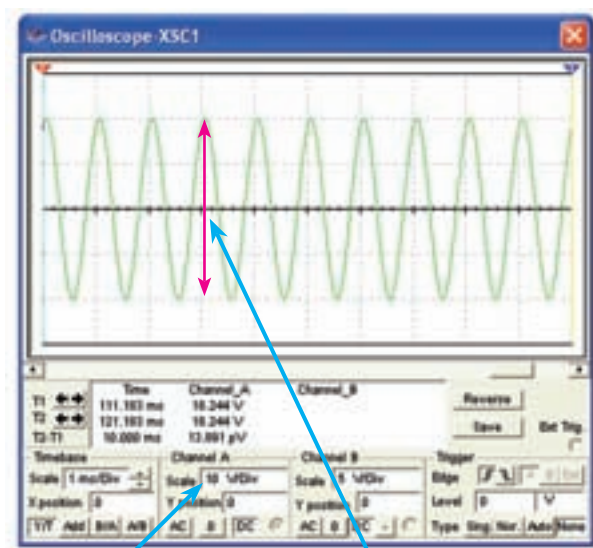
۶-۲-۸ برای اندازه‌گیری فرکانس موج متناوب از دستگاه فرکانس متر (Frequency Counter) نیز می‌توانید استفاده کنید. این دستگاه را از نوار ابزار بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید و مدار شکل ۶-۶ را ببندید. پس از بستن مدار، آن را راه‌اندازی کنید و فرکانس فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید.



در صورتی که طبق شکل از خروجی مثبت و منفی فانکشن ژنراتور استفاده کنید، دامنه‌ی خروجی دو برابر حالتی است که سیگنال را از سر مثبت و سر وسط دریافت می‌نماید.



شکل ۶-۶ استفاده از فرکانس متر در اندازه‌گیری فرکانس



تعداد خانه های عمودی از قله تا قله

حوزه ی نمایش VOLT/DIV

شکل ۸-۶ اندازه گیری دامنه ی پیک تا پیک موج سینوسی

سوال ۳: آیا می توانید مقدار ولتاژ پیک تا پیک شکل موج مربوط به شکل ۸-۶ را با استفاده از ولت متر معمولی، به دست آورید؟ تجربه کنید و توضیح دهید.

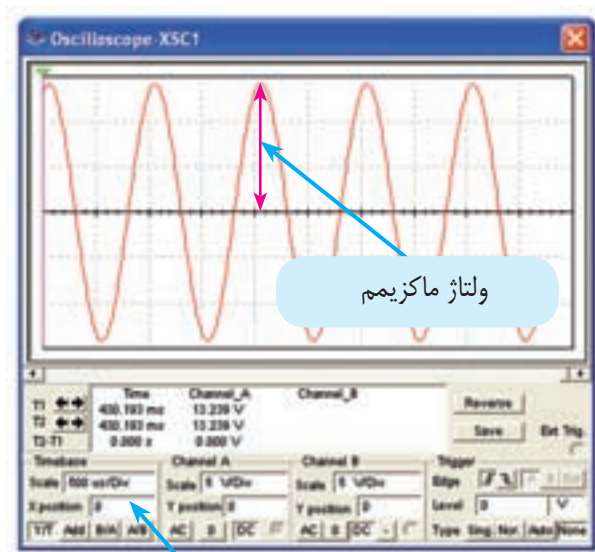
۱۲-۲-۶ دامنه ی ولتاژ فانکشن ژنراتور مدار شکل ۳-۶ را تغییر دهید و با روشی که فرا گرفته اید مقدار آن را توسط دستگاه اسیلوسکوپ به دست آورید. درباره ی نحوه ی اندازه گیری ولتاژ پیک تا پیک توضیح دهید.

سوال ۱: آیا می توانید با تغییر فرکانس منبع ولتاژ، با استفاده از دستگاه فرکانس متر، فرکانس مدار را اندازه گیری کنید؟ تمرین کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۲: چگونه می توانید با استفاده از دستگاه فرکانس متر مقدار فرکانس را در محدوده ی اعداد اعشاری مثلاً ۱/۳ KHz تغییر دهید؟ تمرین کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۰-۲-۶ دستگاه اسیلوسکوپ را به مدار شکل ۶-۶ وصل کنید. زمان تناوب موج را به دست آورید و با مقدار اندازه گیری شده در مرحله ی ۹-۲-۶ مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

۱۱-۲-۶ از مشخصات دیگر موج متناوب دامنه ی آن است. برای اندازه گیری دامنه باید مطابق شکل ۸-۶ تعداد خانه های عمودی را از پیک تا پیک بشمارید و عدد به دست آمده را در حوزه ی کار VOLT/DIV ضرب کنید. هنگام تعیین مقدار ولتاژ پیک تا پیک به واحد VOLT/DIV توجه نمائید. به عنوان مثال چون تعداد خانه های مثال داده شده در شکل ۸-۶، چهار خانه است، مقدار ولتاژ پیک تا پیک $V_{p-p} = 40$ ولت می شود.



حوزه‌ی موقعیت صفر Y

شکل ۹-۶-ب - اندازه‌گیری ولتاژ پیک (ماکزیمم)

شکل ۹-۶ اندازه‌گیری ولتاژ پیک توسط اسیلوسکوپ

$$V_{max} = V_p = \dots\dots\dots V$$

نکته: برای محاسبه‌ی صحیح ولتاژ باید حوزه‌ی Y position در موقعیت صفر باشد.

سوال ۴: اگر حوزه‌ی کار موقعیت Y در حالت صفر نباشد، چه خطایی در اندازه‌گیری ولتاژ به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

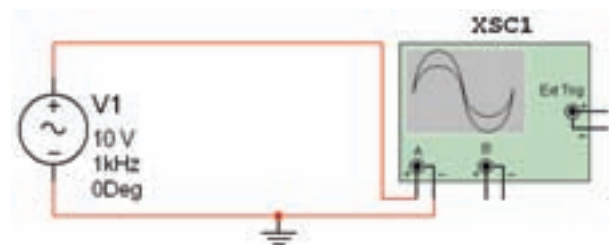
سوال ۵: مقدار ولتاژ پیک شکل ۹-۶ را با توجه به حوزه‌ی کار VOLT/DIV و تعداد خانه‌ها محاسبه کنید و نتیجه را بنویسید.

۱۳-۲-۶ شکل موج مربوط به مدار شکل ۸-۶ را مربعی انتخاب کنید. سپس دامنه‌ی پیک تا پیک آن را با استفاده از اسیلوسکوپ به دست آورید. آیا با مرحله‌ی قبل تفاوتی دارد؟ بنویسید.

۱۴-۲-۶ این مراحل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۳-۶ آزمایش ۳: ولتاژ ماکزیمم، موثر و متوسط

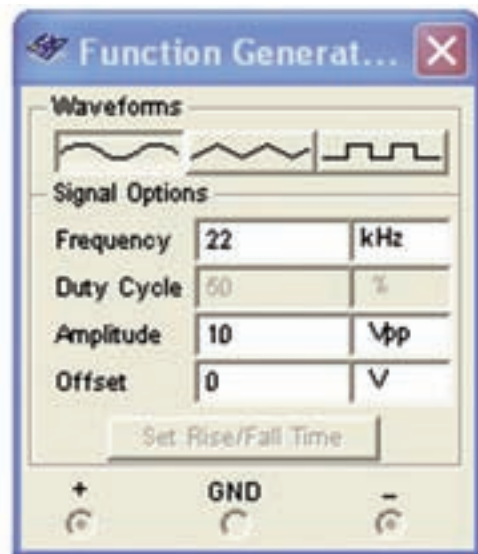
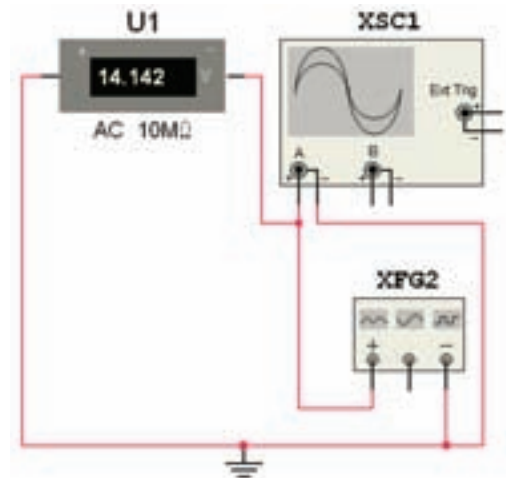
۱-۳-۶ ولتاژ ماکزیمم (پیک یا حداکثر ولتاژ)، برابر با نصف مقدار پیک تا پیک ولتاژ است. مدار شکل ۹-۶ را ببندید و ولتاژ ماکزیمم را توسط دستگاه اسیلوسکوپ اندازه‌گیری کنید. برای این کار تعداد خانه‌های عمودی از قله‌ی مثبت یا منفی را تا محور افقی بشمارید، سپس عدد به دست آمده را در حوزه‌ی کار VOLT/DIV ضرب کنید. نتیجه همان مقدار ولتاژ ماکزیمم یا پیک است. در این حالت نیز به واحد VOLT/DIV توجه داشته باشید.



شکل ۹-۶-الف- نحوه‌ی اتصال اسیلوسکوپ به منبع

۶-۳-۲ این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۶-۳-۳ برای اندازه‌گیری ولتاژ موثر می‌توانید از ولت متر AC استفاده کنید، و یا مقدار ماکزیمم ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط اسیلوسکوپ را در ضریب 0.707 ضرب نمایید. مدار شکل ۶-۱۰ را ببندید و ولتاژ موثر را اندازه‌گیری کنید.

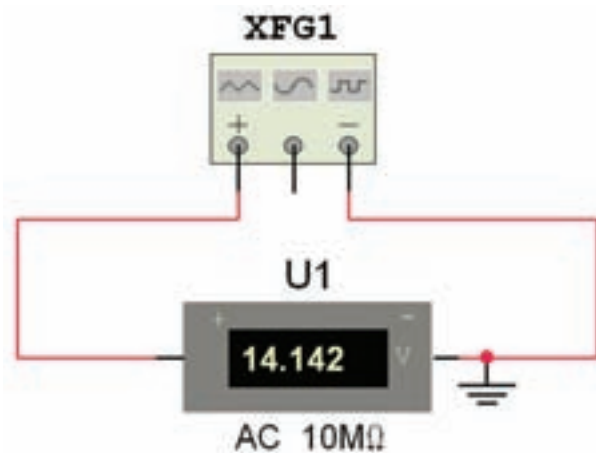


شکل ۶-۱۰ اندازه‌گیری ولتاژ موثر

نکته‌ی مهم: برای اندازه‌گیری ولتاژ موثر باید ولت متر را در حالت AC قرار دهید.

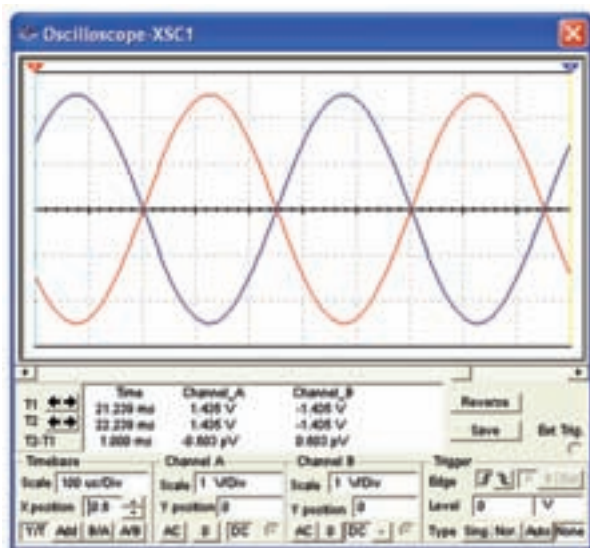
۶-۳-۴ ولتاژ موثر مدار شکل ۶-۱۰ را با استفاده از مقدار V_p نیز به دست آورید و با مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط ولت‌متر AC مقایسه کنید. نتیجه‌ی مقایسه را شرح دهید.

۶-۳-۵ از ولت‌متر AC نیز برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر فانکشن ژنراتور می‌توانید استفاده کنید. مدار شکل ۶-۱۱ را ببندید. آیا مقدار اندازه‌گیری شده در دستگاه اسیلوسکوپ در مرحله‌ی ۶-۳-۳ با مقدار اندازه‌گیری شده با ولت‌متر AC برابر است؟ توضیح دهید.



شکل ۶-۱۱ اندازه‌گیری ولتاژ موثر با ولت‌متر AC

۶-۳-۶ مدار شکل ۶-۱۲ را ببندید.



شکل ۶-۱۳ اختلاف فاز بین دو شکل موج ورودی و خروجی

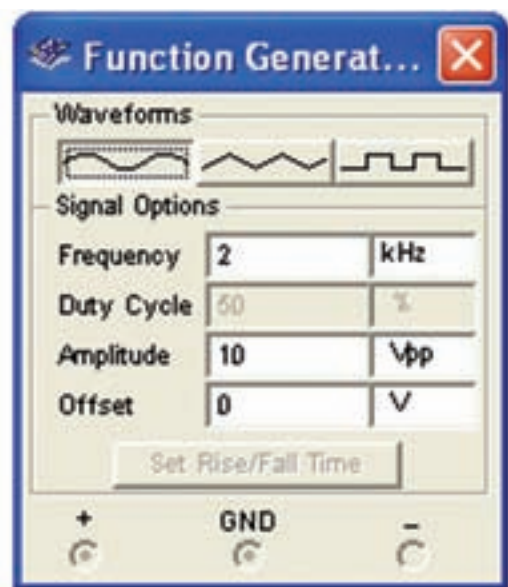
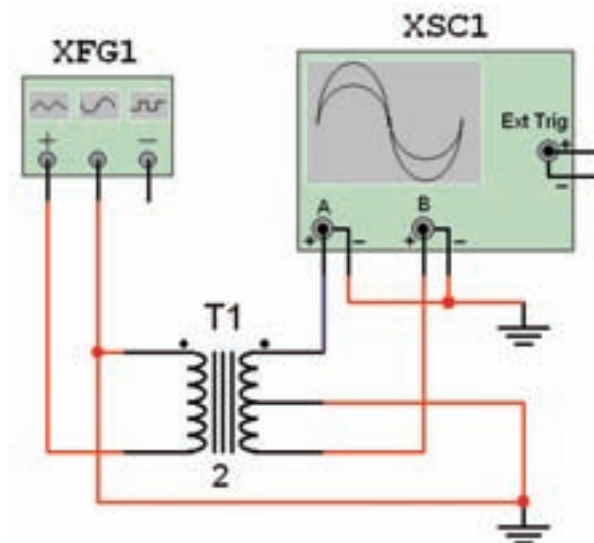
اختلاف فاز = درجه

۸-۳-۶ برای محاسبه‌ی اختلاف فاز بین دو موج، ابتدا باید تعداد خانه‌های افقی یک سیکل کامل را بشمارید، سپس ۳۶۰ درجه را بر آن تعداد تقسیم کنید تا مشخص شود هر خانه‌ی افقی چند درجه است؟

تعداد خانه‌های افقی یک سیکل کامل = خانه

۹-۳-۶ مثلاً در شکل ۶-۱۳ سیکل کامل موج قرمز رنگ ۵ خانه‌ی افقی است. یعنی هر خانه‌ی افقی $72 = 360 \div 5$ درجه است.

۱۰-۳-۶ در مرحله‌ی بعدی فاصله‌ی بین دو پیک دو شکل موج را در محور افقی اندازه می‌گیریم. در شکل ۶-۱۳ تقریباً $2/5$ خانه است. در نتیجه اختلاف فاز بین دو شکل موج $180 = 72 \times 2/5$ درجه می‌شود.



شکل ۶-۱۲ مدار برای اندازه‌گیری اختلاف فاز

۷-۳-۶ مدار را راه‌اندازی کنید. توسط دستگاه اسیلوسکوپ اختلاف فاز بین دو شکل موج ورودی و خروجی را در شکل ۶-۱۳ اندازه‌گیری کنید.

فصل هفتم

بوبین (سلف)

(مطابق فصل چهاردهم کتاب مبانی برق)

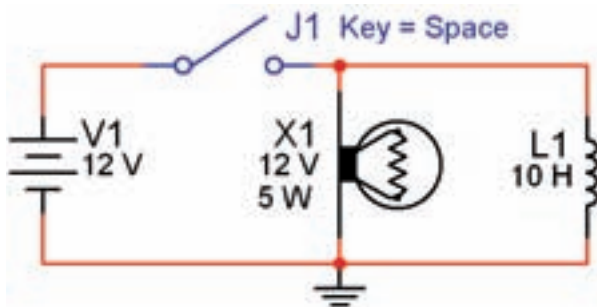
هدف کلی: اجرای عملی آزمایش‌های مربوط به بوبین (سلف) در فضای نرم‌افزاری

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده

انتظار می‌رود:

- ۴- تاثیر فرکانس و هسته را در مقاومت القایی سلف بررسی کند.
- ۵- سلف معادل را در مدار سری و موازی اندازه‌گیری کند.

- ۱- ولتاژ خود القایی در هنگام قطع جریان مستقیم از یک سلف را عملاً در فضای نرم‌افزاری مشاهده کند.
- ۲- تاثیر مقاومت القایی و کنترل شدت جریان را در مدار در فضای نرم‌افزاری بررسی کند.
- ۳- ثابت زمانی سلف را اندازه‌گیری کند.



شکل ۷-۱ اثر قطع کلید روی ولتاژ سلف و لامپ

۷-۱ آزمایش ۱: سلف در مدار DC

۷-۱-۱ در یک مدار مقاومتی جریان مستقیم، با توجه به شرایط مدار، شدت جریان می‌تواند به طور ناگهانی تغییر کند، مثلاً هنگام بستن کلید، جریان به طور ناگهانی از صفر به ماکزیمم و هنگام قطع کلید، جریان به طور ناگهانی از ماکزیمم به صفر می‌رسد. حال اگر بوبینی (سیم پیچ) به مدار اضافه کنیم، شرایط مدار تغییر می‌کند و با توجه به عکس‌العمل سلف، حالات خاص دیگری را به وجود می‌آورد که در این مبحث به آن می‌پردازیم.

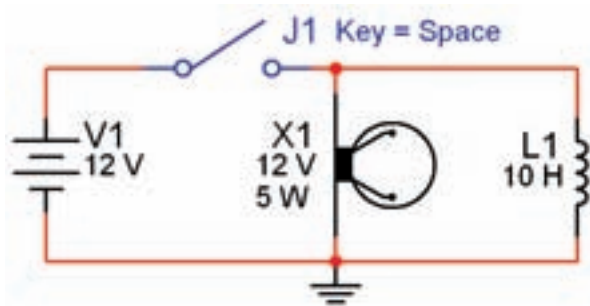
۷-۱-۲ مدار شکل ۷-۱ را روی صفحه‌ی کار آزمایشگاه مجازی ببندید. ولتاژ لامپ را روی ۱۲ ولت و توان آن را روی ۵W قرار دهید مقدار ضریب خودالقای سلف را ۱۰H تنظیم کنید.

نکته ۱: لامپ از مسیر:

Select a Component → Basic Indicator Virtual

Basic Virtual ← سیم پیچ از مسیر:

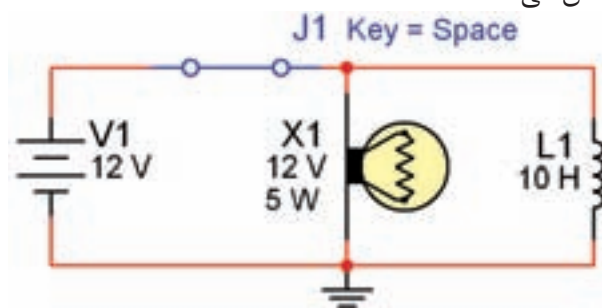
انتخاب شود. در صورتی که از قطعات به جزء قطعات Virtual (مجازی) استفاده کنید، مقادیر قابل تغییر نخواهد بود.



شکل ۷-۳ مرحله‌ی سوختن لامپ

نکته‌ی ۲: توجه داشته باشید، هنگامی که قطعات مجازی (Virtual) را انتخاب می‌کنید برخی از مشخصات قطعه روی آن نوشته نمی‌شود. به عنوان مثال با انتخاب لامپ فقط ولتاژ کار و شماره‌ی آن روی نقشه درج می‌شود. در این حالت در گزینه‌ی Label می‌توانید آن چه را می‌خواهید اضافه کنید. در مدار شکل ۷-۱ مقدار توان لامپ در گزینه‌ی Label برابر ۵W نوشته شده است.

۷-۱-۳ پس از راه‌اندازی مدار، کلید را به مدت ۱۵ ثانیه (از ۱۰۰۰ تا ۱۰۱۵ بشمارید) بسته نگه دارید. در این حالت آیا لامپ بلافاصله روشن می‌شود؟ توضیح دهید. شکل ۷-۲ مدار را در زمان وصل کلید و روشن شدن لامپ نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲ اثر وصل کلید روی سلف و لامپ

نکته‌ی مهم: پس از هر تغییر در مدار می‌بایستی مدار را از حالت فعال خارج نمایید و سپس آن را دوباره فعال نمایید، تا تغییرات ایجاد شده در مدار توسط نرم‌افزار حس شود.

توجه کنید: در صورتی که بدون تاخیر زمانی کلید را خاموش و روشن کنید هیچ اتفاقی نخواهد افتاد فقط لامپ به صورت معمولی خاموش و روشن می‌شود. چرا؟

سوال ۱: معمولاً باید لامپ برای مدتی پس از قطع کلید روشن بماند و سپس خاموش شود. چه خاصیتی سبب روشن ماندن لامپ برای چند لحظه می‌شود؟ شرح دهید.

۷-۱-۴ کلید مدار را قطع کنید. چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد؟ چرا؟ توضیح دهید. شکل ۷-۳ این حالت را نشان می‌دهد. راستی چرا لامپ پس از قطع کلید بلافاصله سوخت؟ شرح دهید.



شکل ۷-۵ پنجره‌ی مربوط به انتخاب لامپ

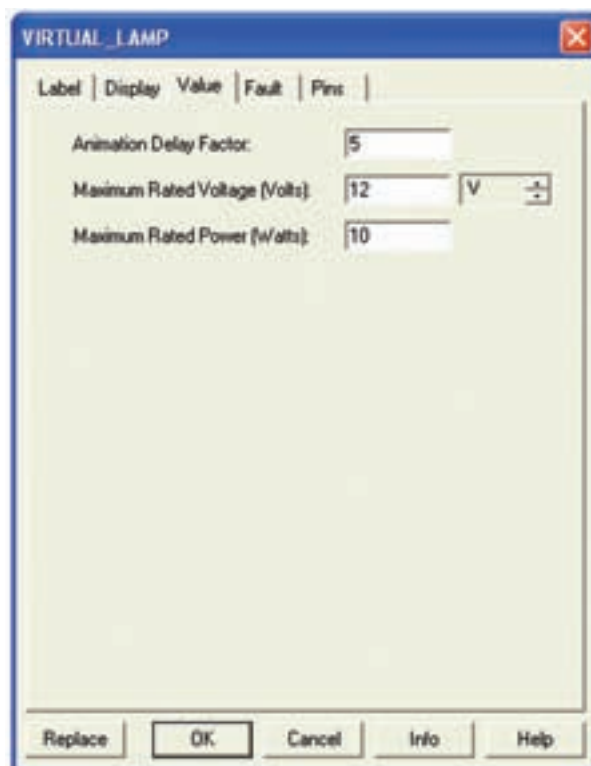
۷-۱-۷ این مرحله را برای مقادیر مختلف ولتاژ لامپ و L انجام دهید و در باره‌ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

توجه: هنگامی که با استفاده از Label توان لامپ را درج می‌کنید، در صورت تغییر توان لامپ، عدد درج شده در Label تغییر نمی‌کند. لذا لازم است در هر مرحله تغییر توان لامپ، مقدار توان نوشته شده در Label را اصلاح کنید.

۷-۱-۸ مدار شکل ۷-۶ را ببندید. در این مدار می‌خواهیم تاخیر در روشن شدن لامپ را مشاهده کنیم. ولتاژ کار لامپ را روی ۱۲ ولت، توان آن را روی ۱۰ وات و ضریب خودالقایی سلف را روی ۱۰ هانری بگذارید.

تحقیق کنید: روی نرم‌افزار مولتی‌سیم تجربه کنید و با تغییر مقادیر ضریب خودالقایی سیم‌پیچ، ولتاژ کار لامپ و توان لامپ در مدار موازی، شرایطی را به وجود آورید که بتوانید تاخیر در روشن شدن لامپ در زمان وصل کلید و تاخیر در خاموش شدن لامپ در زمان قطع کلید را مشاهده کنید.

۷-۱-۵ در صورتی که لامپ برای مدت طولانی روشن بماند، ممکن است در زمان قطع کلید، لامپ بسوزد. در این حالت برای جایگزینی لامپ، روی لامپ دو بار کلیک کنید، پنجره‌ی شکل ۷-۴ باز می‌شود.



شکل ۷-۴ پنجره‌ی مشخصات لامپ

۷-۱-۶ روی گزینه‌ی Replace کلیک کنید. پنجره‌ی Select Component مطابق شکل ۷-۵ ظاهر می‌شود. Ok را بزنید، به جای لامپ سوخته لامپ سالم را جایگزین کنید.

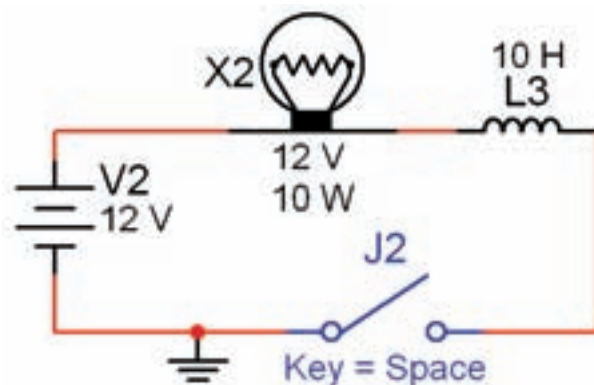
می‌افتد؟ ابتدا لامپ برای چند لحظه روشن می‌شود و به حالت خاموش می‌رود و پس از ۱۵ تا ۲۰ ثانیه دوباره روشن می‌شود. این عمل را تکرار کنید تا موضوع کاملاً برای شما جا بیفتد.

توجه: حالت ۷-۱-۱۰ در هر مرحله فقط یک بار قابل مشاهده است و در صورت تکرار یا گذر زمان پاسخ نمی‌دهد. در این شرایط باید کلیدی مراحل را به ترتیب از فعال کردن نرم‌افزار شروع کنید.

۷-۱-۱۱ به چه دلیل لامپ برای یک لحظه روشن می‌شود و سپس به حالت خاموش می‌رود و بعد از ۱۵ تا ۲۰ ثانیه دوباره روشن می‌شود؟ در باره‌ی آن توضیح دهید.

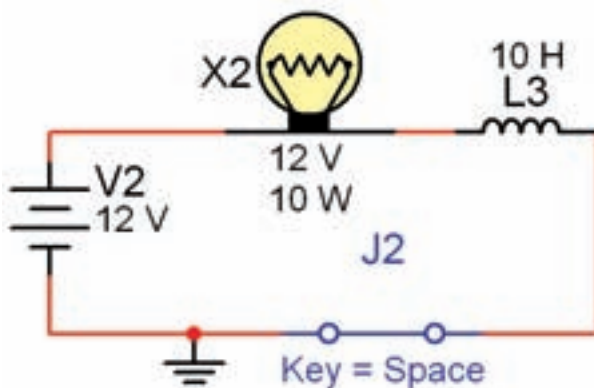
نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید که در خلال خاموش و روشن کردن لامپ در مرحله‌ی ۷-۱-۱۰ نباید نرم‌افزار را غیرفعال کنید. در صورتی که آن را غیرفعال نمودید، برای فعال کردن مجدد آن باید مراحل ۷-۱-۹ و ۷-۱-۱۰ را دوباره اجرا کنید. همچنین در صورت تکرار مراحل تا فعال ماندن نرم‌افزار برای مدت طولانی، ممکن است نرم‌افزار پاسخ ندهد. در این حالت نرم‌افزار را یک بار غیرفعال و مجدداً فعال کنید.

۷-۱-۱۲ مدار شکل ۷-۸ را ببندید. ابتدا نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. سپس کلید را وصل نمائید، به تغییرات جریان در دستگاه آمپر متر توجه کنید. چه مدت زمان طول می‌کشد تا جریان به مقدار حداکثر خود یعنی حدود ۲ آمپر برسد؟ در این مدار مقدار مقاومت داخلی آمپر متر صفر اهم در نظر گرفته شده است. برای اندازه‌گیری زمان طبق شکل ۷-۸ از تایمر کامپیوتر استفاده کنید تا میزان خطا کمتر شود.



شکل ۷-۶ مشاهده‌ی تأخیر در روشن شدن لامپ به دلیل وجود سیم‌پیچ در مدار

۷-۱-۹ ابتدا نرم‌افزار را فعال کنید، سپس کلید J2 را ببندید. از شماره‌ی ۱۰۰۰ تا ۱۰۲۰ (حدود ۲۰ ثانیه) بشمارید. طبق شکل ۷-۷ لامپ روشن می‌شود.



شکل ۷-۷ لامپ بعد از حدود ۱۵ تا ۲۰ ثانیه روشن می‌شود

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، تأخیر در روشن شدن لامپ در این مدار کاملاً قابل مشاهده است.

دقت کنید که: ترتیب فعال کردن نرم‌افزار و روشن

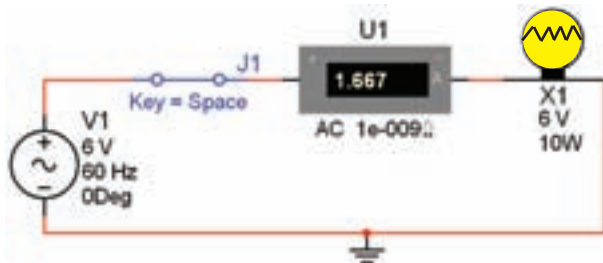
کردن کلید J2 در این آزمایش اهمیت دارد. همچنین برای گرفتن زمان می‌توانید از تایمر نرم‌افزار نیز استفاده کنید. این تایمر در پایین صفحه قرار دارد.

۷-۱-۱۰ به محض روشن شدن لامپ کلید J2 را به حالت خاموش ببرید و بلافاصله روشن کنید. چه اتفاقی

۷-۲ آزمایش ۲: سلف در مدار AC

۷-۲-۱ در مدارهای AC چون جریان همواره در حال تغییر است، اندوکتانس اثری دائمی بر کار مدار می‌گذارد.

۷-۲-۲ مدار شکل ۷-۹ را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید و سپس کلید مدار را در حالت وصل بگذارید. آیا لامپ روشن می‌شود؟ آیا آمپر متر عددی را نشان می‌دهد؟ نتیجه‌ی مشاهدات خود را بنویسید.

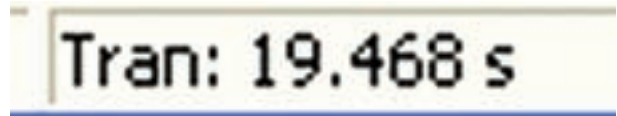
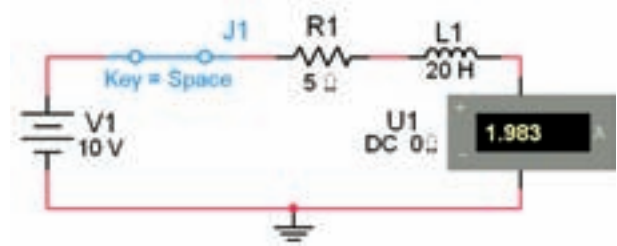


شکل ۷-۹ روشن شدن لامپ با ولتاژ AC

نکته: هنگام اندازه‌گیری جریان در مدار AC، آمپر

متر را روی حالت AC بگذارید. هم چنین برای این که بتوانید مقدار جریان را با هر تغییر در مدار مشاهده کنید، باید پس از هر تغییر کمی صبر کنید تا میلی‌آمپر متر فعال شود.

۷-۲-۳ به مدار ۷-۹ یک سلف به ضریب خود القایی ۲۰ میلی‌هانسری اضافه کنید. شکل ۷-۱۰ این مدار را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و به تغییرات شدت جریان در مقایسه با مدار شکل ۷-۹ توجه نمائید. نتیجه‌ی تغییرات را بنویسید.



شکل ۷-۸ مقدار جریان عبوری از مدار پس از حدود ۲۰ ثانیه

$$T_{\max} = \dots \text{ sec}$$

سوال ۲: زمانی که جریان به حداکثر خود می‌رسد، مقدار آن از چه رابطه‌ای قابل محاسبه است؟ توضیح دهید.

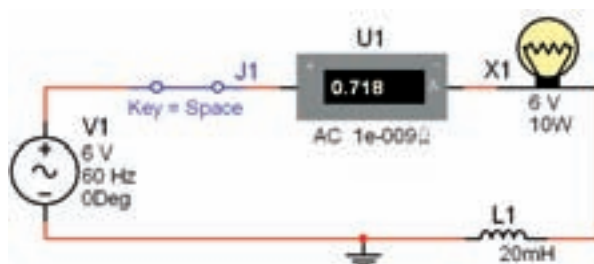
سوال ۳: آیا مقدار محاسبه شده با مقدار اندازه‌گیری شده تا حدودی انطباق دارد؟ شرح دهید.

نکته: ثابت زمانی سلف (سیم‌پیچ) از

$$\tau = L/R \text{ به دست می‌آید.}$$

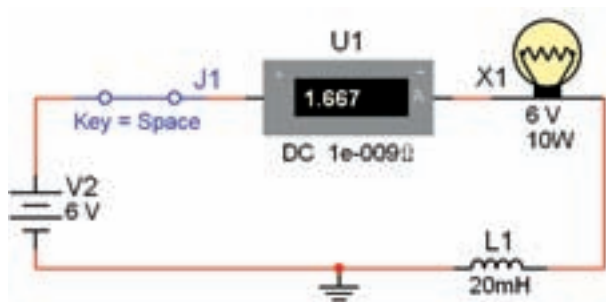
۷-۱-۱۳ کلید مدار شکل ۷-۸ را قطع کنید. آیا به محض قطع کلید، جریان مدار صفر می‌شود؟ آزمایش را انجام دهید و نتیجه‌ی به دست آمده را تشریح کنید.

سوال ۵: آیا با افزایش اندوکتانس سلف جریان عبوری از مدار کاهش می‌یابد؟ شرح دهید.



شکل ۱۰-۷ تاثیر سلف در مدار با ولتاژ AC

۷-۲-۶ مدار مرحله‌ی ۳-۷ را ببندید و به جای منبع AC از یک منبع DC استفاده کنید. ولتاژ منبع را بر روی ۶ ولت تنظیم نمایید. در شکل ۱۱-۷ مدار مورد آزمایش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱-۷ اثر قطع و وصل کلید روی نور لامپ و ولتاژ سلف

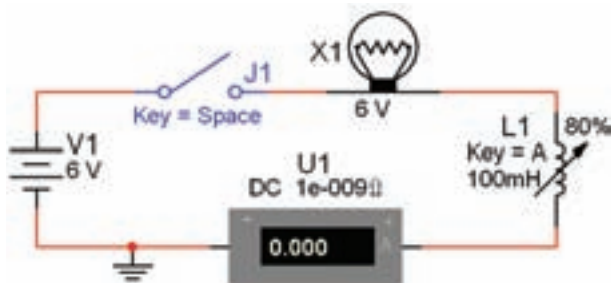
۷-۲-۷ در آزمایش مدار شکل ۱۱-۷ تغییرات جریان را بنویسید. آیا در این مدار نور لامپ تغییری دارد؟ شرح دهید.

۷-۲-۸ در مدار شکل ۱۲-۷ از منبع DC و یک سلف ۱۰۰ میلی‌هانری استفاده شده است. مدار را راه‌اندازی نمائید و به نور لامپ و شدت جریان عبوری توجه کنید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را با نتایج مدار شکل ۱۱-۷ مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید. توان لامپ را روی ۱۰ W بگذارید.

سوال ۴: در مدار شکل ۱۰-۷ پس از بستن کلید، نور لامپ چگونه تغییر می‌کند؟ شرح دهید.

۷-۲-۴ در مدار شکل ۱۰-۷ به جای سلف ۲۰ میلی‌هانری یک سلف ۱۰۰ میلی‌هانری قرار دهید. جریان مدار چه تغییری دارد؟ شرح دهید.

۷-۲-۵ آزمایش مرحله‌ی قبل را با سلف‌های ۳۰۰ میلی‌هانری و یک هانری نیز تکرار کنید و نتیجه‌ی تغییرات را توضیح دهید.



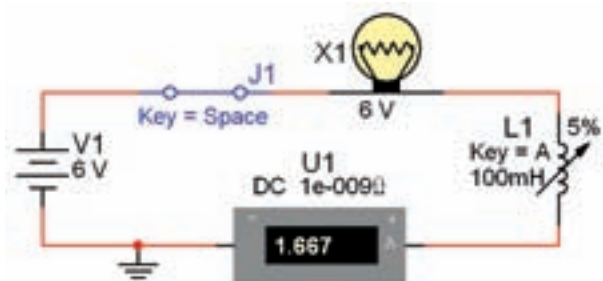
شکل ۷-۱۳ بررسی اثر تغییر مقدار اندوکتانس در شدت جریان در اتصال سلف به صورت سری در مدار DC

$$I = \dots\dots\dots A$$

۷-۳-۲ اندوکتانس سلف را با فشار دادن بر روی کلید A به طور لحظه‌ای تغییر دهید (کم و زیاد کنید). این عمل معادل به حرکت درآوردن هسته داخل سلف است. نتایج به دست آمده را تشریح کنید.

۷-۳-۳ با نگه داشتن کلید Shift و فشار دادن مرحله‌ای کلید A، مقدار سلف شروع به کاهش می‌کند. این امر به منزله‌ی بیرون آوردن هسته از داخل سلف است. این مرحله را به طور کامل انجام دهید و نتایج به دست آمده را تشریح کنید.

۷-۳-۴ با توجه به شکل ۷-۱۴، به چه دلیل هنگام کاهش اندوکتانس، فیلامان لامپ سرخ می‌شود؟



شکل ۷-۱۲ تغییر مقدار ضریب خود القایی سلف و اثر آن روی مدار سری

سوال ۶: در حالات مختلف کلید مدار شکل ۷-۱۲ را قطع کنید، چه اتفاقی در نور لامپ ایجاد می‌شود؟ بنویسید.

سوال ۷: توجه داشته باشید در صورتی که کلید خیلی سریع قطع و وصل شود لامپ می‌سوزد، این موضوع را تجربه کنید و در مورد علت آن توضیح دهید.

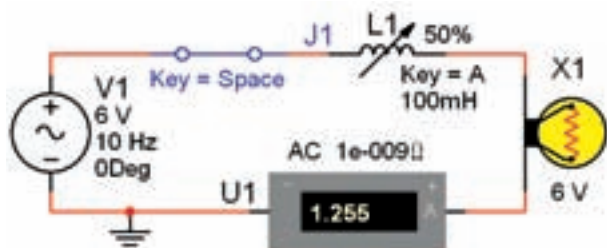
۷-۳ آزمایش ۳: بررسی تأثیر هسته‌ی سیم

پیچ و فرکانس سیگنال در مقاومت القایی سلف

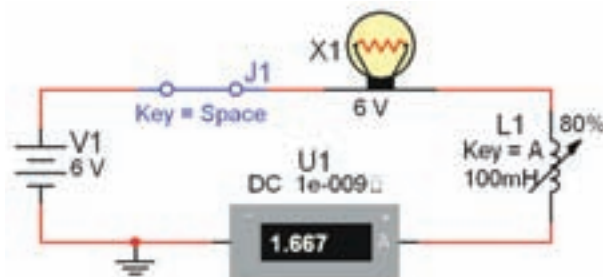
نکته: در این آزمایش بجای یک بوبین با هسته

مغناطیسی از یک بوبین متغیر استفاده می‌شود.

۷-۳-۱ مدار شکل ۷-۱۳ را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. سپس کلید را وصل نمائید. شدت جریان عبوری از مدار را یادداشت کنید. توجه داشته باشید که در این حالت سلف روی ۸۰ درصد قرار دارد و توان لامپ ۱۰ وات است.



شکل ۷-۱۵ بررسی اثر تغییر مقدار سلف در مدار با منبع AC



شکل ۷-۱۴ بررسی علت سرخ شدن فیلامان لامپ

نکته: اگر لامپ شما سوخت مجدداً آن را جایگزین کنید.

نکته: فرکانس منبع را بر روی ۱۰ هرتز تنظیم نمائید.

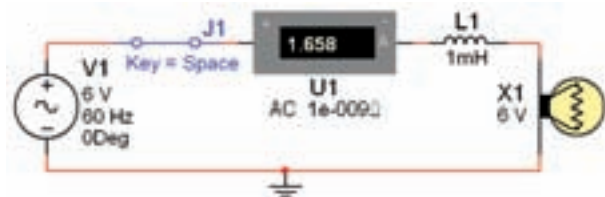
سوال ۹: اگر فرکانس منبع را افزایش دهیم، آیا تغییری در نور لامپ و شدت جریان عبوری ایجاد می‌شود؟ تجربه کنید و نتایج آن را بنویسید.

سوال ۸: جریان آمپر متر در مدار شکل ۷-۱۳ چگونه تغییر می‌کند؟ آیا به نظر شما نور لامپ در مدار واقعی کاهش می‌یابد؟ چرا؟ شرح دهید.

۷-۳-۵ مقدار سلف را در مدار تغییر دهید و روی مقادیر ۲۰۰ میلی‌هانری و ۵۰۰ میلی‌هانری بگذارید. سپس مراحل آزمایش را تکرار کنید، در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۷-۴ آزمایش ۴: سری و موازی کردن سلف‌ها

۷-۴-۱ مدار شکل ۷-۱۶ را ببندید. پس از راه‌اندازی مدار شدت جریان مدار را اندازه‌گیری کنید.

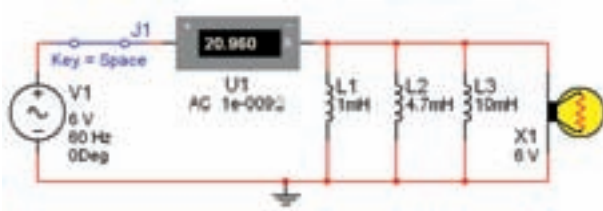


شکل ۷-۱۶ بررسی اثر تغییر فرکانس روی مدار AC شامل سلف و لامپ

۷-۳-۶ مدار شکل ۷-۱۵ را ببندید. مدار را فعال کنید. سپس کلید A روی صفحه کلید را تغییر دهید و به روشنایی لامپ توجه کنید. آیا جریان مدار متغیر است؟ توضیح دهید.

$$I = \dots\dots\dots A$$

۷-۴-۴ مدار شکل ۷-۱۸ را ببندید. شدت جریان مدار را اندازه‌گیری کنید و با مدار شکل ۷-۱۷ مقایسه نمایید. نتیجه را بنویسید.



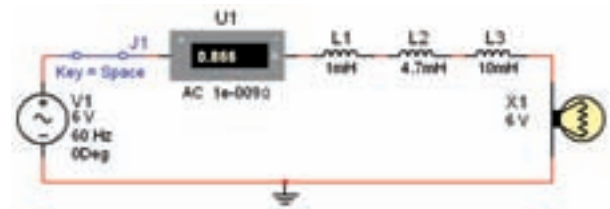
شکل ۷-۱۸ موازی کردن سه سلف با یک لامپ در جریان AC

$$I = \dots\dots\dots A$$

سوال ۱۱: میزان نور لامپ نسبت به مدار شکل ۷-۱۷ چه تغییری کرده است؟ شرح دهید.

۷-۴-۲ به مدار شکل ۷-۱۶ یک سلف با ضریب خودالقایی ۴/۷ میلی هانری به صورت سری اضافه کنید. پس از راه اندازی مدار تغییرات شدت جریان و نور لامپ را یادداشت نمایید.

۷-۴-۳ در مدار شکل ۷-۱۷ سه سلف را به صورت سری قرار داده‌ایم. شدت جریان این مدار نسبت به مدار شکل ۷-۱۶ چه تغییری کرده است؟ توضیح دهید.



شکل ۷-۱۷ سری کردن سه سلف و یک لامپ با هم در مدار AC

سوال ۱۰: جریان عبوری از مدار شکل ۷-۱۷ نسبت به مدار شکل ۷-۱۶ افزایش پیدا کرده است یا کاهش؟ چرا؟ توضیح دهید.

یادآوری: اگر سلف‌ها را با هم سری کنیم، مقدار اندوکتانس سلف معادل افزایش می‌یابد. هم چنین در صورتی که چند سلف را به صورت موازی ببندیم، مقدار اندوکتانس سلف معادل کاهش می‌یابد.

فصل هشتم

خازن در جریان مستقیم

(مطابق فصل پانزدهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: آزمایش بررسی رفتار خازن در مقابل جریان مستقیم با استفاده از نرم افزار مولتی سیم

هدف های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می شود، از فراگیرنده

انتظار می رود:

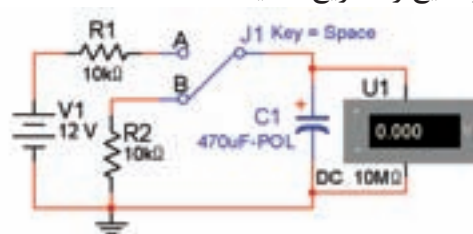
- ۱- ثابت زمانی شارژ خازن را محاسبه و اندازه گیری کند.
- ۲- منحنی شارژ خازن را رسم کند.
- ۳- رفتار خازن را در مدار DC مورد آزمایش قرار دهد.
- ۴- خازن معادل را در مدار سری اندازه گیری کند.
- ۵- خازن معادل را در مدار موازی اندازه گیری کند.

۸-۱ آزمایش ۱: بررسی ثابت زمانی، شارژ

و دشارژ خازن

۸-۱-۱ برای این که یک خازن شارژ شود، یعنی بتواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند، باید آن را به یک منبع ولتاژ DC وصل کنیم.

۸-۱-۲ مدار شکل ۸-۱ را ببینید. نرم افزار را راه اندازی کنید، سپس کلید J را طبق شکل ۸-۲ در وضعیت A قرار دهید. تغییرات ولتاژ در خازن را از روی ولت متر ملاحظه کنید و نتایج را تشریح نمایید.



شکل ۸-۱ اتصال مدار برای بررسی حالت شارژ و دشارژ خازن

نکته: کلید DPST کلید دو پل یک راهه است.

با کلیک کردن بر روی دکمه ی Space کنتاکت های کلید جابجا می شود. به این کلید، کلید تبدیل نیز می گویند.

۸-۱-۳ در زمان شارژ شدن خازن، باید کلید در وضعیت A باشد. شکل ۸-۲ مدار شارژ خازن را نشان می دهد.



نمودار منحنی شارژ خازن

سوال ۱: مقدار ثابت زمانی شارژ خازن را بدست آورید.

نکته: ثابت زمانی خازن از رابطه $\tau = RC$ به دست

می آید.

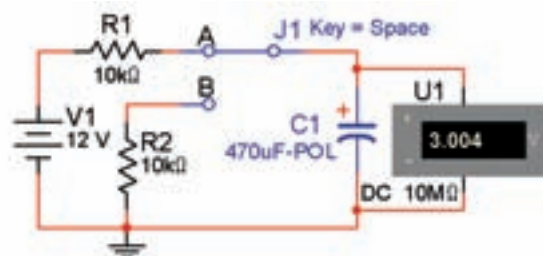
سوال ۲: در یک ثابت زمانی ولتاژ خازن به چند ولت

می رسد؟ شرح دهید.

$$V(t_1) = \dots\dots\dots V$$

سوال ۳: در چند ثابت زمانی خازن کاملاً شارژ می شود؟

شرح دهید.



شکل ۸-۲ تغییرات ولتاژ دو سر خازن در زمان شارژ

۸-۱-۴ پس از وصل کردن کلید، با توجه به زمان

داده شده در جدول ۸-۱، مقادیر ولتاژ را در جدول ۸-۱ یادداشت کنید.

از تایمر موجود در پایین مدار استفاده کنید، زیرا زمان سنج کامپیوتر زمان مربوط به پردازش سیگنال را نیز در نظر می گیرد.

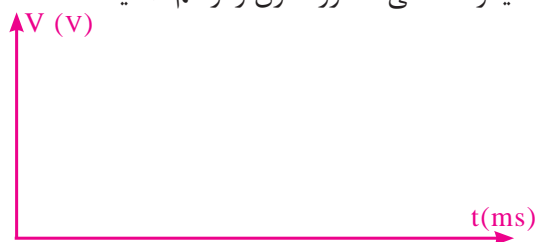
جدول ۸-۱ جدول شارژ خازن

| ولتاژ خازن بر حسب ولت | زمان بر حسب ثانیه |
|-----------------------|-------------------|
| | ۵ |
| | ۱۰ |
| | ۱۵ |
| | ۲۰ |
| | ۲۵ |
| | ۳۰ |
| | ۴۰ |
| | ۵۰ |

۸-۱-۵ مقادیر به دست آمده از جدول ۸-۱ را در نمودار

مشخص کنید و سپس با اتصال نقاط به یکدیگر، منحنی شارژ خازن را رسم نمایید.

۸-۱-۸ نقاط مربوط به مقادیر به دست آمده در جدول ۸-۲ را در نمودار زیر مشخص کنید و سپس با اتصال نقاط به یکدیگر، منحنی دشارژ خازن را رسم نمایید.



نمودار منحنی دشارژ خازن

سوال ۴: در اولین ثابت زمانی دشارژ ولتاژ خازن چند ولت است؟ توضیح دهید.

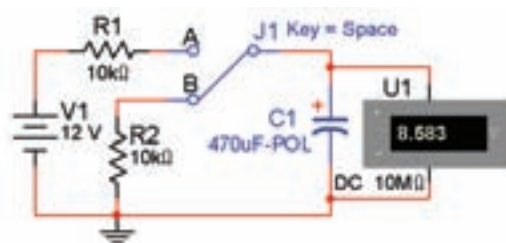
سوال ۵: چه مدت زمان طول می کشد تا ولتاژ خازن به صفر برسد؟ شرح دهید.

۸-۲ آزمایش ۲: بررسی رفتار خازن در مدار

DC

۸-۲-۱ مدار شکل ۸-۴ را ببندید. نرم افزار را راه اندازی کنید. کلید را وصل نمایید و اثر آن را بر روی نورلامپ و جریان مدار بررسی کنید و شرح دهید.

۸-۱-۶ پس از شارژ کامل خازن، کلید را از حالت A به حالت B تغییر دهید. در این حالت خازن از طریق مقاومت R_2 دشارژ می شود. شکل ۸-۳ مدار دشارژ خازن را نشان می دهد. تغییرات ولتاژ در ولت متر را بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.



Tran: 10.288 s

شکل ۸-۳ مدار دشارژ خازن

۸-۱-۷ پس از قرار دادن کلید، در وضعیت B، با توجه به مقادیر زمان های داده شده در جدول ۸-۲ تغییرات ولتاژ را یادداشت کنید.

جدول ۸-۲ دشارژ خازن

| ولتاژ خازن بر حسب ولت | زمان بر حسب ثانیه |
|-----------------------|-------------------|
| | ۵ |
| | ۱۰ |
| | ۱۵ |
| | ۲۰ |
| | ۲۵ |
| | ۳۰ |
| | ۴۰ |
| | ۵۰ |

۸-۳ آزمایش ۳: ظرفیت خازن معادل در مدار

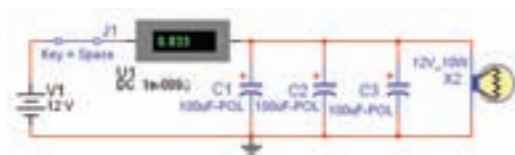
سری و موازی

۸-۳-۱ مدار شکل ۸-۵ را ببندید. در این مدار سه خازن به صورت سری بسته شده‌اند، جریان عبوری از مدار را اندازه‌گیری کنید و با جریان مدار شکل ۸-۴ مقایسه نمایید، نتیجه‌ی این مقایسه را شرح دهید و بنویسید.



شکل ۸-۵ جریان عبوری از مدار خازن‌های سری

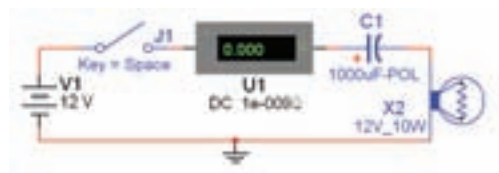
۸-۳-۲ مدار شکل ۸-۶ را ببندید. در این مدار خازن‌ها به طور موازی قرار گرفته‌اند. جریان عبوری از مدار را اندازه‌گیری کنید و با جریان مدار شکل ۸-۵ مقایسه نمایید، نتیجه‌ی این مقایسه را شرح دهید.



شکل ۸-۶ جریان عبوری از مدار خازن‌های موازی

یادآوری: خازن معادل در مدار سری کاهش

می‌یابد و در مدار موازی افزایش پیدا می‌کند. چرا؟



شکل ۸-۴ مدار بررسی رفتار خازن در مدار DC

سوال ۶: آیا لامپ روشن می‌شود و در حالت روشن باقی می‌ماند؟ چرا؟ توضیح دهید.

سوال ۷: آیا لامپ برای لحظه‌ای روشن می‌شود و بعد به حالت خاموش می‌رود؟ چرا؟ توضیح دهید.

سوال ۸: شدت جریان مدار پس از شارژ کامل خازن چه قدر است؟ چرا؟ در این حالت مقدار مقاومت خازنی مدار چه قدر است؟ توضیح دهید.

فصل نهم

خازن در جریان متناوب

(مطابق فصل شانزدهم کتاب مبانی برق)

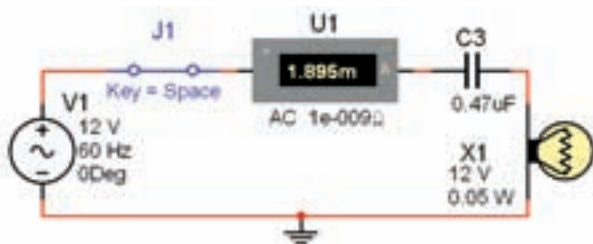
هدف کلی: آزمایش بررسی رفتار خازن در ولتاژ AC، و سری و موازی کردن خازن‌ها توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده انتظار

می‌رود:

- ۳- خازن معادل را در مدار موازی اندازه‌گیری کند.
- ۴- خازن معادل را در مدار ترکیبی "سری - موازی" اندازه‌گیری کند.

- ۱- رفتار خازن را در مدار AC مورد آزمایش قرار دهد.
- ۲- خازن معادل را در مدار سری اندازه‌گیری کند.



شکل ۹-۱ رفتار خازن در مدار AC

۹-۱ آزمایش ۱: بررسی رفتار خازن در مدار

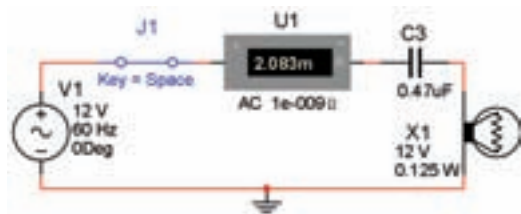
AC

۹-۱-۱ در صورتی که موج سینوسی به دو سر یک خازن بدهیم. در لحظه‌ای که خازن به حداکثر مقدار شارژ خود می‌رسد. جریان عبوری از آن صفر می‌شود. هم چنین در زمانی که ولتاژ دو سر خازن به صفر می‌رسد، مقدار جریان آن حداکثر می‌شود. به عبارت دیگر خازن در جریان متناوب به طور دائم شارژ و دشارژ می‌شود.

۹-۱-۲ مدار شکل ۹-۱ را ببندید. پس از راه‌اندازی نرم‌افزار، کلید J را وصل کنید. به عملکرد مدار توجه نمایید. نور لامپ چه وضعیتی دارد؟ آیا با توجه به نور لامپ جریان مدار متناسب با شکل موج ورودی تغییر می‌کند؟ آیا به نظر می‌رسد که خازن شارژ و دشارژ می‌شود؟ توضیح دهید.

سوال ۱: به چه دلیل در مدار شکل ۹-۱ لامپ خاموش و روشن می‌شود؟ توضیح دهید.

۹-۱-۶ طبق شکل ۹-۳ توان لامپ را به ۰/۱۲۵ وات برسانید. نرم‌افزار را راه‌اندازی و کلید J_۱ را وصل کنید.

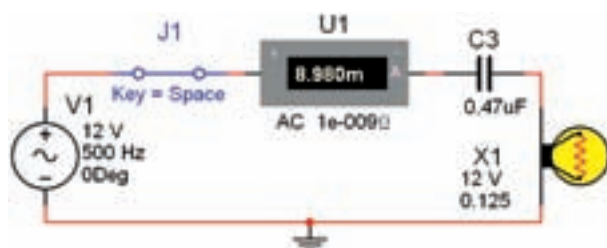


شکل ۹-۳ افزایش توان لامپ به ۰/۱۲۵ وات

سوال ۳: به چه دلیل با وجود عبور جریان در حدود ۲ میلی‌آمپر، لامپ خاموش است؟ توضیح دهید.

۹-۱-۷ طبق شکل ۹-۴ فرکانس منبع را از ۶۰ Hz به ۵۰۰ Hz افزایش دهید. سپس مدار را راه‌اندازی کنید و کلید J_۱ را وصل کنید.

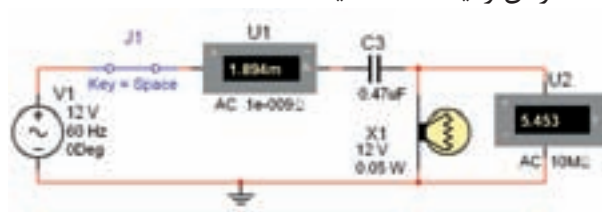
سوال ۴: به چه دلیل در این مدار در مقایسه با مدار شکل ۹-۳ جریان افزایش یافته است و لامپ روشن می‌شود؟ توضیح دهید.



شکل ۹-۴ افزایش فرکانس ورودی

۹-۱-۸ طبق شکل‌های ۹-۵، ۹-۶ و ۹-۷ فرکانس منبع را روی ۶۰ Hz و توان لامپ را روی ۱۰ وات قرار دهید. سپس ظرفیت خازن را به ترتیب ۱۰μF، ۱۰۰μF

۹-۱-۳ طبق شکل ۹-۲ یک ولت‌متر AC به مدار شکل ۹-۱ اضافه کنید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.



شکل ۹-۲ اندازه‌گیری ولتاژ AC دو سر لامپ

$$V_{AC \text{ Lamp}} = \dots\dots\dots \text{Volts}$$

۹-۱-۴ با توجه با توان مجاز لامپ و ولتاژ کار آن، مقدار مقاومت اهمی لامپ را از رابطه‌ی زیر محاسبه کنید.

$$R_{\text{Lamp}} = \frac{V^2}{P} = \frac{(12)^2}{0.05} = \dots\dots\dots \text{K}\Omega$$

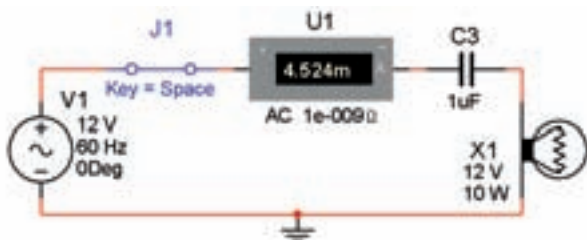
۹-۱-۵ مقدار جریان لامپ را با توجه به مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۹-۱-۳ محاسبه کنید.

$$I_{\text{Lamp}} = \frac{V_{AC \text{ Lamp}}}{R_{\text{Lamp}}} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

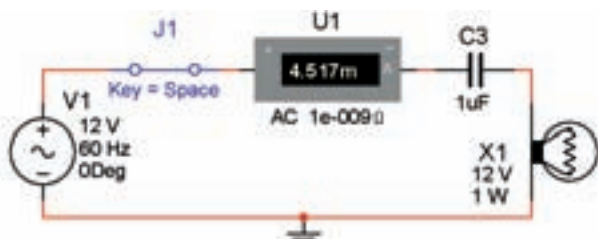
$$I_{\text{Lamp}} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

سوال ۲: آیا مقدار جریان عبوری از لامپ با جریان مدار حدوداً برابر است؟ توضیح دهید.

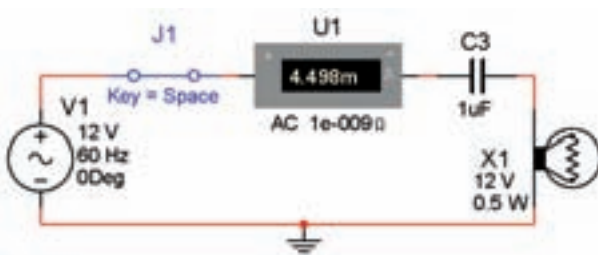
و $200\mu F$ انتخاب کنید. در هر مرحله مدار را راه اندازی نمایید و در مورد نتایج حاصل شده توضیح دهید. به چه دلیل نور لامپ افزایش یافته است؟



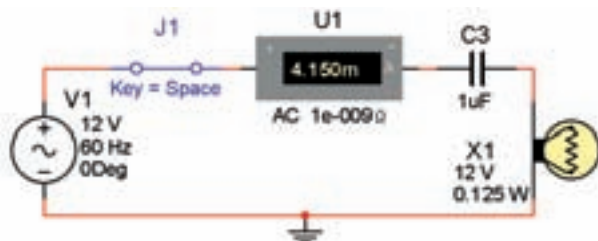
شکل ۸-۹ توان لامپ $10W$



شکل ۹-۹ توان لامپ $1W$

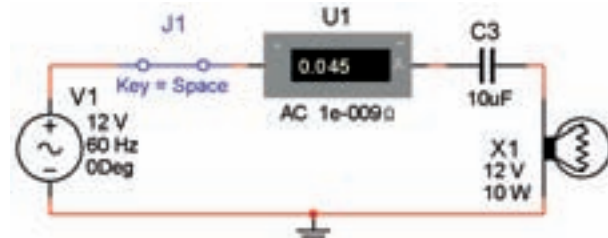


شکل ۱۰-۹ توان لامپ $0.5W$

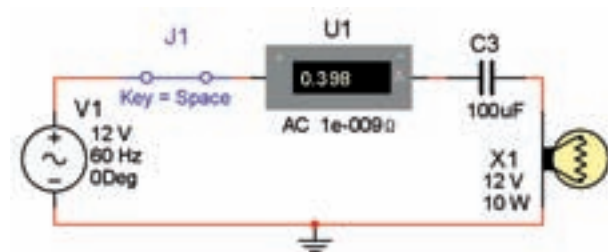


شکل ۱۱-۹ توان لامپ $0.125W$

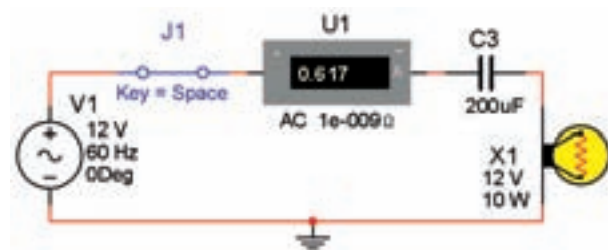
سوال ۵: توضیح دهید به چه دلیل با کاهش توان لامپ، جریان مدار کاهش می یابد ولی در نهایت هنگامی که توان لامپ را به 0.125 وات تغییر می دهیم لامپ روشن می شود؟



شکل ۵-۹ ظرفیت خازن $10\mu F$ و لامپ خاموش است



شکل ۶-۹ ظرفیت خازن $100\mu F$ و لامپ با نور معمولی روشن است



شکل ۷-۹ ظرفیت خازن $200\mu F$ و لامپ با نور بسیار زیاد روشن است

۹-۱-۹ طبق شکل های ۸-۹، ۹-۹، ۱۰-۹ و ۱۱-۹ فرکانس و ظرفیت خازن را ثابت در نظر بگیرید و با تغییر توان لامپ نحوه ی عملکرد مدار را مشاهده کنید.

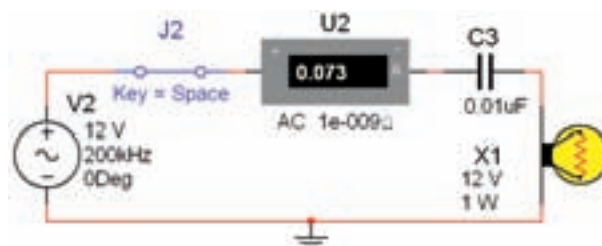
سوال ۸: در اثر تغییر فرکانس در مدار شکل ۹-۱۲ شدت جریان مدار افزایش پیدا کرده است یا کاهش؟ چرا؟ توضیح دهید.

سوال ۹: با افزایش فرکانس مدار شکل ۹-۱۲ نور لامپ چه تغییری می کند؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

۹-۱-۱۲ مدار شکل ۹-۱۲ را مجدداً مورد بررسی قرار دهید. با توجه به مقادیر موجود در روی شکل، فکر کنید که، آیا می توانید مقاومت خازن را به دست آورید؟

سوال ۱۰: مقاومت خازنی مدار را به دست آورید و در باره ی نحوه ی محاسبه ی آن توضیح دهید.

۹-۱-۱۰ مقادیر خازن C_3 و مشخصات لامپ را طبق شکل ۹-۱۲ تغییر دهید.



شکل ۹-۱۲ تغییر مقدار ظرفیت خازن و توان لامپ

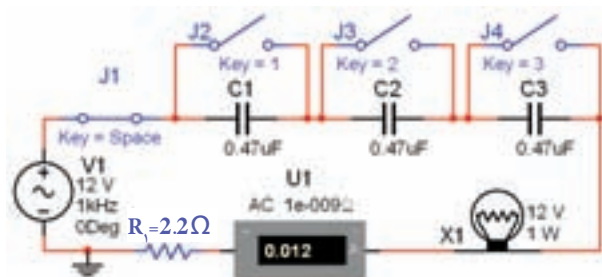
۹-۱-۱۱ فرکانس مدار را به ترتیب روی مقادیر ۶۰ Hz، ۱۲۰ Hz، ۱ KHz، ۱۰ KHz، ۱۰۰ KHz، ۱۵۰ KHz و ۲۰۰ KHz قرار دهید و در هر مرحله به جریان مدار، وضعیت روشن شدن لامپ، نور لامپ و سرعت چشمک زدن آن توجه کنید.

سوال ۶: با توجه به اطلاعات به دست آمده در شکل ۹-۱۲ و اطلاعات قبلی کدام یک از موارد زیر رخ داده است؟

- نور لامپ زیاد شده است؟
 - سرعت چشمک زدن لامپ تغییر کرده است؟
- نتایج به دست آمده را توضیح دهید.

سوال ۷: در زمانی که فرکانس مدار شکل ۹-۱۲ را ده برابر می کنید چه تغییراتی در عملکرد مدار ایجاد می شود؟ توضیح دهید.

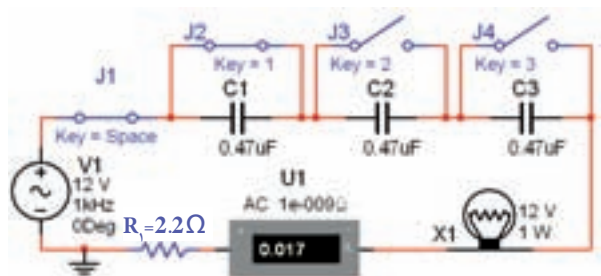
نرم افزار را راه اندازی کنید و طبق شکل ۹-۱۴ کلید ۱ را روشن کنید. به جریان عبوری از مدار توجه نمایید.



شکل ۹-۱۴ سه خازن C_1 ، C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ

۹-۲-۳ در مدار شکل ۹-۱۴ آیا لامپ روشن می شود؟
جریان مدار چقدر است؟

۹-۲-۴ طبق شکل ۹-۱۵ کلید ۲ را ببندید. در این حالت خازن C_1 اتصال کوتاه می شود و خازن های C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ قرار می گیرد. در این شرایط آیا لامپ روشن می شود؟



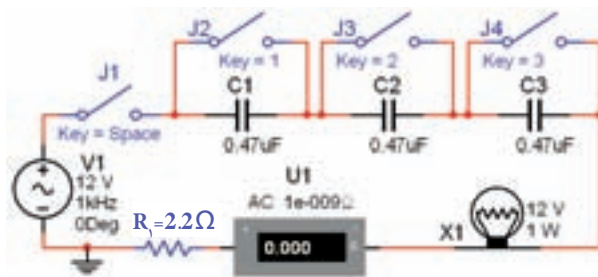
شکل ۹-۱۵ خازن های C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ

یادآوری: راکتانس خازن از رابطه $X_c = 1/(2\pi fc)$ به دست می آید.

سوال ۱۱: افزایش فرکانس چه تاثیری بر روی راکتانس خازنی مدار دارد؟ شرح دهید.

۹-۲ آزمایش ۲: سری و موازی کردن خازن ها

۹-۲-۱ مدار شکل ۹-۱۳ را ببندید. در این مدار سه خازن را به صورت سری با لامپ بسته ایم و در دو سر هر خازن یک کلید به صورت موازی قرار داده ایم.



شکل ۹-۱۳ بررسی عملکرد خازن ها به صورت سری در مدار لامپی

نکته مهم: با دو بار کلیک کردن روی کلید

می توانید فرمان مربوط به عملکرد کلید را با استفاده از صفحه کلید کامپیوتر تغییر دهید. در این مدار کلید ۱ با Space، کلید ۲ با عدد (۱)، کلید ۳ با عدد (۲) و کلید ۴ با عدد (۳) عمل می کند.

۹-۲-۲ در این مدار می خواهیم اثر سری کردن خازن ها را روی نور لامپ بررسی کنیم طبق شکل ۹-۱۳ در مرحله اول کلیدی کلیده ها را در حالت خاموش قرار دهید.

۹-۲-۷: مراحل ۹-۲-۱ تا ۹-۲-۶ را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً به عملکرد مدار مسلط شوید.

سوال ۱۵: در مدار سری اگر تعداد خازن‌های مساوی را در مدار افزایش دهیم، راکتانس خازنی مدار کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ شرح دهید.

سوال ۱۶: اثر خازن‌های سری بر روی جریان مدار و نور لامپ را به اختصار توضیح دهید.

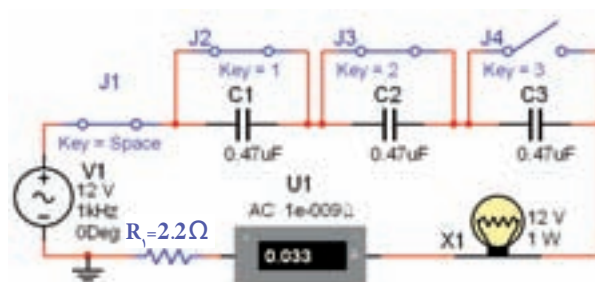
سوال ۱۷: راکتانس کل مدار از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟ شرح دهید.

۹-۲-۸: با تغییرات حالت کلیدهای J_2 ، J_3 و J_4 ، خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج کنید و اثر آن را روی نور لامپ و جریان مدار مورد بررسی قرار دهید.

سوال ۱۸: آیا در شرایطی که هر سه خازن C_1 ، C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ قرار دارند لامپ روشن است؟ این حالت را با مرحله‌ی ۹-۲-۲ مقایسه کنید. با ذکر دلیل توضیح دهید.

سوال ۱۲: شدت جریان مدار شکل ۹-۱۵ نسبت به مدار شکل ۹-۱۴ چه تغییری کرده است؟ با ذکر علت توضیح دهید.

۹-۲-۵: طبق شکل ۹-۱۶ کلید J_3 را نیز فعال کنید و به عملکرد مدار توجه نمایید.



شکل ۹-۱۶ خازن C_3 به صورت سری با لامپ

سوال ۱۳: آیا در این شرایط لامپ روشن می‌شود؟ شدت جریان مدار شکل ۹-۱۶ نسبت به مدار شکل ۹-۱۵ چه تغییری کرده است؟ با ذکر علت توضیح دهید.

۹-۲-۶: کلید J_4 را نیز فعال کنید. در این حالت هیچ خازنی با لامپ به صورت سری قرار نمی‌گیرد.

سوال ۱۴: وضعیت نور لامپ و شدت جریان مدار را در این حالت بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۹: هنگامی که خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج می‌کنید، چه تاثیری روی جریان مدار و نور لامپ می‌گذارد؟ شرح دهید.

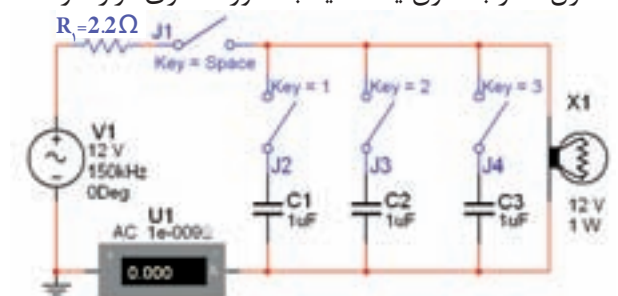
سوال ۲۱: آیا در این حالت نور لامپ کم‌تر شده است؟ جریان مدار چه تغییری کرده است؟ با ذکر دلیل علت را توضیح دهید.

سوال ۲۲: توضیح دهید به چه دلیل در شرایطی که جریان مدار زیاد می‌شود، لامپ به حالت خاموش می‌رود؟

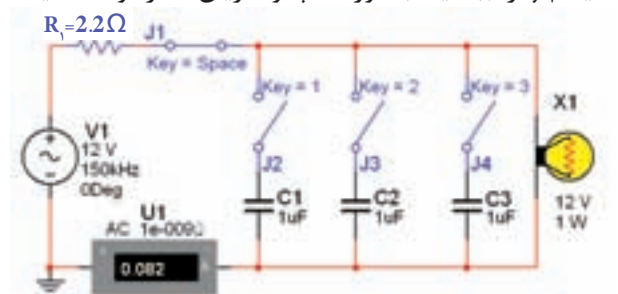
سوال ۲۳: در مدار موازی اگر تعداد خازن‌های مساوی را اضافه کنیم، راکتانس خازنی مدار کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ شرح دهید.

سوال ۲۴-۹-۲: مدار شکل ۹-۱۷ را ببندید. در این مدار سه خازن را با لامپ به صورت موازی بسته‌ایم. همچنین برای کنترل مدار با خازن یک کلید به صورت سری قرار دارد.

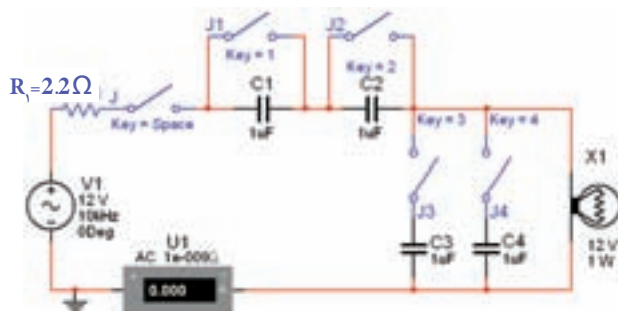
سوال ۲۴-۱۰-۲: طبق شکل ۹-۱۸ نرم‌افزار را فعال کنید و کلید ۱ را ببندید. به نور لامپ و جریان مدار توجه کنید.



سوال ۲۴-۱۸-۹: هیچ خازنی به صورت موازی با لامپ قرار ندارد.



سوال ۲۴-۲۰: آیا لامپ با نور کافی می‌درخشد؟ توضیح دهید.



شکل ۹-۱۹ خازن‌ها به صورت سری و موازی با لامپ

۹-۲-۱۵ طبق جدول ۹-۱ کلیدها را تغییر دهید و مقدار جریان مدار و وضعیت روشن شدن لامپ و میزان نور آن را در جدول مشخص کنید. توجه داشته باشید که در کلیه‌ی حالات کلید J_2 در حالت بسته قرار دارد. جدول ۹-۱ تحلیل مدار از طریق فعال کردن کلیدها

| کلید مرحله | J_1 | J_2 | J_3 | J_4 | میزان نور | Lamp | | I (mA) |
|---------------|-------|-------|-------|-------|--------------|------|-----|-----------|
| | | | | | | ON | OFF | |
| ۱ | ON | ON | ON | ON | | | | |
| ۲ | OFF | OFF | OFF | OFF | | | | |
| ۳ | OFF | OFF | ON | ON | | | | |
| ۴ | ON | ON | OFF | OFF | | | | |
| ۵ | ON | OFF | ON | OFF | | | | |
| ۶ | OFF | ON | ON | ON | | | | |
| ۷ | ON | OFF | OFF | OFF | | | | |
| ۸ | OFF | ON | ON | OFF | | | | |

۹-۲-۱۶ در شکل ۹-۱۹ حالت مربوط به مرحله‌ی ۲ و در شکل ۹-۲۰ حالت مربوط به مرحله‌ی ۵ و در شکل ۹-۲۱ حالت مربوط به مرحله‌ی ۶ را مشاهده می‌کنید.

۹-۲-۱۳ فرکانس منبع را در مدار شکل ۹-۱۸ تغییر دهید. شدت جریان مدار چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید.

سوال ۲۴: راکتانس خازنی مدار در اثر افزایش فرکانس کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

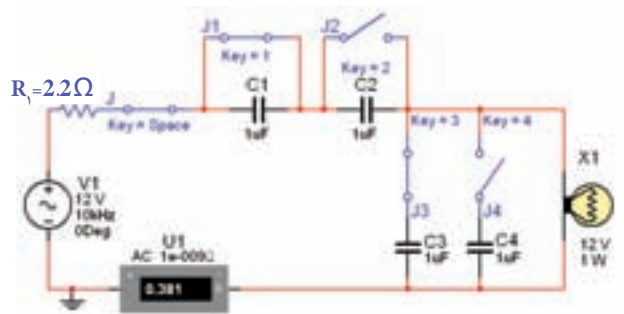
سوال ۲۵: راکتانس خازنی کل مدار از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟ شرح دهید.

یادآوری: راکتانس خازنی در مدار سری خازن‌ها افزایش می‌یابد و در موازی کردن آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

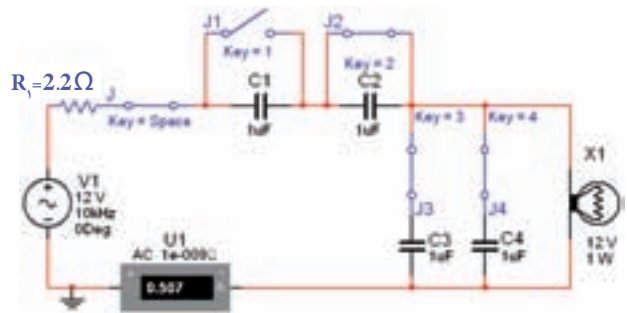
۹-۲-۱۴ مدار شکل ۹-۱۹ را ببندید. در این مدار چهار خازن وجود دارد که دو تای آن به صورت سری با لامپ و دو تای آن به صورت موازی با لامپ قرار گرفته است. برای کنترل مدار برای هر یک از خازن‌ها یک کلید جداگانه تعیین شده است.

۹-۲-۱۷ فرکانس مدار ۹-۲۱ را تغییر دهید. تاثیر آن را بر روی جریان، راکتانس خازنی و شدت نور لامپ بنویسید.

۹-۲-۱۸ برای تمرین و تسلط بیش‌تر تعدادی از مدارهای این فصل را با نرم‌افزار ادیسون نیز اجرا کنید و نتیجه‌ی آزمایش‌ها را با هم مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.



شکل ۹-۲۰ کلیدهای ۱ و ۲ روشن و ۳ و ۴ خاموش



شکل ۹-۲۱ کلیدهای ۳ و ۴ روشن و ۱ و ۲ خاموش

سوال ۲۶: نتایج به دست آمده از مرحله‌ی ۹-۲-۱۵ را شرح دهید.

توجه: در مدار ترکیبی خازن‌ها به مقدار ولتاژ منبع دقت کنید.

سوال ۲۷: ولتاژ منبع را در مدار شکل ۹-۲۱ تغییر دهید. بررسی کنید در چه محدوده‌ای از ولتاژ لامپ روشن می‌شود؟ دلیل آن را توضیح دهید.

بخش سوم

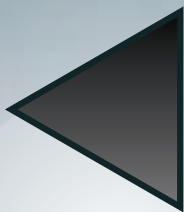
عناوین بخش ۳:

۱. خلاصه‌ای از مفاهیم و
قطعات اساسی الکترونیک

۲. دیود

۳. کاربرد دیود

۴. ترانزیستور و تقویت کننده‌های ترانزیستوری



فصل اول

خلاصه‌ای از مفاهیم و قطعات اساسی الکترونیک

(مطابق فصل اول کتاب الکترونیک عمومی ۱)

هدف کلی: آموزش مفاهیم اساسی و اصول کار قطعات بنیادی الکترونیک به صورت نرم‌افزاری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فرا گیر انتظار می‌رود:

- ۱- تعدادی از قطعات الکتریکی و الکترونیکی را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۲- مدار الکتریکی ساده را ببندد.
- ۳- مدار الکتریکی سری و موازی را ببندد.
- ۴- شکل موج دو نوع جریان مستقیم ثابت و متناوب را به صورت نرم‌افزاری مشاهده کند.
- ۵- فرکانس و زمان تناوب را اندازه‌گیری کند.
- ۶- مقاومت الکتریکی و واحدهای مختلف آن را در نرم افزار مشاهده کند.
- ۷- ولتاژ یا اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از اجزای مدار را اندازه‌گیری کند.
- ۸- خازن و واحدهای مختلف آن را مشاهده کند.
- ۹- انواع خازن را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۱۰- نحوه‌ی شارژ و دشارژ خازن‌ها را مشاهده کند.
- ۱۱- تعدادی از ترانسفورماتورها را مشاهده کند و تفاوت آن‌ها را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۱۲- تعدادی از مبدل‌های الکترونیکی را مشاهده کند.

بعدی) شکل ۱-۱ را مورد استفاده قرار دهید. برای آوردن این نوار از منوی اصلی، گزینه‌ی view را انتخاب کنید و از منوی view گزینه‌ی Toolbar را برگزینید. سپس 3D components را فعال نمائید. نوار انتخاب شده طبق شکل ۱-۱ روی صفحه ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۱ نوار قطعات سه بعدی

۱-۱ آزمایش ۱: تشخیص شکل ظاهری و علائم فنی قطعات الکترونیکی

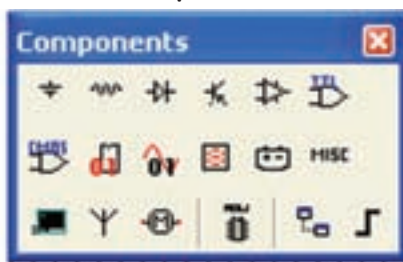
۱-۱-۱ در این آزمایش ابتدا با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم نحوه‌ی قرار دادن قطعات و علائم فنی را بر روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی فرا می‌گیرید. علائم فنی و شکل واقعی قطعات الکترونیکی را می‌توانید بر روی صفحه‌ی میز کار مشاهده کنید. برای مشاهده‌ی شکل واقعی قطعات باید نوار 3D Components (قطعات سه



شکل ۱-۳ - الف نوار مجازی یا Virtual

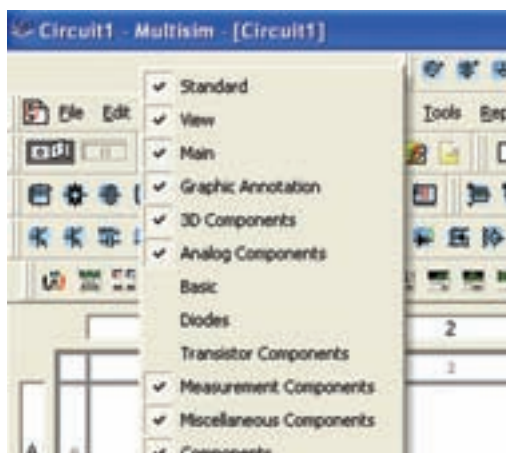


شکل ۱-۳ - ب نوار پایه‌ای یا Basic



شکل ۱-۳ - ج نوار قطعات یا Components

۱-۱-۶ از مسیر دیگری نیز می‌توانید نوار ابزار مورد نظر خود را انتخاب کنید. مکان نما را روی Task bar قرار دهید و موشواره را کلیک راست کنید. فهرست نوارهای ابزار ظاهر می‌شود. حال می‌توانید نوار ابزار مورد نظر خود را انتخاب نمایید. شکل ۱-۴ مسیر انتخاب نوارها را نشان می‌دهد.



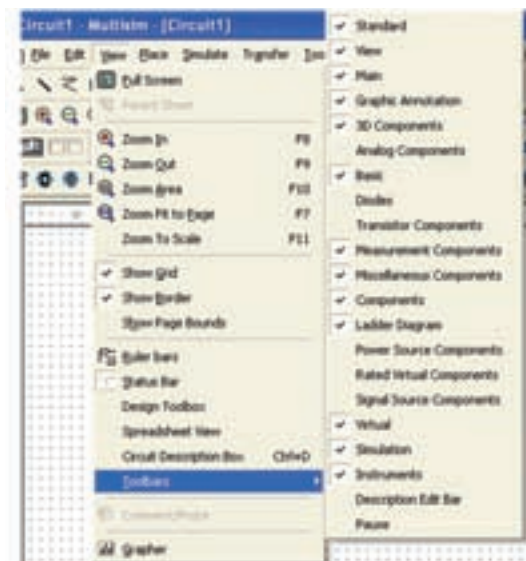
شکل ۱-۴ مسیر انتخاب نوارهای نرم‌افزار

۱-۱-۲ به عبارت دیگر، برای آوردن این نوار از منوی اصلی، مسیر زیر را انتخاب کنید.

View → Toolbar → 3D components

۱-۱-۳ با استفاده از مسیر تعیین شده، در منوی ابزار، 3D Components را فعال کنید.

۱-۱-۴ برای مشاهده‌ی علائم فنی قطعات می‌توانید از نوارهای Virtual (مجازی)، Basic (پایه‌ای) و Components (قطعات) استفاده کنید. این نوارها در قسمت Task bar نرم افزار قرار دارد. برای فعال کردن هر نوباری ابتدا روی View سپس روی Toolbar کلیک کنید تا لیست نوارهای مختلف روی صفحه قرار گیرد. سپس هر نوباری را که لازم دارید با کلیک مجدد فعال کنید، با فعال شدن نوار، در کنار نام آن علامت ☒ ظاهر می‌شود. در شکل ۱-۲ مسیر انتخاب لیست نوارها را مشاهده می‌کنید.

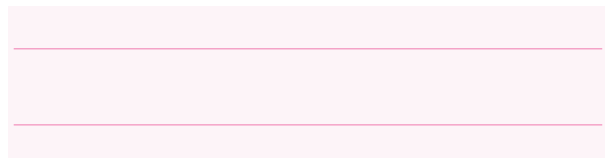


شکل ۱-۲ مسیر انتخاب لیست نوارها

۱-۱-۵ در شکل ۱-۳ تعدادی از منوها را مشاهده می‌کنید.

در صورتی که در این مرحله با مشکلی مواجه شدید نوع مشکل را بنویسید و نتایج را در سه سطر توضیح دهید.

توجه: به همراه این کتاب یک لوح فشرده شامل مدارهای اجرا شده آمده است که در هر مرحله می‌توانید به آن مراجعه کنید.



۱-۱-۱۰ برای پاک کردن قطعه، روی قطعه کلیک چپ کنید، دور قطعه خط چین ظاهر می‌شود. سپس کلیک راست کنید و با استفاده از گزینه‌ی Delete یا Cut قطعه را حذف کنید. با استفاده از Ctrl+X نیز می‌توانید قطعه را پاک کنید.

۱-۱-۱۱ با استفاده از گزینه‌ی

Copy (Ctrl+ C) و Paste (Ctrl+ V)

می‌توانید قطعه را روی صفحه‌ی کار کپی کنید و تعدادی قطعه را روی صفحه‌ی کار قرار دهید. یک بار کپی کنید و سپس آن‌ها را دوباره حذف کنید.

۱-۱-۱۲ این مراحل را آن قدر تکرار کنید تا مسلط شوید.

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید که کلیه‌ی اطلاعات مربوط به کنترل‌های صفحه‌ی کلید، در مقابل فهرست منوهای هر قطعه نوشته می‌شود. مثلاً در مقابل کلمات Cut و Ctrl+X و در مقابل Paste کلمات (Ctrl+V) نوشته شده است که مربوط به صفحه‌ی کلید کامپیوتر است. شکل ۶-۱ این اطلاعات را نشان می‌دهد.

۱-۱-۷ با استفاده از مسیرهای گفته شده منوهای مختلف را فعال و غیر فعال کنید تا مراحل را کاملاً فرا بگیرید.

نکته‌ی مهم: وقتی یک منو را فعال یا غیر فعال می‌کنید، باید دوباره فهرست نوارهای ابزار را از ابتدا فعال کنید.

۱-۱-۸ برای آوردن قطعات روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی، روی قطعه‌ی مورد نظر در نوار ابزار کلیک چپ کنید و موشواره را حرکت دهید، قطعه روی صفحه‌ی کار منتقل می‌شود. برای قرار دادن قطعه روی صفحه‌ی کار مجدداً کلیک چپ کنید. با استفاده از دستورالعمل داده شده، قطعات مختلف را روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید که از این پس به جای "صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی" به اختصار از "صفحه‌ی کار" استفاده می‌کنیم.

۱-۱-۹ شکل ۵-۱ قطعاتی را نشان می‌دهد که در این فصل با آن‌ها آشنا می‌شوید. با استفاده از نوارهایی که در مراحل قبل مورد آزمایش قرار دادید، این قطعات را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

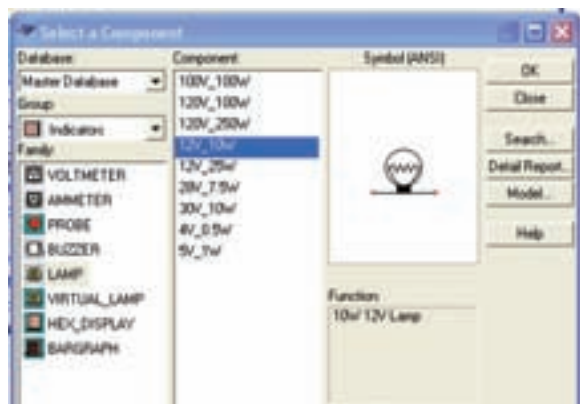


شکل ۵-۱ تعدادی از قطعات موجود در نرم‌افزار

۱-۲-۳ برای انتخاب لامپ مسیر زیر را انتخاب کنید.

Select a Component → Group → Indicator

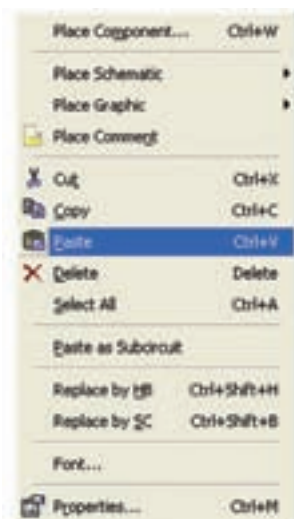
در این گزینه ولت‌متر، آمپر‌متر، پروب، بیزر، لامپ، لامپ مجازی، نمایشگر هفت قطعه‌ای و نمودارنمای میله‌ای (Bar graph) وجود دارد. شکل ۸-۱ مسیر انتخاب لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱ مسیر انتخاب لامپ

۱-۲-۴ در صورتی که گزینه‌ی لامپ (Lamp) را انتخاب کنید، مقادیر مشخصات لامپ غیرقابل تغییر است. در صورتی که لامپ مجازی یا Virtual انتخاب کنید، مقادیر آن قابل تغییر خواهد بود.

۱-۲-۵ یک لامپ مجازی را روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی بیاورید و مقدار ولتاژ آن را ۱۰ ولت و توان را ۲ وات تعیین کنید. برای تغییر مقادیر، روی لامپ دو بار کلیک کنید، صفحه‌ای مانند شکل ۹-۱ باز می‌شود. روی این صفحه در زبانه‌ی value می‌توانید مقادیر لامپ را تغییر دهید.



شکل ۶-۱ صفحه‌ی مربوط به فهرست منوی قطعات

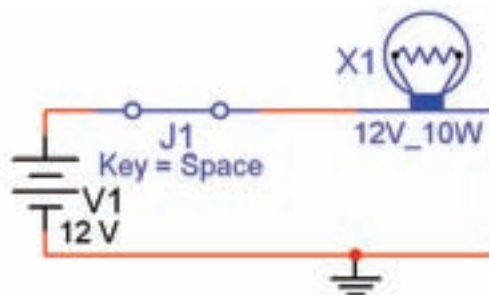
۱-۲-۲ آزمایش ۲: بستن مدار و اندازه‌گیری

کمیت‌های مختلف

۱-۲-۱ در این آزمایش مدارهای ساده‌ی الکترونیکی را می‌بندیم و با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری مانند ولت‌متر و آمپر‌متر، ولتاژ و جریان قطعات را در مدار اندازه‌گیری می‌کنیم.

۱-۲-۲ مدار الکتریکی ساده از یک باتری، مقداری سیم، یک کلید و یک لامپ تشکیل می‌شود. با استفاده از فضای نرم‌افزاری قطعات مدار شکل ۷-۱ را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، سپس آن را سیم‌بندی کنید.

نکته‌ی ضروری: اتصال زمین را حتماً به مدار اضافه کنید. در غیر این صورت مدار کار نمی‌کند.



شکل ۷-۱ مدار ساده‌ی الکتریکی

۱-۲-۸ ولتاژ V_1 را به ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی لامپ ملاحظه کنید. نتایج را در چند سطر بنویسید

۱-۲-۹ برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت‌متر و برای اندازه‌گیری جریان از آمپر‌متر استفاده کنید. با استفاده از نوارهای:

Measurement Components یا Instruments

می‌توانید این دستگاه‌ها را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، در شکل ۱-۱۰ این نوارها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۰ نوارهای ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری

نکته‌ی مهم: دسترسی به منوی ابزار مربوط به Measurement Components و Instruments مشابه دسترسی به منوی قطعات است.

۱-۲-۱۰ ولت‌متر را طبق شکل ۱-۱۱ به صورت موازی با قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ آن را اندازه‌گیری کنید قرار دهید. یعنی دو سر پروب (سیم رابط) ولت‌متر را به دو سر قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ دو سر آن را اندازه‌گیری کنید، اتصال دهید.

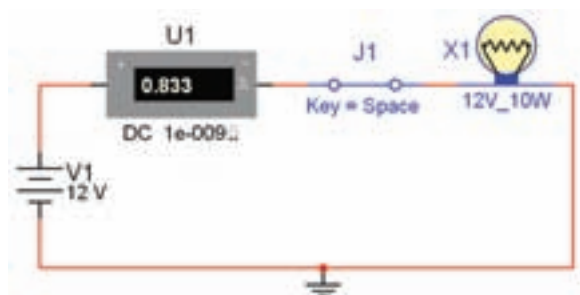


شکل ۱-۹ صفحه‌ی مربوط به تنظیم‌های لامپ

۱-۲-۶ مدار شکل ۱-۷ را راه‌اندازی کنید. برای خاموش و روشن کردن لامپ با توجه به شرایط تعریف شده می‌توانید از کلیدهای صفحه‌ی کلید کامپیوتر استفاده کنید. در این نقشه با کلید Space می‌توانید مدار را فعال کنید.

نحوه‌ی سیم‌بندی: برای اتصال قطعات به یکدیگر ابتدا مکان نما را بر روی یکی از پایه‌های قطعه قرار دهید. با کلیک چپ روی آن پایه نقطه‌ای سیاه رنگ ظاهر می‌شود، سپس بدون رها کردن کلیک چپ خط ایجاد شده را ادامه دهید تا به پایه‌ی قطعه‌ی بعدی برسید. با ظاهر شدن نقطه‌ی سیاه در پایه‌ی قطعه‌ی جدید و رها کردن کلیک چپ، اتصال برقرار می‌شود.

۱-۲-۷ در مدار شکل ۱-۷ ولتاژ V_1 و ولتاژ لامپ را به ۶ ولت تغییر دهید و مدار را آزمایش کنید. در این حالت شرایط کلید خاموش و روشن را به گونه‌ای تغییر دهید تا با فشار دادن دکمه‌ی مربوط به حرف D، کلید فعال شود.



شکل ۱-۱۲ قرار دادن آمپر متر در مدار

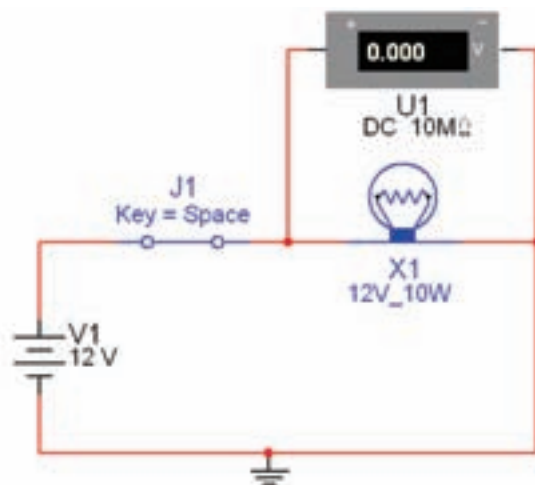
نکته مهم: هر بار که مدار را راه اندازی می کنید، برای ایجاد تغییر در مدار باید مدار را غیر فعال کنید.

۱-۲-۱۴ توجه داشته باشید که برای خواندن جریان باید چند لحظه صبر کنید تا آمپر متر حالت پایدار خود را به دست آورد.

نکته: کلید J1 را از منوی Basic قسمت سوئیچ switch بیاورید.

۱-۲-۱۵ مدار را راه اندازی کنید، آیا آمپر متر مقدار جریان عبوری از لامپ را صحیح نشان می دهد؟ جریان لامپ را از رابطه ی $I = P/V$ به دست آورید و نتیجه را با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید و نتایج را بنویسید.

۱-۲-۱۶ ولتاژ لامپ را به ۷/۵ ولت تغییر دهید و مدار را راه اندازی کنید. آیا جریان عبوری از لامپ با مقدار واقعی مطابقت دارد؟ شرح دهید.

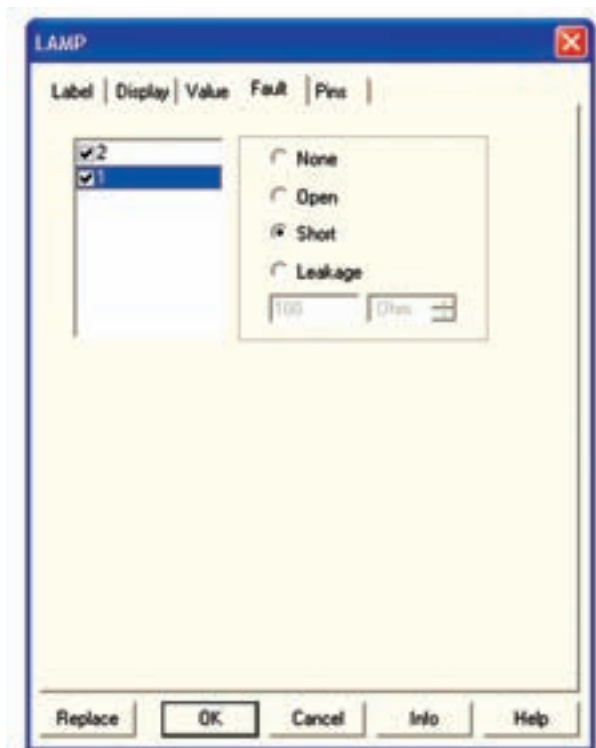


شکل ۱-۱۱ قرار دادن ولت متر دو سر قطعه

۱-۲-۱۱ مدار را راه اندازی کنید و روشن شدن لامپ را مشاهده کنید.

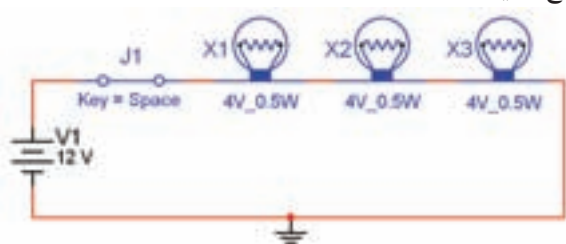
۱-۲-۱۲ در مدار شکل ۱-۱۱ ولتاژ V_1 و ولتاژ لامپ را به ترتیب به ۳ ولت، ۸ ولت، ۱۶ ولت و ۲۰ ولت تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید. اثر تغییر ولتاژ را روی نور لامپ شرح دهید.

۱-۲-۱۳ آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می گیرد. بنابراین لازم است سیمی را که بین لامپ و باتری قرار دارد حذف کنید و آمپر متر را طبق شکل ۱-۱۲ به صورت سری بین آن دو قرار دهید. برای برقراری ارتباط بین لامپ و سر منفی آمپر متر و باتری و سر مثبت آمپر متر باید مدار را دوباره سیم بندی نمایید. هم چنین می توانید آمپر متر را به طور مستقیم در مسیر مورد نظر بگذارید، آمپر متر به صورت سری قرار می گیرد.



شکل ۱۴ - صفحه‌ی عیب‌گذاری لامپ

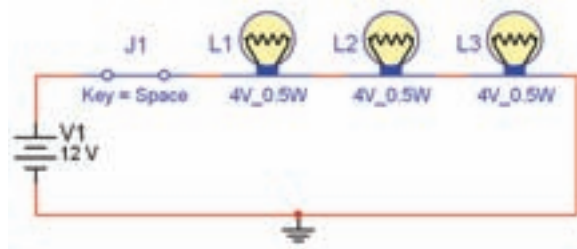
۱-۲-۲۰ یکی از پایه‌های لامپ X1 را در مدار ۱-۱۵ قطع کنید.



شکل ۱۵ - مربوط به قطع لامپ مدار X1

۱-۲-۲۱ مدار را راه‌اندازی کنید. در این حالت نباید هیچ یک از لامپ‌ها روشن شود. در مورد این آزمایش توضیح دهید.

۱-۲-۱۷ مدار شکل ۱-۱۳ اتصال لامپ‌ها را به صورت سری نشان می‌دهد. در مدار سری باید بین دو قطعه‌ی متصل شده به هم، هیچ انشعاب دیگری وصل نباشد، حلقه‌های یک زنجیر مثال ساده‌ای از یک اتصال سری است. این مدار را با استفاده از نرم‌افزار پیاده‌سازی کنید و آن را راه‌اندازی نمایید.



شکل ۱۳ - مدار سری لامپ

۱-۲-۱۸ مقدار ولتاژ V_1 را به ۳ ولت و ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی نور لامپ بررسی کنید و در باره‌ی آن توضیح دهید.

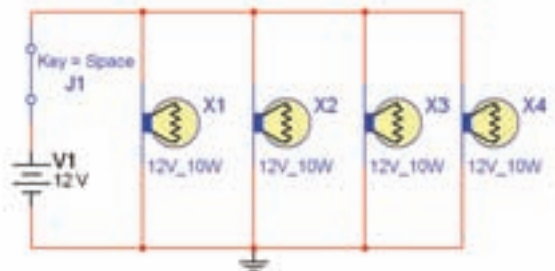
۱-۲-۱۹ روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید (آن را قطع یا اتصال کوتاه کنید). در صورت قطع شدن باید کلیه‌ی لامپ‌ها خاموش شوند و در صورت اتصال کوتاه شدن هر یک از لامپ‌ها فقط آن لامپ خاموش می‌ماند. نتایج تجربه خود را توضیح دهید.

تمرین ۱: روی مدار عیب‌گذاری کنید و از دوستان خود بخواهید عیب را بر طرف کنند.

نکته: برای قطع یا اتصال کوتاه کردن یک قطعه

در نرم‌افزار، ابتدا آن قطعه را انتخاب کنید سپس با دو بار کلیک چپ روی آن زبانه‌ی Fault را فعال می‌نماییم. برای لامپ صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۱۴ باز می‌شود. گزینه‌ی Open (قطع کردن) یا گزینه‌ی Short (اتصال کوتاه) را انتخاب می‌کنیم و یکی از پایه‌های قطعه را علامت می‌زنیم.

نشان می‌دهد. این مدار را با استفاده از نرم‌افزار ببینید.



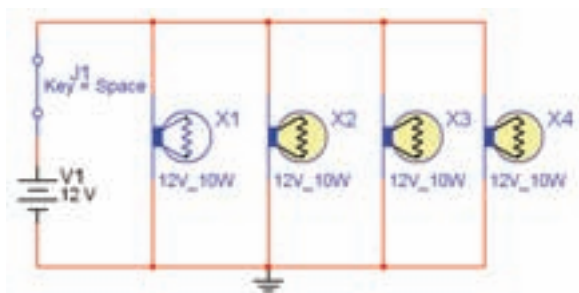
شکل ۱-۱۷ مدار موازی

۱-۲-۲۶ مدار را فعال کنید و ولتاژ دو سر مدار و جریان عبوری از لامپ‌های X_1 ، X_2 ، X_3 و X_4 و جریان کل را اندازه بگیرید. با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده آیا جریان کل برابر با مجموع جریان‌های عبوری از لامپ‌های X_1 ، X_2 ، X_3 و X_4 است؟ توضیح دهید.

نکته‌ی مهم: در شرایطی که برنامه‌ی مولتی

سیم فعال است، نمی‌توانید هیچ گونه تغییری در مدار ایجاد کنید.

۱-۲-۲۷ روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید (آن را بسوزانید). برای این منظور آن را Open کنید. آیا بقیه‌ی لامپ‌ها روشن می‌مانند؟ علت را توضیح دهید. در شکل ۱-۱۸ لامپ X_1 قطع شده (سوخته) است.



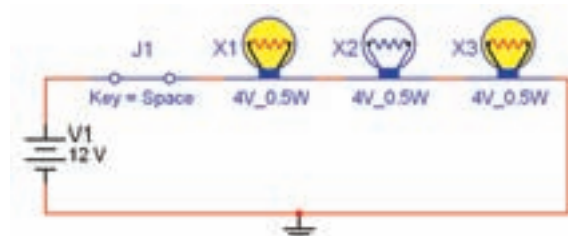
شکل ۱-۱۸ اثر سوختن یک لامپ در مدار موازی

۱-۲-۲۲ ولت‌متر را در دو سر لامپ X_1 ، X_2 و X_3

قرار دهید و مقادیر ولتاژ را اندازه بگیرید. با بررسی مقادیر به دست آمده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

۱-۲-۲۳ در مدار ۱-۱۵ پایه‌ی لامپ X_2 را اتصال

کوتاه کنید. برای اتصال کوتاه کردن باید هر دو پایه‌ی لامپ را علامت ✓ بزنید. پس از فعال کردن مدار، باید طبق شکل ۱-۱۶ لامپ X_2 خاموش و دو لامپ دیگر روشن بمانند. علت را توضیح دهید.



شکل ۱-۱۶ تاثیر اتصال کوتاه یک لامپ در مدار سری

۱-۲-۲۴ با استفاده از ولت‌متر موجود در نرم‌افزار ولتاژ

منبع تغذیه و ولتاژ لامپ‌ها را اندازه‌گیری کنید و بررسی نمایید چه رابطه‌ای بین این ولتاژها وجود دارد. در مورد این نتایج توضیح دهید.

۱-۲-۲۵ شکل ۱-۱۷ اتصال لامپ‌ها را به صورت موازی

۱-۳-۲ برای نمایش دادن و اندازه گرفتن مشخصه‌های امواج متناوب از دستگاه اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در این قسمت نحوه‌ی کار با اسیلوسکوپ و تنظیم‌های مربوط به آن را شرح خواهیم داد. دستگاه اسیلوسکوپ را از قسمت دستگاه‌های اندازه‌گیری (Instruments) انتخاب کنید و مطابق شکل ۱-۲۰ بر روی میز کار مجازی بیاورید.

در صورتی که نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری روی میز کار نبود، از گزینه‌ی View، گزینه‌ی Tool bars را انتخاب کنید، سپس از منوی Tool bars گزینه‌ی Instruments را فعال کنید.

View → Tool bars → Instruments



شکل ۱-۲۰ اسیلوسکوپ و دکمه‌های تنظیمات

توجه: نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری ممکن است در بالا، پایین، سمت چپ یا راست قرار گیرد. شما می‌توانید آن را جابه‌جا کنید.

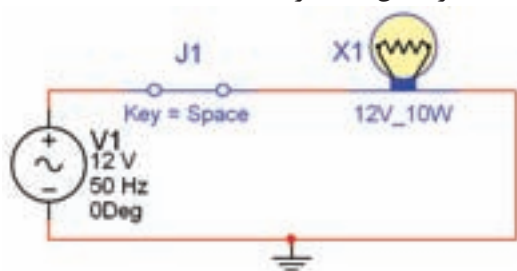
۱-۳-۳ دکمه‌ی تنظیم زمان (TIME/DIV) را طوری تغییر دهید تا تعداد سیکل‌های نمایش داده شده‌ی مناسب روی صفحه ظاهر شود. برای به دست آوردن زمان تناوب تعداد خانه‌های افقی یک سیکل را در عدد

۱-۲-۲۸ اگر یکی از لامپ‌ها را اتصال کوتاه کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را شرح دهید.

هشدار! در مدار واقعی چنین تجربه‌ای را برای اتصال کوتاه انجام ندهید. زیرا موجب بروز اتصال کوتاه و آسیب رساندن به مدار و سایر قطعات می‌شود و در صورتی که فیوز داشته باشد فیوز را می‌سوزاند.

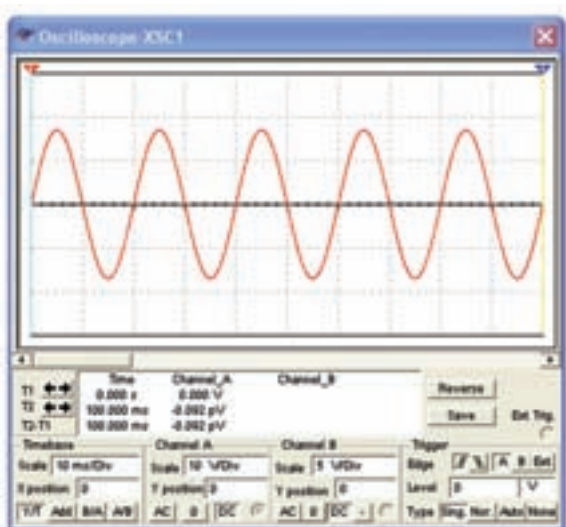
۱-۳-۳ آزمایش ۳: آشنایی با منبع تغذیه‌ی AC و دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار

۱-۳-۱ منبع تغذیه‌ی AC را از نوار قطعات و با استفاده از مسیر AC POWER، بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. مدار شکل ۱-۱۹ را ببندید.



شکل ۱-۱۹ مدار ساده‌ی الکتریکی با منبع AC

نکته‌ی ضروری: برای بستن هر نوع مداری استفاده از اتصال زمین لازم است.



شکل ۲۲-۱ شکل موج دو سر لامپ

نکته‌ی مهم: با تغییر رنگ سیم ورودی به دستگاه اسیلوسکوپ، رنگ شکل موج نمایش داده شده تغییر می‌کند.

۱-۳-۵ فرکانس منبع ولتاژ AC را در مدار شکل ۱-۱۹ به مقادیر 10 Hz و یک کیلو هرتز تغییر دهید، اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمائید و نتایج را بنویسید.

تحقیق کنید: در مورد نحوه‌ی تنظیم و عملکرد دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار مولتی سیم تحقیق کنید و کارایی‌های آن را در طی یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

سوال ۱: زمان تناوب موج مربوط به شکل ۱-۲۲ را به دست آورید و مقدار آن را بنویسید.



مربوط به حوزه‌ی زمان ضرب کنید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری دامنه‌ی پیک تا پیک موج می‌توانید تعداد خانه‌های عمودی در فاصله‌ی پیک تا پیک را در عدد مربوط به حوزه‌ی (VOLT/DIV) ضرب کنید. شکل ۲۱-۱ این مشخصات را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱-۱ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ و زمان تناوب مقادیر ولتاژ پیک تا پیک و زمان تناوب نشان داده شده در شکل ۲۱-۱ به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{p-p} = 3/5 \times 10 = 35\text{ V}$$

$$T = 2 \times 10 = 20\text{ msec}$$

۱-۳-۴ دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر لامپ در مدار شکل ۱-۱۹ وصل کنید. پایه‌ی مثبت کانال A را به یک سر لامپ و پایه‌ی منفی آن را به زمین مدار اتصال دهید. مدار را به وسیله‌ی دکمه  یا  راه‌اندازی کنید، روی دستگاه اسیلوسکوپ دو بار کلیک چپ کنید شکل موج مطابق شکل ۲۲-۱ روی صفحه ظاهر می‌شود. با فشار دادن دکمه‌ی Reverse رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی اسیلوسکوپ سفید رنگ می‌شود، به این ترتیب شکل موج بهتر قابل دیدن است.

احتیاج داشته باشید. در این آزمایش با تنظیمات قطعات آشنا می‌شوید.

۱-۴-۱ مقاومت الکتریکی را مطابق شکل ۱-۲۳ از قسمت Basic در نوار Components بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۱-۲۳ انتخاب مقاومت

۱-۴-۲ تعدادی مقاومت در اندازه‌های مختلف را در شکل ۱-۲۴ مشاهده می‌کنید. این مقاومت‌ها را روی صفحه‌ی کار بیاورید و مطابق همین الگو تغییر دهید.



شکل ۱-۲۴ تعدادی مقاومت

۱-۴-۳ برای تغییر رنگ مقاومت ابتدا آن را انتخاب کنید. سپس با کلیک راست روی مقاومت، صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۲۵ باز می‌شود.

سوال ۲: آیا می‌دانید چه رابطه‌ای بین فرکانس و زمان تناوب هر شکل موج متناوب وجود دارد؟ رابطه‌ی آن را بنویسید.

سوال ۳: با توجه به شکل ۱-۲۲ فرکانس شکل موج را محاسبه کنید.

سوال ۴: وقتی مدار شکل ۱-۱۹ را راه‌اندازی می‌کنید نور لامپ چه تغییراتی دارد؟ توضیح دهید.

۱-۴ آزمایش ۴: تغییر و تنظیم مقادیر انواع مقاومت، خازن و سلف

برای بستن هر مدار قطعات الکترونیکی خاص با مقادیر مشخصی نیاز دارید. ممکن است به نوع خاصی از قطعه

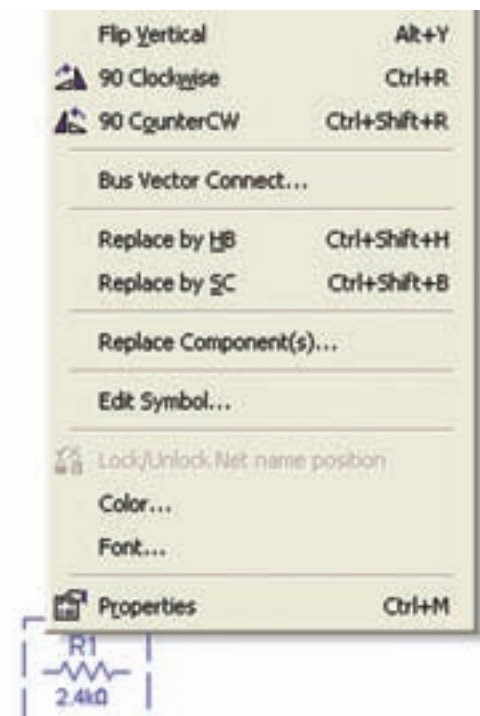
۱-۴-۶ اندازه‌ی مقاومت‌هایی که از طریق نوار Basic انتخاب می‌شوند به دلیل استاندارد بودن قابل تغییر نیستند. برای استفاده از قابلیت تغییر مقاومت می‌توانید از نوار virtual استفاده کنید. در شکل ۱-۲۷ نحوه‌ی استفاده از این قابلیت را مشاهده می‌کنید. برای فعال کردن زبان‌هی Virtual و آوردن مقاومت روی صفحه‌ی کار مجازی می‌توانید از گزینه‌ی View، زیر مجموعه‌ی Toolbar، زبان‌هی Virtual استفاده کنید. سپس از روی منوی Virtual قطعه‌ی مورد نظر را انتخاب نمایید.

نکته‌ی مهم: در هر زمانی که مشاهده کردید که یکی از مجموعه‌ی فهرست قطعات یا ابزار وجود ندارد از مسیر Toolbar → View فهرست مورد نظر استفاده کنید. پس از فعال کردن فهرست مورد نظر، آن مجموعه روی صفحه‌ی کار ظاهر خواهد شد.



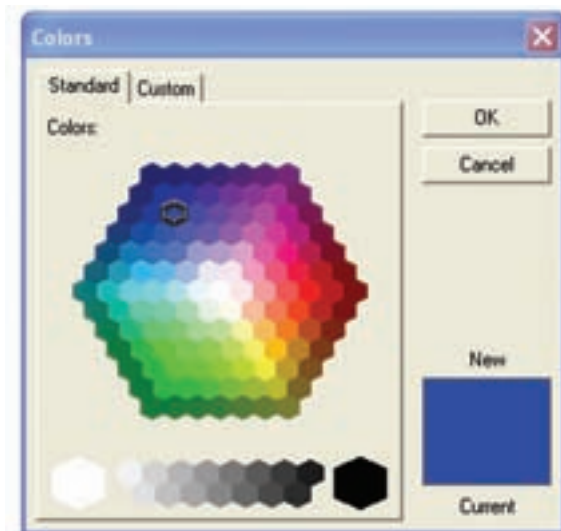
شکل ۱-۲۷ صفحه‌ی تنظیمات مقاومت

پس از آوردن مقاومت روی صفحه‌ی میز کار مجازی، در کادر Resistance اندازه‌ی مقاومت و واحد مورد نظر را



شکل ۱-۲۵ صفحه‌ی تنظیمات مربوط به هر قطعه

۱-۴-۴ گزینه‌ی Color را فعال کنید، صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۲۶ باز می‌شود. رنگ دلخواه را از میان رنگ‌های روی صفحه انتخاب کنید و کلید OK را فعال کنید.

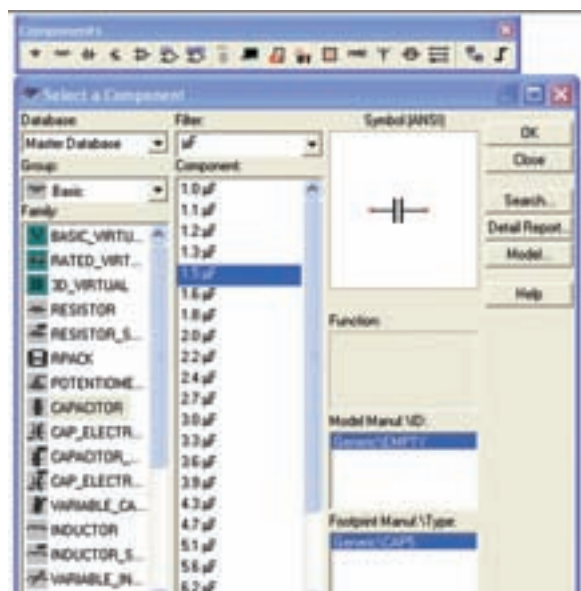


شکل ۱-۲۶ انتخاب رنگ برای قطعات

۱-۴-۵ مقاومت‌های متعدد را انتخاب کنید و رنگ آن‌ها را تغییر دهید تا تسلط کامل در این زمینه به دست آورید.

مرحله را آن قدر تکرار کنید تا مسلط شوید.

۱-۴-۱۱ خازن را از نوار Basic نیز می‌توانید انتخاب کنید. شکل ۱-۲۹ نحوه‌ی استفاده از قطعات مجازی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۹ انتخاب خازن از نوار قطعات

۱-۴-۱۲ انواع خازن‌ها را می‌توانید از نوار Basic انتخاب کنید، و بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید، شکل ۱-۳۰ خازن‌های مختلفی را که در نرم‌افزار موجود است نشان می‌دهد.



خازن متغیر (واریابل) خازن معمولی خازن الکترولیتی
شکل ۱-۳۰ انواع خازن

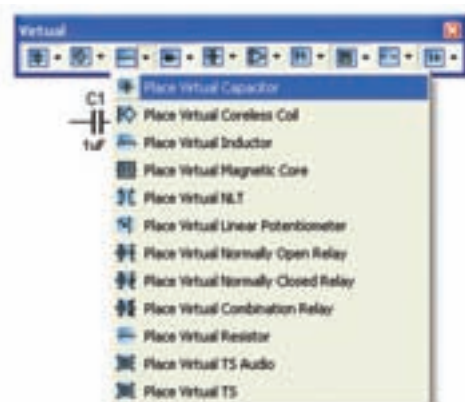
سوال ۵: آیا می‌دانید چه تفاوتی بین خازن‌های انتخاب شده از نوار Basic و نوار Virtual وجود دارد؟ توضیح دهید.

انتخاب کنید. هم چنین در کادر Tolerance مقدار خطا و در کادر Temperature Coefficient ضریب حرارتی و در کادر Nominal Temperature درجه‌ی حرارت نامی قابل انتخاب است.

۱-۴-۷ تعدادی مقاومت را از گروه Basic و زیر مجموعه‌ی Basic virtual انتخاب کنید و مقادیر آن را تغییر دهید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا تسلط کامل را در این زمینه کسب کنید.

۱-۴-۸ پتانسیومتر از انواع مقاومت‌های متغیر است که در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود. با استفاده از گروه نوار Virtual و خانواده‌ی Basic virtual تعدادی پتانسیومتر در اندازه‌های مختلف را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید و مقادیر آن را تغییر دهید. تغییر مقادیر مربوط به پتانسیومتر مشابه تغییرات مربوط به لامپ و مقاومت است. این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا تسلط کامل را به دست آورید.

۱-۴-۹ خازن یکی از قطعات پر کاربرد در مدارهای الکترونیکی است، مطابق شکل ۱-۲۸ خازن را از نوار Virtual انتخاب کنید. تغییر مقدار ظرفیت خازن و مشخصات آن مشابه تغییر مقدار مقاومت است.



شکل ۱-۲۸ انتخاب خازن از نوار مجازی

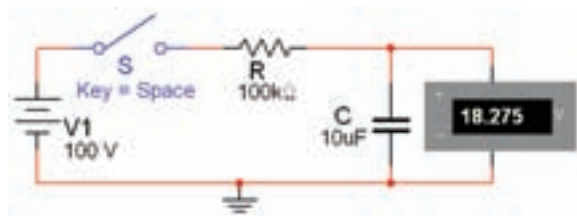
۱-۴-۱۰ تعدادی خازن را با اندازه‌های مختلف بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و مقادیر آن را تغییر دهید. این

سوال ۶: زمان شارژ خازن به چه عواملی بستگی دارد؟
شرح دهید.

سوال ۷: اگر مقدار مقاومت را در مدار شکل ۱-۳۲ کاهش دهید، زمان شارژ خازن افزایش می‌یابد یا کم می‌شود؟ تجربه کنید و نتایج را شرح دهید.

۱-۴-۱۶ کلید S را در مدار شکل ۱-۳۲ قطع کنید و نحوه ی دشارژ خازن را مشاهده کنید. مدار شکل ۱-۳۳ لحظه‌ای از دشارژ را نشان می‌دهد.

نکته ی مهم: در صورتی که دشارژ خازن طولانی است، مقدار مقاومت داخلی ولت‌متر را کاهش دهید.

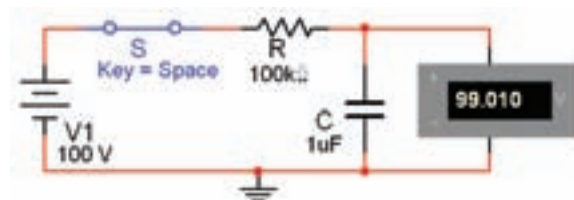


شکل ۱-۳۳ مدار دشارژ خازن

سوال ۸: آیا می‌دانید ولتاژ خازن در چه قطعه‌ای دشارژ (تخلیه) می‌شود؟ شرح دهید.

۱-۴-۱۳ مدار شکل ۱-۳۱ نحوه ی شارژ شدن خازن را نشان می‌دهد. برای مشاهده ی فرآیند شارژ، کلید S را ببندید و تغییرات ولتاژ را در ولت‌متر مشاهده کنید.

نکته ی مهم: چون در اجرای این آزمایش زمان دخالت دارد لازم است، مراحل کار را با حوصله انجام دهید و در هر مرحله کمی صبر کنید.

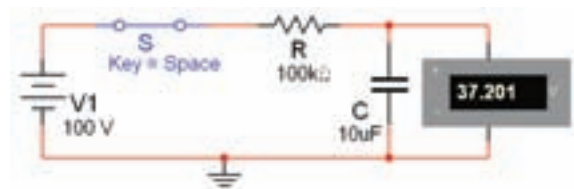


شکل ۱-۳۱ مدار شارژ خازن

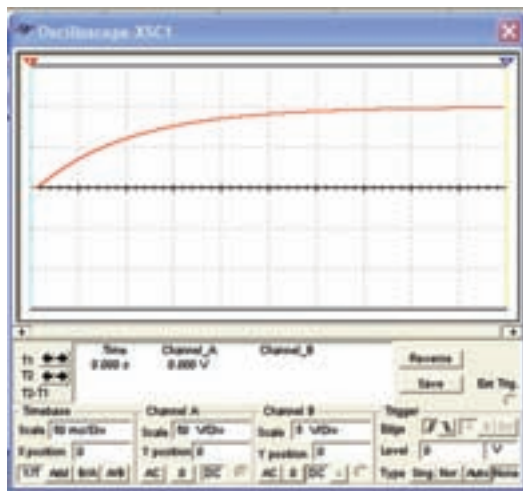
نکته: برای مشاهده ی تغییرات ولتاژ نسبت به زمان، ابتدا کلید S را در حالت قطع بگذارید و پس از فعال کردن نرم‌افزار آن را وصل کنید.

۱-۴-۱۴ مقدار ظرفیت خازن را در مدار شکل ۱-۳۱ به $4/7 \mu F$ و $10 \mu F$ افزایش دهید و آزمایش را دو باره تکرار کنید. چه تغییری در زمان رسیدن ولتاژ ولت‌متر به مقدار حداکثر آن مشاهده می‌کنید، توضیح دهید.

۱-۴-۱۵ مدار شکل ۱-۳۲ تغییرات زمان بهتر را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۲ مدار شارژ خازن



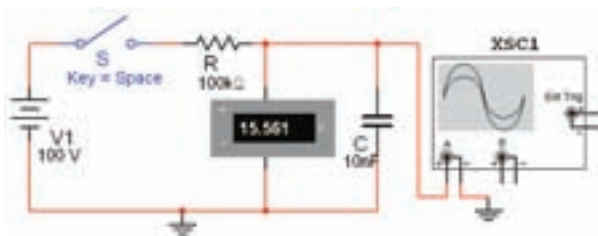
شکل ۱-۳۵ منحنی شارژ خازن

۱-۴-۲۱ حداکثر ولتاژ شارژ خازن را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید.

نکته ی مهم: برای مشاهده ی دقیق منحنی،

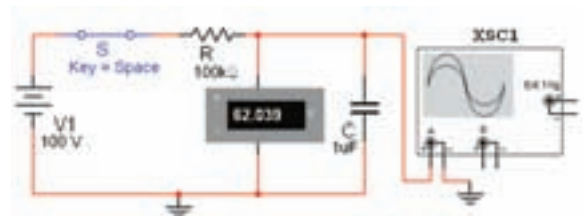
تنظیم های مربوط به Volt/Div و Time/Div باید با توجه به مقدار خازن و مقاومت در مدار تغییر کند. به عنوان مثال در مدار شکل ۱-۳۴ برای مشاهده ی منحنی شارژ باید Time/Div روی ۵۰ ms/Div و Volt/Div روی ۵۰ V/Div قرار گیرد.

۱-۴-۲۲ مدار شکل ۱-۳۶ را ببندید.



شکل ۱-۳۶ مدار دشارژ خازن

۱-۴-۱۷ برای مشاهده ی منحنی شارژ خازن دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر خازن مطابق شکل ۱-۳۴ وصل کنید و پس از راه اندازی مدار، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه ی کیبورد به حالت وصل ببرید. توجه داشته باشید که باید Time/Div روی ۵۰ msec و Volt/Div روی ۵۰ باشد.

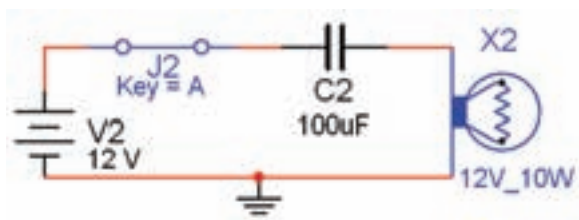


شکل ۱-۳۴ قرار دادن اسیلوسکوپ در مدار شارژ خازن

۱-۴-۱۸ بررسی کنید به چه دلیل ولتاژ دو سر خازن به شارژ کامل ۱۰۰ ولت نمی رسد؟ توضیح دهید.

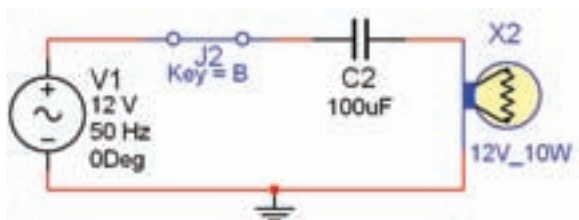
۱-۴-۱۹ صفحه ی دستگاه اسیلوسکوپ را باز کنید. با گذشت زمان باید منحنی شارژ خازن روی صفحه ی دستگاه اسیلوسکوپ ظاهر شود.

۱-۴-۲۰ شکل ۱-۳۵ منحنی شارژ خازن را در دستگاه اسیلوسکوپ نشان می دهد. این منحنی با وصل کلید S در مدار ایجاد می شود.



شکل ۱-۳۸ مدار ساده‌ی الکتریکی DC با استفاده از خازن

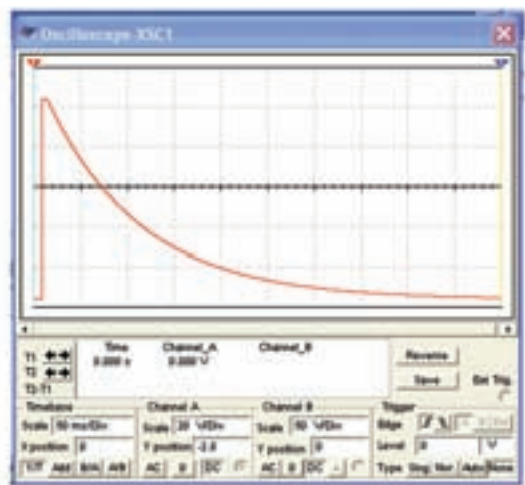
۱-۴-۲۵ مدار شکل ۱-۳۹ را ببندید. پس از وصل کلید، آیا لامپ روشن می‌شود؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را بنویسید.



شکل ۱-۳۹ مدار ساده‌ی الکتریکی AC با استفاده از خازن

سوال ۹: مدارهای دو مرحله‌ی قبل را با هم مقایسه کنید و نتیجه‌ی مقایسه را بنویسید.

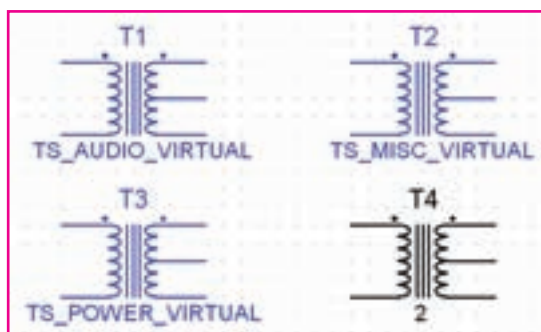
۱-۴-۲۳ پس از این که خازن به طور کامل شارژ شد، در حالی که نرم‌افزار فعال است، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه کلید قطع کنید و کمی صبر کنید. در این حالت خازن از طریق ولت‌متر شروع به دشارژ می‌کند و روی اسیلوسکوپ منحنی دشارژ ظاهر می‌شود. شکل ۱-۳۷ منحنی دشارژ خازن را نشان می‌دهد. چون زمان شارژ شدن خازن بسیار کوتاه است لذا برای این که بتوانید منحنی دشارژ را به طور کامل مشاهده کنید، بلافاصله بعد از فعال کردن کلید S آن را غیر فعال نمائید. هم‌چنین طبق شکل ۱-۳۷ وضعیت قائم اسیلوسکوپ را روی ۲/۸ و Volt/Div را روی ۲۰ و Time base آن را روی ۵۰ ms/Div قرار دهید.



شکل ۱-۳۷ منحنی دشارژ خازن

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید به دلیل تولرانس‌های مدار و وسایل مربوط به شبیه ساز ممکن است در برخی موارد با مباحث تئوری دقیقاً تطبیق نداشته باشد.

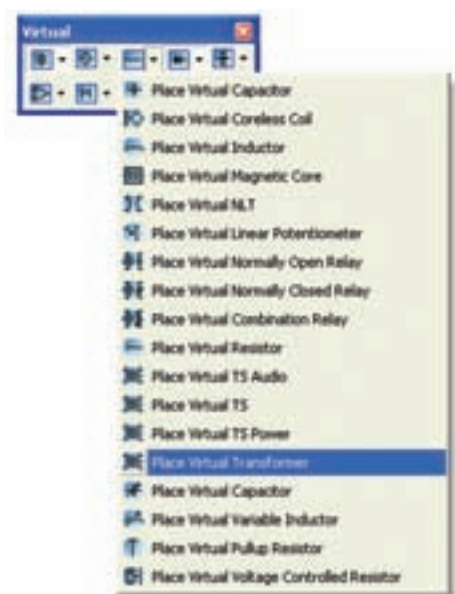
۱-۴-۲۴ مدار شکل ۱-۳۸ را ببندید. پس از وصل کلید، آیا لامپ روشن خواهد شد؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را بنویسید.



شکل ۱-۴۱ تعدادی ترانسفورماتور در نرم افزار

۱-۴-۲۹ در نرم افزار، ترانسفورماتورها در دو نوع کاهنده و افزایشنده وجود دارند. با استفاده از گروه نوار Virtual مطابق شکل ۱-۴۲ ترانسفورماتوری که نسبت تبدیل آن قابل تنظیم است را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید

نکته‌ی مهم: توجه داشته باشید که در نرم افزار مولتی‌سیم، ترانسفورماتور به صورت سه بعدی وجود ندارد.



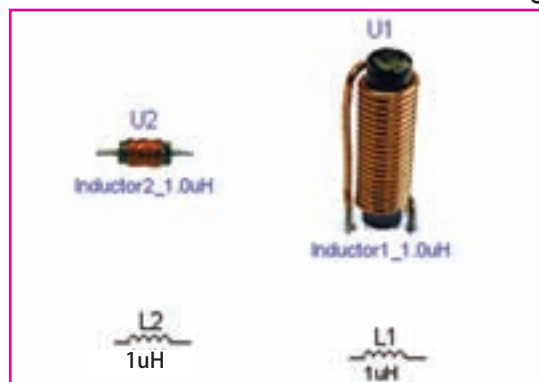
شکل ۱-۴۲ انتخاب ترانسفورماتور از نوار مجازی

۱-۴-۳۰ روی ترانسفورماتور کلیک راست کنید و در قسمت تنظیمات آن مطابق شکل ۱-۴۳ نسبت دور اولیه به ثانویه را تعیین نمایید.

۱-۴-۲۶ سلف یکی دیگر از قطعاتی است که در مدارهای الکترونیکی استفاده‌های زیادی دارد. برای مشاهده‌ی سلف از مسیرهای:

Component → Basic → 3D Component
→ Inductor

مطابق شکل ۱-۴۰ تعدادی سلف بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید. در این شکل علامت فنی و شکل واقعی سلف نشان داده شده است.



شکل ۱-۴۰ دو نمونه سلف و علامت فنی آن‌ها

۱-۴-۲۷ هم‌چنین از مسیر زیر نیز می‌توانید قطعات سه بعدی را روی میز کار بیاورید.

View → Toolbar → 3D Component

۱-۴-۲۸ انواع ترانسفورماتور را با استفاده از نوار قطعات (Component) و مسیرهای قبلی بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید. شکل ۱-۴۱ تعدادی ترانسفورماتور را نشان می‌دهد. ترانسفورماتورها نیز مانند سایر قطعات به دو صورت مقادیر ثابت و Virtual در نرم افزار وجود دارند. تعدادی ترانسفورماتور را روی صفحه‌ی کار بیاورید و مقادیر آن‌ها را تغییر دهید.

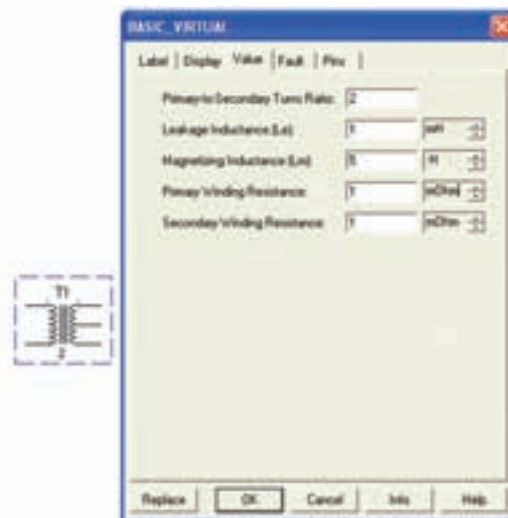
۱-۴-۳۳ مبدل وسیله‌ای است که می‌تواند یک نوع انرژی را به نوع دیگری از انرژی تبدیل کند. شکل ۱-۴۵ انواع مبدل را در نرم‌افزار نشان می‌دهد. این قطعات را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۱-۴۵ تعدادی مبدل در نرم‌افزار

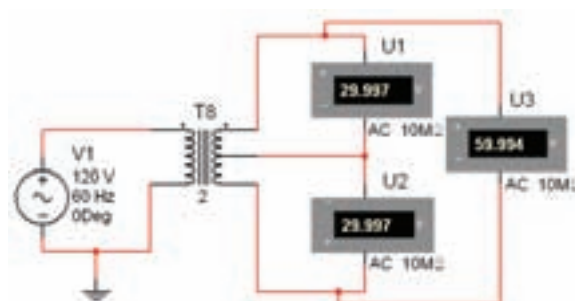
۱-۴-۳۴ در صورت تمایل می‌توانید مبدل‌ها را فعال کنید و آن‌ها را راه‌اندازی نمایید.

سوال ۱۰: آیا مبدل دیگری در نرم‌افزار می‌شناسید؟ در صورت مثبت بودن جواب آن‌ها را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.



شکل ۱-۴۳ تنظیم نسبت ترانسفورماتور

۱-۴-۳۱ مدار شکل ۱-۴۴ را ببندید. با استفاده از ولت‌متر AC ولتاژ دو سر ثانویه را اندازه‌گیری کنید. چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر ثانویه و ولتاژ کل ثانویه برقرار است؟ شرح دهید.



شکل ۱-۴۴ اندازه‌گیری ولتاژ سرهای ترانسفورماتور

۱-۴-۳۲ در مدار شکل ۱-۴۴ نسبت ترانسفورماتور را از ۲ به ۱۸ تغییر دهید و مقادیر ولتاژ اولیه و ثانویه را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

فصل دوم

دیود

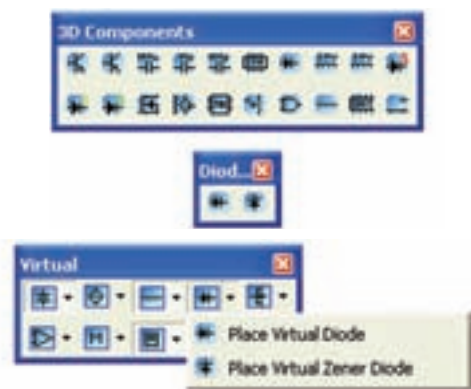
(مطابق فصل سوم کتاب الکترونیک عمومی ۱)

هدف کلی: آشنایی با انواع دیود، نحوه ی بایاس و منحنی مشخصه ی آن

هدف های رفتاری: پس از پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می شود، از فرا گیر

انتظار می رود:

- ۱- دیود را از روی شکل ظاهری تشخیص دهد.
- ۲- نحوه ی ایجاد بایاس مستقیم در دیود را مشاهده کند.
- ۳- نحوه ی ایجاد بایاس معکوس در دیود را مشاهده کند.
- ۴- جریان اشباع معکوس در دیود را اندازه گیری کند.
- ۵- منحنی مشخصه ی دیود را مشاهده کند.
- ۶- مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود را اندازه بگیرد.
- ۷- مقادیر حد در دیودها را مشاهده کند.
- ۸- انواع دیود را بر روی صفحه ی کار مجازی بیاورد.
- ۹- دیود را با استفاده از اهم متر و مولتی متر دیجیتالی آزمایش کند.
- ۱۰- کاربرد ساده از دیود زener را مشاهده کند.
- ۱۱- منحنی مشخصه ی دیود زener را مشاهده کند.
- ۱۲- منحنی مشخصه ی دیود معمولی را با دیود زener مقایسه کند.
- ۱۳- دیود LED را مشاهده کند.
- ۱۴- کاربرد ساده ای از مدار LED را مشاهده کند.
- ۱۵- نحوه ی کاربرد دیود را در هفت قطعه ای (سین سگمنت) مشاهده کند.



شکل ۲-۱ قرار دادن دیود بر روی میز کار مجازی

۲-۱-۱ آزمایش ۱: تشخیص دیود و نحوه ی بایاس

کردن آن توسط نرم افزار

۲-۱-۱-۱ دیود را از روی یکی از نوارهای قطعات

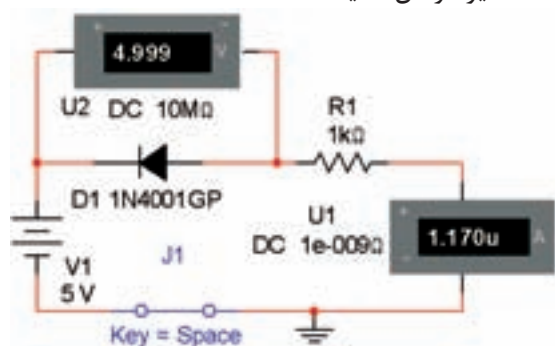
Diode، Virtual و 3D Components مطابق

شکل ۲-۱ بر روی صفحه ی کار مجازی بیاورید.

$$V_F = \dots\dots\dots \text{ Volt} \quad I_F = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

توجه: مقاومت $1K\Omega$ که به صورت سری با دیود بسته شده است جریان دیود را محدود می‌کند و مانع آسیب رساندن به آن می‌شود.

۲-۱-۴ مدار شکل ۲-۴ را ببندید. این مدار نحوه‌ی بایاس کردن دیود را در حالت معکوس نشان می‌دهد. جریان عبوری از مدار و ولتاژ دو سر دیود را اندازه بگیرید. با توجه به شکل ۲-۴، برای قرار دادن دیود در بایاس معکوس، باید پایانه‌ی مثبت باتری را به کاتد دیود و پایانه‌ی منفی باتری را به آنند دیود وصل کنید.



شکل ۲-۴ مدار بایاس معکوس دیود

$$V_R = \dots\dots\dots \text{ Volt} \quad I_R = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

سوال ۱: در کدام یک از مدارهای شکل‌های ۲-۳ و ۲-۴ جریان بیشتری از مدار عبور می‌کند؟ چرا؟ توضیح دهید.

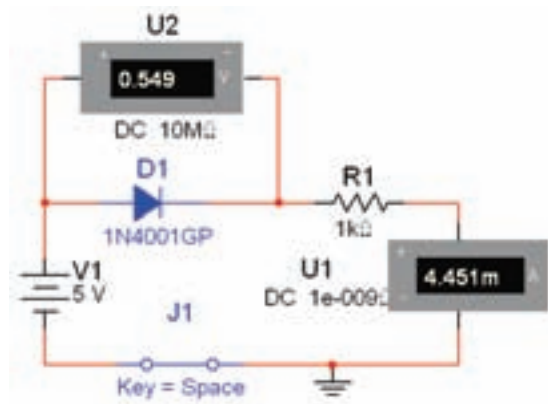
سوال ۲: اگر مقدار ولتاژ باتری را افزایش دهیم آیا تغییری در ولتاژ دو سر دیود در مدارهای شکل‌های ۲-۳ و ۲-۴ به وجود می‌آید؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

۲-۱-۲ هم‌چنین می‌توانید با استفاده از نوار Components گروه قطعات دیود مطابق شکل ۲-۲ دیود را روی میز کار مجازی انتقال دهید.



شکل ۲-۲ قرار دادن دیود روی صفحه‌ی کار مجازی

۲-۱-۳ مدار شکل ۲-۳ را ببندید. این مدار نحوه‌ی بایاس کردن دیود را در بایاس مستقیم نشان می‌دهد. برای بایاس مستقیم باید پایه‌ی آنند دیود به پایانه‌ی مثبت منبع تغذیه و پایه‌ی کاتد آن به پایانه‌ی منفی منبع تغذیه وصل شود. با استفاده از آمپر متر و ولت متر مقدار جریان عبوری از دیود و ولتاژ دو سر آن را در بایاس مستقیم اندازه بگیرید.



شکل ۲-۳ مدار بایاس مستقیم دیود

$$I_s = \dots\dots\dots \text{mA}$$

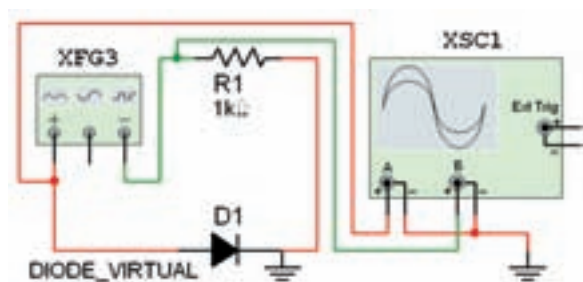
سوال ۳: تا چه حد می‌توانید ولتاژ تغذیه‌ی مدار شکل ۲-۶ را افزایش دهید تا دیود نسوزد؟ آیا می‌دانید این ولتاژ چه نام دارد؟ با افزایش ولتاژ منبع تغذیه این موضوع را تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

هشدار !!: یکی از مقادیر حد در دیود ولتاژ معکوس است. اگر در جهت معکوس ولتاژی بیش از مقدار مشخص شده به دیود اعمال شود، دیود می‌سوزد. لذا در عمل نباید ولتاژ معکوس به بیش از حد برسد.

۲-۲ آزمایش ۲: مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیود

۲-۲-۱ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیود از دستگاه اسیلوسکوپ استفاده کنید.

۲-۲-۲ مدار شکل ۲-۷ را روی صفحه‌ی کار مجازی ببندید.

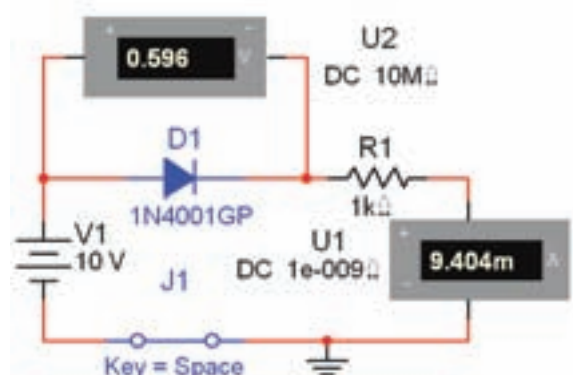


شکل ۲-۷ مدار جهت نمایش منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود

۲-۲-۳ فانکشن ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰ Hz و دامنه‌ی ۲ Vp-p قرار دهید و نرم‌افزار را فعال کنید.

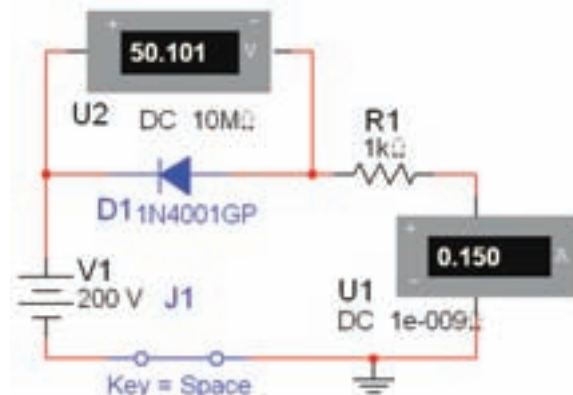
۲-۲-۴ دستگاه اسیلوسکوپ را راه‌اندازی کنید و تنظیم‌های زیر را انجام دهید.

۲-۱-۵ مدار شکل ۲-۵ را ببندید. مقدار ولتاژ و جریان را توسط ولت‌متر و آمپر متر اندازه بگیرید، و با مدار شکل ۲-۳ مقایسه کنید و نتیجه را توضیح دهید.



شکل ۲-۵ ولتاژ دو سر دیود در بایاس مستقیم

۲-۱-۶ مدار شکل ۲-۶ را ببندید. جریان عبوری از دیود در این حالت که ولتاژ اعمال شده به دو سر آن خیلی بزرگ است را جریان اشباع معکوس می‌گویند. مقدار جریان را توسط آمپر متر اندازه‌گیری کنید.



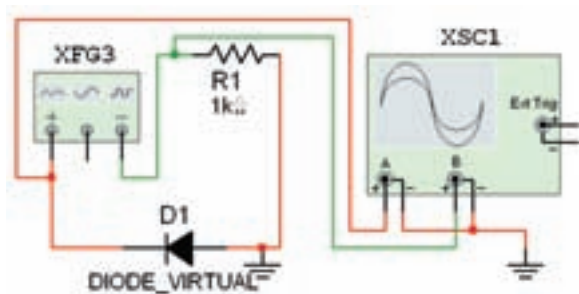
شکل ۲-۶ اندازه‌گیری جریان اشباع معکوس دیود

$$\text{Time/Div} = 10 \text{ ms/Div}$$

$$\text{CH}_A: \text{Volt/Div} = 1 \text{ V/Div}$$

$$\text{CH}_B: \text{Volt/Div} = 500 \text{ mV/Div}$$

۲-۲-۷ در مدار شکل ۲-۷ جهت دیود را بر عکس کنید و منحنی مشخصه را ملاحظه نمایید. نتایج به دست آمده را شرح دهید. در مدار شکل ۲-۹ جهت دیود معکوس شده است.



شکل ۲-۹ معکوس کردن دیود برای مشاهده منحنی مشخصه دیود

۲-۲-۸ مقادیر ولتاژ موافق و ولتاژ مخالف دو سر دیود را از روی منحنی مشخصه دیود اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_R = \dots\dots\dots \text{ Volt}$$

$$V_F = \dots\dots\dots \text{ Volt}$$

۲-۲-۹ با توجه به ولتاژهای اندازه گیری شده، دیود از نوع سیلیسیومی است یا ژرمانیومی؟ توضیح دهید.

۲-۲-۵ مدار را راه اندازی کنید. باید روی اسیلوسکوپ منحنی ولت آمپر دیود نمایش داده شود. در شکل ۲-۸ منحنی را مشاهده می کنید.

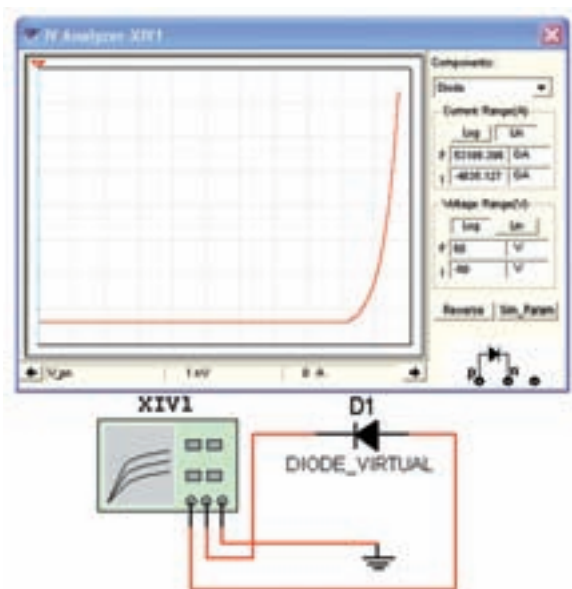


دکمه
Invert کانال B

شکل ۲-۸ منحنی مشخصه دیود در بایاس موافق و مخالف

توجه: برای مشاهده منحنی مشخصه دیود دکمه B/A و دکمه Invert کانال B را در دستگاه اسیلوسکوپ فعال کنید.

۲-۲-۶ نرم افزار را غیر فعال کنید و انتخاب کانال B/A را به A/B تغییر دهید. سپس نرم افزار را فعال نمایید و شکل موج را مشاهده کنید. شکل موج به دست آمده در این مرحله را با مرحله ی قبل مقایسه نمایید و توضیح دهید.



شکل ۱۱-۲ منحنی مشخصه‌ی دیود در بایاس مستقیم

نکته‌ی ۱: برای اتصال دیود به تحلیل گر پایه‌ی آند دیود را به پایانه‌ی P و پایه‌ی کاتد دیود را به پایانه‌ی N وصل کنید.

نکته‌ی ۲: حتماً باید زمین مدار را به پایانه‌ای که در کنار پایانه‌ی کاتد است وصل کنید. در غیر این صورت منحنی نمایش داده نخواهد شد.

۲-۲-۱۳ مدار شکل ۱۲-۲ را ببندید. در این مدار آند و کاتد دیود نسبت به مدار ۱۱-۲ جابجا شده است.

تحقیق کنید: عملکرد دستگاه منحنی نگار را مورد بررسی قرار دهید و در مورد نحوه‌ی تنظیم و کارایی‌های آن گزارش تهیه کنید و به کلاس ارائه دهید.

۲-۲-۱۰ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیود از دستگاه منحنی نگار (IV-Analyzer) نیز می‌توانید استفاده کنید. این دستگاه را از نوار ابزار (Instruments) بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. شکل ۱۰-۲ دستگاه منحنی نگار یا تحلیل گر ولت آمپر را نشان می‌دهد.

نکته‌ی مهم: از این دستگاه می‌توانید برای مشاهده‌ی منحنی ترانزیستور نیز استفاده کنید.



شکل ۱۰-۲ دستگاه تحلیل گر ولت آمپر

۲-۲-۱۱ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود ابتدا باید در کادر Components روی دستگاه گزینه‌ی دیود را انتخاب کنید. سپس پایه‌ی آند دیود را به پایانه‌ی P و پایه‌ی کاتد را به پایانه‌ی N اتصال دهید. و در نهایت اتصال زمین را به پایانه‌ای که در کنار پایانه‌ی N قرار دارد متصل کنید.

۲-۲-۱۲ تنظیم‌ها را انجام دهید و مدار را مطابق شکل ۱۱-۲ راه‌اندازی کنید. برای سفید شدن رنگ زمینه‌ی دستگاه دکمه‌ی Reverse را فعال کنید.

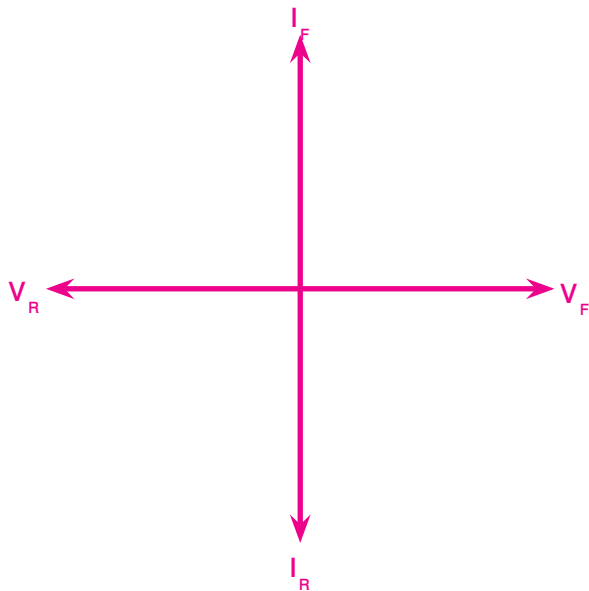
جدول را کامل کنید.

جدول ۲-۱ تغییرات ولتاژ منبع و مقادیر ولتاژ و جریان دیود

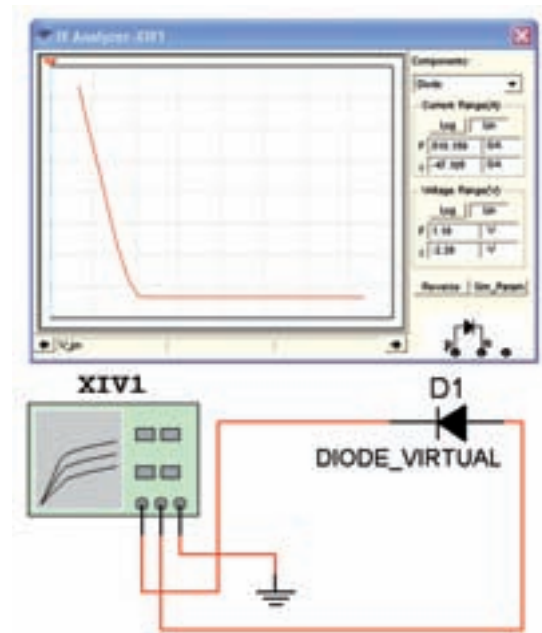
| ولتاژ منبع V_1 | V_D | I_D |
|------------------|-------|-------|
| ۰/۵ | | |
| ۱ | | |
| ۳ | | |
| ۵ | | |
| ۷ | | |

۲-۳-۳ با توجه به جدول منحنی ولت آمپر دیود را

رسم کنید.



سوال ۴: اگر مقدار ولتاژ منبع را به اندازه ی ۰/۱ ولت افزایش دهید میزان جریان عبوری از دیود چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و نتایج را شرح دهید.

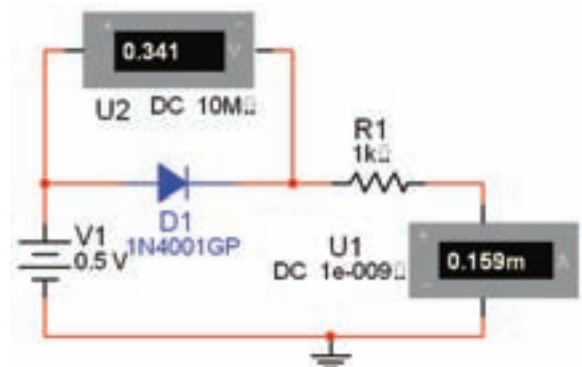


شکل ۲-۱۲ منحنی مشخصه‌ی دیود در بایاس معکوس

۲-۳ آزمایش ۳: مقاومت استاتیکی و دینامیکی

دیود

۲-۳-۱ $r_{dc} = \frac{V_f}{I_f}$ مقاومت استاتیکی دیود از رابطه‌ی به دست می‌آید. V_f ولتاژ و I_f جریان دیود در بایاس مستقیم است. مدار شکل ۲-۱۳ را ببندید و با استفاده از رابطه‌ی r_{dc} مقدار مقاومت استاتیکی را به دست آورید. توجه داشته باشید که ولت‌متر مقدار V_f و آمپر‌متر مقدار I_f را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۳ مدار برای اندازه‌گیری مقاومت‌های دیود

۲-۳-۲ ولتاژ منبع را طبق جدول ۲-۱ افزایش دهید و

سوال ۵: آیا در صورت افزایش ولتاژ منبع به میزان ۰/۱ ولت مقاومت استاتیکی تغییری می‌کند؟ شرح دهید.

۲-۳-۴ با استفاده از ۲ نقطه در منحنی ولت - آمپر دیود و رابطه‌ی $r_{ac} = \frac{\Delta V_f}{\Delta I_f}$ مقاومت دینامیکی دیود را به دست آورید.

$$r_{ac} = \dots\dots \Omega$$

۲-۴ آزمایش ۴: آزمایش دیود

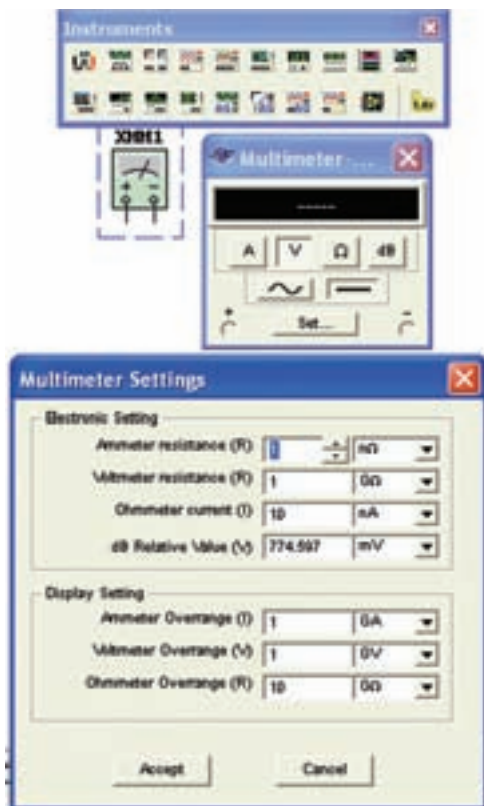
۲-۴-۱ برای تست دیود می‌توانید از اهم‌متر یا مولتی‌متر دیجیتال استفاده کنید. توجه داشته باشید که هنگام آزمایش دیود با مولتی‌متر یا اهم‌مترهای معمولی، دستگاه مقدار مقاومت موافق و مخالف را نشان می‌دهد. در صورتی که از مولتی‌متر دیجیتالی که دارای گزینه‌ی تست دیود است استفاده کنید، هنگام آزمایش دیود، مولتی‌متر مقدار ولتاژ موافق و ولتاژ داخلی مولتی‌متر را نشان می‌دهد.

۲-۴-۲ نرم‌افزار مولتی‌سیم دارای مولتی‌متر معمولی و مولتی‌متر دیجیتالی مخصوص آزمایش دیود است. مولتی‌متر معمولی را می‌توانید از نوار Instruments دستگاه مولتی‌متر (Multimeter) انتخاب کنید. مدل مولتی‌متر موجود در نرم‌افزار با شماره‌ی XMM1 مشخص شده است. مطابق شکل ۱۴-۲، مولتی‌متر را روی میز کار آزمایشگاه مجازی بیاورید.



شکل ۱۴-۲ موقعیت مولتی‌متر معمولی در نرم‌افزار

۲-۴-۳ روی دکمه‌ی Set کلیک کنید، پنجره‌ی تنظیم مولتی‌متر (Multimeter setting) باز می‌شود. برای این که مولتی‌متر بتواند دیود را در حالت هدایت قرار دهد، جریان مولتی‌متر را روی ۲mA بگذارید. سپس پنجره‌ی Multimeter Setting را ببندید. در شکل ۱۵-۲ پنجره‌ی تنظیم شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵-۲ پنجره‌ی تنظیم مولتی‌متر



شکل ۱۷-۲ مقاومت دیود در بایاس مخالف

همان طور که در شکل ۱۷-۲ ملاحظه می‌شود مقدار مقاومت دیود در بایاس مخالف حدود $25K\Omega$ به دست آمده که به اندازه‌ی یک صد برابر از مقاومت دیود در حالت موافق بیشتر است.

با انجام آزمایش دیود علاوه بر اطمینان از سلامت دیود پایه‌های آنند و کاتد دیود نیز مشخص می‌شود. در بایاس مستقیم پایه‌ای که به سر مثبت اهم‌متر وصل می‌شود، آنند دیود است و پایه‌ای که به سر منفی اهم‌متر اتصال دارد کاتد دیود است.

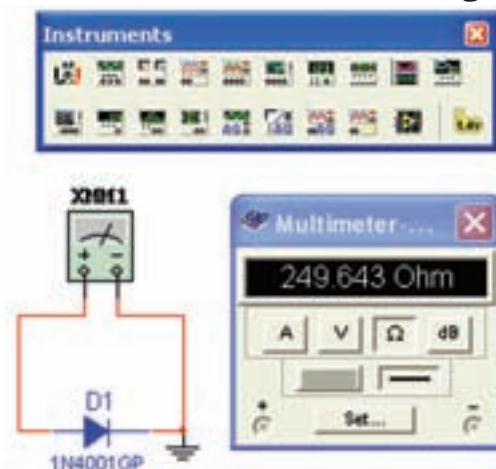
۲-۴-۶ مولتی‌متر دیجیتال با توانایی آزمایش دیود در منوی ابزار Instrument تحت نام Agilent multimeter قرار دارد. شکل ۱۸-۲ مولتی‌متر دیجیتالی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۲ مولتی‌متر دیجیتالی

۲-۴-۷ در شکل ۱۹-۲ تصویر ظاهری مولتی‌متر

۲-۴-۴ دستگاه را در وضعیت اهم‌متر قرار دهید. برای این کار روی علامت Ω کلیک کنید. سپس طبق شکل ۱۶-۲ سر مثبت اهم‌متر را به آنند دیود و سر منفی آن را به کاتد دیود وصل کنید، یعنی دیود را در بایاس مستقیم قرار دهید. در این حالت اهم‌متر مقاومت دیود را در بایاس موافق نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۲ مقاومت دیود در بایاس موافق

همان طور که در شکل ۱۶-۲ مشاهده می‌شود، مقاومت موافق این دیود در شرایطی که جریان 2 mA از آن عبور می‌کند در حدود 250Ω است.

نکته ۳: برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی دیود یا هر قطعه‌ی دیگر، باید اتصال زمین را به دستگاه اهم‌متر وصل کنید.

۲-۴-۵ در صورتی که پایانه‌ی مثبت اهم‌متر را به کاتد دیود و پایانه‌ی منفی آن را به آنند دیود وصل کنید، دیود در بایاس معکوس قرار می‌گیرد. در این حالت اهم‌متر مقدار اهم بیش‌تری را نشان می‌دهد. امتحان دیود را با مدار شکل ۱۷-۲ تجربه کنید.

دیدود را آزمایش کنید و پایه‌های آن را مشخص نمایید. شماره ۱۱ : همان دکمه‌ی تست پیوستگی مدار (اتصال کوتاه) است که از طریق شنیدن صدای بیزر و نمایش مقاومت روی صفحه صورت می‌گیرد. در صورتی که ابتدا دکمه‌ی شیف‌ت و سپس دکمه‌ی شماره ۱۱ فشار داده شود، قسمت آزمایش دیدود فعال می‌شود.

شماره ۱ : کلید خاموش و روشن دستگاه است که توسط آن می‌توانید دستگاه را خاموش یا روشن کنید.

۲-۴-۹ با کلیک کردن روی دکمه‌ی شماره ۱، دستگاه را روشن کنید. سپس دکمه‌ی شماره ۴ (Shift) را فشار دهید، پس از آن دکمه‌ی شماره ۱۱ را یک بار بفشارید باید روی میز کار مجازی علامت دیدود مشابه شکل ۲۰-۲ ظاهر شود. اکنون دستگاه آماده‌ی آزمایش است.



شکل ۲۰-۲ آماده ساختن مولتی‌متر برای آزمایش دیدود

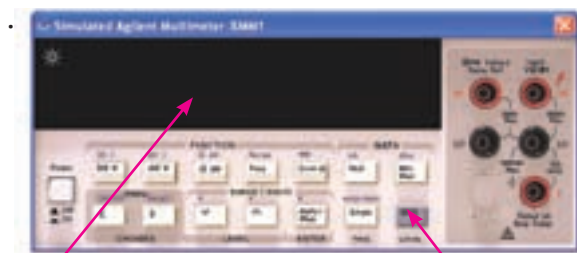
۲-۴-۱۰ مدار شکل ۲۱-۲ را ببندید و نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. باید عدد تقریبی نشان داده شده روی مولتی‌متر ایجاد شود. این عدد ولتاژ دیدود در بایاس موافق است.



شکل ۲۱-۲ آزمایش دیدود در بایاس موافق

همان طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ دیدود در حالت بایاس مستقیم حدود ۰/۴۶ ولت به دست آمده است.

دیجیتالی موجود در نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید. به دلیل این که این مولتی‌متر کاربردهای فراوانی دارد، در این قسمت فقط به ذکر دکمه‌هایی می‌پردازیم که فعلاً در آزمایش سلامت دیدود و تشخیص پایه‌های آن به کار می‌رود.



شکل ۱۹-۲ تصویر مولتی‌متر دیجیتالی صفحه نمایش ۴ shift

شماره کلیدها را با شکل ۱۳۵-۲ صفحه‌ی ۶۷ انطباق دهید ۲-۴-۸ پس از این که مولتی‌متر دیجیتالی Agilent را بر روی صفحه‌ی کار آوردید به دکمه‌ها و ورودی‌های آن توجه کنید.

کار دکمه‌ها و ورودی‌هایی که در این آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر است.

شماره ۳ : ورودی مثبت است و آند دیدود در بایاس موافق به آن وصل می‌شود.

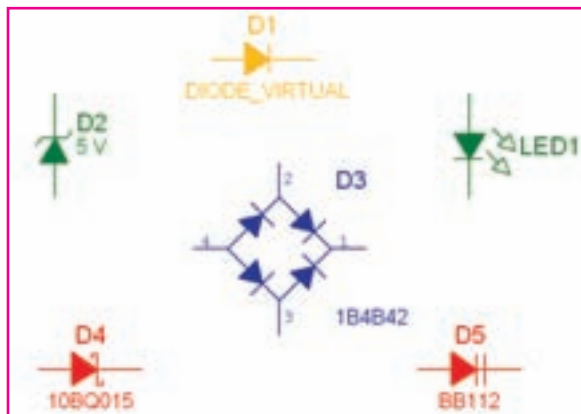
شماره ۲ : صفحه‌ی نمایش است که مقادیر کمیت‌ها روی آن ظاهر می‌شود.

شماره ۵ : ورودی منفی است و کاتد دیدود در بایاس موافق به آن متصل می‌شود.

شماره ۴ : دکمه‌ی شیف‌ت است، در صورتی که این دکمه فشار داده شود پارامترهایی که روی بدنه‌ی دستگاه و در کنار سایر کلیدها نوشته شده است اندازه‌گیری می‌شود. در صورتی که یک بار این کلید را بفشارید، علامت شیف‌ت ظاهر می‌شود. در این حالت با فشار دادن هر یک از کلیدها، کمیت نوشته شده روی بدنه و در بالای آن اندازه‌گیری می‌شود. به عنوان مثال با فشار دادن کلید شیف‌ت و فشار دادن دکمه‌ی قسمت مربوط به دیدود که تصویر آن در بالای کلید رسم شده است فعال می‌شود. در این حالت می‌توانید



انجام دهید و آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.



شکل ۲-۲۴ انواع دیود در نرم افزار

نکته‌ی مهم: تغییر رنگ دیودها مشابه تغییر رنگ مقاومت‌ها است.

سوال ۶: آیا نوع دیگری از دیود در نرم افزار وجود دارد که بر روی صفحه‌ی کار آورده نشده است؟ در صورت مثبت بودن جواب آن را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۷: به قسمت 3D Components مراجعه کنید. آیا در این قسمت دیودهایی وجود دارد که بتوانید آن‌ها را روی صفحه‌ی کار بیاورید؟ نتیجه را شرح دهید.

۲-۴-۱۱ مدار شکل ۲۱-۲ را به صورت شکل ۲۲-۲

تغییر دهید و مدار را راه‌اندازی کنید. در این حالت باید کلمه‌ی Open به معنی باز روی صفحه نمایش داده شود.



شکل ۲-۲۲ آزمایش دیود در بایاس مخالف

در این حالت دیود در بایاس مخالف قرار دارد و ولتاژ دو سر آن برابر با منبع است.

۲-۵ آزمایش ۵: مشاهده‌ی انواع دیود

۲-۵-۱ انواع دیود را با استفاده از نسوارهای شکل ۲۳-۲

می‌توانید بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید.



شکل ۲-۲۳ قرار دادن دیود با استفاده از نوارهای نرم افزار

۲-۵-۲ چند نمونه دیود را در شکل ۲۴-۲ مشاهده

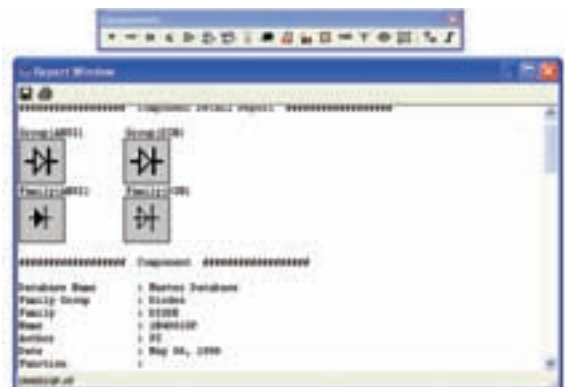
می‌کنید. شما نیز با انتخاب دیودهای مختلف این تجربه را

۲-۵-۳ هر دیود برای جریان عبوری مستقیم و ولتاژ معکوس مشخصی، ساخته می‌شود که با توجه به نوع کار مورد نظر، از نظر جریان عبوری و ولتاژ معکوس، می‌توان شماره‌ی دیود دل‌خواه را با مراجعه به جداول مشخصات الکتریکی دیودها و یا کاتالوگ‌های مربوطه انتخاب کرد. در نرم‌افزار مولتی‌سیم برای مشاهده‌ی این مشخصات پس از انتخاب دیود مورد نظر، دکمه‌ی ... Detail Report (گزارش جزئیات) را فشار دهید. شکل ۲۵-۲ جایگاه این دکمه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵-۲ جایگاه دکمه‌ی Detail Report

۲-۵-۴ در شکل ۲۶-۲ قسمتی از مشخصات دیود ۱N۴۰۰۱ را پس از فشردن دکمه‌ی ... Detail Report مشاهده می‌کنید. اطلاعات دیود ۱N۴۰۰۱ را می‌توانید از طریق تغییر دکمه‌ی "تغییر مکان سمت چپ" مشاهده کنید.



شکل ۲۶-۲ صفحه‌ی مشخصات دیود در نرم‌افزار

توجه: این قسمت از نرم‌افزار معمولاً قسمتی از Data Sheet (برگه‌ی اطلاعات) دیود را نشان می‌دهد.

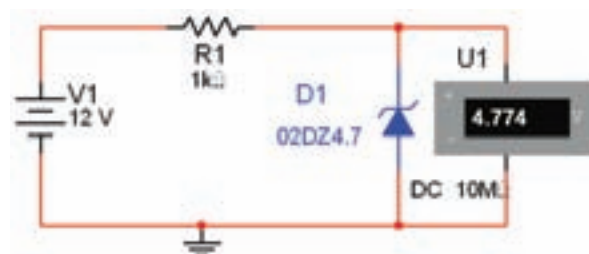
۲-۵-۵ شما نیز با انتخاب چند نمونه دیود تعدادی از مشخصات مربوط به آن‌ها را ملاحظه و یادداشت کنید.

سوال ۸: در صفحه‌ی مشخصات دیود چه ویژگی‌هایی از آن را مشاهده می‌کنید؟ آیا با این ویژگی‌ها در کتاب درسی خود آشنا شده‌اید؟ توضیح دهید.

۲-۶ آزمایش ۶: دیود زener و آزمایش‌های مربوطه

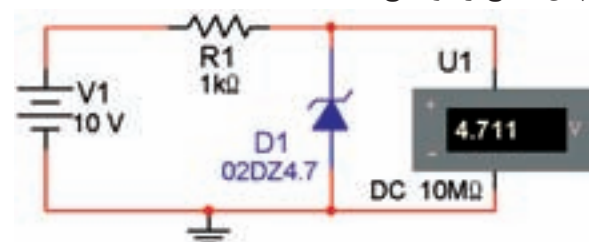
۲-۶-۱ ولتاژ دو سر دیودهای زener در بایاس معکوس مقدار ثابتی دارد. مدار شکل ۲۷-۲ را با استفاده از دیود زener ببندید. به مقدار ولتاژ دیود زener توجه کنید.

سوال ۱۰: اگر مقدار ولتاژ منبع مدار شکل ۲-۲۸ را به نصف کاهش دهیم، مقدار ولتاژ نشان داده شده توسط ولت‌متر چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.



شکل ۲-۲۷ اندازه‌گیری ولتاژ دیود زener در بایاس معکوس

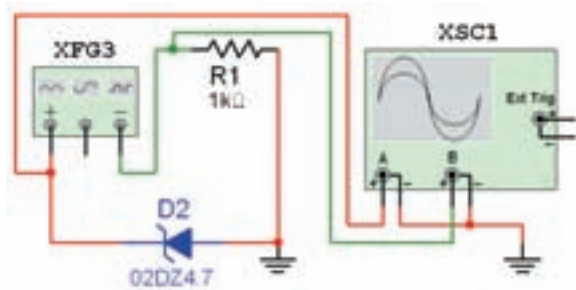
۲-۶-۲ اگر ولتاژ منبع تغذیه را تغییر دهید باز هم ولت‌متر همان ولتاژ را نشان خواهد داد، در مدار شکل ۲-۲۸ ثابت بودن ولتاژ را در دو سر دیود زener پس از تغییر ولتاژ منبع تغذیه مشاهده می‌کنید. مراحل تغییر را تکرار کنید، سپس نتایج را توضیح دهید.



شکل ۲-۲۸ ثابت بودن ولتاژ دیود زener در اثر تغییر منبع ولتاژ

سوال ۱۱: حد می‌نیم و ماکزیمم ولتاژ منبع که باعث می‌شود ولتاژ دو سر دیود زener تقریباً ثابت بماند را مشخص کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۲-۶-۳ مدار شکل ۲-۲۹ را ببندید. با استفاده از اسیلوسکوپ منحنی مشخصه‌ی ولتاژ-آمپر دیود زener را مشاهده کنید.

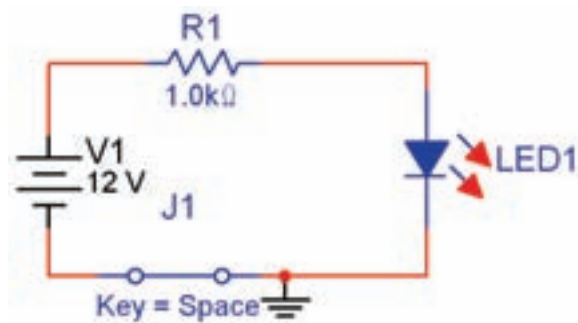


شکل ۲-۲۹ مدار جهت نمایش منحنی مشخصه‌ی دیود زener
۲-۶-۴ در شکل ۲-۳۰ منحنی مشخصه‌ی دیود زener را مشاهده می‌کنید. به تنظیم‌های روی دستگاه اسیلوسکوپ توجه کنید.

سوال ۹: مقدار ولتاژ نشان داده شده توسط ولت‌متر چه رابطه‌ای با ولتاژ دیود زener دارد؟ شرح دهید.

۲-۷ آزمایش ۷: دیود LED و مدارهای آن

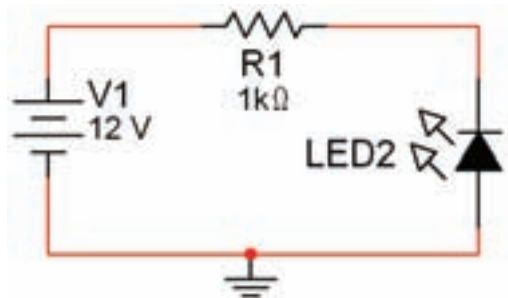
۲-۷-۱ مدار شکل ۲-۳۱ را ببندید و نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید در این حالت باید دیود LED روشن شود.



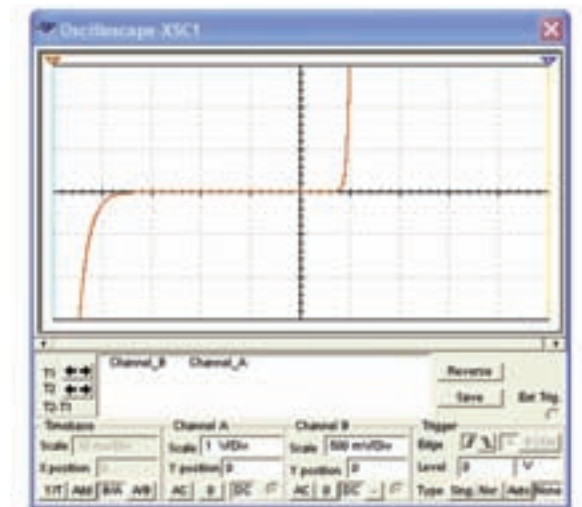
شکل ۲-۳۱ مدار آزمایش دیود LED

۲-۷-۲ با تغییر دیودهای LED در مدار شکل ۲-۳۱ روشن شدن آن را در رنگ‌های مختلف تجربه کنید.

۲-۷-۳ مدار شکل ۲-۳۲ را ببندید. آیا دیود LED روشن می‌شود؟ آزمایش کنید و نتیجه را بنویسید.



شکل ۲-۳۲ قرار دادن دیود LED در بایاس معکوس



شکل ۲-۳۰ منحنی مشخصه‌ی دیود زنر

۲-۶-۵ با استفاده از منحنی مشخصه‌ی دیود زنر مقدار ولتاژ موافق (آستانه‌ی هدایت) و مخالف (شکست) آن را از روی اسیلوسکوپ اندازه بگیرید.

$$V_F = \dots\dots\dots \text{ Volt}$$

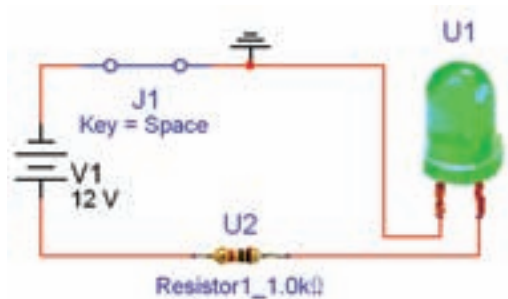
$$V_R = \dots\dots\dots \text{ Volt}$$

سوال ۱۲: منحنی مشخصه‌ی دیود معمولی چه تفاوتی

با منحنی مشخصه‌ی دیود زنر دارد؟ توضیح دهید.

۲-۶-۶ اگر پایه‌های دیود را در مدار ۲-۲۹ جابه‌جا

کنید، منحنی مشخصه‌ی دیود زنر چه تغییری می‌کند؟ مدار آن را ببندید و منحنی مشخصه‌ی دیود را مشاهده نمایید. در مورد تغییرات آن توضیح دهید.



شکل ۳۳-۲ مدار آزمایش دیود LED با قطعات سه بعدی (مقاومت و LED)

سوال ۱۷: آیا می‌دانید اگر جای اتصال زمین و مقاومت را در مدار شکل ۳۳-۲ جابه‌جا کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ تجربه کنید و نتیجه را بنویسید.

۵-۷-۲ یکی از کاربردهای دیود LED استفاده از آن در نمایش اعداد در هفت قطعه‌ای (Seven Segment یا 7-Seg) است. هفت قطعه‌ای را از نوار قطعات مطابق مسیر شکل ۳۴-۲ به روی میز کار مجازی بیاورید.



شکل ۳۴-۲ قرار دادن 7S بر روی صفحه‌ی کار

سوال ۱۳: به چه دلیل پس از راه‌اندازی مدار شکل ۳۲-۲ دیود روشن نمی‌شود؟ توضیح دهید.

سوال ۱۴: با تغییر افزایش و کاهش ولتاژ منبع چه تغییری در میزان نور دیود LED در ولتاژ موافق به وجود می‌آید؟ تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

سوال ۱۵: ولتاژ منبع را در مدار شکل ۳۱-۲ تا حد ۵ ولت کاهش دهید، آیا دیود LED روشن می‌شود؟ آزمایش کنید و نتیجه را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۶: حد می‌نیم و ماکزیمم ولتاژ منبع که باعث می‌شود دیود LED تقریباً نور ثابتی داشته باشد، را مشخص کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۷-۲ مدار شکل ۳۳-۲ را با استفاده از LED در نوار 3DComponents ببندید.

Component → Indicator → Hex Display

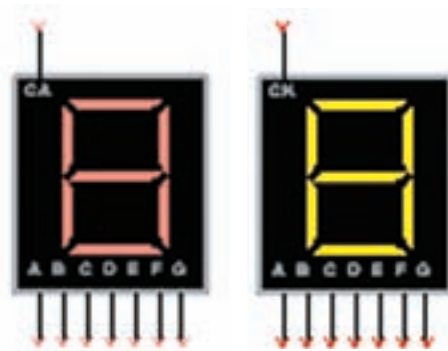
۲-۷-۶ قطعه‌ی 7S در رنگ‌های مختلف را به روی صفحه‌ی کار بیاورید و انواع آن را مشاهده کنید.

۲-۷-۷ برای نمایش دو رقم می‌توانید از 7S دو رقمی استفاده کنید. در شکل ۲-۳۵ این 7S را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۳۵ انتخاب 7S دو رقمی

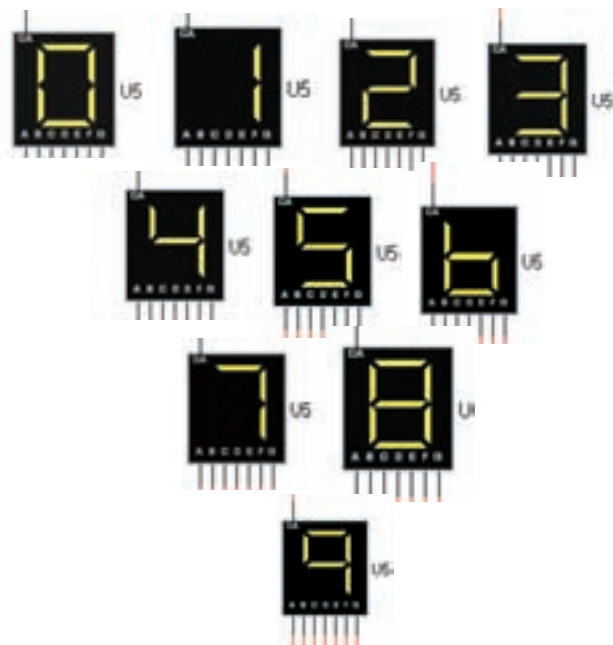
۲-۷-۸ با استفاده از نوار قطعات دو نوع مختلف از 7S را مطابق شکل ۲-۳۶ بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. با توجه به شکل چه تفاوتی بین آن‌ها مشاهده می‌کنید؟ شرح دهید.



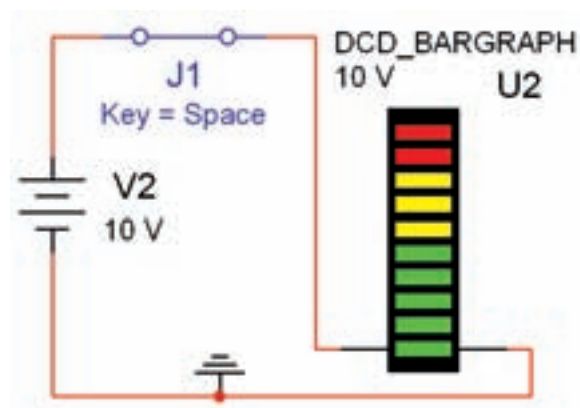
شکل ۲-۳۶ دو نوع 7S موجود در نرم‌افزار

توجه: در نرم‌افزار مولتی‌سیم باید برای روشن شدن هفت قطعه‌ای مدار راه‌انداز مربوط به آن را به 7S وصل و کامل کنید.

۲-۷-۹ در شکل ۲-۳۷ ارقام صفر تا نه، که با استفاده از مدار شمارنده روشن شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۳۷ نمایش اعداد یک رقمی با استفاده از 7S
۲-۷-۱۰ یکی دیگر از انواع چند قطعه‌ای‌ها بارگراف LED است. Bargraph هم قرار دارند و با اعمال ولتاژ به آن‌ها با توجه به میزان ولتاژ ورودی LED ها روشن می‌شوند، در شکل ۲-۳۸ یک نمونه بارگراف موجود در نرم‌افزار را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۸-۲ مدار بارگراف

۱۱-۲-۷ بارگراف موجود در نرم افزار ۱۰ دیود دارد که با افزایش ولتاژ در پله های یک ولتی روشن می شود. مدار شکل ۲-۳۸ را ببینید و ولتاژ را به تدریج از یک ولت به ۱۰ ولت در پله های یک ولتی افزایش دهید. نتایج به دست آمده را تشریح کنید.

فصل سوم

کاربرد دیود

(مطابق فصل چهارم کتاب الکترونیک عمومی ۱)

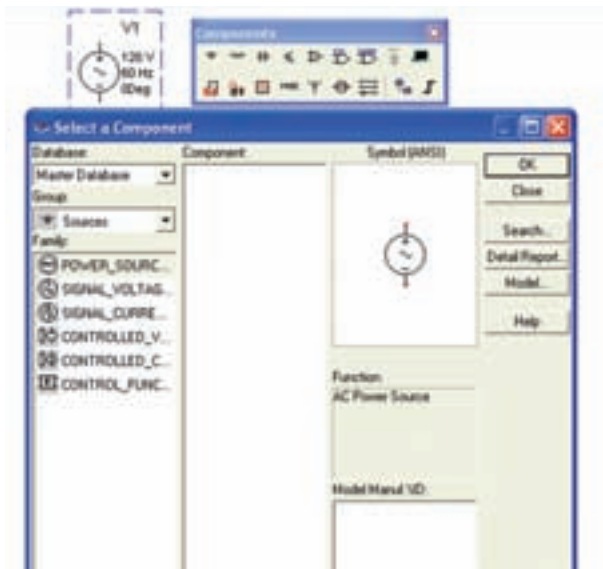
هدف کلی: آزمایش دیود و کاربرد آن توسط نرم افزار مولتی سیم

هدف های رفتاری: پس از پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می شود، از فرا گیرنده انتظار می رود:

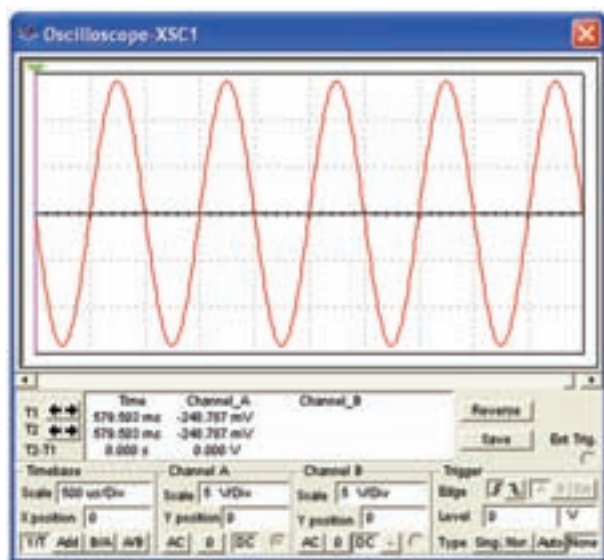
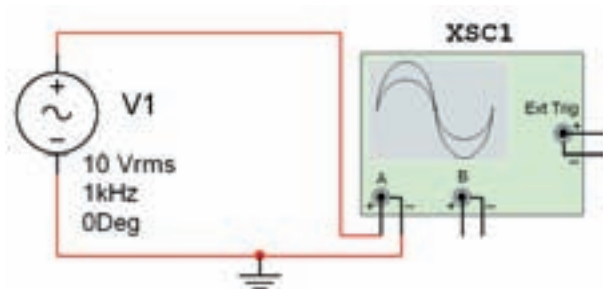
- ۱- یکسوسازی نیم موج را در نرم افزار پیاده سازی کند.
- ۲- یکسوسازی تمام موج را با استفاده از دو روش در نرم افزار شبیه سازی کند.
- ۳- به کمک نرم افزار یکسوساز تمام موج را به خازن صافی وصل کند و اثرات آن را مشاهده کند.
- ۴- مدار دو برابر کننده ولتاژ را در نرم افزار پیاده سازی و اثر آن را مشاهده نماید.
- ۵- یک مدار چند برابر کننده ولتاژ را به صورت نرم افزار ببندد و ولتاژ خروجی آن را اندازه گیری کند.
- ۶- مدارهای محدود کننده و قیچی کننده را آزمایش کند و ولتاژ خروجی آن را اندازه بگیرد.

۳-۱-۱ آزمایش ۱: مدارهای یکسوساز نیم موج و تمام موج

۳-۱-۱-۱ در این آزمایش ابتدا با نحوه استفاده از منبع تغذیه AC و تنظیم آن آشنا می شوید. برای این منظور از نوار قطعات (Components) مطابق شکل ۳-۱ منبع تغذیه AC را بر روی صفحه کار مجازی بیاورید.



شکل ۳-۱ قرار دادن منبع تغذیه AC بر روی صفحه کار



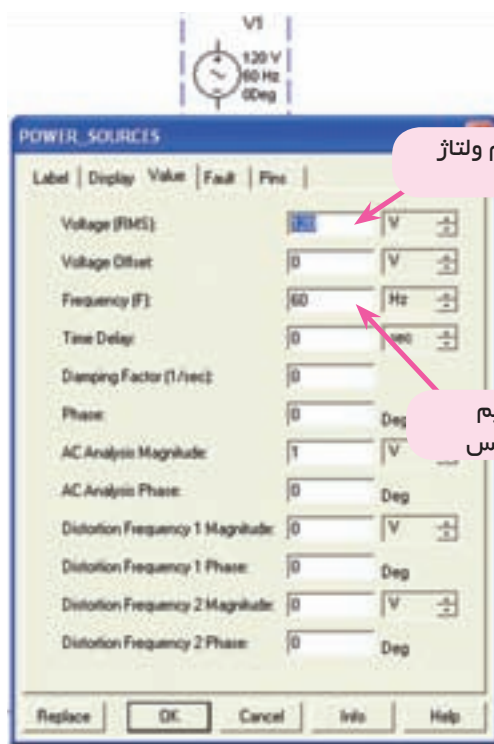
شکل ۳-۳ شکل موج نمایش داده شده در اسیلوسکوپ

۳-۱-۴ دامنه‌ی ولتاژ پیک تا پیک شکل موج را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن را یادداشت نمایید.

$$V_{P-P} = \dots\dots\dots V$$

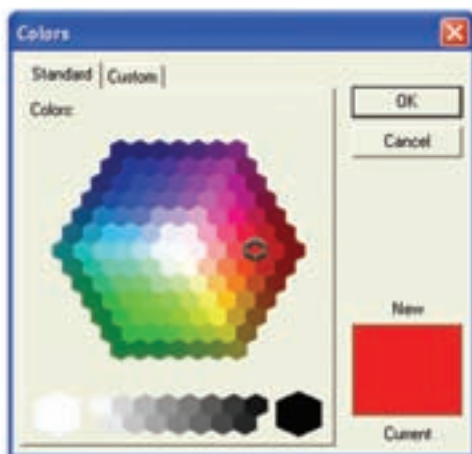
۳-۱-۵ با توجه به مقدار ولتاژ تنظیم شده در دستگاه منبع تغذیه AC در مدار شکل ۳-۳ که بر روی ۱۰ ولت قرار دارد، چرا مقدار اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۳-۱-۴ با مقدار منبع تفاوت دارد؟ تحقیق کنید آیا هر دو ولتاژ از یک نوع است؟ نتیجه‌ی بررسی‌های خود را شرح دهید.

۳-۱-۲ برای تنظیم منبع تغذیه روی آن دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مانند شکل ۳-۲ باز شود. در کادر دامنه (Voltage RMS) ولتاژ منبع و در کادر فرکانس (Frequency) فرکانس مورد نظر را تنظیم کنید.



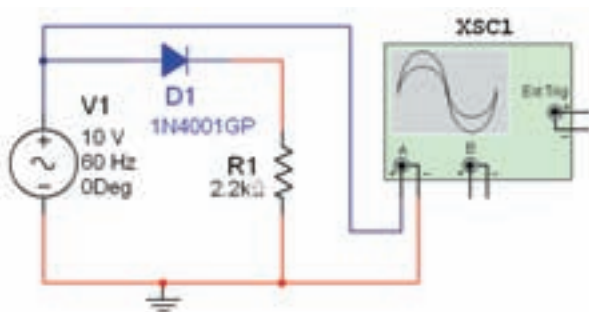
شکل ۳-۲ صفحه‌ی مربوط به تنظیم منبع AC

۳-۱-۳ مدار شکل ۳-۳ را ببندید. پایه‌ی مثبت منبع را به یکی از کانال‌های دستگاه اسیلوسکوپ وصل کنید و پایه‌ی منفی آن را به زمین اتصال دهید. شکل موج ایجاد شده را در صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در صورت نیاز، اسیلوسکوپ را تنظیم کنید.

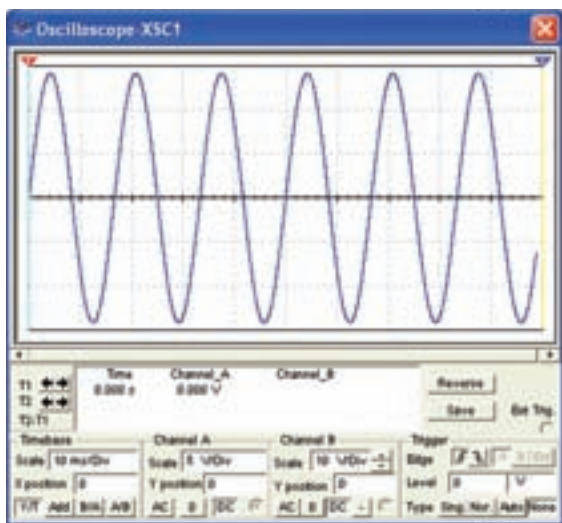


شکل ۵-۳ صفحه‌ی مربوط به انتخاب رنگ

۳-۱-۸ مدار مورد آزمایش به صورت شکل ۶-۳ در می‌آید، شکل موج ورودی مدار را مشاهده کنید.



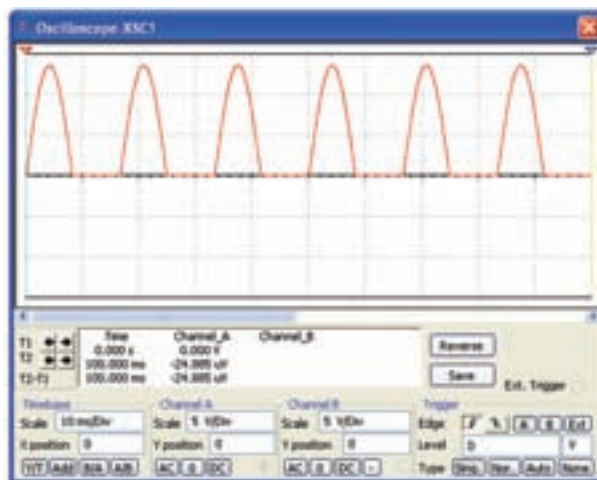
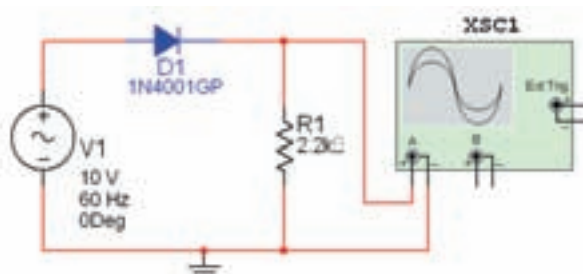
الف- مدار یک‌سوساز نیم‌موج



ب- شکل موج ورودی یک‌سوساز نیم‌موج
شکل ۶-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج ورودی

برای مشاهده‌ی شکل موج در دستگاه اسیلوسکوپ باید اتصال زمین را به مدار وصل کنید.

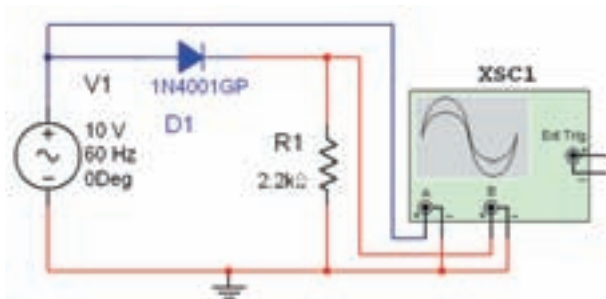
۳-۱-۶ شکل ۴-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج آن را نشان می‌دهد. برای مشاهده‌ی شکل موج روی دستگاه اسیلوسکوپ دو بار کلیک کنید. در این حالت کلید DC دستگاه اسیلوسکوپ باید فعال باشد.



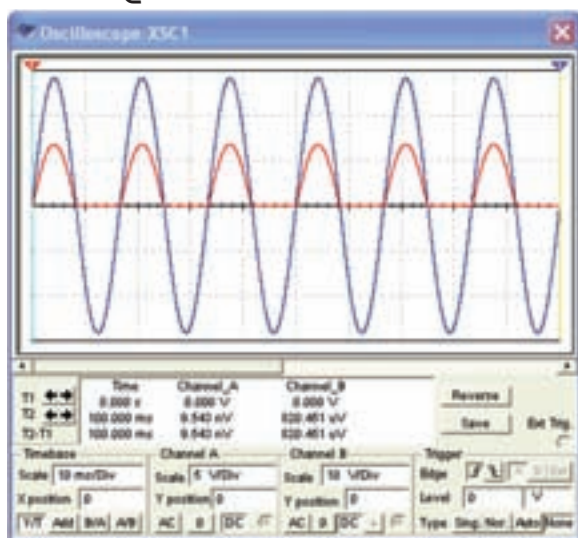
شکل ۴-۳ مدار و شکل موج یک‌سوساز نیم موج

۳-۱-۷ برای مشاهده‌ی هم‌زمان شکل موج‌های ورودی و خروجی کانال A دستگاه اسیلوسکوپ را به ورودی منبع تغذیه وصل کنید. برای تفکیک رنگ شکل موج‌های ورودی و خروجی نمایش داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ رنگ سیم متصل شده به یکی از کانال‌ها را تغییر دهید. برای این تغییر، ابتدا سیم را انتخاب نمایید و یک بار کلیک کنید. سپس با فعال کردن گزینه‌ی (Wire color) رنگ دلخواه را انتخاب نمایید. شکل ۵-۳ چگونگی این تنظیم را نشان می‌دهد.

موج‌های ورودی و خروجی را از نظر نوع شکل و مقدار دامنه با هم مقایسه کنید و نتیجه را شرح دهید.



الف - مدار یک‌سوساز نیم‌موج



ب- شکل موج‌های ورودی و خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج
شکل ۸-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج‌های آن

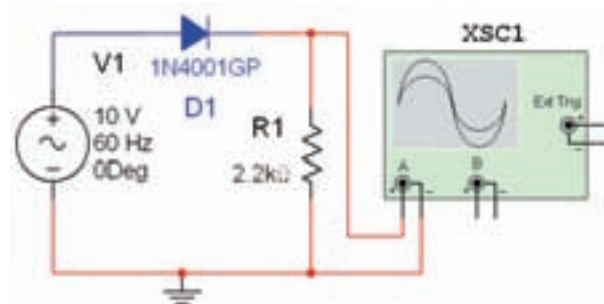


نکته: برای تفکیک شکل موج‌ها در صفحه‌ی دستگاه اسیلوسکوپ حوزه‌ی کار Volt/Div کانال A را کوچک‌تر انتخاب کرده‌ایم و رنگ سیم ورودی اسیلوسکوپ را نیز تغییر داده‌ایم.

۳-۱-۹ مقدار ولتاژ ورودی را با استفاده از شکل موج اندازه‌گیری شده یادداشت کنید.

$$V_{in} = \dots\dots\dots V$$

۳-۱-۱۰ کانال A دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار شکل ۶-۳ وصل کنید و شکل موج خروجی را در شکل ۷-۳ مشاهده کنید و مقدار دامنه‌ی پیک آن را از طریق اندازه‌گیری بنویسید.



الف - مدار یک‌سوساز نیم‌موج

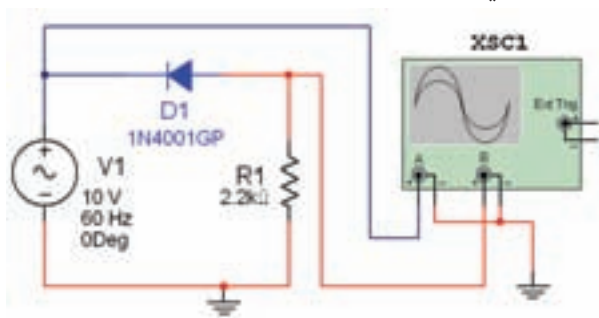


ب- شکل موج خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج
شکل ۷-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج خروجی

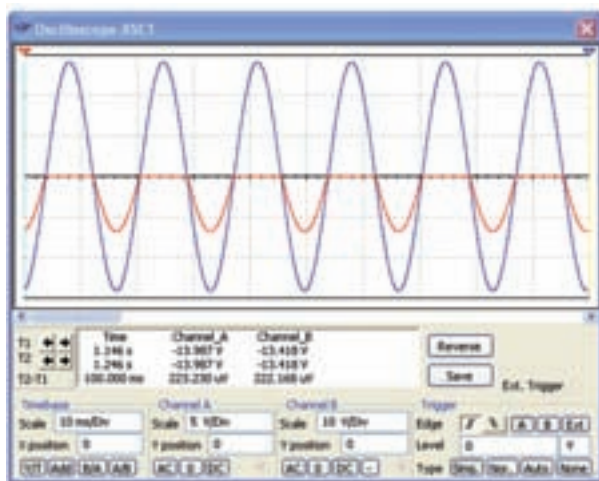
$$V_{out(Peak)} = \dots\dots\dots V$$

۳-۱-۱۱ برای مشاهده‌ی هم‌زمان ورودی و خروجی، مدار مورد آزمایش را به صورت شکل ۸-۳ درآورید. شکل

۳-۱-۱۶ در شکل ۳-۹ شکل موج خروجی مدار یک سوساز نیم‌موج را در زمان معکوس قرار دادن دیود در مدار مشاهده کنید.



الف - مدار یک‌سوساز نیم‌موج



ب - شکل موج‌های ورودی و خروجی

شکل ۳-۹ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل‌موج‌های آن
سوال ۲: چه رابطه‌ای بین دامنه‌ی ولتاژهای ورودی و خروجی در شکل ۳-۹ وجود دارد؟ توضیح دهید.

سوال ۱: چه رابطه‌ای بین ولتاژ موثر و ماکزیمم ولتاژ خروجی برقرار است؟ شرح دهید.

۳-۱-۱۲ دامنه‌ی ولتاژ ورودی مدار شکل ۳-۸ را بر روی ۶ولت قرار دهید و ماکزیمم ولتاژ خروجی را اندازه‌گیری کنید.

$$V_{MAX (Out)} = \dots\dots\dots V$$

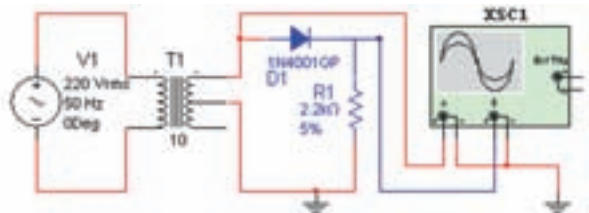
۳-۱-۱۳ مقدار ولتاژ موثر خروجی را با توجه به کاهش ولتاژ ورودی اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

$$V_{RMS} = \dots\dots\dots V$$

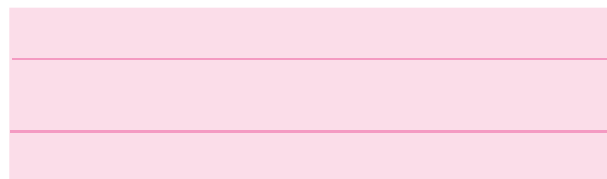
۳-۱-۱۴ مقدار مقاومت مدار ۳-۸ را با ۱۰ کیلو اهم تعویض کنید. شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید چه تغییری ایجاد شده است؟ شرح دهید.

۳-۱-۱۵ جهت دیود را معکوس کنید، شکل موج خروجی چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

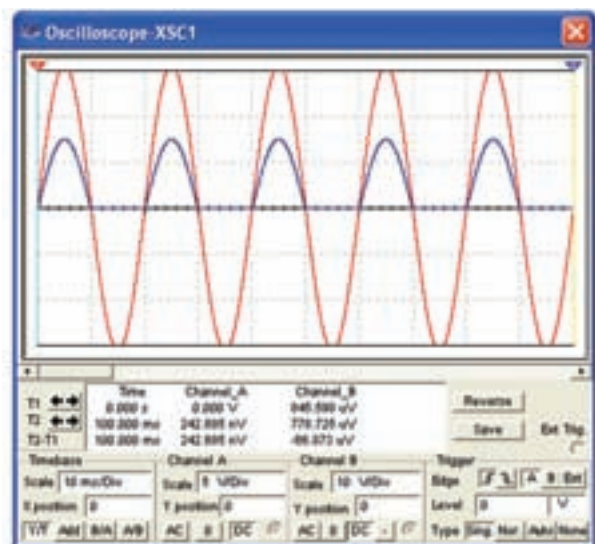
۳-۱-۱۹ مدار شکل ۱۲-۳ را ببندید. دستگاه اسیلوسکوپ را به ورودی و خروجی مدار وصل کنید و شکل موج‌های ورودی و خروجی ترانسفورماتور را با هم مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.



شکل ۱۲-۳ مدار یک‌سوساز نیم موج با ترانسفورماتور

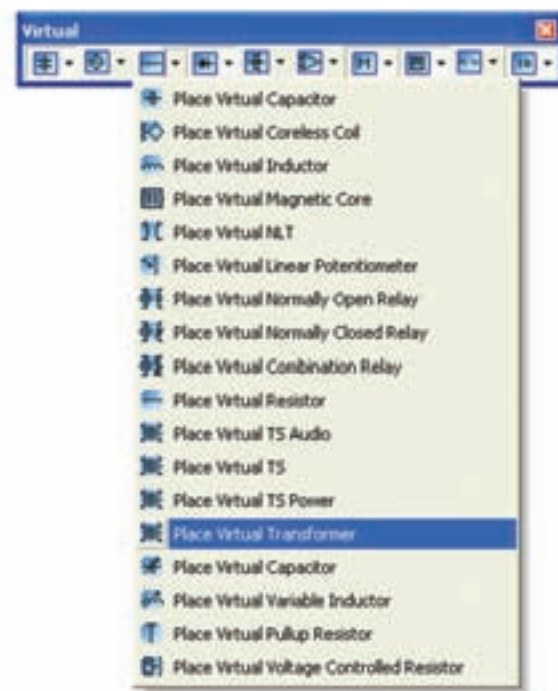


۳-۱-۲۰ شکل ۱۳-۳ موج‌های ورودی و خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج را نشان می‌دهد. برای تفکیک شکل موج ورودی از خروجی به حوزه‌ی کار Volt/Div در کانال‌های A و B توجه کنید. دامنه‌ی هر دو موج با هم برابر است.



شکل ۱۳-۳ شکل موج‌های ورودی و خروجی یک‌سوساز نیم موج

۳-۱-۱۷ در مدار یک‌سوساز نیم‌موج از ترانسفورماتور نیز می‌توان استفاده کرد. طبق شکل ۱۰-۳ از نوار Virtual ترانسفورماتور را انتخاب کنید.

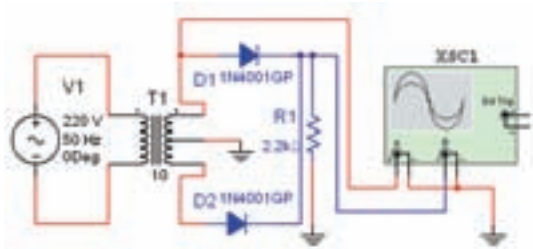


شکل ۱۰-۳ انتخاب ترانسفورماتور از نوار Virtual پس از انتخاب ترانسفورماتور روی آن دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شکل ۱۱-۳ باز شود. در این صفحه کادر مربوط به تنظیم‌های اولیه و ثانویه را جهت انتخاب نسبت دورهای اولیه و ثانویه مشاهده می‌کنید.



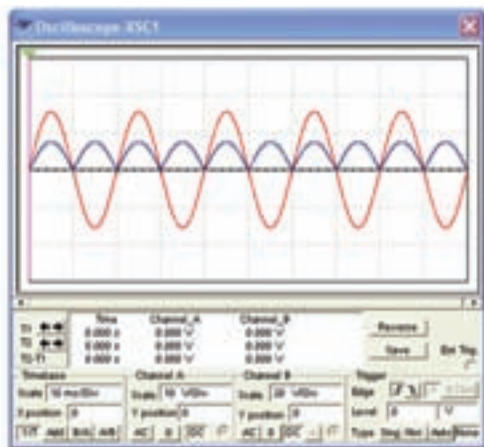
شکل ۱۱-۳ صفحه‌ی تنظیمات ترانسفورماتور

۳-۱-۲۳ برای یک‌سوسازی تمام موج از دو روش می‌توان استفاده کرد. یکی از روش‌ها قراردادن دو دیود و ترانسفورماتور با سر وسط در مدار است. مدار شکل ۳-۱۵ را ببینید.



شکل ۱۵ - ۳ مدار یک‌سوساز تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط

۳-۱-۲۴ در شکل ۳-۱۶ شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۶ - ۳ شکل موج‌های ورودی و خروجی یک سوساز تمام موج

۳-۱-۲۵ ولتاژ ورودی و خروجی (Peak) شکل ۳-۱۶ را با توجه به حوزه کار Volt/Div هر دو کانال اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

$$V_{in} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{out} = \dots\dots\dots V$$

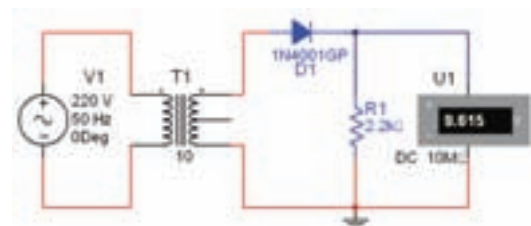
سوال ۴: آیا می‌توانید با قرار دادن ولت‌متر ولتاژ خروجی مدار شکل ۳-۱۵ را اندازه بگیرید؟ تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

توجه: با تغییر رنگ سیم ورودی کانال‌های اسیلوسکوپ می‌توانید رنگ شکل موج‌های نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را تغییر دهید و آن‌ها را از یکدیگر تفکیک کنید.

۳-۱-۲۱ جهت دیود را در مدار شکل ۳-۱۲ تغییر دهید و شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را شرح دهید.

سوال ۳: اگر نسبت دور اولیه و ثانویه را در مدار شکل ۳-۱۲ تغییر دهید چه تاثیری روی دامنه‌ی ورودی و خروجی دارد؟ تجربه کنید و توضیح دهید.

۳-۱-۲۲ در مدار شکل ۳-۱۲ ولت‌متر را در دو سر مقاومت قرار دهید و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید. شکل ۳-۱۴ چگونه اندازه‌گیری ولتاژ را نشان می‌دهد.



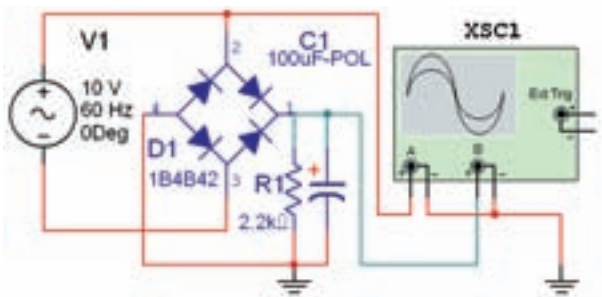
شکل ۱۴ - ۳ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ خروجی

$$V_{Out} = \dots\dots\dots V$$

سوال ۵: آیا می‌توانید با استفاده از ترانسفورماتور نیز مدار یک‌سوساز تمام موج پل دیود را ببندید؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

سوال ۶: ولت‌متر را در خروجی مدار شکل ۱۷-۳ قرار دهید و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید. این ولتاژ چه رابطه‌ای با ولتاژ ورودی پل دیود دارد؟ شرح دهید.

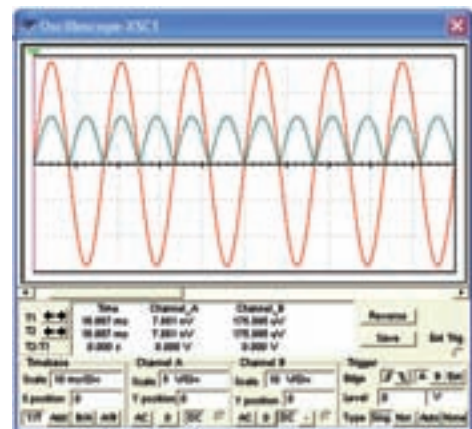
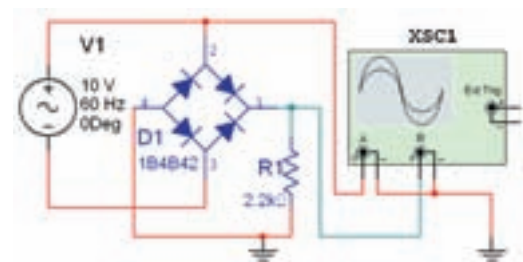
۲۷-۱-۳: خازن صافی را در مدار تمام موج پل دیود قرار دهید و مدار شکل ۱۸-۳ را ببندید.



شکل ۱۸-۳ یک‌سوساز تمام موج با خازن صافی

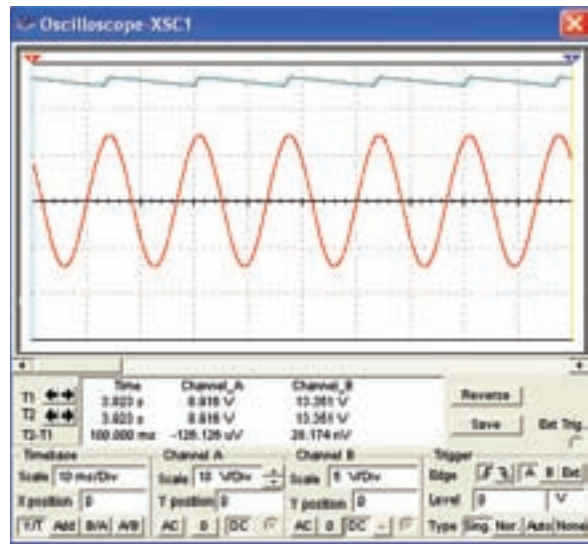
نکته‌ی مهم: برای یک‌سوسازی نیم‌موج در نرم افزار مولتی‌سیم، ترانسفورماتور دو سر که بتوان مقادیر آن را تغییر داد، وجود ندارد. به همین دلیل از ترانسفورماتور سه سر استفاده کرده‌ایم و فقط یکی از سیم‌پیچ‌های ثانویه را در مدار قرار داده‌ایم.

۲۶-۱-۳: روش دوم برای یک‌سوسازی تمام موج استفاده از دیود به صورت پل یا پل دیود است. پل دیود را از نوار Components قسمت دیود انتخاب کنید. مدار شکل ۱۷-۳ را ببندید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را ببینید و آن‌ها را با شکل موج‌های مدار شکل ۱۵-۳ مقایسه کنید و نتایج را شرح دهید.



شکل ۱۷-۳ مدار یک‌سوساز تمام‌موج و شکل موج ورودی و خروجی آن

۲۸-۱-۳ شکل موج‌های ورودی و خروجی مدار باید مشابه شکل ۱۹-۳ باشد. آن‌ها را مشاهده کنید و مقادیر V_p ورودی و خروجی را اندازه بگیرید. به حوزه‌ی کار V/Div روی کانال A و B توجه کنید.



شکل ۱۹-۳ شکل موج ورودی و خروجی یک سوساز تمام موج با خازن صافی

$$V_{P(in)} = \dots\dots\dots V$$

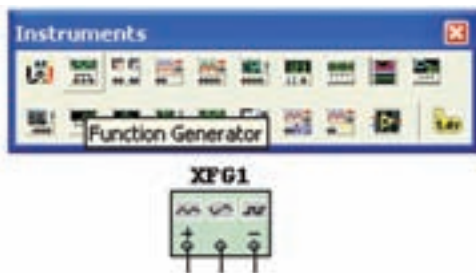
$$V_{P(out)} = \dots\dots\dots V$$

سوال ۷: چه رابطه‌ای بین $V_{P(in)}$ و $V_{P(out)}$ وجود دارد؟ توضیح دهید.

سوال ۸: اگر ظرفیت خازن را تغییر دهید چه تاثیری روی شکل موج خروجی می‌گذارد؟ تجربه کنید و شرح دهید.

سوال ۹: آیا تغییر ظرفیت خازن در مقدار ولتاژ خروجی تاثیری دارد؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

۲۹-۱-۳ در نرم‌افزار مولتی‌سیم منبع تغذیه‌ی AC دیگری نیز وجود دارد. از نوار ابزار (Instruments) مطابق شکل ۲۰-۳ این منبع را بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید.



شکل ۲۰-۳ دستگاه فانکشن ژنراتور

۳۰-۱-۳ برای تنظیم منبع تغذیه روی آن دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مانند شکل ۲۱-۳ باز شود. در کادر دامنه (Amplitude) ولتاژ منبع و در کادر فرکانس (Frequency) فرکانس مورد نظر را تنظیم کنید و یکی از شکل موج‌ها را به دلخواه انتخاب نمایید.

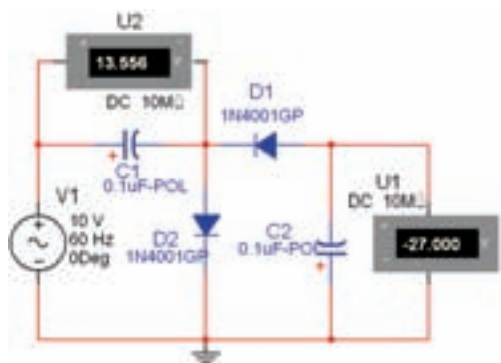
۳-۱-۲۲ تمام مدارهای آزمایش ۳ را با فانکشن ژنراتور ببندید و نتایج به دست آمده را نسبت به منبع AC مقایسه کنید.

سوال ۱۰: آیا می‌دانید تفاوت‌های دستگاه فانکشن ژنراتور و منبع AC چیست؟ بررسی کنید و توضیح دهید.

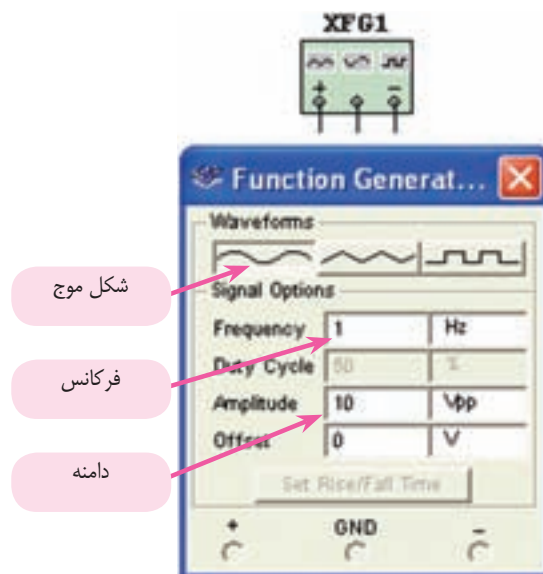
نکته‌ی مهم: ولتاژ در منبع AC موجود در نرم‌افزار بر حسب ولتاژ موثر (RMS) تنظیم می‌شود، در صورتی که در دستگاه فانکشن ژنراتور موجود در نرم‌افزار بر حسب ولتاژ پیک تا پیک (P-P) قابل تنظیم است.

۳-۲ آزمایش ۲: بستن مدارهای چند برابرکننده ولتاژ

۳-۲-۱ با استفاده از دیود و خازن می‌توان علاوه بر یک‌سوسازی ولتاژ متناوب، مقادیر ولتاژ خروجی را نیز چند برابر کرد. مدار دو برابر کننده‌ی شکل ۳-۲۳ را ببندید و ولتاژهای ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۲۳ مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ



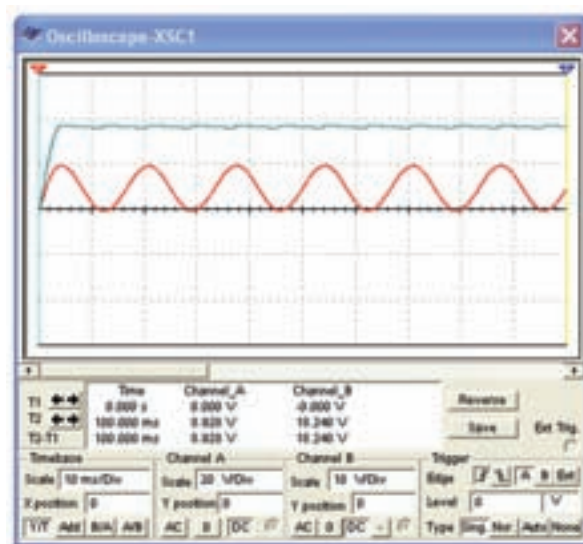
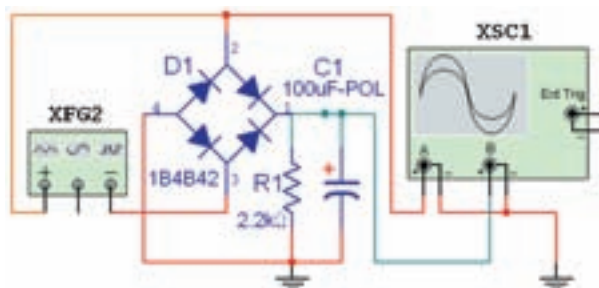
شکل موج

فرکانس

دامنه

شکل ۳-۲۱ صفحه‌ی تنظیمات فانکشن ژنراتور

۳-۱-۳۱ مدار یک‌سوساز تمام موج پل دیود را با استفاده از فانکشن ژنراتور مطابق شکل ۳-۲۲ ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



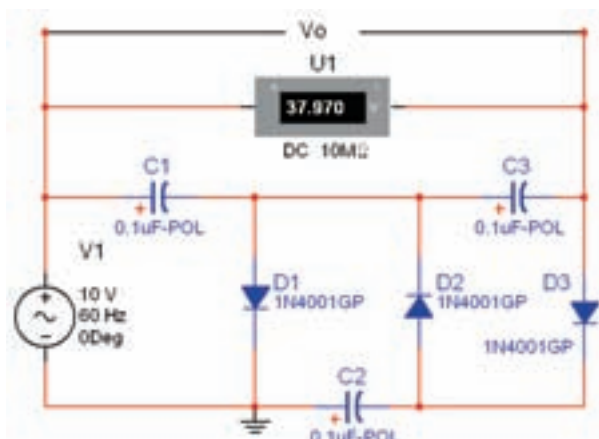
شکل ۳-۲۲ مدار یک‌سوساز تمام‌موج و شکل موج‌های آن

$$V_{i(P)} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{o(P)} = \dots\dots\dots V$$

سوال ۱۱: چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر خازن C_1 و ولتاژ خروجی مدار وجود دارد؟ توضیح دهید.

۳-۲-۳ اگر در مدار شکل ۳-۲۴ یک خازن و یک دیود اضافه کنید، مدار سه برابر کننده خواهید داشت. مدار شکل ۳-۲۵ را ببندید و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۲۵ مدار سه برابر کننده

$$V_{out} = \dots\dots\dots V$$

۳-۲-۴ ولت‌متر را بین دو سر هر یک از خازن‌های مدار شکل ۳-۲۵ قرار دهید و ولتاژ آن‌ها را اندازه بگیرید.

نکته‌ی مهم: می‌دانید ولتاژ منبع تغذیه‌ی AC بر

حسب ولتاژ موثر است. لذا لازم است مقدار V_p را به ترتیب زیر به دست آوریم تا ولتاژ خروجی قابل محاسبه باشد لذا داریم:

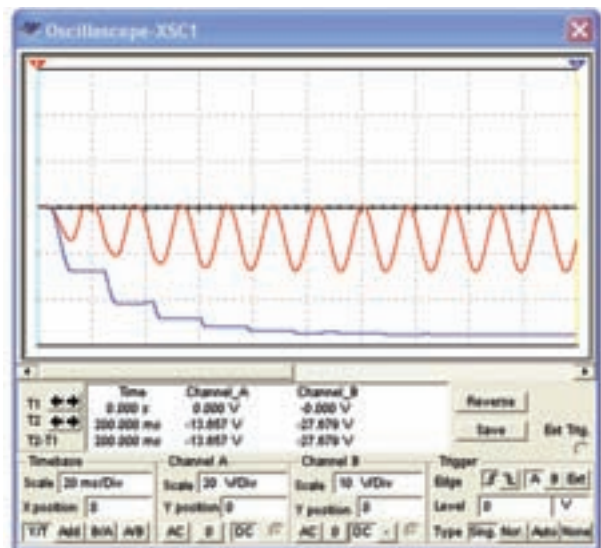
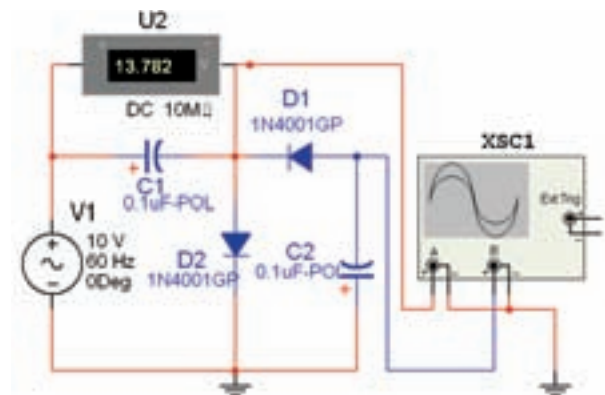
$$V_{RMS(in)} = 10 \text{ V}$$

$$V_{P(in)} = 10\sqrt{2} \approx 14 \text{ V}$$

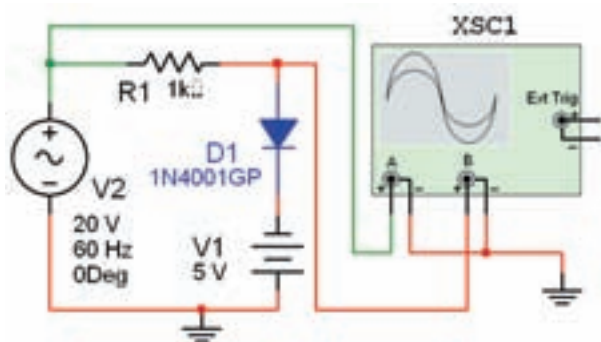
$$V_{Out} = 3V_P = 3 \times 14 = 42$$

$$V_{Out} = 42 \text{ V}$$

۳-۲-۲ دستگاه اسیلوسکوپ را به ورودی و خروجی مدار شکل ۳-۲۳ وصل کنید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید. این شکل موج‌ها باید مشابه شکل ۳-۲۴ باشد. مقادیر پیک V_i و V_o را اندازه بگیرید، چه رابطه‌ای بین این دو وجود دارد؟ شرح دهید.



شکل ۳-۲۴ مدار دو برابر کننده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن



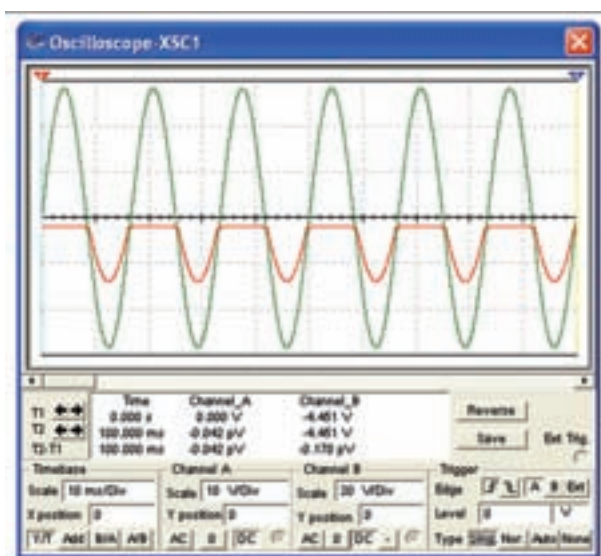
$$V_{C1} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{C2} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{C3} = \dots\dots\dots V$$

۳-۲-۵ با اضافه کردن یک دیود و یک خازن دیگر، مدار چهار برابر کننده ولتاژ را ببندید. ولتاژ خروجی و ولتاژ دو سر هر یک از خازن‌های مدار را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |



۳-۳ آزمایش ۳: مدارهای برش‌دهنده

شکل ۳-۲۶ مدار برش‌دهنده و شکل موج‌های آن

۳-۳-۲ ولتاژ منبع V_1 را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید. در چه شرایطی نیم سیکل منفی ولتاژ ورودی و خروجی کاملاً مشابه می‌شوند؟ در مورد آن توضیح دهید.

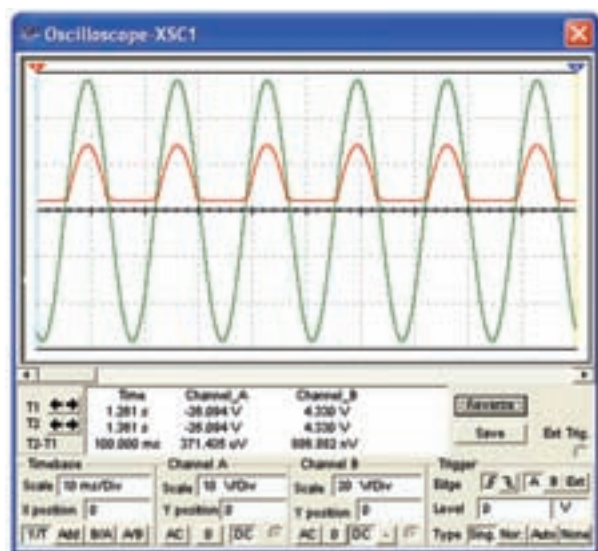
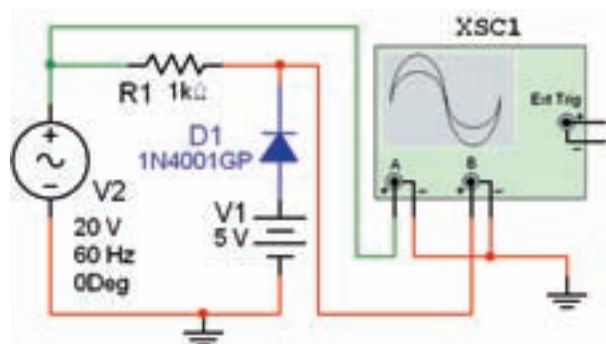
| |
|--|
| |
| |
| |

۳-۳-۱ در بسیاری از موارد از جمله در دیجیتال و کامپیوتر شرایطی به وجود می‌آید که باید دامنه‌ی سیگنال‌ها از سمت مثبت یا منفی و یا هر دو، به اندازه‌ی معینی محدود شود. مدارهای برش‌دهنده می‌توانند این عمل را انجام دهند. مدار شکل ۳-۲۶ که یک مدار برش‌دهنده‌ی مثبت است، را ببندید و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن را مشاهده کنید. در این مدار قسمت کوچکی از نیم سیکل منفی برش داده شده و در خروجی ظاهر شده است.

۳-۳-۳ ولتاژ منبع V_1 را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی کنید. در چه شرایطی ولتاژ ورودی و خروجی کاملاً حذف می‌شوند؟ در مورد آن توضیح دهید.

نکته : جهت تفکیک شکل موج ورودی و خروجی حوزه‌ی کار VOLT/DIV را در کانال A کم‌تر انتخاب کرده‌ایم. در این شکل موج ورودی با رنگ سبز و موج خروجی با رنگ قرمز مشخص شده است.

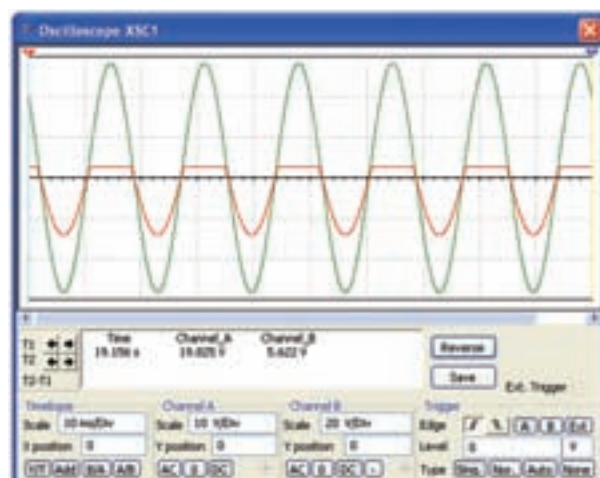
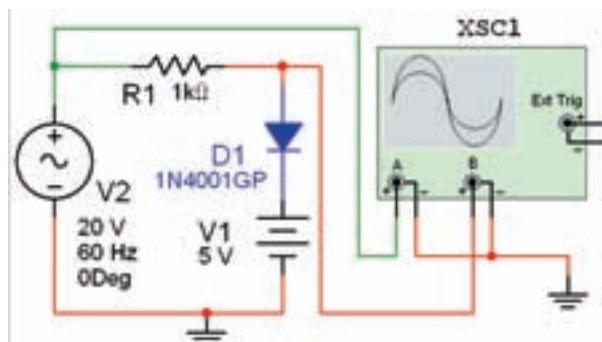
۳-۳-۵ مدار شکل ۳-۲۸ را ببینید. در این مدار هم جهت دیود و هم جهت باتری نسبت به مدار شکل ۳-۲۶ تغییر کرده است.



شکل ۳-۲۸ مدار برش‌دهنده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن

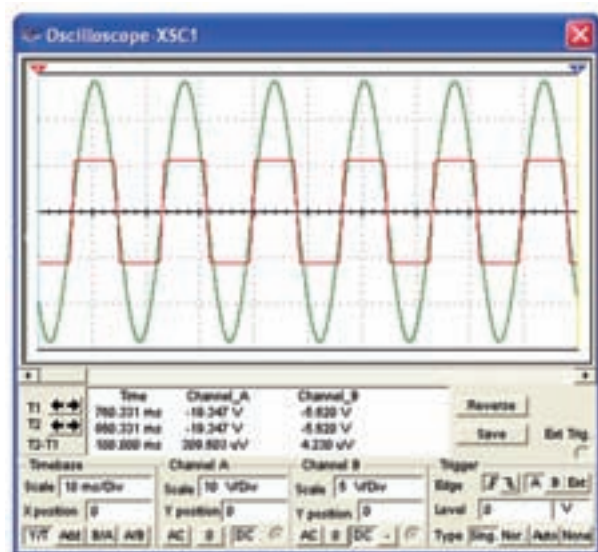
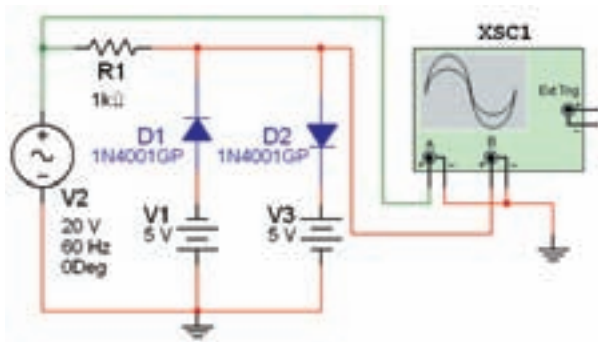
سوال ۱۳: با تغییر جهت دیود و باتری به طور هم زمان، در شکل موج خروجی چه تفاوتی نسبت به شکل ۳-۲۶ به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

۳-۳-۴ در مدار شکل ۳-۲۶ جهت باتری را تعویض کنید. شکل موج‌های ورودی و خروجی باید مشابه شکل ۳-۲۷ باشد.



شکل ۳-۲۷ مدار برش‌دهنده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن

سوال ۱۲: چه تفاوتی بین شکل موج شکل‌های ۳-۲۶ و ۳-۲۷ وجود دارد؟ دلیل آن را توضیح دهید.



شکل ۲۹-۳ مدار برش دهنده‌ی دو طرفه و شکل موج‌های آن

سوال ۱۷: آیا مدار دیگری را می‌شناسید که بتواند سیگنال ورودی را از هر دو طرف برش دهد؟ نام ببرید، مدار آن را ببینید، آزمایش کنید و در مورد نتایج آزمایش توضیح دهید.

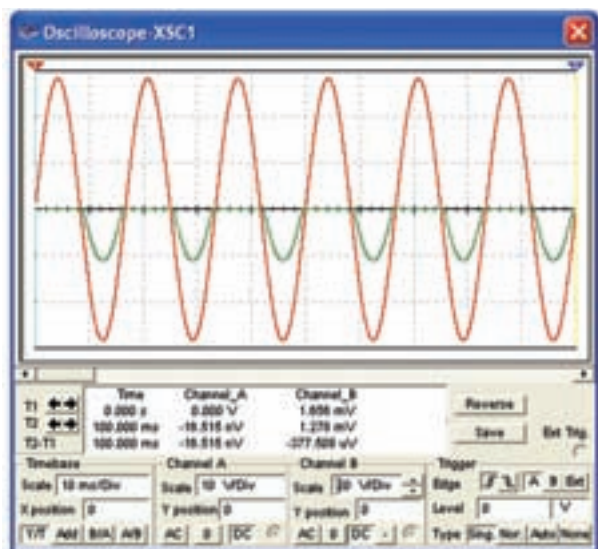
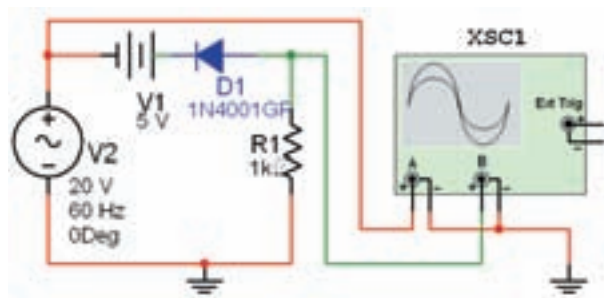
سوال ۱۴: اگر در مدار شکل ۲۸-۳ مقدار ولتاژ باتری را افزایش دهید یا مقدار آن را کم کنید، چه تغییری در شکل موج خروجی ایجاد می‌شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۵: مدار شکل ۲۸-۳ چه نام دارد؟ دلیل این نام‌گذاری را شرح دهید.

سوال ۱۶: با کاهش یا افزایش ولتاژ منبع تغذیه‌ی AC چه تغییری در شکل موج خروجی ایجاد می‌شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۳-۳-۶ مدار شکل ۲۹-۳ را که دو دیود در دو جهت مخالف یکدیگر قرار دارند را ببینید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.

۸-۳-۲ چنانچه یک باتری را با دیود سری کنیم، متناسب با ولتاژ باتری فقط قسمتی از نیم‌سیکل مثبت یا منفی سیگنال ورودی برش می‌خورد. مدار شکل ۳۱-۳ این حالت را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



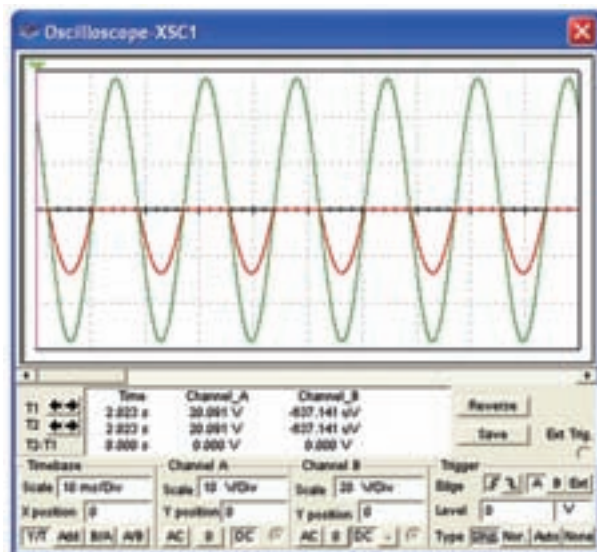
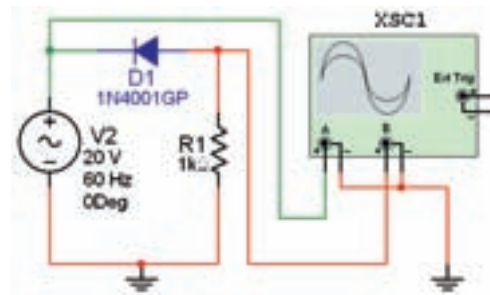
شکل ۳۱-۳ مدار برش دهنده‌ی سری و شکل موج‌های آن

هنگام کار به تنظیم‌های انجام شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ توجه کنید.

۹-۳-۳ مقدار ولتاژ منبع V_1 را افزایش دهید، چه تاثیری روی شکل موج خروجی می‌گذارد؟ در چه شرایطی ولتاژ خروجی صفر می‌شود؟ شرح دهید.

نکته‌ی مهم: چنانچه در هر یک از مدارهای برش دهنده جهت باتری یا دیود یا جهت هر دو را عوض کنیم، یا این که خروجی را از دو سر مقاومتی که به صورت سری بسته شده است بگیریم، شکل موج در تمام حالات با یک‌دیگر، متفاوت خواهد بود. می‌توانید تجربه کنید و حالت‌های مختلف را مورد بررسی قرار دهید.

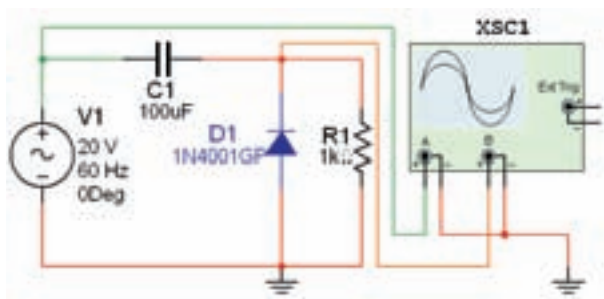
۷-۳-۲ در صورتی که عنصر برش‌دهنده (دیود) با خروجی به صورت سری بسته شود مدار را برش‌دهنده‌ی سری می‌نامند. مدار شکل ۳۰-۳ یک مدار برش دهنده‌ی سری برای نیم‌سیکل مثبت است. این مدار را ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



شکل ۳۰-۳ مدار برش‌دهنده‌ی سری و شکل موج‌های آن

۳-۴ آزمایش ۴: مدارهای مهارکننده

۳-۴-۱ در مدار مهارکننده، مولفه‌ی dc به سیگنال اضافه می‌شود. مدار شکل ۳۲-۳ را ببینید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



شکل ۳۲-۳ مدار مهار کننده و شکل موج‌های آن

۳-۴-۲ ظرفیت خازن را افزایش و یا کاهش دهید و اثر آنرا بر روی شکل موج خروجی مشاهده کنید و نتیجه‌ی بررسی را بنویسید.

سوال ۱۸: آیا می‌توانید حدس بزنید که اگر جهت دیود یا باتری عوض شود، چه تاثیری روی شکل موج خروجی می‌گذارد؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۹: اگر فقط جهت دیود یا باتری را عوض کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۳-۴-۳ جهت دیود را عوض کنید و اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید. در باره‌ی نتیجه‌ی حاصل شده توضیح دهید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

سوال ۲۰: چه رابطه‌ای بین ظرفیت خازن و دامنه‌ی خروجی مدار وجود دارد؟ توضیح دهید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

فصل چهارم

ترانزیستور و تقویت کننده‌های ترانزیستوری

(مطابق فصل پنجم کتاب الکترونیک عمومی ۱)

هدف کلی: آزمایش نرم‌افزاری ترانزیستورها و کاربرد آن

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فرا گیرنده

انتظار می‌رود:

- | | |
|--|---|
| ۱- ترانزیستور را با استفاده از امکانات نرم‌افزار آزمایش کند. | ۵- منحنی مشخصه‌های ورودی و خروجی ترانزیستور را مشاهده کند. |
| ۲- نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور را مشاهده کند. | ۶- انواع بایاسینگ ترانزیستور را با استفاده از نرم‌افزار آزمایش کند. |
| ۳- چگونگی عمل تقویت در ترانزیستور را آزمایش کند. | ۷- کلاس‌های مختلف تقویت‌کنندگی را مورد آزمایش قرار دهد. |
| ۴- ولتاژها و جریان‌های مورد نیاز در حالت بایاسینگ ترانزیستور را اندازه‌گیری کند. | |

توجه: با مراجعه به سایت‌های:

<http://ni.com>

<http://ni.com/multisim>

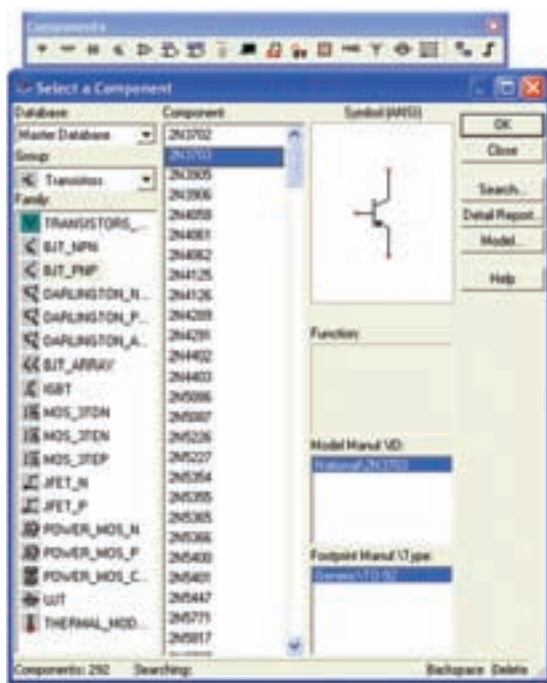
www.intracative.com

می‌توانید نسخه‌های بالاتر نرم‌افزار مولتی‌سیم را به صورت وابسته Tutorial و با محدودیت زمانی دریافت کنید و آن‌ها را مورد استفاده قرار دهید.

۴-۱ آزمایش ۱: شناسایی ترانزیستور

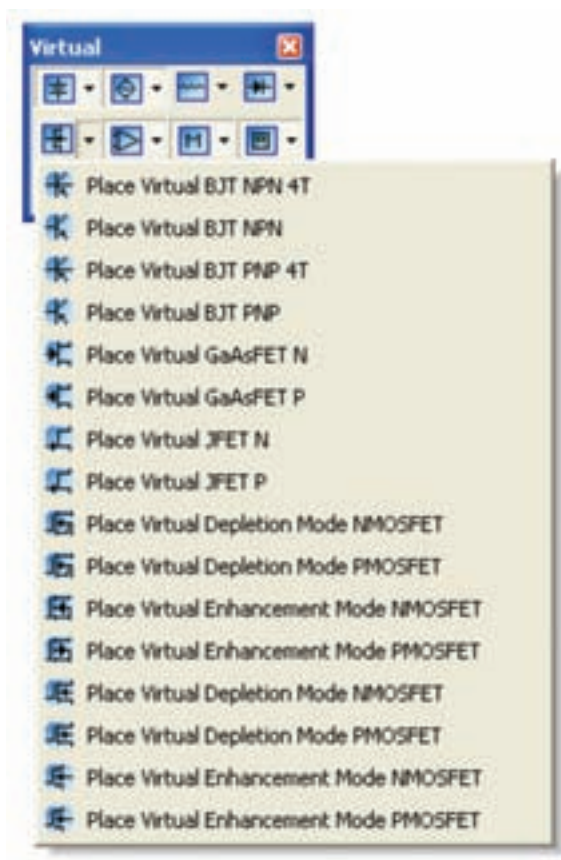
۴-۱-۱ برای انجام آزمایش لازم است با استفاده از نرم‌افزار نحوه‌ی قرار دادن ترانزیستور و علامت فنی آن را تجربه کنید. برای این منظور ترانزیستور را از طریق نوار Virtual مطابق شکل ۴-۱ بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

۴-۱-۴ برای آوردن ترانزیستور، ابتدا روی نوار قطعات (Components) کلیک کنید تا منوی Select a Component باز شود. در زبانه‌ی Group نام ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. در منوی Family طبق شکل ۳-۴ گزینه‌های Transistor, BJT_ NPN و... وجود دارد.



شکل ۳-۴ انتخاب ترانزیستور از نوار قطعات

۴-۱-۵ اگر مطابق شکل ۴-۴ روی گزینه‌ی TRANSISTORS_... کلیک کنید، ترانزیستورهای Virtual انتخاب می‌شود.



شکل ۴-۱ نحوه‌ی قرار دادن ترانزیستور از طریق نوار مجازی

۴-۱-۲ با استفاده از قسمت ترانزیستور در نوار Virtual، می‌توانید انواع ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید. با تکرار این مرحله، تسلط و آشنایی با انواع ترانزیستورها را تجربه کنید.

۴-۱-۳ با استفاده از نوار

Components Transistor نیز می‌توانید مطابق شکل ۴-۲ انواع ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۴-۲ نحوه‌ی قرار دادن ترانزیستور از طریق نوار ترانزیستور

۴-۱-۷ با استفاده از روش‌هایی که فرا گرفتید، انواع ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، تا با ترانزیستورهای مختلف آشنا شوید.

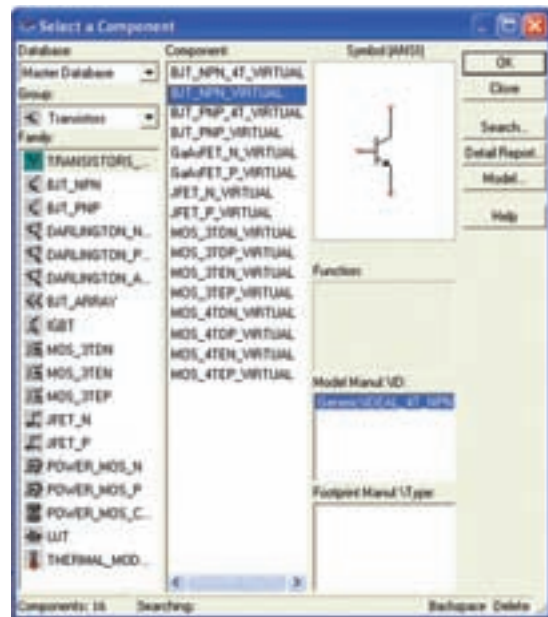
۴-۱-۸ اگر از نوار Components استفاده کنید، در فهرست ترانزیستورها، انواع ترانزیستور با شماره‌ی فنی آن مشخص شده است. در این حالت می‌توانید با انتخاب نوع و شماره‌ی مورد نظر، ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. شکل ۴-۶ چند نوع ترانزیستور را با شماره‌ی فنی آن نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶ انواع ترانزیستور با شماره‌ی فنی

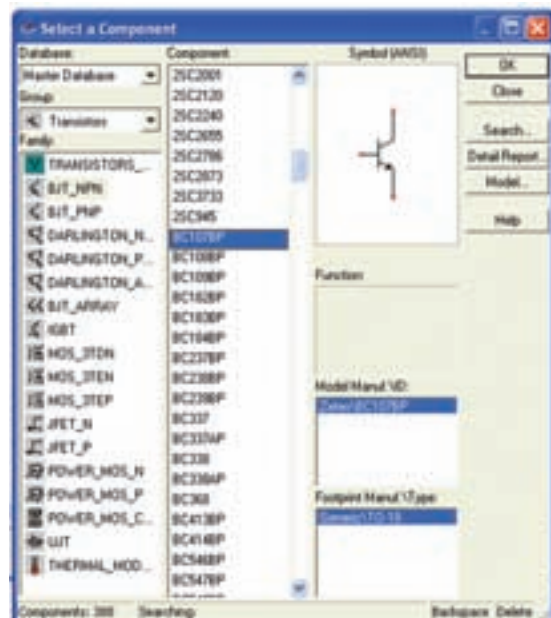
۴-۲ آزمایش ۲: نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور

۴-۲-۱ برای این که ترانزیستور بتواند به عنوان تقویت‌کننده، سوئیچ و... عمل کند، باید ترانزیستور را از نظر DC تغذیه کنیم، اعمال ولتاژ به پایه‌های ترانزیستور را بایاسینگ ترانزیستور می‌نامند. مدار شکل ۴-۷ بایاسینگ ترانزیستور را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در این مدار پایه‌ی کلکتور به پایانه‌ی مثبت و پایه‌ی بیس به پایانه‌ی منفی باتری V_2 وصل شده است و هم چنین پایه‌ی امیتر به پایانه‌ی منفی و پایه‌ی بیس به پایانه‌ی مثبت باتری V_1 اتصال دارد.



شکل ۴-۴ انتخاب ترانزیستور از نوع مجازی

۴-۱-۶ در صورتی که طبق شکل ۴-۵ روی گزینه‌های BJT_PNP یا BJT_NPN کلیک کنید، ترانزیستورها با شماره‌ی مشخص ظاهر خواهد شد.



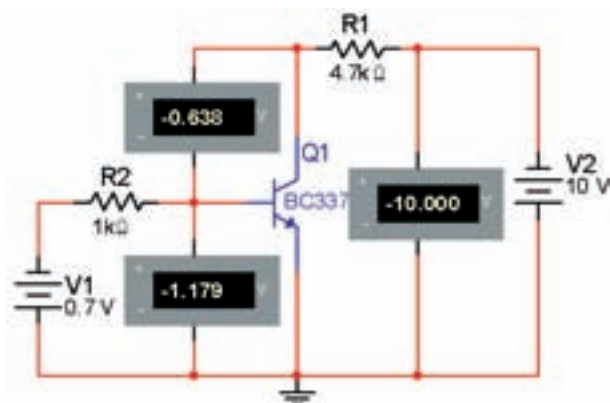
شکل ۴-۵ انتخاب ترانزیستور با شماره‌ی خاص

نکته ۲: آیا می دانید که $I_B + I_C = I_E$ است؟

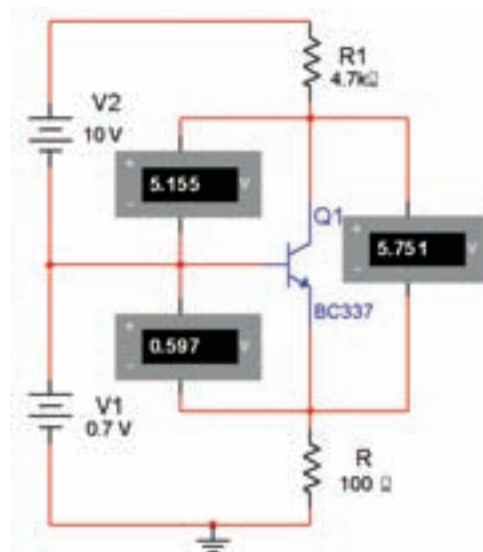
سوال ۱: آیا نکته‌ی ۱ در مدار شکل ۷-۴ به تأیید رسیده است؟ توضیح دهید.

سوال ۲: آیا رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ در مدار شکل ۸-۴ صادق است؟ مقادیر جریان‌ها را با هم جمع کنید و در مورد رابطه توضیح دهید.

۳-۲-۴ مدار شکل ۹-۴ را ببینید. در این مدار دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق قرار دارد. آیا در این حالت ترانزیستور شرایط هدایت را دارد؟ تجربه کنید و توضیح دهید.



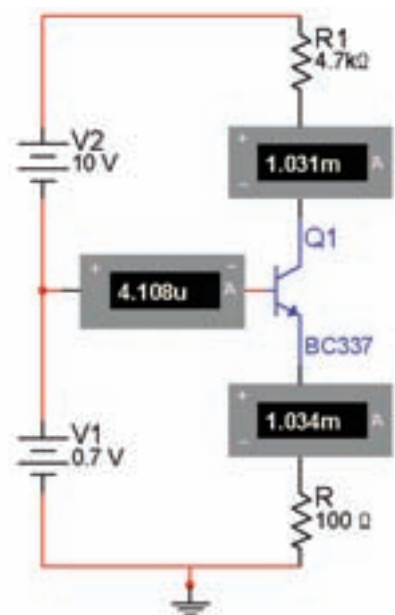
شکل ۹-۴ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق



شکل ۷-۴ دیود بیس امیتر در بایاس مستقیم و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف

نکته ۱: همان‌طور که مشاهده می‌شود شرط هدایت در ترانزیستور این است که: دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف قرار گیرد.

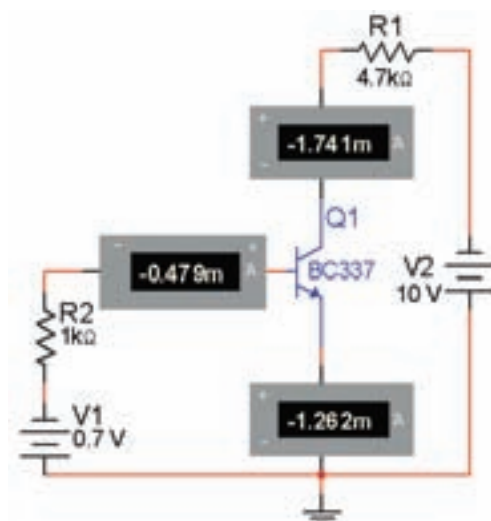
۲-۲-۴ در مدار شکل ۸-۴ جریان پایه‌های ترانزیستور را اندازه‌گیری می‌کنیم.



شکل ۸-۴ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور

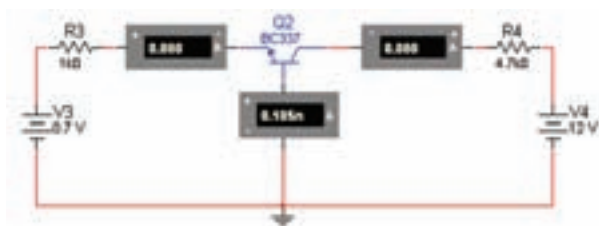
سوال ۳: آیا در مدار شکل ۴-۱۱ ترانزیستور در حالت هدایت قرار دارد؟ شرح دهید.

۴-۲-۴ مدار شکل ۴-۱۰ جریان‌های عبوری از پایه‌های ترانزیستور را نشان می‌دهد. رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



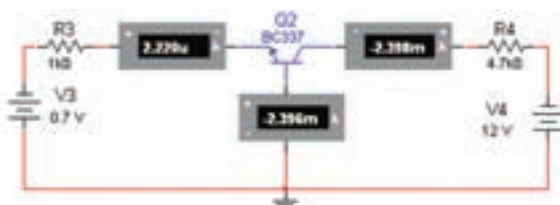
شکل ۴-۱۰ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور

۴-۲-۶ مدار شکل ۴-۱۲ را ببندید. در این مدار دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور نیز در بایاس مخالف قرار دارد، رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



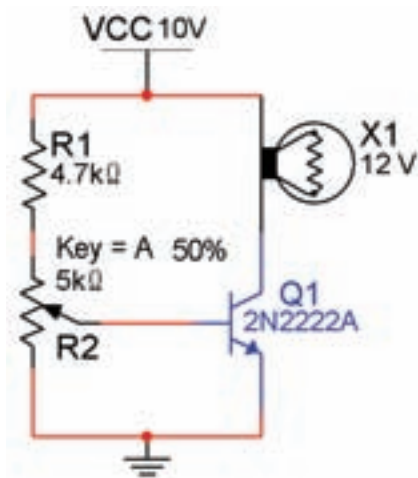
شکل ۴-۱۲ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف

۴-۲-۵ مدار شکل ۴-۱۱ را ببندید. در این مدار دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور نیز در بایاس موافق قرار دارد، رابطه‌ی نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



شکل ۴-۱۱ دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق

سوال ۴: آیا در مدار شکل ۴-۱۲ ترانزیستور در حالت هدایت قرار دارد؟ شرح دهید.



شکل ۱۳-۴ مدار ترانزیستور در حال هدایت

سوال ۶: با فشار دادن کلید A سر وسط پتانسیومتر به نقطه‌ی انتهایی آن نزدیک‌تر می‌شود، در این حالت ولتاژ بیس امیتر ترانزیستور چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

سوال ۷: در صورت نزدیک شدن سر وسط پتانسیومتر به طرف R1، نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۵: مدار شکل‌های ۷-۴ تا ۱۲-۴ را بررسی کنید و شرط هدایت ترانزیستور را تحقیق نمایید. نتیجه را توضیح دهید.

۷-۲-۴ در مدار شکل ۱۳-۴ هدایت ترانزیستور را می‌توانید ملاحظه کنید. در این مدار با استفاده از پتانسیومتر، ولتاژ بیس امیتر را تغییر می‌دهیم. با تغییر V_{BE} مقدار جریان بیس و در نهایت جریان کلکتور ترانزیستور تغییر می‌کند. برای مشاهده‌ی این تغییرات ابتدا مدار را راه‌اندازی کنید، سپس پتانسیومتر را انتخاب کرده و کلید A در صفحه کلید را فشار دهید، در این حالت باید نور لامپ کم شود. زیرا سر وسط پتانسیومتر به زمین نزدیک می‌شود. با هر بار فشار دادن این کلید نور لامپ کم‌تر خواهد شد. برای تغییر سر وسط پتانسیومتر و پر نور شدن لامپ، کلید Shift را از روی صفحه کلید به طور هم‌زمان با کلید A فشار دهید. در این حالت سر وسط پتانسیومتر به سمت بالا حرکت می‌کند و لامپ پر نورتر می‌شود.

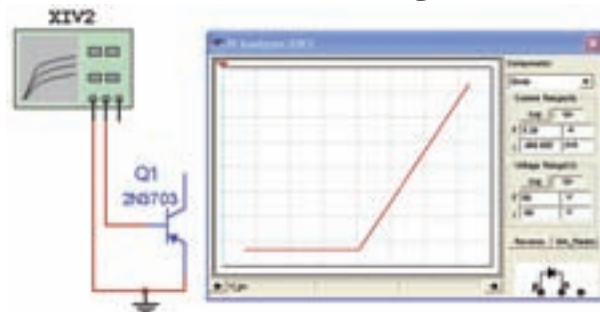
۴-۳-۳ آزمایش ۳: مشاهده منحنی‌های

ترانزیستور

۴-۳-۱ منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور، بیان

کننده مقدار جریان ورودی، بر حسب ولتاژ ورودی است.

ترانزیستور را مطابق شکل ۴-۱۴ به دستگاه تحلیل گر ولتاژ وصل کنید و منحنی مشخصه ورودی را که مشابه منحنی دیود است مشاهده کنید.



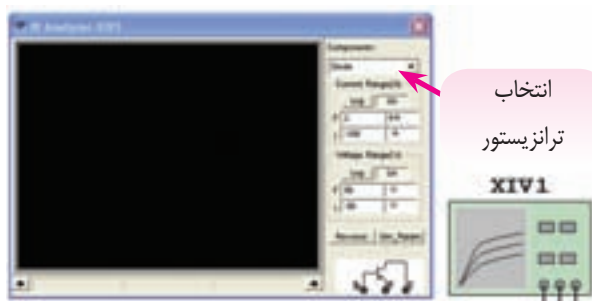
شکل ۴-۱۴ منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور

توجه: به جای استفاده از دستگاه تحلیل گر ولتاژ آمپر

می‌توانید مشابه آن چه که در مورد دیود گفته شد، از دستگاه اسیلوسکوپ در شرایط $X - Y$ استفاده کنید.

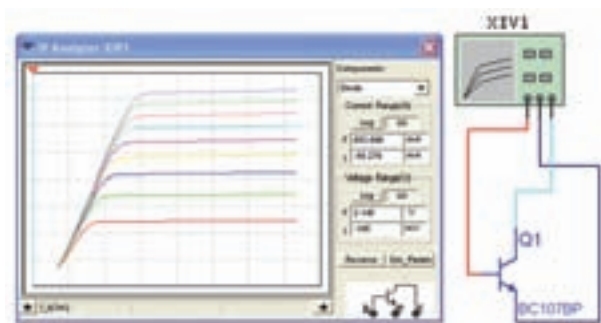
۴-۳-۲ برای مشاهده منحنی مشخصه خروجی

ترانزیستور می‌توانید از دستگاه تحلیل گر ولتاژ آمپر (IV - Analysis) استفاده کنید. در این شرایط از قسمت Components ترانزیستور NPN را انتخاب نمایید. شکل ۴-۱۵ این قابلیت را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۵ دستگاه تحلیل گر ولتاژ آمپر دیود و ترانزیستور

۴-۳-۳ یک ترانزیستور NPN را از قسمت قطعات انتخاب کنید و به دستگاه تحلیل گر ولتاژ آمپر مطابق شکل ۴-۱۶ وصل کنید. سپس نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید و منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور را مشاهده نمایید.



شکل ۴-۱۶ منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور

با تغییر مکان‌نما روی صفحه IV - Analysis

می‌توانید مقادیر جریان و ولتاژ نقاط مختلف منحنی را در نوار پایین دستگاه مشاهده کنید.

سوال ۸: آیا می‌توانید منحنی مشخصه ترانزیستور PNP را با استفاده از دستگاه تحلیل گر ولتاژ آمپر مشاهده کنید؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

۴-۳-۴ با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار منحنی مشخصه‌های ورودی و خروجی ترانزیستور را به دست آورید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۴ آزمایش ۴: بستن مدارهای بایاسینگ

ترانزیستور

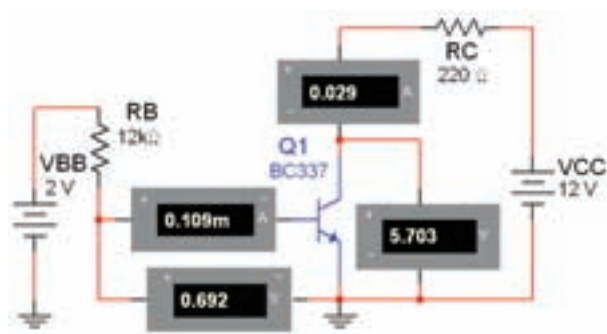
۴-۴-۱ در صورتی می‌توان از ترانزیستور، به عنوان یک تقویت‌کننده استفاده کرد که ولتاژهای لازم به طور صحیح به پایه‌های آن برسد و ترانزیستور را در حالت فعال قرار دهد. پنج نوع بایاسینگ که می‌تواند ترانزیستور را در ناحیه‌ی فعال قرار دهد وجود دارد.

توجه: برای پرهیز از شلوغی مدار، مشخصات دستگاه

های اندازه‌گیری را حذف کرده‌ایم. برای حذف یا درج مشخصات لازم است روی دستگاه دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شکل ۴-۱۷ باز شود. در زبانه‌ی Display علامت ✓ را در داخل اولین کادر (Use Schematic ...) حذف نمایید. سپس با حذف یا درج علامت ✓، فقط اطلاعاتی را که نیاز دارید در کنار دستگاه باقی می‌ماند.

۴-۴-۲ در زبانه‌ی Display دستگاه ولت‌متر یا آمپر متر علامت ✓ را در داخل هر یک از کادرها حذف کنید و بررسی نمایید چه اطلاعاتی از مشخصات دستگاه حذف می‌شود، توضیح دهید.

۴-۴-۳ مدار بایاسینگ ترانزیستور با دو منبع مستقل را مطابق شکل ۴-۱۸ ببندید. در این مدار منبع V_{BB} دیود بیس آمیتر را در بایاس موافق و منبع V_{CC} دیود کلکتور بیس را در بایاس مخالف قرار می‌دهد.



شکل ۴-۱۸ مدار بایاسینگ ترانزیستور با دو منبع مستقل

۴-۴-۴ ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$



شکل ۴-۱۷ صفحه‌ی مربوط به مشخصات ولت‌متر

سوال ۹: آیا می‌دانید عیب مدار با بایاسینگ با دو باتری در چیست؟ شرح دهید.

سوال ۱۱: اگر مقدار مقاومت R_B را افزایش یا کاهش دهید چه تاثیری روی نقطه‌ی کار ترانزیستور می‌گذارد؟ تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

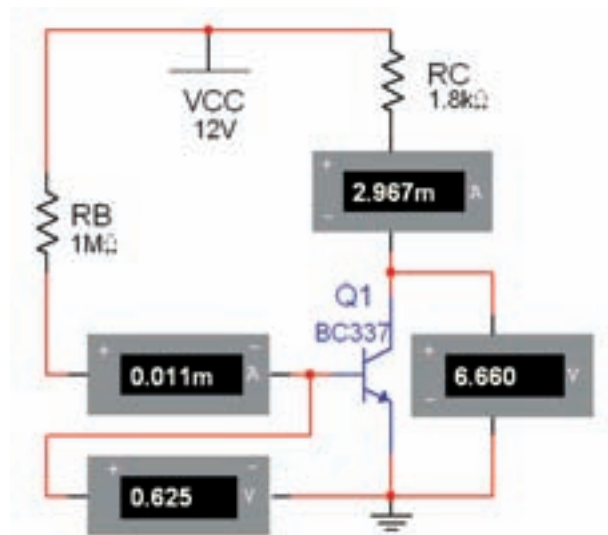
سوال ۱۲: به نظر شما آیا با کاهش مقاومت بیس جریان بیس افزایش می‌یابد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ چه تاثیری بر روی جریان کلکتور و V_{CE} دارد؟ روی نرم‌افزار تجربه کنید و توضیح دهید.

سوال ۱۳: آیا افزایش جریان کلکتور بر میزان حرارت ایجاد شده در ترانزیستور اثری می‌گذارد؟ در صورتی که جواب مثبت است، این اثر چه اشکالی برای ترانزیستور ایجاد می‌کند؟ شرح دهید.

نکته: از مدار بایاسینگ مستقیم در مدارهایی که درجه‌ی حرارت پایین و ثابت است، می‌توان استفاده کرد.

۴-۴-۶ یکی دیگر از انواع بایاسینگ، بایاس با مقاومت کلکتور بیس (اتوماتیک) است. مدار شکل ۴-۲۰ را ببینید. ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.

۴-۴-۵ ابتدا مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ (بایاسینگ مستقیم) را مطابق مدار شکل ۴-۱۹ ببینید. با استفاده از ولت‌متر و آمپر متر ولتاژها و جریان‌های قسمت‌های مختلف مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۱۹ مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ

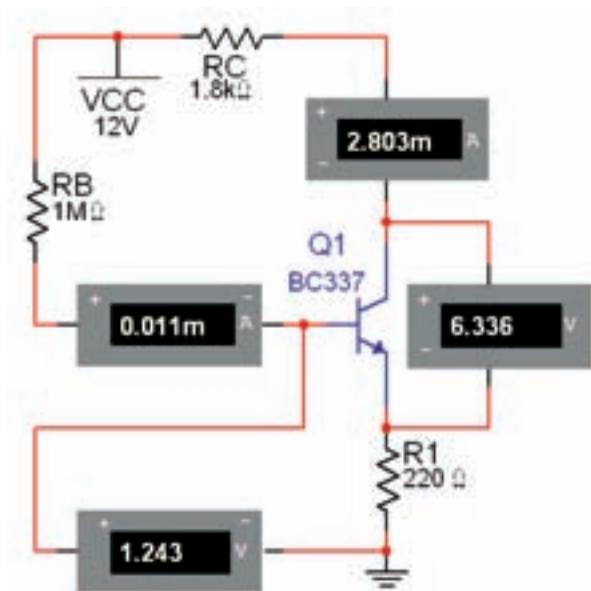
$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$

سوال ۱۰: می‌دانید اشکال مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ (مستقیم) چیست؟ توضیح دهید.

سوال ۱۶: اگر مقاومت بیس را افزایش دهید چه تغییری در مدار ایجاد می‌شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۴-۷ مدار شکل ۲۱-۴ مدار بایاسینگ با فیدبک در امیتر است. به دلیل تاثیر حرارت در نقطه‌ی کار ترانزیستور، مقاومت را در امیتر قرار می‌دهند. مدار شکل ۲۱-۴ را ببندید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.

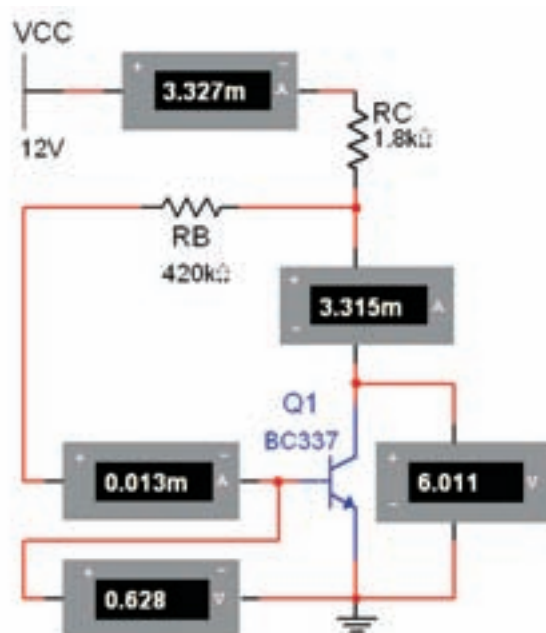


شکل ۲۱-۴ مدار بایاسینگ با فیدبک در امیتر

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$

۴-۴-۸ یکی دیگر از روش‌های بایاسینگ برای ایجاد ثبات حرارتی بیشتر، بایاس با تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ مقاومتی



شکل ۲۰-۴ مدار بایاس اتوماتیک

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$

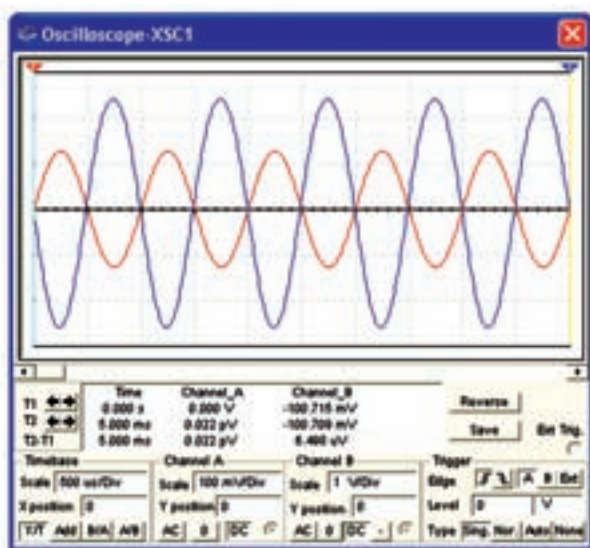
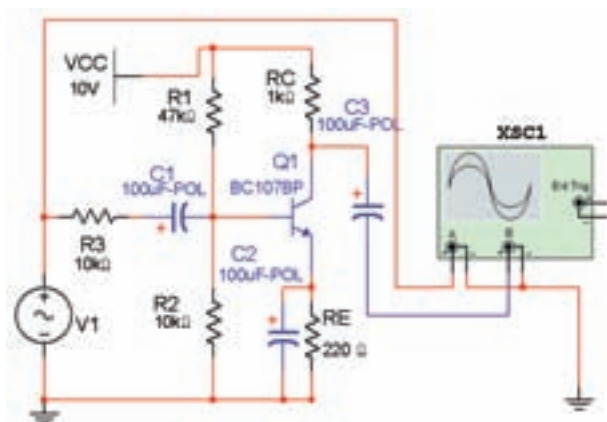
سوال ۱۴: آیا می‌دانید مزیت مدار بایاس با مقاومت کلکتور بیس نسبت به بایاس با مقاومت بیس چیست؟ شرح دهید.

سوال ۱۵: چه رابطه‌ای بین جریان‌های مدار برقرار است؟ بنویسید.

۴-۵ آزمایش ۵: مدار تقویت کننده‌ی آمیتر مشترک

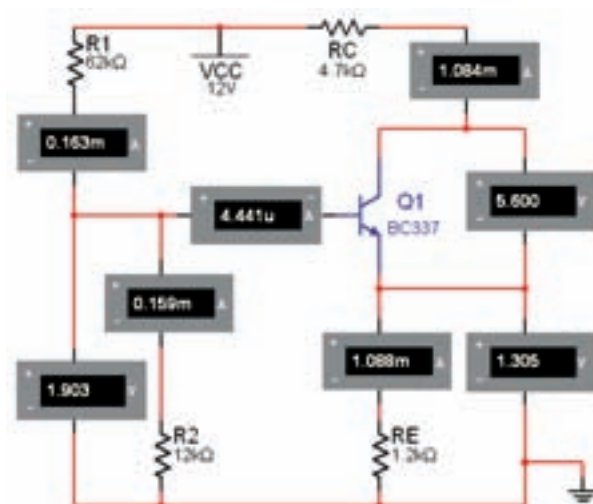
۴-۵-۱ برای تقویت ولتاژ یا جریان یک سیگنال الکتریکی لازم است مدار را از نظر ولتاژ DC (یکی از انواع بایاسینگ) به طور صحیح تغذیه کنیم، پس از بایاسینگ می‌توانیم با اعمال سیگنال به ورودی مدار، سیگنال تقویت شده از خروجی تقویت-کننده دریافت کنیم.

۴-۵-۲ مدار شکل ۴-۲۳ یک نمونه از تقویت کننده‌ی آمیتر مشترک را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. فرکانس منبع V_1 را برابر با ۱kHz و دامنه‌ی آن را در حدی انتخاب کنید که تغییری (اعوجاجی) در شکل موج خروجی به وجود نیاید.



شکل ۴-۲۳ تقویت کننده‌ی آمیتر مشترک و شکل موج‌های آن

(سرخود) است. مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی را مطابق شکل ۴-۲۲ ببندید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۲۲ مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V_B = \dots\dots\dots V \quad V_E = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$V_{R2} = \dots\dots\dots V \quad I_E = \dots\dots\dots \text{mA}$$

نکته: مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی (سرخود) از ثبات حرارتی بالایی برخوردار است.

سوال ۱۷: اگر مقاومت R_1 کاهش یابد، چه تاثیری بر روی جریان بیس و جریان کلکتور می‌گذارد؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۹: آیا می‌توانید بهره‌ی جریان را به دست آورید؟
محاسبه کنید.

می‌دانیم که:

$$A_I = \frac{I_O}{I_i} \text{ و } A_V = \frac{V_O}{V_i} \text{ است.}$$

سوال ۲۰: آیا می‌دانید چرا بین شکل موج ورودی و خروجی ۱۸۰ درجه اختلاف فاز وجود دارد؟ شرح دهید.

سوال ۲۱: آیا می‌دانید نقش خازن‌های C_1 ، C_2 و C_3 چیست؟ تحقیق کنید و شرح دهید.

۴-۶ آزمایش ۶: کلاس‌های تقویت‌کنندگی

۴-۶-۱ بر حسب این که تقویت‌کننده چه مقدار از یک پریود کامل (T) سیگنال AC ورودی را تقویت می‌کند، آن را در یکی از کلاس‌های A، B، AB یا C بایاس (دسته‌بندی) می‌کنند.

نکته: برای مشاهده‌ی دامنه‌ی ورودی حوزه‌ی کار Volt/Div را کوچک‌تر از خروجی تنظیم کرده‌ایم.

۴-۵-۳ دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید، (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه‌ی سیگنال ورودی را آن قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی ۵ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.

سوال ۱۸: آیا با اندازه گرفتن دامنه‌ی سیگنال ورودی می‌توانید بهره‌ی ولتاژ را اندازه بگیرید؟ تجربه کنید و مقدار آن را به دست آورید.

۴-۵-۴ مقومت بار $2/2$ کیلو اهمی را به خروجی مدار وصل کنید و مقدار A_V را اندازه بگیرید.

$$A_V = \dots\dots\dots$$

۴-۵-۵ ولتاژ دو سر مقاومت ورودی (RS) را با استفاده از ولت‌متر و اسیلوسکوپ، اندازه بگیرید و جریان ورودی مدار را محاسبه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

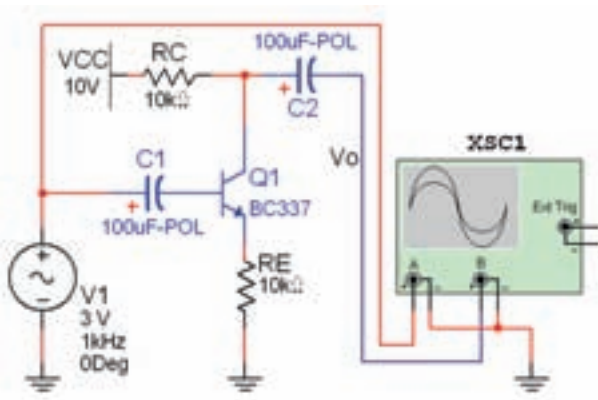
۴-۵-۶ با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر بار، I_L (جریان بار) را محاسبه کنید و نتایج را بنویسید.

سوال ۲۲: آیا می‌دانید هر یک از کلاس‌های تقویت‌کنندگی چه میزان از سیکل ورودی را تقویت می‌کند؟

نکته: با توجه به حوزه‌ی کار VOLT/Div و تعداد خانه‌های پیک تا پیک در هر دو کانال می‌توانید ضریب بهره را به دست آورید.

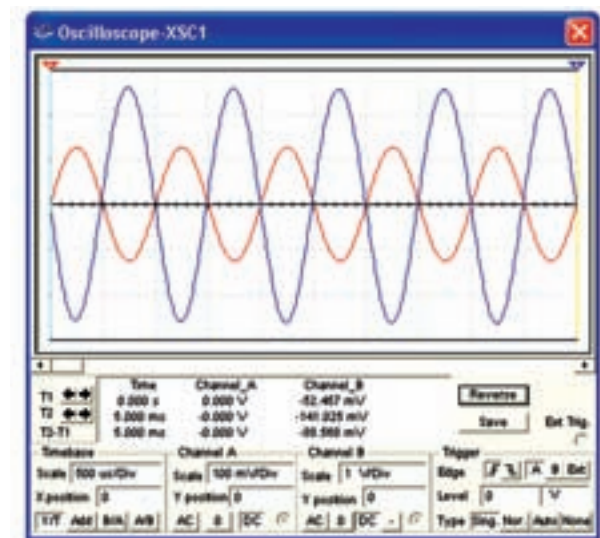
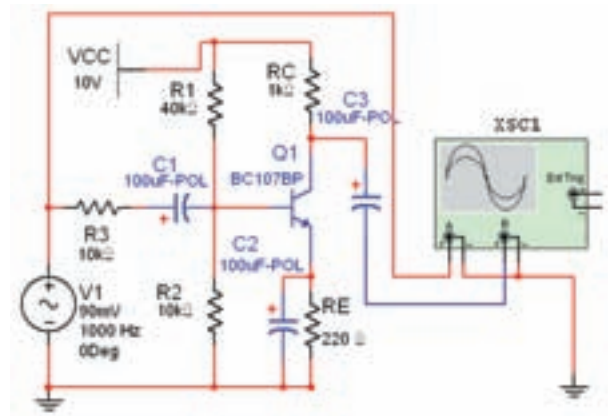
سوال ۲۳: تقویت‌کننده‌ی کلاس A در چه مواردی کاربرد دارد؟ توضیح دهید.

۴-۶-۳ در تقویت‌کننده‌ی کلاس B کمی کمتر از نیم سیکل از سیگنال ورودی تقویت می‌شود. در این کلاس اعوجاج سیگنال تقویت شده‌ی خروجی زیاد است. مدار شکل ۲۵-۴ را ببینید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید و آن‌ها را با شکل موج‌های کلاس A مقایسه کنید.

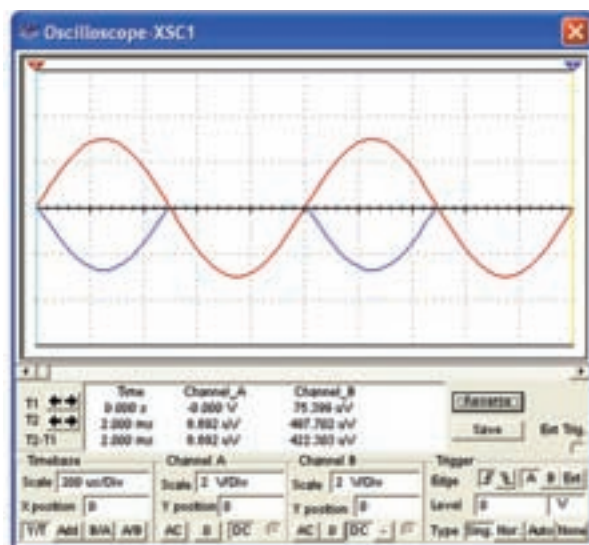
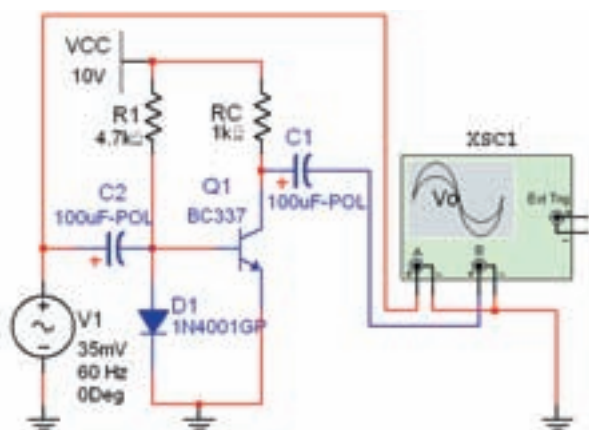


شکل ۲۵-۴- الف مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس B

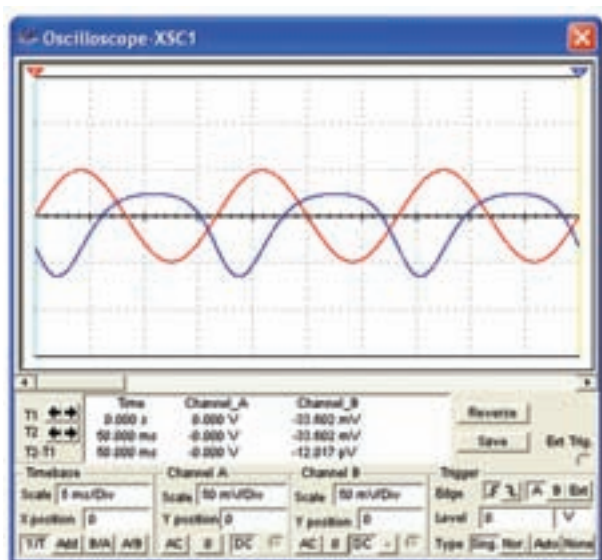
۴-۶-۲ در تقویت‌کننده‌ی کلاس A، سیگنال الکتریکی از دوطرف مثبت و منفی، به یک اندازه تقویت می‌شود. مدار شکل ۲۴-۴ تقویت‌کننده‌ی کلاس A را ببینید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. دامنه‌ی سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.



شکل ۲۴-۴ مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس A



شکل ۲۵-۴ ب شکل موج مدار تقویت کننده‌ی کلاس B سوال ۲۴: کاربرد تقویت کننده‌ی کلاس B را بنویسید.



شکل ۲۶-۴ مدار تقویت کننده‌ی کلاس AB

۴-۶-۴ نقطه‌ی کار تقویت کننده‌ی کلاس AB بین کلاس‌های A و B قرار می‌گیرد. معمولاً دیود بیس امیتر تقویت کننده را در آستانه‌ی هدایت بایاس می‌کنند. در این صورت تقویت کننده‌ی کلاس AB فقط نیم سیکل‌های مثبت یا منفی را تقویت می‌کند. اعوجاج سیگنال خروجی در این کلاس اندکی کمتر از کلاس B است. مدار شکل ۲۶-۴ کلاس AB را ببینید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید و دامنه‌ی آن‌ها را اندازه بگیرید.

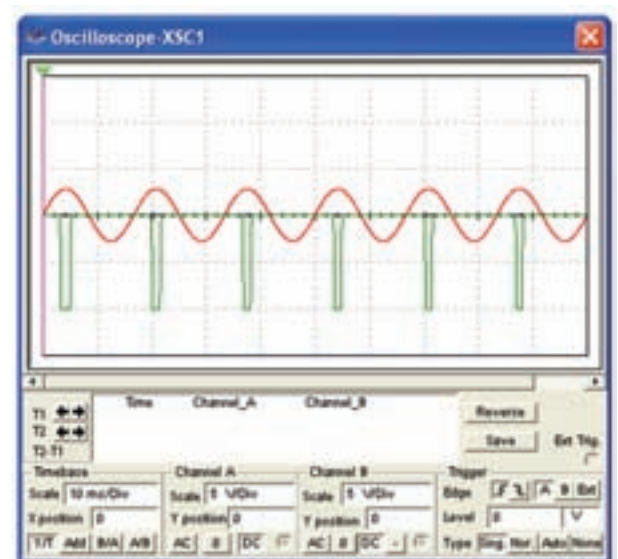
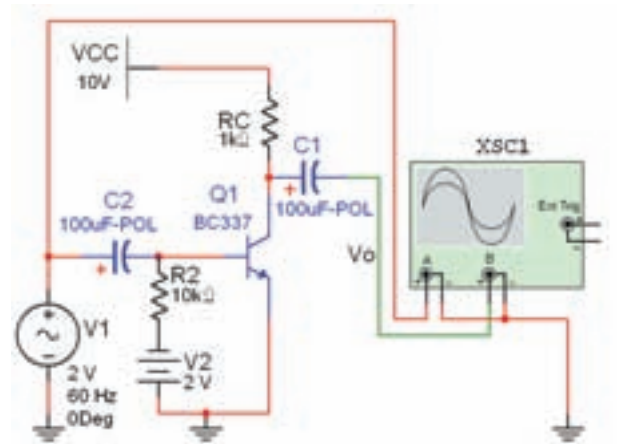
۴-۶-۵ در تقویت کننده‌ی کلاس C، فقط قسمت کمی از نیم سیکل مثبت یا منفی (بسته به نوع ترانزیستور) تقویت می‌شود. بایاسینگ بیس امیتر معمولاً به طور معکوس انجام می‌گیرد. مطابق مدار شکل ۲۷-۴ یک تقویت کننده‌ی کلاس C را ببینید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید.

سوال ۲۶: اگر در مدار شکل ۲۶-۴ جهت دیود را معکوس کنیم چه تغییر دیگری در مدار باید ایجاد شود تا ترانزیستور در کلاس AB تقویت کند؟ شرح دهید.

سوال ۲۷: اگر در مدار شکل ۲۷-۴ جهت باتری را معکوس کنیم سیگنال خروجی چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

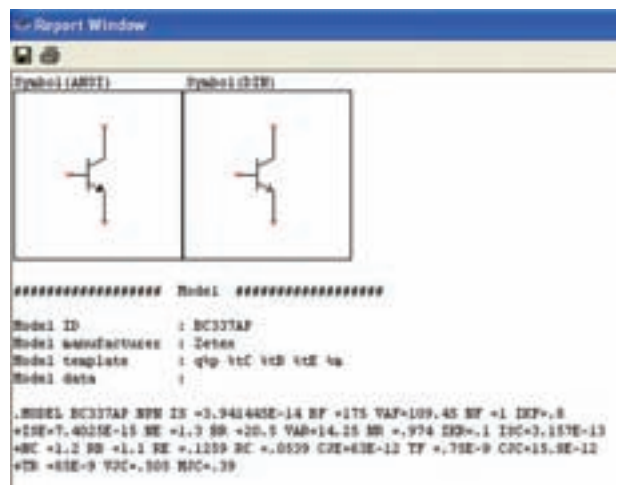
۷-۴- آزمایش ۷: مقادیر حد در ترانزیستور

۷-۴-۱ هر قطعه‌ی نیمه هادی، از جمله ترانزیستور، برای مقادیر الکتریکی مشخصی ساخته می‌شود. این مقادیر الکتریکی به مقادیر حد معروفند. در نرم‌افزار مولتی‌سیم با استفاده از دکمه‌ی ... Detail Report (گزارش جزئیات) می‌توانید با برخی از مشخصات ترانزیستور آشنا شوید. پس از انتخاب ترانزیستور در یکی از نوارهای قطعات یا Virtual روی دکمه‌ی Detail Report کلیک کنید. صفحه‌ای مشابه شکل ۲۸-۴ باز می‌شود. در این صفحه مشخصات ترانزیستور انتخابی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۷-۴ مدار تقویت کننده‌ی کلاس C و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن

سوال ۲۵: کاربرد تقویت کننده‌های کلاس AB و C را بنویسید.



شکل ۲۸-۴ صفحه‌ی مشخصات ترانزیستور

۲-۷-۴ تعدادی ترانزیستور را انتخاب کنید و مشخصات

آن‌ها را یادداشت نمائید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

بخش چهارم

عناوین بخش ۴:

۱. نصب و راه اندازی نرم افزار طراحی مدار چاپی
۲. کار با نرم افزار
۳. طراحی مدار چاپی



فصل اول

نصب و راه اندازی نرم افزار طراحی مدار چاپی

(منطبق بر کتاب کارگاه الکترونیک مقدماتی)

هدف کلی: آموزش نحوه‌ی دانلود کردن، نصب و راه اندازی نرم افزار Pad2Pad

هدف های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که بتواند:

- ۴- نرم افزار آزمایشی (Demo) طراحی مدار چاپی Pad2Pad را از طریق شبکه‌ی اینترنت دانلود کند.
- ۵- نرم افزار Pad2Pad را نصب کند.
- ۶- نرم افزار Pad2Pad را راه اندازی کند.
- ۷- نرم افزار را حذف (Uninstall) کند.

- ۱- با استفاده از یکی از موتورهای جستجو در اینترنت، انواع مدارهای چاپی را شناسایی کند.
- ۲- چند نمونه نرم افزار طراحی مدار چاپی رایگان (Free) را که به صورت آزمایشی و با فعالیتهای محدود عرضه می شود، دانلود کند.
- ۳- نمونه هایی از نرم افزارها را نصب و راه اندازی کند.

۱-۱-۱ آزمایش ۱: دانلود کردن نرم افزار طراحی

مدار چاپی

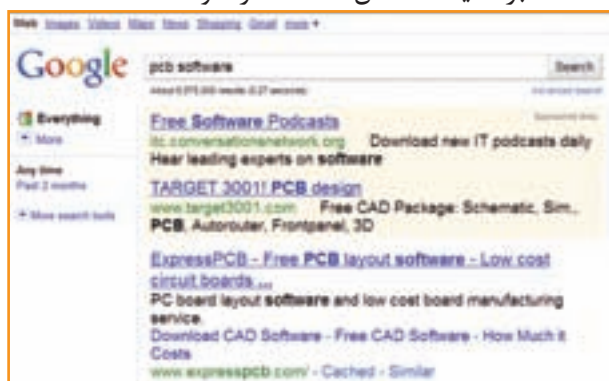
در این قسمت چگونگی دانلود کردن (Down Load) نمونه‌ی آزمایشی و با تواناییهای محدود نرم افزار طراحی مدار چاپی را فرا خواهید گرفت.

۱-۱-۱ ارتباط کامپیوتر خود را با اینترنت برقرار کنید. در صورتی که بخواهید مراحل اجرای کار با سرعت بیش تری انجام شود از ADSL استفاده کنید.

۱-۱-۲ وارد یکی از موتورهای جستجوگر وب، مانند "Google" یا "MSN Microsoft" شوید. از آن جا که موتور جستجوی گوگل متداول است ما نیز از آن استفاده کرده ایم.

۱-۱-۳ کلمات "PCB soft ware" را در پنجره‌ی جستجو (Search) تایپ کنید.

۱-۱-۴ روی زبانه‌ی "Search" کلیک کنید. چند لحظه صبر کنید، تا شکل ۱-۱ ظاهر شود.



شکل ۱-۱ سایت های مرتبط با نرم افزار طراحی مدار چاپی (PCB)

نکته‌ی مهم: برخی از موسسات نمونه‌آزمایشی نرم‌افزار را از طریق Email ارسال می‌کنند.

۱-۸-۱ در بین نرم‌افزارهای ارائه شده طبق شکل ۱-۳-۱ نرم‌افزار Pad2Pad را پیدا کنید و آن را فعال نمایید.



۱-۵-۱ در صورتی که به جای “PCB Software”، کلمات “Free PCB Software” را تایپ کنید. پس از فعال کردن زبانه‌ی Search، شکل ۱-۲ ظاهر می‌شود. در این حالت دسترسی شما به نرم‌افزار رایگان آسان‌تر صورت می‌گیرد.



شکل ۱-۲ سایت‌هایی که نرم‌افزار رایگان ارائه می‌دهند

شکل ۱-۳-۱ فعال کردن نرم‌افزار Pad2Pad

۱-۹-۱ در صورتی که در پنجره‌ی جست‌وجوی گوگل عبارت “Pad2Pad Download” را تایپ کنید، طبق شکل ۱-۴-۱ نرم‌افزارهای مرتبط با Pad2Pad روی صفحه می‌آید و شما با جست‌وجوی کم‌تری می‌توانید نرم‌افزار مورد علاقه‌ی خود را دانلود کنید.

۱-۶-۱ با فعال کردن هر یک از سایت‌های نمایش داده شده در شکل ۱-۲-۱، شما می‌توانید یک نمونه‌ی آزمایشی مجانی از نرم‌افزارهای تولیدی موسسه‌ی مربوطه داشته باشید. ۱-۷-۱ چند نمونه نرم‌افزار رایگان از قبیل PCB Design، PCB Layout، و PCB Easy را از شبکه‌ی اینترنت دانلود کنید و نحوه‌ی نصب آن را فرا بگیرید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

۱-۱-۱۰ طبق شکل ۳-۱ روی عبارت "Pad2Pad Custom" یا طبق شکل ۴-۱ روی عبارت "Download Pad2Pad Free PCB..." یک بار کلیک کنید تا شکل ۵-۱ ظاهر شود.

۱-۱-۱۱ شکل ۵-۱ صفحه‌ی اصلی نرم‌افزار Pad2Pad را نشان می‌دهد. روی شکل سمت چپ که بالای عبارت Download Free PCB Desig Software نوشته شده است، کلیک کنید تا صفحه‌ی بعد ظاهر شود. برای دانلود کردن باید بدانید چه سیستمی (سامانه‌ای) را نیاز دارید و آیا کامپیوتر شما با نیازهای برنامه انطباق دارد یا خیر. در این صفحه مطابق شکل ۶-۱ مشخصات سامانه‌ی مورد نیاز را معرفی می‌کند. مشخصات سامانه‌ی کامپیوتر خود را با مشخصات داده شده در شکل ۶-۱ مقایسه کنید و در صورتی که با سامانه‌ی پیش‌نهادی در شکل انطباق دارد یا از آن بالاتر است اقدام بعدی را انجام دهید.

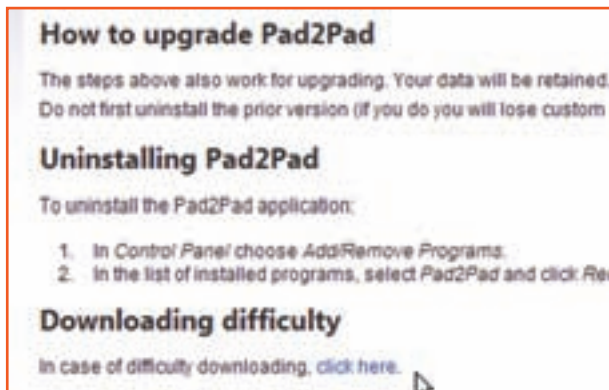


شکل ۴-۱ دسترسی مستقیم به نرم‌افزار Pad2Pad



شکل ۵-۱ صفحه‌ی اصلی نرم‌افزار Pad2Pad

مواردی از قبیل چگونگی ارتقاء نرم‌افزار، نحوه‌ی حذف نرم‌افزار و حل مشکلات مربوطه آمده است. در صورتی که در حین دانلود با مشکلی مواجه شدید روی کلمه‌ی here طبق شکل ۸-۱ کلیک کنید. در این حالت برای شکل ایجاد شده راه حل ارائه می‌شود.



شکل ۸-۱ - نکاتی در ارتباط با دانلود کردن نرم‌افزار

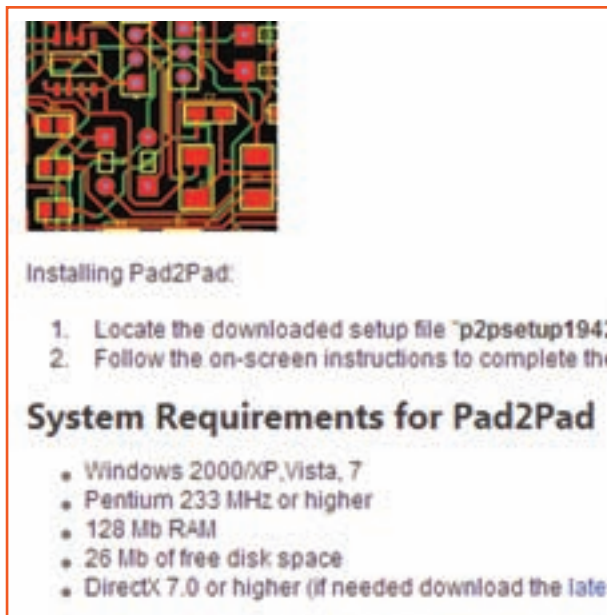
۱۴-۱-۱ در صورتی که مشکلی وجود نداشته باشد، با توجه به سرعت کامپیوتر و سرعت شبکه‌ی اینترنت بعد از مدتی شکل ۹-۱ ظاهر می‌شود که به شما اجازه‌ی دانلود یا ذخیره‌ی نرم‌افزار را می‌دهد.



شکل ۹-۱ صدور مجوز برای دانلود نرم‌افزار Pad2Pad

۱۵-۱-۱ روی صفحه‌ی ظاهر شده در شکل ۹-۱ سه گزینه‌ی Run، Save و Cancel وجود دارد. با کلیک کردن روی گزینه‌ی Cancel برنامه متوقف می‌شود. با کلیک روی گزینه‌ی Run برنامه به اجرا در می‌آید و با کلیک روی گزینه‌ی Save می‌توانید برنامه را ذخیره کنید. ۱۶-۱-۱ برای این‌که بتوانید در هر زمانی که تمایل

نکته: در صورتی که سامانه‌ی کامپیوتر شما پایین‌تر از سامانه‌ی پیش‌نهادی است، نمی‌توانید با نرم‌افزار کار کنید و باید کامپیوتر خود را ارتقاء دهید.



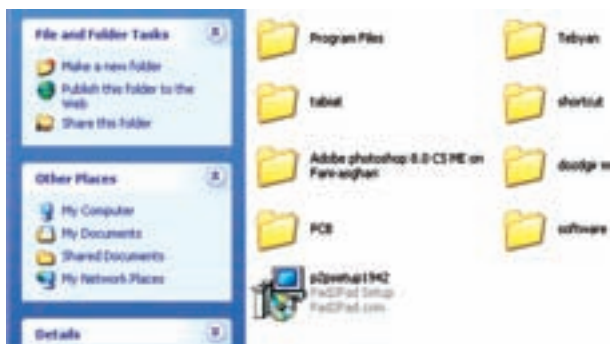
شکل ۶-۱ سامانه‌ی مورد نیاز برای کار با نرم‌افزار Pad2Pad

۱۲-۱-۱ پس از اطمینان از انطباق مشخصات کامپیوتر خود با مشخصات پیش‌نهادی روی کلمه‌ی Down Load طبق شکل ۷-۱ کلیک کنید تا برنامه‌ی نرم‌افزار دانلود شود.



شکل ۷-۱ روی کلمه‌ی Download کلیک کنید.

۱۳-۱-۱ پس از فعال کردن Download، با توجه به سرعت کامپیوتر باید مدتی صبر کنید تا اطلاعات بین کامپیوتر شما و موسسه‌ی مربوطه رد و بدل شود و دستور دانلود فایل مورد درخواست صادر گردد. در شکل ۸-۱



شکل ۱۲-۱ محل فایل نرم افزار دانلود شده

۱۹-۱-۱ به منظور کسب مهارت و تسلط، چند نمونه نرم افزار مختلف را دانلود کنید. توجه داشته باشید که برخی از نرم افزارها به صورت زیپ شده دانلود می شود. در این حالت باید با استفاده از نرم افزارهایی مانند WinRAR فایل های زیپ شده را باز کنید.

۲-۱ آزمایش ۲: نصب نرم افزار Pad2Pad

در این قسمت مراحل نصب نمونه ای آزمایشی (Demo) نرم افزار طراحی مدار چاپی Pad2Pad را آموزش می دهیم. یادآور می شود که مراحل نصب انواع نرم افزارها شباهت بسیار زیادی به یک دیگر دارد و در صورتی که شما یک نمونه ای آن را به طور دقیق فرا بگیرید، یادگیری سایر نمونه ها بسیار آسان خواهد شد.

توجه: ممکن است شما این سؤال مطرح باشد که چرا نرم افزار نمایشی Pad2Pad را انتخاب کرده ایم؟ دلیل آن فقط سادگی کاربرد این نرم افزار و کار با آن بوده است. توجه داشته باشید که ما در این درس با توجه به محدودیت زمانی نمی توانیم طراحی مدار چاپی را به صورت حرفه ای آموزش دهیم، بلکه هدف فقط آشنایی و باز کردن راه در این مسیر است. در بازار ایران از نرم افزار پروتل 99SE به صورت حرفه ای استفاده می کنند. شما نیز می توانید پس از فراگیری این مبحث در صورت تمایل جهت ادامه ی کار از پروتل استفاده کنید. همچنین هر نرم افزار دیگری را که به نظر شما ساده تر می رسد می توانید انتخاب نمایید و آن را جایگزین Pad2Pad کنید.

داشتید برنامه را حذف یا مجدداً نصب کنید، لازم است گزینه ی Save (ذخیره) را فعال کنید تا شکل ۱۰-۱ ظاهر شود.



شکل ۱۰-۱ تعیین محل نصب نرم افزار Pad2Pad

۱۷-۱-۱ با توجه به شکل ۱۰-۱ محل دانلود برنامه یعنی درایو و پوشه را مشخص کنید. سپس روی گزینه ی Save کلیک کنید. با ظاهر شدن شکل ۱۱-۱ دانلود نرم افزار آغاز می شود.



شکل ۱۱-۱ شروع دانلود نرم افزار Pad2Pad

۱۸-۱-۱ پس از اتمام دانلود شما می توانید در مسیری که برنامه، دانلود شده است جست و جو کنید و برنامه را بیابید. شکل ۱۲-۱ محل دانلود شدن فایل را که با نام P2 Setup 194 ذخیره شده است مشاهده می کنید.

- توصیه می‌شود قبل از نصب کلیه برنامه‌ها را ببندید.

- برای نصب برنامه روی زبانه‌ی Next کلیک کنید.

۱-۲-۳ بعد از کلیک روی زبانه‌ی Next صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۵ باز می‌شود. در این صفحه مقررات و مجوزهای مورد نیاز را مطرح می‌کند و از شما می‌خواهد اگر موافق هستید، روی دایره‌ی کنار گزینه‌ی:

→ I accept the agreement.
من قرار داد را می‌پذیرم.

کلیک کنید تا نقطه‌ای در وسط دایره ظاهر شود. در این حالت زبانه‌ی Next فعال خواهد شد.



شکل ۱-۱۵ پذیرش مقررات توسط کاربر

۱-۲-۴ زبانه‌ی Next را فعال کنید. در صورتی که نرم‌افزار Pad2Pad را روی کامپیوتر خود از قبل نصب کرده باشید، شکل ۱-۱۶ ظاهر می‌شود. در این صفحه به شما اعلام می‌شود که نرم‌افزار Pad2Pad در کدام درایو و کدام پوشه نصب شده است. هم‌چنین توصیه‌ی اکید می‌

۱-۲-۱ پوشه‌ی محل نصب برنامه‌ی نرم‌افزار Pad2Pad را که در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده است باز کنید و روی نماد آن یک فایل EXE است دو بار پشت سر هم (دوبل کلیک) کلیک کنید. صفحه‌ی شکل ۱-۱۳ باز می‌شود. در این صفحه از شما می‌پرسد آیا تمایل به فعال کردن این برنامه دارید یا خیر؟



شکل ۱-۱۳ فعال سازی برنامه‌ی نصب نرم‌افزار Pad2Pad

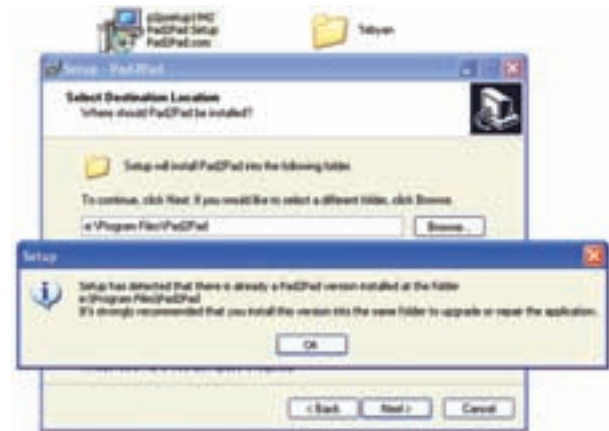
۱-۲-۲ روی زبانه‌ی Run کلیک کنید، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۴ باز می‌شود. در این صفحه موارد زیر وجود دارد.



شکل ۱-۱۴ اولین صفحه‌ی مربوط به نصب نرم‌افزار Pad2Pad

- شما نسخه‌ی Pad2Pad ۱,۹,۴۲ را نصب خواهید کرد.

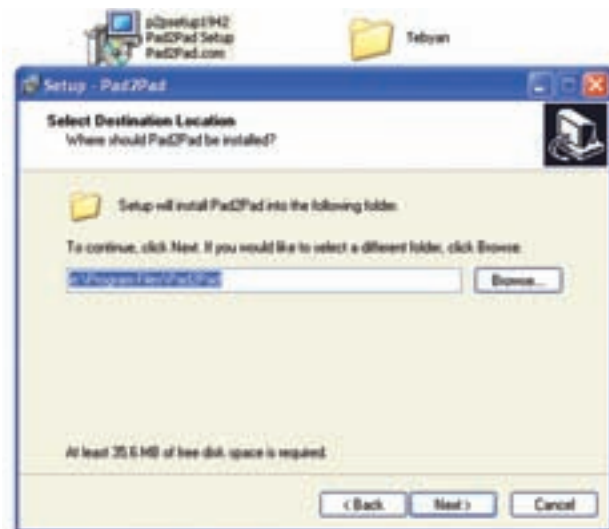
کند که این نسخه از نرم افزار را در همان پوشه نصب کنید تا نرم افزار نصب شده‌ی قبلی ارتقاء یابد یا تعمیر شود.



شکل ۱-۱۶ اعلام نرم افزار نصب شده در کامپیوتر

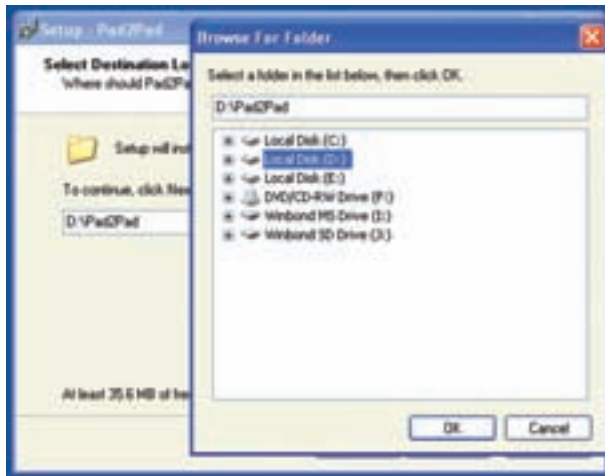
۱-۲-۵ یکی دیگر از راه‌های نصب این برنامه، حذف (Uninstall) برنامه‌ی قبلی است. چگونگی حذف (Uninstall) برنامه را در ادامه‌ی آموزش خواهیم داد.

۱-۲-۶ چنانچه در شکل ۱-۱۶ روی زبانه‌ی OK کلیک کنید، طبق شکل ۱-۱۷ نرم افزار مسیری را که برنامه‌ی قبلی در آن نصب شده است انتخاب خواهد کرد. با توجه به توصیه‌ی مدیریت نرم افزار مبنی بر عدم تغییر مسیر نصب، لازم است برنامه را در همان مسیر نصب کنید.



شکل ۱-۱۷ انتخاب مسیر نصب

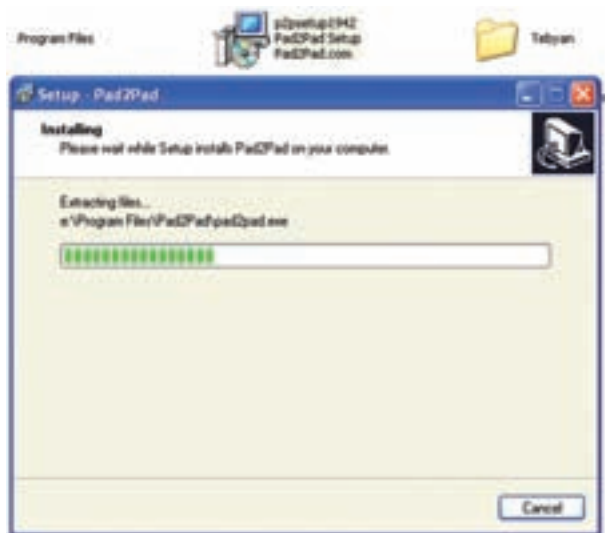
۱-۲-۷ چنانچه قبلاً برنامه‌ی نرم افزار Pad2Pad را در کامپیوتر خود نصب نکرده باشید یا برنامه‌ی نصب شده‌ی قبلی را حذف (Uninstall) کرده باشید، می‌توانید مسیر نصب را از طریق (Browse) تغییر دهید. برای این منظور با کلیک کردن روی زبانه‌ی Browse طبق شکل ۱-۱۸ پنجره‌ای باز می‌شود و شما می‌توانید مسیر جدید را انتخاب کنید، در شکل ۱-۱۸ مسیر موجود در شکل ۱-۱۷ را به D:\Pad2Pad تغییر داده‌ایم.



شکل ۱-۱۸ تغییر مسیر محل نصب نرم افزار

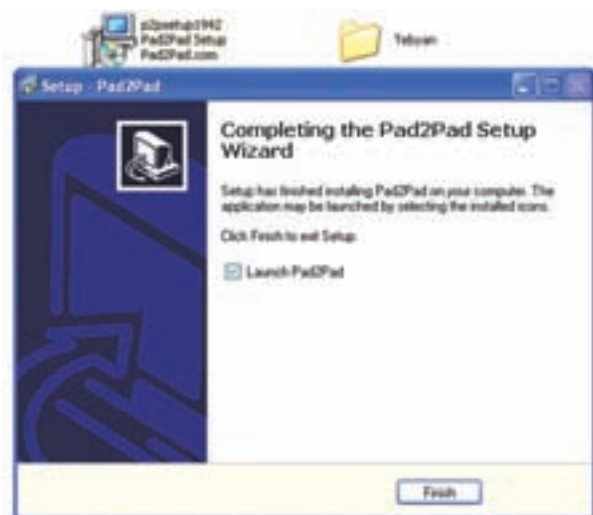
۱-۲-۸ بعد از تعیین مسیر یا انتخاب همان مسیر قبلی و تثبیت آن از طریق کلیک کردن روی OK، شکلی مشابه شکل ۱-۱۷ ظاهر می‌شود که در آن مسیر جدید درج شده است. ۱-۲-۹ در صورتی که مسیر مورد تأیید بود، روی زبانه‌ی Next کلیک کنید تا صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۹ باز شود. در این شکل از شما سؤال می‌کند که آیا می‌خواهید نماد اجرایی نصب را روی صفحه‌ی اصلی کامپیوتر یا محل‌های دیگر داشته باشید؟ در صورتی که پاسخ مثبت است روی مربع‌ها علامت ✓ را با استفاده از مکان‌نما و کلیک کردن موشواره درج کنید و در صورتی که هیچ یک از مربع‌ها را علامت نزنید، نماد اجرایی نصب فقط در مسیر تعیین شده قرار می‌گیرد.

۱۱-۲-۱ پس از کلیک کردن روی زبانه‌ی Install در شکل ۲۰-۱، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۲۱-۱ باز می‌شود و نصب برنامه آغاز می‌گردد. توجه داشته باشید در این مرحله امکان بازگشت و اصلاح وجود ندارد و فقط می‌توانید نصب برنامه را لغو کنید.

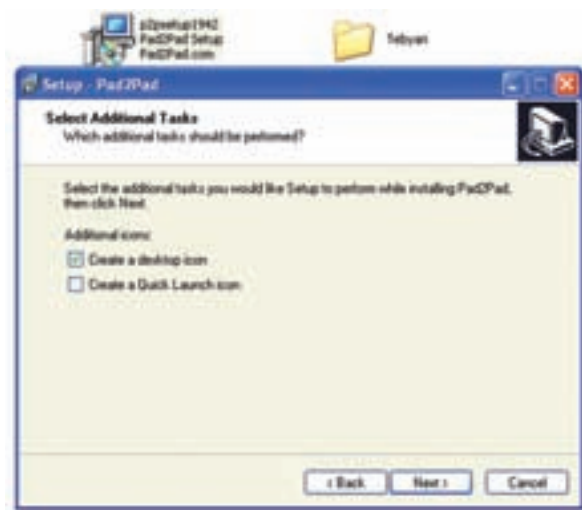


شکل ۲۱-۱ آغاز نصب برنامه در مسیر تعیین شده

۱۲-۲-۱ پس از اتمام نصب، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۲۲-۱ باز می‌شود و با کلیک کردن روی زبانه‌ی Finish مراحل نصب پایان می‌یابد.

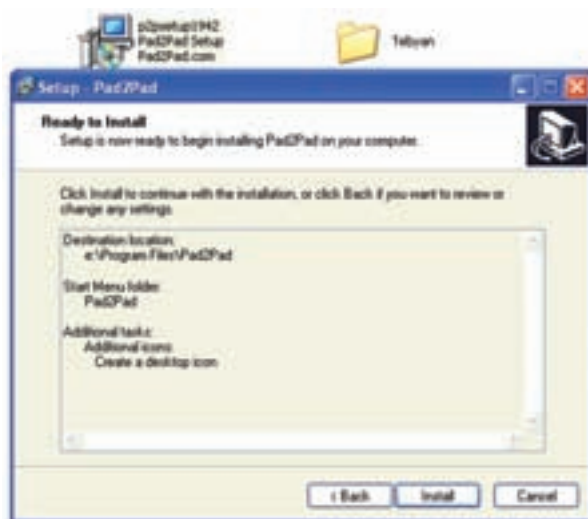


شکل ۲۲-۱ پایان نصب نرم‌افزار



شکل ۱۹-۱ تعیین محل قرار گرفتن نماد نصب

۱۰-۲-۱ پس از تعیین محل نماد اجرایی نصب روی زبانه‌ی Next کلیک کنید، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۲۰-۱ باز می‌شود. در این شکل مجدداً محل نصب و محل قرار گرفتن نمادهای اجرایی نصب را اعلام می‌کند. در هر یک از مراحل (تا این مرحله) می‌توانید با استفاده از زبانه‌ی Back به صفحات قبلی برگردید و اصلاحات لازم را انجام دهید. اکنون روی زبانه‌ی Install (نصب) کلیک کنید.



شکل ۲۰-۱ اعلام مجدد مسیر نصب و محل قرار گرفتن نمادهای اجرایی نصب

۱-۳-۱ آزمایش ۳: حذف (Uninstall) نرم افزار از کامپیوتر

۱-۳-۱ حذف این نرم افزار بسیار ساده است و به سرعت صورت می گیرد. برای Uninstall کردن نرم افزار از مسیر زیر اقدام کنید.

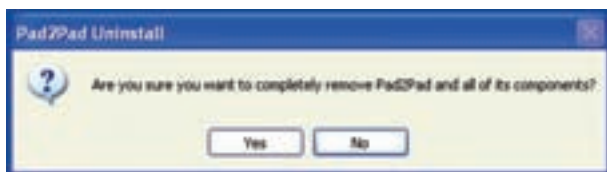
Start → All Programs → Pad2Pad → Uninstall Pad2Pad

شکل ۱-۲۵ این مسیر را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۵ حذف نرم افزار Pad2Pad از سامانه کامپیوتر

۱-۳-۲ روی گزینه ی Uninstall Pad2Pad کلیک کنید، شکل ۱-۲۶ ظاهر می شود. در این شکل از شما می پرسد که آیا می خواهید برنامه را حذف کنید یا خیر؟ روی زبانه ی Yes کلیک کنید.



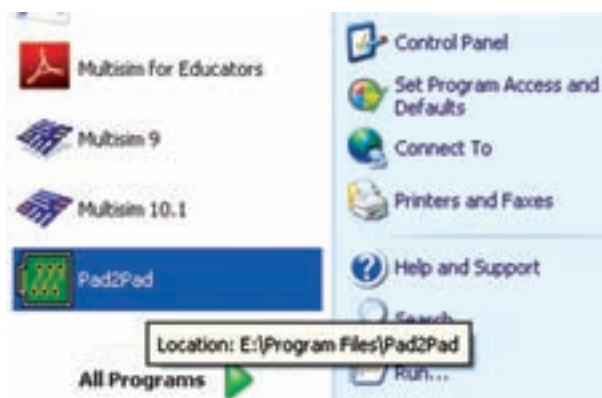
شکل ۱-۲۶ درخواست مجوز برای حذف برنامه ی نرم افزار Pad2Pad از سامانه کامپیوتر

۱-۳-۳ با کلیک کردن روی زبانه ی Yes طبق شکل ۱-۲۷ حذف (Uninstall) برنامه شروع می شود.

۱-۲-۱۳ پس از اتمام نصب برنامه به آسانی می توانید نرم افزار را باز کنید. برای این منظور باید روی نماد اجرایی نصب دو بار کلیک کنید تا نرم افزار باز شود. معمولاً نماد فعال سازی نرم افزار طراحی مدار چاپی Pad2Pad به طور خودکار در مسیر زیر قرار می گیرد.

Start → All Programs → Pad2Pad

هم چنین در صورتی که درخواست داشتن نماد اجرایی نصب را در شکل ۱-۱۹ داده باشید می توانید در منوی Start آن را داشته باشید. در شکل ۱-۲۳ این نماد را ملاحظه می کنید.

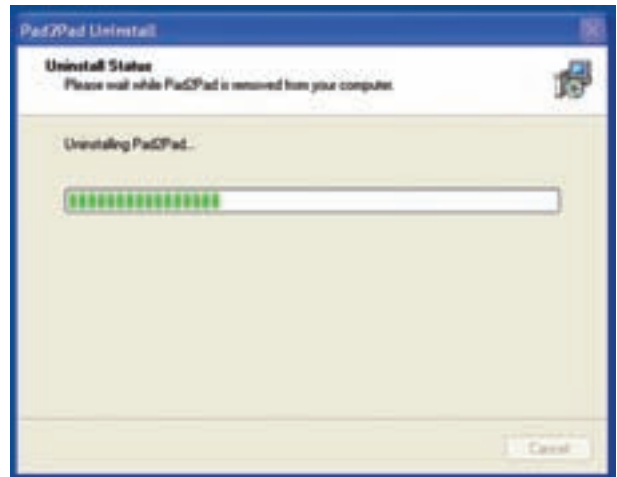


شکل ۱-۲۳ نماد اجرایی نصب نرم افزار طراحی مدار چاپی Pad2Pad

هم چنین در هنگامی که می خواهید نرم افزار را راه اندازی کنید، قبل از باز شدن صفحه ی اصلی نرم افزار شکل ۱-۲۴ که نمونه ای از یک مدار چاپی آماده شده است را برای چند لحظه مشاهده می کنید.

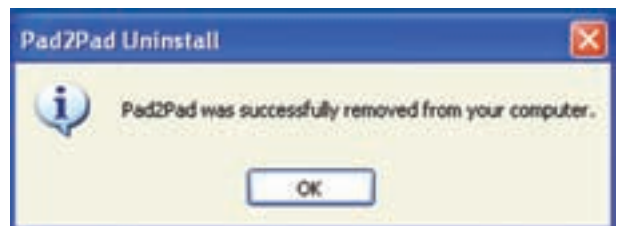


شکل ۱-۲۴ نمونه ای از مدار چاپی آماده شده



شکل ۱-۲۷ آغاز حذف نرم افزار Pad2Pad

۱-۳-۴ پس از حذف کامل برنامه، شکل ۱-۲۸ ظاهر می‌شود. در این شکل اعلام می‌شود که برنامه با موفقیت از روی کامپیوتر برداشته شده است. روی زبانه‌ی OK کلیک کنید.



شکل ۱-۲۸ پایان حذف نرم افزار از سیستم

نکته مهم: نصب و برداشتن این برنامه از روی کامپیوتر نیازی به راه اندازی مجدد سامانه (Restart) ندارد.

۱-۳-۵ به منظور ایجاد تسلط لازم در نصب و حذف برنامه‌ی نرم افزار مدار چاپی Pad2Pad چند بار آن را نصب و حذف کنید.

توجه: اصطلاح Pad2Pad به معنی نقطه به نقطه یا اتصال Pad به Pad است. که عدد 2 با تلفظ TO و به معنی "به" استفاده شده است.

فصل دوم

کار با نرم افزار

هدف کلی: آموزش نحوه‌ی استفاده از ابزارهای موجود در نرم افزار Pad2Pad

هدف های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که بتواند:

- ۱- با استفاده از نماد اجرای نرم افزار، صفحه‌ی اصلی نرم افزار را باز کند.
- ۲- بر روی طراحی مدار خود یک صفحه‌ی جدید باز کند.
- ۳- انواع نوارهای موجود در نرم افزار مانند نوار منو، نوار عنوان، نوار انتخاب قطعات، ابزار، نوار زوم، نوار ابزار استاندارد را شناسایی کند.
- ۴- نوارهای موجود در نرم افزار را فعال و غیر فعال کند.
- ۵- ابعاد و مشخصات مدار چاپی را تعیین کند.
- ۶- مدار چاپی را نام گذاری کند.
- ۷- مشخصات مدار چاپی مانند چند لایه بودن ترسیم نقشه روی فیبر را با استفاده از صفحه‌ی Job Setting
- تعیین کند.
- ۸- فایل های موجود در نرم افزار را باز کند.
- ۹- رنگ های مربوط به قسمت های مختلف از قبیل زمینه، حاشیه، مس رو و زیر مدار چاپی، چاپ نقشه را تغییر دهد.
- ۱۰- نقاط مربوط به شبکه را از روی صفحه حذف یا درج کند.
- ۱۱- نوارهای مختلف ابزار را فعال یا غیر فعال کند.
- ۱۲- در صورتی که در هنگام کار با خطایی مواجه شد، آن را بر طرف یا نرم افزار را حذف و دوباره نصب کند.

۲-۱-۲ آزمایش ۱: آشنایی مقدماتی با نوارها و

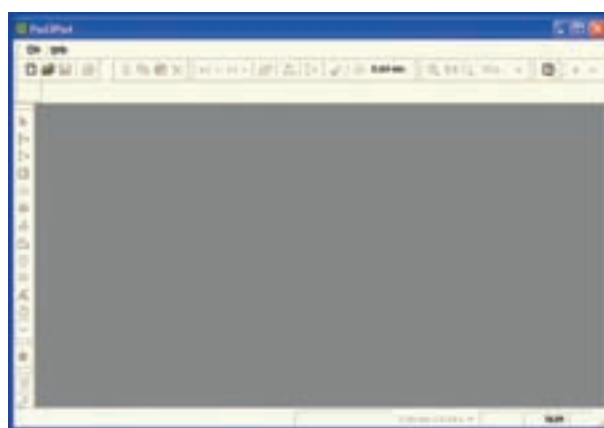
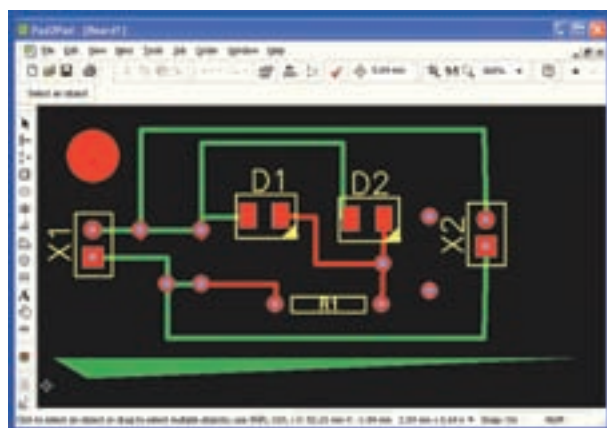
ابزارها

در این قسمت با نوارها و منوهای نرم افزار آشنا می شوید. با توجه به این نکته که نرم افزار به صورت نمایشی و آزمایشی است و محدودیت دارد و ممکن است تعدادی از نوارها و زبانه ها فعال نشوند.

توجه: قسمت های ۲-۱-۱ تا پایان ۲-۱-۳ اجرایی

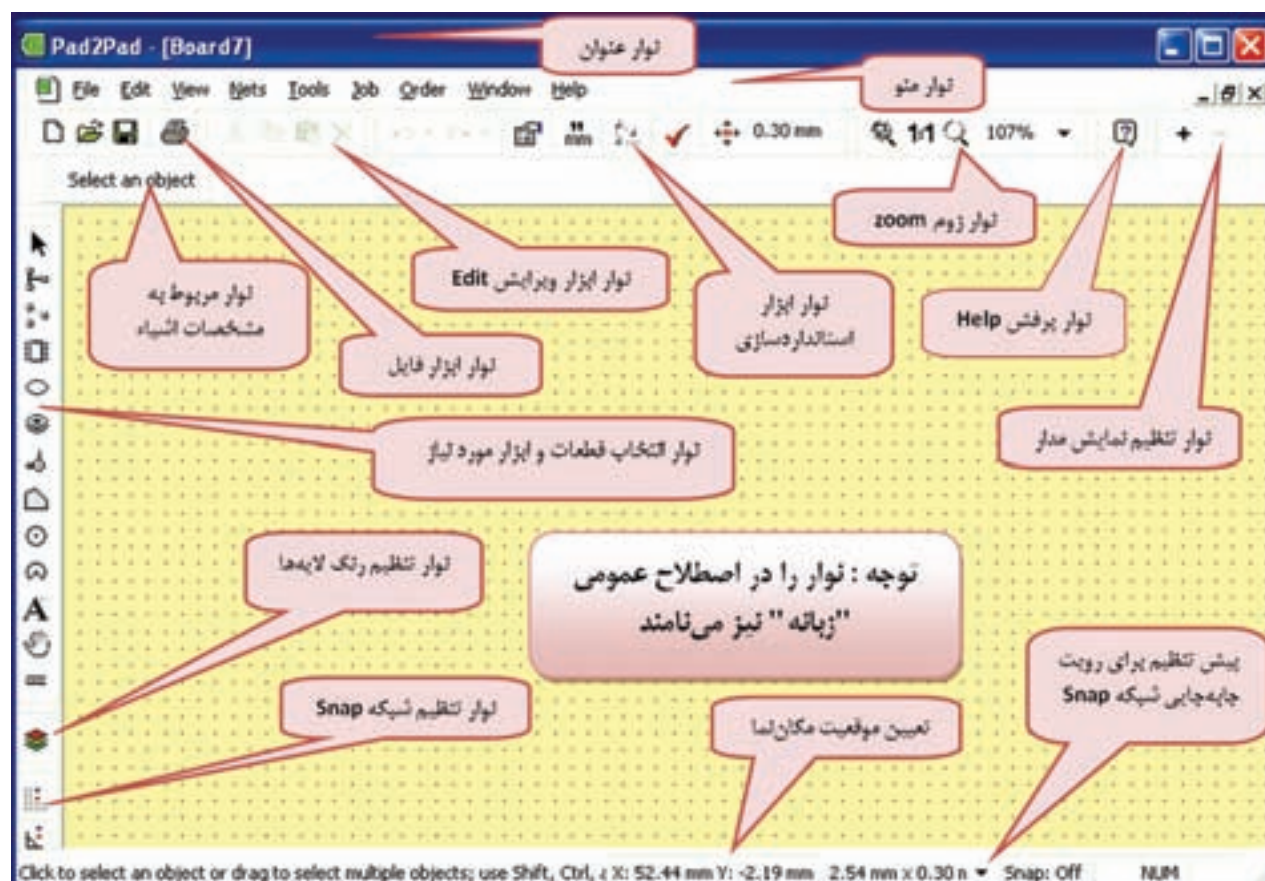
نیست و فقط جنبه‌ی آشنایی دارد و برای مطالعه است. قسمت های اجرایی از ۲-۲ شروع می شود.

۲-۱-۱ با دو بار کلیک (دابل کلیک) کردن روی نماد اجرای نرم افزار می توانید آن را باز کنید. چند لحظه صبر کنید تا شکل ۲-۱ ظاهر شود. متناسب با شرایط پیش فرض ممکن است پنجره های دیگری نیز باز شود که برای رسیدن به این پنجره لازم است روی زبانه‌ی OK در هر مرحله کلیک کنید.



شکل ۲-۲ یک نمونه مدار چاپی ترسیم شده در نرم افزار همان طور که مشاهده می شود با باز شدن صفحه جدید یا یکی از مدارها، نوارهایی از قبیل عنوان یا منو باز می شود.

شکل ۲-۱ صفحه اصلی نرم افزار Pad2Pad در صورتی که قبلاً مداری طراحی کرده و آن را ۲-۱-۲ بسته باشید، هنگام باز شدن صفحه اصلی طبق شکل ۲-۲ نقشه مدار چاپی روی صفحه اصلی نمایش داده می شود.



شکل ۲-۳ مشخصات تعدادی از نوارها

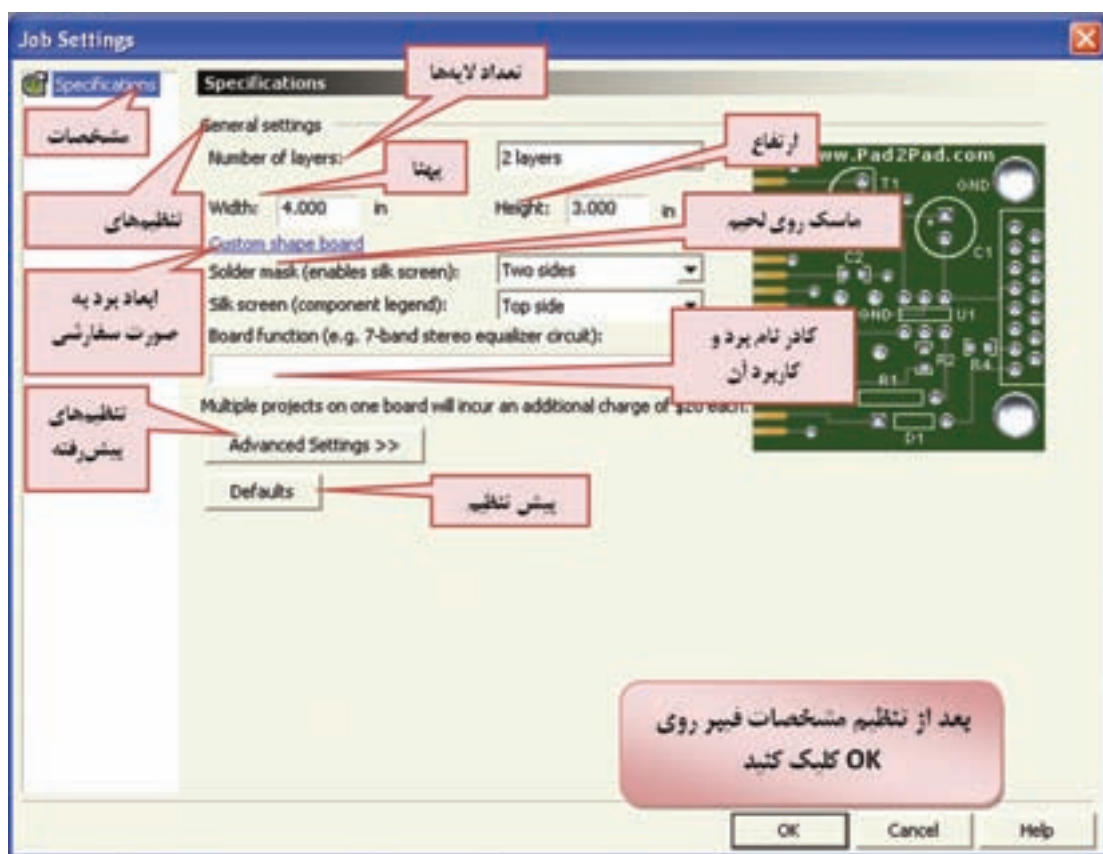
۲-۲ آزمایش ۲: باز کردن صفحه‌ی جدید و تعیین ابعاد فیبر

۲-۲-۱ برای شروع کار باید صفحه‌ی جدیدی را برای طراحی مدار چاپی باز کنیم. یادآور می‌شود که نوارهای این نرم‌افزار شباهت زیادی با سایر نرم‌افزارها از جمله نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم دارد. به عنوان مثال نوار منوی این نرم‌افزار بسیار شبیه نوار منوی نرم‌افزار ادیسون است. برای باز کردن نرم‌افزار می‌توانید از مسیر **File → New** استفاده کنید. با کلیک روی **New** صفحه‌ی شکل ۲-۴ باز می‌شود. نام این صفحه **Job setting** است. **Job Setting** به معنی اجرای تنظیمات مربوط به کاری است که می‌خواهیم انجام دهیم. در قسمت بالا و سمت چپ این صفحه با کلمه‌ی **Specif cation** مواجه می‌شوید که به معنی مشخصات است.

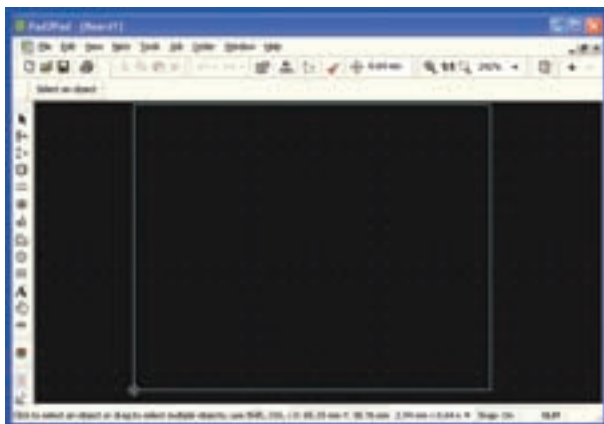
نکته‌ی مهم: در صورتی‌که در خلال کار با خطایی مواجه شدید و کار نرم‌افزار متوقف شد، بر اساس دستورات داده شده در مرحله‌ی ۱-۳ نرم‌افزار را حذف (Uninstall) کنید و مجدداً آن را نصب نمایید. علت توقف عملیات معمولاً به دلیل نمایشی بودن نرم‌افزار و محدودیت‌های آن است.

۲-۱-۳ معمولاً با باز کردن یک صفحه‌ی جدید یا یکی از مدارها، کلیه‌ی منوها بر اساس پیش‌فرض تعریف شده فعال می‌شوند. در شکل ۲-۳ تعدادی از منوهای این نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید.

دوباره یادآور می‌شود که نرم‌افزاری که با آن کار می‌کنید یک نرم‌افزار آزمایشی و نمایشی است و محدودیت دارد. به عنوان مثال حداکثر می‌توانید ده قطعه را روی صفحه بیاورید.



شکل ۲-۴ تنظیم مشخصات فیبر مدار چاپی



شکل ۵-۲ باز شدن فایل جدید برای طراحی مدار چاپی

در این شکل به طور پیش فرض رنگ زمینه صفحه سیاه، خطوط حاشیه‌ی فیبر به رنگ آبی کم رنگ و رنگ نقاط مربوط به شبکه‌ی فیبر (Snap Grid) به رنگ سفید در نظر گرفته شده است.

۲-۲-۳ در صورتی که در شکل ۴-۲ روی زبانه‌ی Advance Setting کلیک کنید. در زیر صفحه‌ی شکل ۴-۲ طبق شکل ۶-۲ اطلاعات جدیدی ظاهر می‌شود که شما می‌توانید مشخصات دیگری از فیبر مدار چاپی مانند وزن مس، ضخامت لایه‌ی مسی، جنس فیبر، رنگ ماسک لحیم را نیز انتخاب کنید. این تنظیم‌ها را تنظیم‌های پیش رفته می‌نامند.



شکل ۶-۲ تنظیم‌های پیش‌رفته در طراحی فیبر مدار چاپی

در این صفحه می‌توانید ابعاد فیبر مدار چاپی شامل پهنا (Width)، ارتفاع (Height) و تعداد لایه‌ها را انتخاب کنید. در این مرحله ابعاد فیبر را $40\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ و تعداد لایه‌های آن را دو لایه در نظر گرفته‌ایم. پوشش یا ماسک روی لحیم solder mask و نقشه‌ی قطعات silk screen نیز برای دو طرف فیبر پیش‌بینی شده است. به عبارت دیگر فیبر نهایی شما دارای مشخصاتی به شرح زیر خواهد بود.

- ابعاد $40\text{ mm} \times 50\text{ mm}$
- دو لایه
- دارای ماسک روی لحیم از دو طرف
- ماسک روی لحیم به منظور جلوگیری از خوردگی پیش‌بینی می‌شود.
- دارای نقشه‌ی مدار در هر دو طرف با روش سیلک اسکرین است. نام بُرد را Rectifier در نظر گرفته‌ایم.

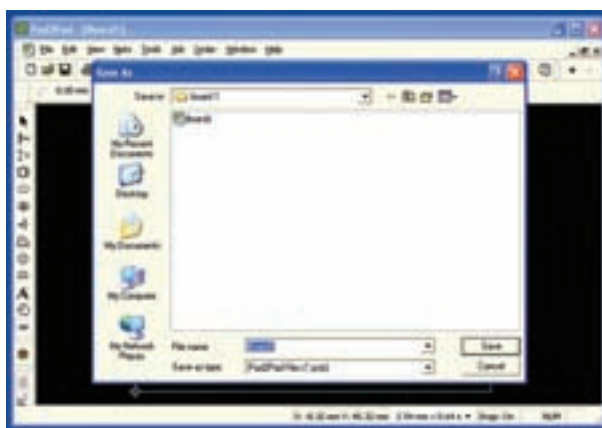
نکته‌ی مهم: برای اولین بار که صفحه‌ی مربوط به فایل جدید را باز می‌کنید، اندازه‌ی ابعاد صفحه‌ی مدار چاپی بر حسب اینچ ظاهر می‌شود که در مراحل بعدی می‌توانید آن را به میلی‌متر تبدیل کنید. هر بار که فایل را می‌بندید، واحد اندازه‌گیری برای باز کردن فایل مورد نظر حفظ می‌شود. توجه کنید چنانچه نرم‌افزار را ببندید و دوباره برای یک فایل جدید راه‌اندازی کنید، واحد ابعاد فیبر بر حسب اینچ ظاهر خواهد شد.

۲-۲-۲ پس از انتخاب ابعاد بُرد و مشخصات آن روی زبانه‌ی OK کلیک کنید. شکل ۵-۲ روی نمایش‌گر کامپیوتر ظاهر می‌شود.

۲-۳ آزمایش ۳: ذخیره سازی فایل‌های

جدید

۲-۳-۱ برای ذخیره کردن فایل‌های جدید، بعد از آماده شدن فایل‌ها می‌توانید طبق شکل ۲-۷ روی نوار منو گزینه‌ی File را کلیک کنید، تا فهرست مربوط به فایل باز شود. سپس روی زبانه‌ی Save as کلیک کنید، پنجره‌ی جدیدی باز می‌شود که می‌توانید محل ذخیره سازی فایل را مشخص کنید و نام آن را نیز انتخاب نمایید. سپس روی زبانه‌ی Save کلیک کنید، فایل شما ذخیره می‌شود.



شکل ۲-۷ ذخیره سازی فایل جدید

۲-۳-۲ چند نمونه فیبر مدار چاپی با ابعاد دل‌خواه خود به صورت دو لایه و چهار لایه طراحی کنید و آن‌ها را با نام‌های مختلف ذخیره نمایید.

توجه داشته باشید که در هر مرحله باید یک فایل

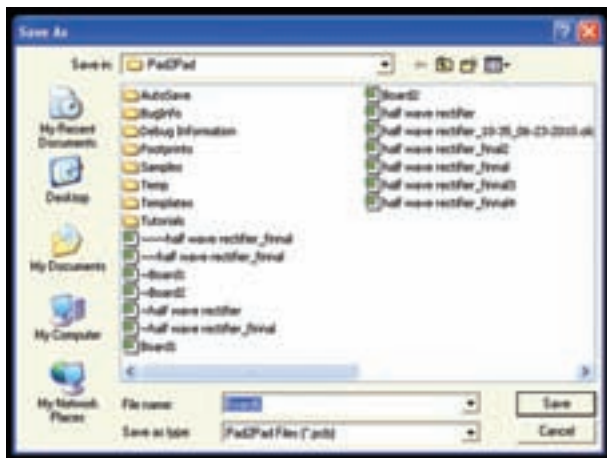
جدید از مسیر File → New باز کنید. در مورد نتایج حاصله توضیح دهید.

۲-۴ آزمایش ۴: باز کردن فایل‌های موجود در

نرم‌افزار

۲-۴-۱ معمولاً به منظور تبلیغ و معرفی نرم‌افزار چند فایل کامل شده را به عنوان نمونه Sample در نرم‌افزار قرار می‌دهند که شما می‌توانید آن‌ها را مشاهده کنید یا تغییر دهید.

۲-۴-۲ در نرم‌افزار Pad2Pad فایل‌های نسبتاً زیادی به عنوان نمونه قرار داده شده است. برای مشاهده‌ی فایل‌ها شما می‌توانید از مسیر File → Open پنجره‌ی شکل ۲-۸ را باز کنید. در این پنجره تعداد ۸ پوشه وجود دارد. در پوشه‌های Auto Save، Bug Info، Debug Information و Temp هیچ فایلی وجود ندارد و شما می‌توانید فایل‌های مربوط به کار خود را متناسب با نوع فعالیت در آن‌ها ذخیره کنید.

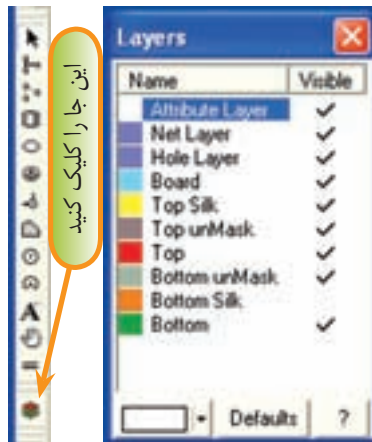


شکل ۲-۸ فایل‌های موجود در نرم‌افزار Pad2Pad

توجه: ممکن است موسسه‌ی تولید کننده‌ی این نرم‌افزار در مقاطع مختلف، فایل‌ها را تغییر دهد. بنابراین در هر زمان که نرم‌افزار را از اینترنت دانلود می‌کنید ممکن است فایل‌ها تغییر کرده باشند.

۲-۴-۳ در پوشه‌ی Footprint تعدادی از نقشه‌های قطعات مختلف با توجه به ابعاد آن قرار داده شده‌است، سه

انتخاب رنگ ظاهر می‌شود.



الف ب

شکل ۱۲-۲ جدول تغییر رنگ لایه‌ها

۲-۵-۳ جدول شکل ۱۲-۲ دو ستون دارد. ستون سمت چپ نام لایه و رنگ آن را مشخص می‌کند. اگر در ستون سمت راست در مقابل هر لایه علامت (✓) زده شود، آن لایه قابل دیدن است. با کلیک کردن روی هر یک از مربع‌ها علامت (✓) درج و با کلیک مجدد، این علامت حذف می‌شود.

در پایین جدول یک زبانه با عنوان Default (پیش‌فرض) وجود دارد که با کلیک کردن روی آن، رنگ‌های پیش فرض موسسه‌ی تولید کننده‌ی نرم‌افزار انتخاب می‌شود. در صورتی که روی نام لایه کلیک کنید، مستطیل سمت چپ و پایین جدول به رنگ آن لایه در می‌آید. به عنوان مثال اگر مطابق شکل ۱۳-۲ روی لایه‌ی Board کلیک کنید رنگ مستطیل پایین صفحه آبی می‌شود. این رنگ مربوط به رنگ خطوط تعیین کننده‌ی حاشیه‌ی فیبر مدار چاپی است که به رنگ آبی مایل به سبز ترسیم می‌شود.

۲-۴-۷ کلیدی فایل‌هایی که در پوشه‌های مختلف وجود دارد را باز کنید و آن‌ها را مشاهده نمایید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را به طور خلاصه شرح دهید.

۲-۴-۸ چنانچه هنگام باز کردن فایل نرم‌افزاری فقط قسمتی از نرم‌افزار مشاهده می‌شود، روی علامت که در نوار زوم قرار دارد، کلیک کنید. مدار چاپی در محدوده‌ی صفحه نمایش جای می‌گیرد و به طور کامل ظاهر می‌شود.

۲-۵ آزمایش ۵: تغییر رنگ

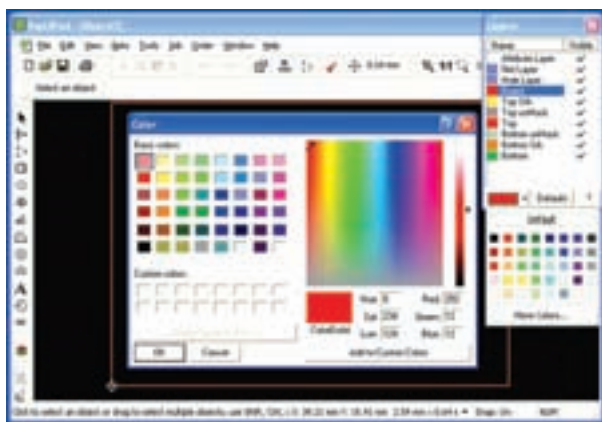
۲-۵-۱ با استفاده از ابزاری که در نرم‌افزار وجود دارد، می‌توانید رنگ مواردی مانند زمینه، خط حاشیه‌ی مدار چاپی، نقاط شبکه و پشت و روی مدار چاپی را تغییر دهید.

نکته‌ی مهم: هنگام انتخاب رنگ توجه داشته باشید، رنگ‌هایی روی هم قرار می‌گیرند که ضد هم باشند. به عنوان مثال اگر رنگ زمینه سفید است، رنگ نقاط شبکه سیاه انتخاب شود.

۲-۵-۲ یک فایل جدید باز کنید که ابعاد آن ۲۵mm×۳۵mm و نام آن نام خودتان باشد. می‌خواهیم رنگ زمینه را از سیاه به قرمز تغییر دهیم. روی نوار تنظیم رنگ لایه‌ها طبق شکل ۱۲-۲ ب کلیک کنید. این قسمت مربوط به تغییر خصوصیات رنگ لایه‌ها است. (Change Layer Properties) پس از کلیک کردن در بالای صفحه طبق شکل ۱۲-۲ الف جدول مربوط به

با کلیک کردن روی زبانه Default، شرایط رنگ لایه‌ها به حالت پیش فرض برمی‌گردد.

۲-۵-۵ در صورتی که در مستطیل رنگ‌ها روی more color (رنگ‌های بیشتر) کلیک کنید، پنجره‌ای مطابق شکل ۲-۱۵ باز می‌شود. در این پنجره می‌توانید با تغییر مکان فلش‌هایی که در سمت راست و پایین قرار دارد رنگ مورد نظر خود را انتخاب کنید. هم چنین با تغییر مقادیر عددی مربوط به Hue، Sat و Lum می‌توانید به رنگ‌های مورد نظر برسید. در شکل ۲-۱۴ رنگ قرمز با Hue=۰، Sat=۲۳۴ و Lum=۱۲۴ انتخاب شده است.



شکل ۲-۱۵ تعیین رنگ دلخواه، با استفاده از گزینه‌ی more color

۲-۵-۶ درباره‌ی تغییر رنگ سایر قسمت‌ها در جای خود با توجه به نیاز، بحث خواهیم کرد.

۲-۵-۷ فیبرهای مدار چاپی با ابعاد و مشخصات داده شده در زیر را با استفاده از نرم‌افزار Pad2Pad طراحی کنید، سپس آن‌ها را با نام‌های مشخص شده ذخیره نمایید.

الف- ابعاد ۵۰mm×۲۰mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ نارنجی، نام مدار ۱Amp

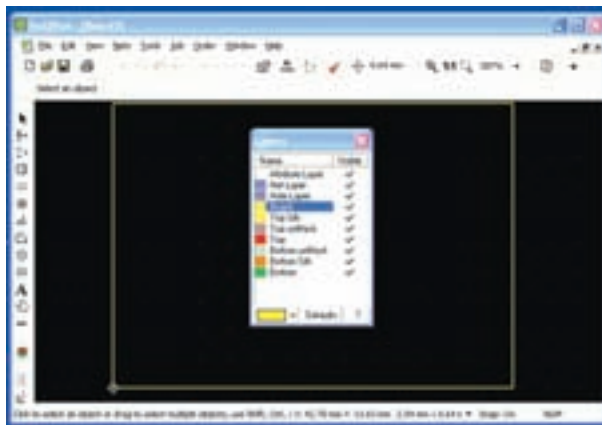
ب- ابعاد ۳۲mm×۸۵mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ سبز فسفری، نام مدار Dimmer

ج- ابعاد ۱۵mm×۲۵mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ کرم، نام مدار Power Supply



شکل ۲-۱۳ انتخاب لایه‌ی Board

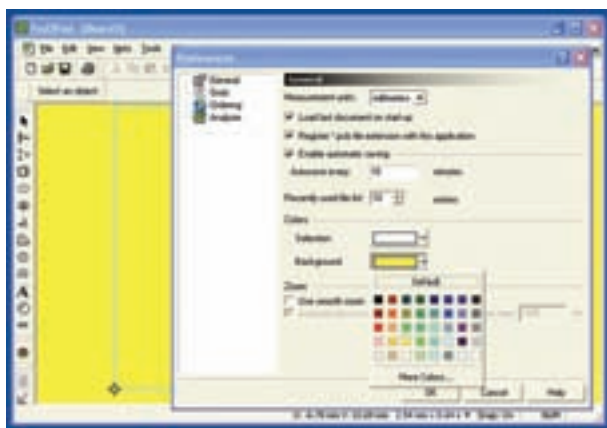
۲-۵-۴ در کنار مستطیل پایین صفحه زبانه‌ی کوچکی با فلش وجود دارد که اگر روی آن کلیک کنید، جدول مربوط به انواع رنگ‌ها ظاهر می‌شود. بدین ترتیب شما می‌توانید رنگ لایه‌ی مورد نظر را تغییر دهید. در شکل ۲-۱۴ برای Board رنگ زرد انتخاب شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، رنگ تعیین کننده‌ی حاشیه‌ی فیبر مدار چاپی به رنگ زرد درآمده است.



شکل ۲-۱۴ تغییر رنگ حاشیه‌ی فیبر مدار چاپی

(Automatic Saving)، تعداد فایل‌های استفاده شده در آخرین فعالیت (Recently used file list) نوع رنگ زمینه (Selection-Background) حالت زوم نرم افزار (Smooth Zoom) وجود دارد. در این قسمت ما فقط به چگونگی تغییر رنگ زمینه می‌پردازیم.

۲-۶-۲ کنار زبانه‌ی Background یک فلش کوچک وجود دارد، روی آن کلیک کنید. طبق شکل ۱۷-۲ صفحه‌ی رنگ‌ها باز می‌شود. به این ترتیب شما می‌توانید رنگ دلخواه را برای زمینه انتخاب کنید. در شکل ۱۷-۲ رنگ زرد برای زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار انتخاب شده است.



شکل ۱۷-۲ انتخاب رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار

همان‌طور که مشاهده می‌شود روی صفحه نقاط مربوط به شبکه (Grid) وجود ندارد. توجه داشته باشید که در این شکل نقاط شبکه حذف نشده است، بلکه به دلیل رنگ سفیدی که دارد در زمینه‌ی زرد دیده نمی‌شود.

۲-۶-۳ روی زبانه‌ی Grid در پنجره‌ی سمت چپ کلیک کنید. صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱۸-۲ باز می‌شود. در این صفحه می‌توانید فاصله‌ی نقطه‌های شبکه را در زبانه‌ی Visible Grid و در زبانه‌ی Spacing تغییر دهید. رنگ نقاط شبکه نیز در گزینه‌های Grid Color قابل تغییر است.

د- ابعاد ۲۰mm×۲۰mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ سفید، نام مدار Flash Light
فایل‌های ذخیره شده را تحویل مربی کارگاه دهید و درباره فعالیت انجام شده به طور مختصر شرح دهید.

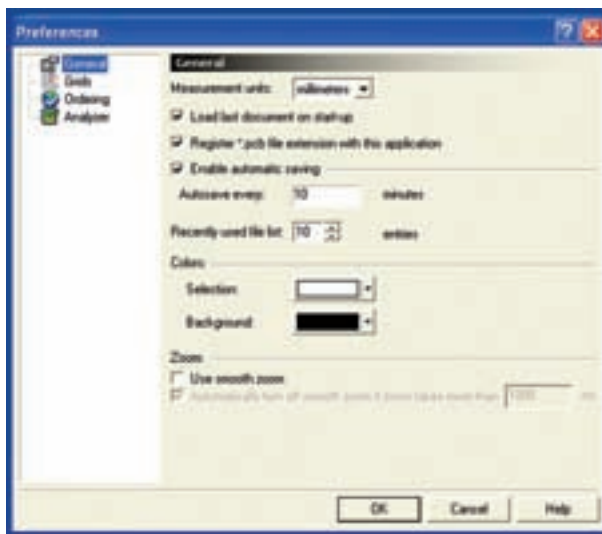
تحقیق کنید: آیا می‌توانید نام مدار را به فارسی بنویسید؟

عملاً بررسی کنید و نتایج بدست آمده را طی یک کنفرانس به کلاس ارائه دهید.

۲-۶ آزمایش ۶: تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی

نرم‌افزار و نقطه‌های شبکه

۲-۶-۱ برای تغییر زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار روی زبانه‌ی Edit کلیک کنید، سپس در منوی باز شده روی گزینه‌ی preference کلیک کنید. صفحه‌ای طبق شکل ۱۶-۲ باز می‌شود.



شکل ۱۶-۲ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار

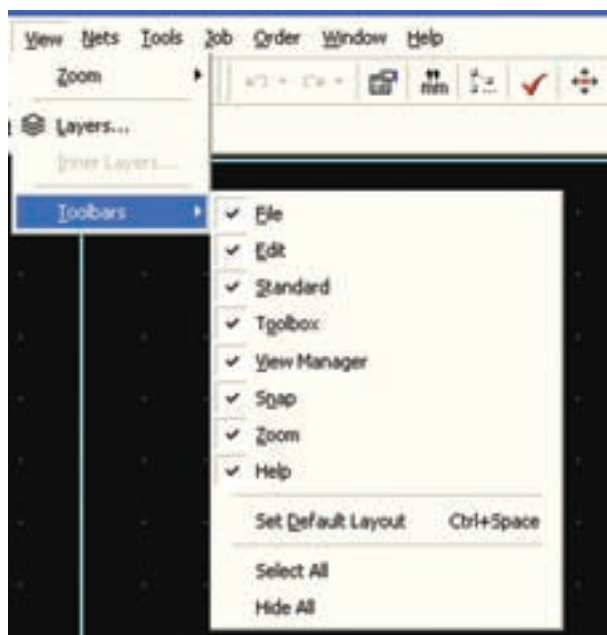
در سمت چپ و بالای صفحه روی گزینه‌ی General کلیک کنید. در صفحه‌ای که باز شده است، مشخصاتی مانند واحد اندازه‌گیری، ذخیره‌ی خودکار

قرار دارد، یعنی در هر مرحله از جابه‌جایی قطعه در برابر هر حرکت، قطعه به اندازه $0/64$ میلی‌متر جابه‌جا می‌شود. برای تنظیم‌های دقیق بهتر است این عدد در حد امکان کوچک‌تر در نظر گرفته شود. در نرم‌افزار توصیه می‌شود عدد مربوط به فاصله‌ی نقاط شبکه مضرب صحیحی از عدد Snap Grid باشد. به عنوان مثال اگر فاصله‌ی نقاط شبکه 2 میلی‌متر در نظر گرفته شود، عدد Snap Grid به عنوان مثال $0/2$ ، $0/1$ ، $0/5$ و $0/2$ باشد.

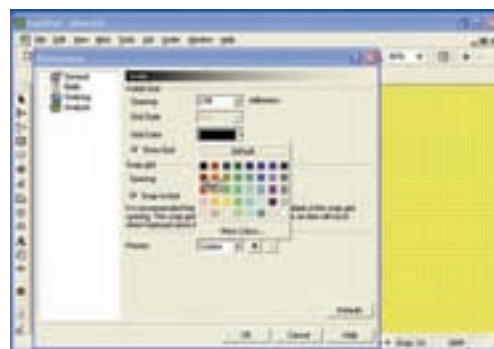
۲-۷ آزمایش ۷: فعال کردن نوارهای مختلف

۲-۷-۱ برای فعال کردن نوارهای مختلف موجود در نرم‌افزار با کلیک کردن روی زبانه‌ی View در نوار منو، فهرست مربوطه را باز کنید.

۲-۷-۲ روی زبانه‌ی Toolbar کلیک کنید. منوی نوارهای مختلف باز می‌شود، (شکل ۲-۲۰).



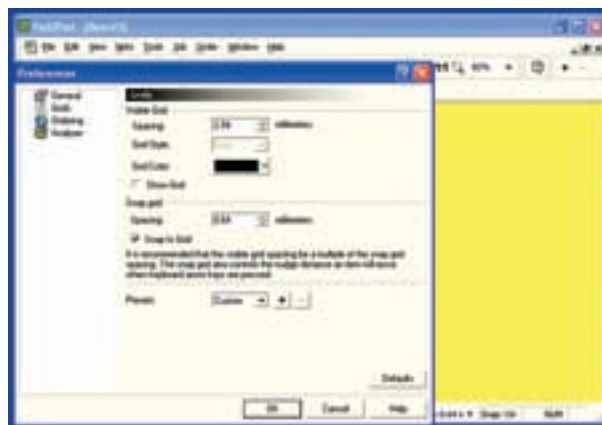
شکل ۲-۲۰ باز کردن نوارهای مختلف



شکل ۲-۱۸ تغییر رنگ نقاط شبکه

در شکل ۲-۱۸ فاصله‌های شبکه $2/54$ میلی‌متر و رنگ آن سیاه تعریف شده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نقاط شبکه کاملاً قابل رویت است.

۲-۶-۴ به شکل ۲-۱۸ توجه کنید. گزینه‌ای به نام Show Grid وجود دارد که با علامت (✓) فعال شده‌است. اگر روی مربع سفید کنار این گزینه کلیک کنیم علامت (✓) حذف می‌شود. در این حالت طبق شکل ۲-۱۹ نقاط شبکه نشان داده نخواهد شد.



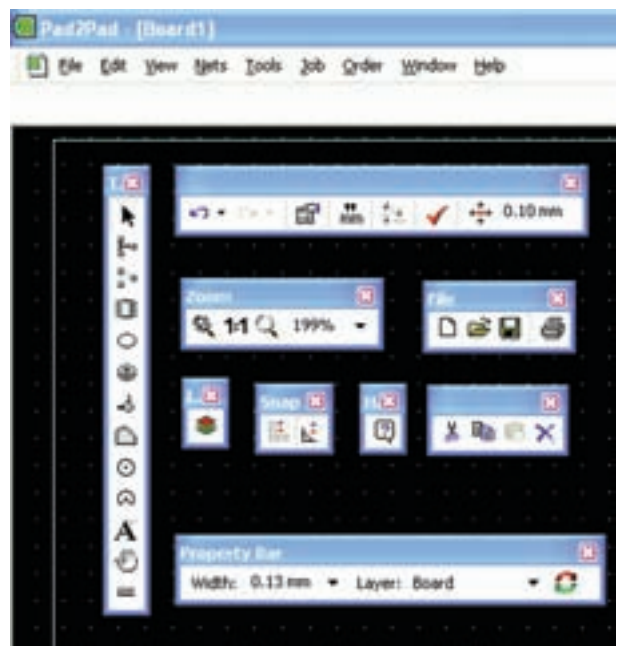
شکل ۲-۱۹ حذف نقاط شبکه

۲-۶-۵ در شکل‌های ۲-۱۸ و ۲-۱۹ گزینه‌ای به نام Snap Grid وجود دارد. این گزینه میزان جابه‌جایی خطوط و قطعات را به ازاء هر پله حرکت موشواره یا صفحه کلید تعیین می‌کند. هر قدر این عدد کوچک‌تر باشد جابه‌جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال در شکل ۲-۱۹ عدد Snap Grid روی $0/64$ میلی‌متر

۲-۷-۳ با کلیک کردن روی هر یک از زبانه‌ها، نوار مربوط اگر فعال شده باشد به حالت غیرفعال و اگر غیر فعال باشد به حالت فعال می‌رود.

۲-۷-۴ با کلیک کردن روی زبانه‌ی Select All همه نوارها به حالت فعال درمی‌آید. با کلیک کردن روی زبانه‌ی Hide All کلیه‌ی نوارها پنهان می‌شود. در این حالت نوار منو فعال است.

۲-۷-۵ همان طور که مشاهده می‌شود کار با نوارهای مختلف در این نرم‌افزار نیز مشابه سایر نرم‌افزارها از جمله مولتی‌سیم است. شما می‌توانید با استفاده از روش Drag و Drop محل قرار گرفتن نوارها را تغییر دهید. در شکل ۲-۲۱ این جابه‌جایی انجام شده است.



شکل ۲-۲۱ جابه‌جایی نوارهای مختلف با استفاده از Drag & Drop

۲-۷-۶ با استفاده از دستورهای داده شده کلیه‌ی نوارها را فعال و غیرفعال کنید و آن‌ها را جابه‌جا نمایید. در مورد این فعالیت به طور خلاصه توضیح دهید.

۲-۸ آزمایش ۸: خطاهای نرم‌افزار

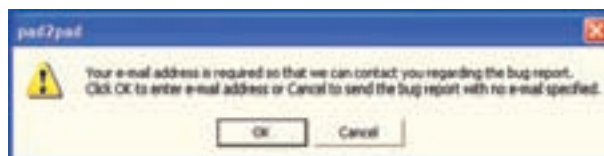
۲-۸-۱ همان‌طور که اشاره شد این نرم‌افزار یک نمونه‌ی آزمایشی است (Demo) و محدودیت دارد. اما نرم‌افزار وابسته نیست (Tutorial) و غالباً می‌توان مدت‌های زیادی از آن استفاده کرد. در صورتی که خطایی در اجرای عملیات داشته باشید از شما می‌خواهد از طریق اینترنت با موسسه‌ی مربوط تماس بگیرید و اگر این تماس برقرار نشود، با خطایی مشابه شکل ۲-۲۲ مواجه می‌شوید.



شکل ۲-۲۲ اعلام گزارش خطا و ابهام

۲-۸-۲ در این حالت در صورتی که به شبکه اینترنت وصل باشید، پس از وارد کردن پست الکترونیکی و اطلاعات مربوط به خطا، موسسه‌ی مربوطه ممکن است به شما کمک کند و مشکل را حل کند یا احتمالاً از شما بخواهد که نرم‌افزار را خریداری کنید.

۲-۸-۳ در صورتی که آدرس پست الکترونیکی و خطا را وارد نکنید و روی OK کلیک کنید، هشدار شکل ۲-۲۳ ظاهر می‌شود که به شما می‌گوید آدرس را اعلام نکرده‌اید و اگر از خطا صرف‌نظر می‌کنید روی زبانه‌ی OK کلیک کنید.



شکل ۲-۲۳ اعلام هشدار مربوط به آدرس پست الکترونیکی

۲-۸-۴ در صورتی که روی OK کلیک کنید شکل ۲-۲۲ مجدداً ظاهر می‌شود و اگر در آن شکل نیز روی OK کلیک کنید این مراحل تکرار خواهد شد. در این حالت بهترین کار این است که روی زبانه‌ی لغو (Cancel) کلیک کنید تا صفحه‌ی شکل ۲-۲۲ حذف شود. سپس برنامه‌ی قبلی را حذف (Uninstall) نمایید و با استفاده از نماد نصب، برنامه را دوباره نصب کنید. توجه داشته باشید که برنامه‌های ذخیره شده‌ی شما در این فرآیند پاک نخواهد شد.

۲-۸-۵ در صورتی که نتوانستید برنامه را نصب کنید، دوباره آن را از طریق شبکه‌ی اینترنت دانلود کنید و مراحل نصب را انجام دهید.

فصل سوم

طراحی مدار چاپی

هدف کلی: آموزش چگونگی طراحی مدار چاپی با استفاده از کامپیوتر به صورت دستی و خودکار

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- ابعاد مناسب فیبر مدار چاپی را با توجه به نقشه‌ی فنی مدار انتخاب کند.
- ۲- قطعات مورد نیاز را از کتابخانه‌ی نرم‌افزار جست‌وجو و پیدا کند.
- ۳- قطعات را روی صفحه‌ی مدار چاپی انتقال دهد.
- ۴- نقطه‌ی Origin را شناسایی و انتخاب کند.
- ۵- مختصات (X-Y) نقاط مختلف را روی صفحه نسبت به نقطه‌ی Origin به دست آورد.
- ۶- پهنا و ارتفاع صفحه‌ی مدار چاپی را با استفاده از ابزار موجود در مدار چاپی اندازه بگیرد.
- ۷- نمادهای مربوط به نوار انتخاب قطعات و ابزار مدار چاپی را شناسایی کند.
- ۸- از تعدادی از نمادهای نوار انتخاب قطعات و ابزار استفاده کند.
- ۹- با استفاده از نقشه‌ی فنی مدار اتصالات مدار را به صورت دستی روی کامپیوتر برقرار کند.
- ۱۰- مدار چاپی دستی ترسیم شده را ذخیره و از آن نسخه‌ی چاپی تهیه کند.
- ۱۱- با استفاده از شبکه‌ی Net و مسیریابی خودکار مدار چاپی را طراحی کند.
- ۱۲- مدار چاپی طراحی شده را ذخیره و از آن نسخه‌ی چاپی تهیه کند.

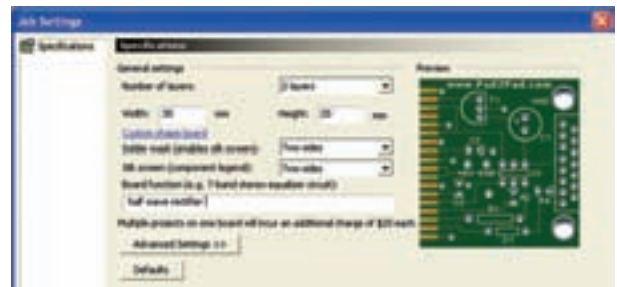
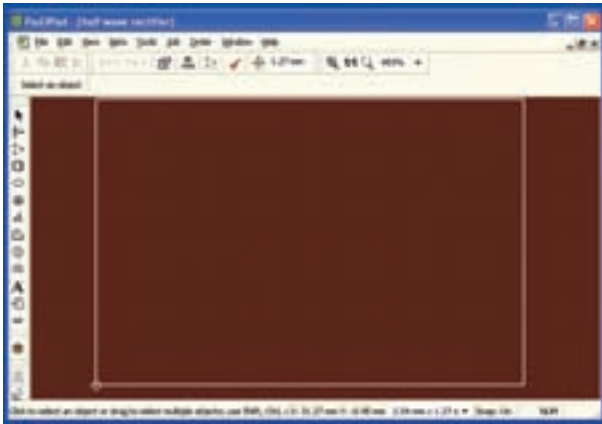
۳-۱-۳- آزمایش ۱: تنظیم‌های اولیه

۳-۱-۱ برای طراحی مدار چاپی لازم است تنظیم‌های اولیه را انجام دهیم. تنظیم‌های اولیه مواردی مانند انتخاب ابعاد مدار چاپی، تعداد لایه‌ها، ماسک روی لحیم و نقشه‌ی قطعات را در برمی‌گیرد.

۳-۱-۲ می‌خواهیم مدار چاپی یک‌سوساز نیم‌موج با صافی خازنی را به صورت دستی با کامپیوتر طراحی کنیم. منظور از طراحی دستی این است که اتصالات را خودمان با استفاده از مکان‌نما ترسیم نمائیم.

۳-۱-۳ ابعاد دیود در حدود $5\text{mm} \times 10\text{mm}$ ، ابعاد خازن در حدود $10\text{mm} \times 20\text{mm}$ و ابعاد مقاومت نیز مشابه دیود است. نیاز به دو سوکت اتصال برای ورودی و خروجی نیز داریم. بنابراین ابعاد فیبر مدار چاپی را $20\text{mm} \times 30\text{mm}$ در نظر می‌گیریم و پس از بازکردن یک فایل جدید (New) با استفاده از صفحه‌ی Specification و طبق شکل ۳-۱ ابعاد فیبر را مطابق آن چه که قبلاً گفته شد انتخاب می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این نمونه‌ی آزمایشی نرم‌افزار امکان تغییر ابعاد برد بعد از تأیید در

صفحه‌ی Specification وجود ندارد.



شکل ۳-۱ انتخاب مشخصات فیبر مدار چاپی


۳-۱-۴ فیبر مدار چاپی را دو لایه در نظر می‌گیریم. هم چنین می‌خواهیم در قسمت لایه‌های زیر و روی مدار چاپی، برای قسمت‌های لحیم‌کاری شده ماسک یا پوشش داشته باشیم. لذا در زبانه‌ی Solder mask گزینه‌ی Two Sides یعنی دو طرف را انتخاب می‌کنیم.

۳-۱-۵ از آن جایی که در نظر داریم نقشه‌ی مربوط به قطعات در هر دو طرف رسم شود در زبانه‌ی مربوط به نقشه‌ی پایه‌ی قطعات (Silk Screen Component Legend) گزینه‌ی دو طرف (Two Sides) را برمی‌گزینیم.

۳-۱-۶ در تنظیم‌های پیش‌رفته (Advanced) می‌توانید رنگ مربوط به نقشه‌ی پایه‌ها و قطعات را تغییر دهید ولی رنگ‌های پیش فرض که در جدول لایه‌های رنگ مشخص شده است را می‌پذیریم.

۳-۱-۷ برای مدار نام یک‌سوساز نیم‌موج (Half Wave Rectifier) را انتخاب کنید. طبق شکل ۳-۲ رنگ صفحه را قهوه‌ای تیره و رنگ نقاط شبکه و حاشیه‌ی برد مدار چاپی را سفید انتخاب کنید. با استفاده از مسیر File → Save As ذخیره کنید.

شکل ۳-۲ ذخیره سازی و بستن نرم‌افزار

۳-۱-۸ با استفاده از نماد  که به رنگ خاکستری و با ضربدر مشکی است، طبق شکل ۳-۲ فایل مدار یک‌سوساز نیم‌موج را ببندید. استفاده از این نماد مانع بستن نرم‌افزار به طور کامل می‌شود و باز کردن فایل‌ها سریع‌تر صورت می‌گیرد.

۳-۱-۹ دوباره فایل را از مسیر File → Open پیدا کنید و با دو بار کلیک کردن روی آن، فایل را باز نمایید. باید همان فایل قبلی با زمینه‌ی قهوه‌ای تیره، خطوط حاشیه‌ی سفید و نقاط شبکه‌ی سفید، ظاهر شود.

۳-۱-۱۰ همان‌طور که قبلاً ذکر شد، برای رنگ لایه‌ها از رنگ‌های پیش فرض استفاده می‌کنیم. شما می‌توانید رنگ لایه‌ها را به طور دل‌خواه تغییر دهید. فقط مراقب باشید که رنگ‌ها مناسب انتخاب شود. مثلاً اگر رنگ زمینه را قرمز انتخاب کرده‌اید، رنگ لایه‌ها، نقشه‌ها و موارد دیگر را نباید قرمز انتخاب کنید. زیرا هنگام طراحی لایه‌های هم رنگ در رنگ زمینه محو می‌شود.

۳-۲ آزمایش ۲: تعیین ابعاد و مختصات

۳-۲-۱ در پایین صفحه و سمت راست یک دایره‌ی کوچک وجود دارد که آن را نقطه‌ی مبدأ یا Origin می‌نامیم. معمولاً هنگام تعیین ابعاد فیبر مدار چاپی نقطه‌ی مبنا (Origin) با مختصات $X=0$ و $Y=0$ به طور خودکار در پایین و سمت چپ انتخاب می‌شود. این ویژگی برای

نکته‌ی مهم: با کلیک کردن روی هر نقطه‌ای از صفحه انتخاب مربوط به origin غیر فعال می‌شود.

۳-۲-۴ در شکل ۳-۵ مفهوم اعداد نشان داده شده در نوار تعیین ابعاد و مشخصات که در بالای صفحه قرار دارد را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که اشاره شد، این نوار از طریق Drag and Drop قابل جابه‌جا شدن در سطح صفحه است. با مراجعه به شکل ۳-۵ کلیه‌ی مفهوم‌های مربوط به ابعاد و مشخصات خط انتخاب شده (قائم سمت چپ) را مطالعه کنید و کاربرد آن‌ها را به خاطر بسپارید.

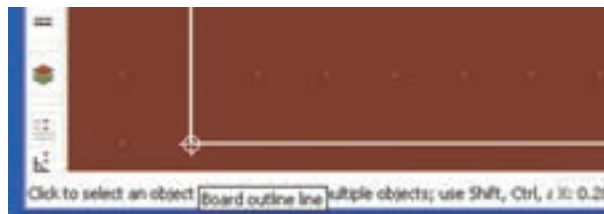
۳-۲-۵ با استفاده از اعداد به دست آمده در شکل ۳-۵ شما می‌توانید ضخامت لایه‌ی مس، طول خط، مختصات ابتدا و انتهای خط و زاویه‌ی شیء انتخاب شده را تعیین کنید. هم چنین از طریق زبانه‌ی Layer Board می‌توانید لایه‌ی مورد نظر را انتخاب و روی آن کار کنید. در ضمن با استفاده از علامت  می‌توانید لایه‌ی مس بالا و پایین را انتخاب نمایید.

۳-۲-۶ با مراجعه به شکل ۳-۵ مشاهده می‌شود که مشخصات ابعادی خط حاشیه‌ی سمت چپ فیبر مدار چاپی مورد نظر به شرح زیر است.

- طول خط ۲۰ میلی‌متر
- مختصات ابتدای خط (پایین سمت چپ)
 $X = 0 \quad Y = 0$
- مختصات انتهای خط (بالا سمت چپ)
 $X = 0 \quad Y = 20 \text{ mm}$

همان‌طور که از اندازه‌ها مشاهده می‌شود چون نقطه‌ی شروع خط روی نقطه‌ی مبدأ قرار دارد مختصات X و Y آن در شروع برابر با صفر و در پایان $X=0$ و $Y=20 \text{ mm}$ است. در این حالت می‌توانید از تفاضل Yها طول خط را برابر با ۲۰ میلی‌متر به دست آورید.

تمام نرم‌افزارهای مدار چاپی وجود دارد. در شکل ۳-۳ نقطه‌ی مبدأ (Origin) را مشاهده می‌کنید.

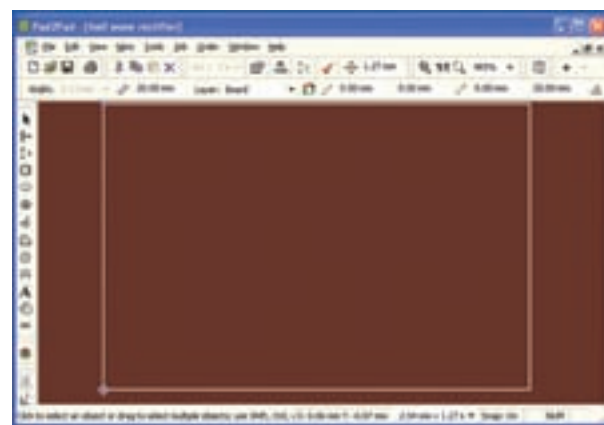


شکل ۳-۳ نقطه‌ی مبدأ یا Origin

توجه: Origin به معنی اصل = بنیاد = منشاء و مبدأ است.

۳-۲-۲ در شکل ۳-۳ مکان‌نما را روی نقطه‌ی مبدأ قرار دهید، در کنار آن یک علامت لوزی شکل و عبارت Board outline به معنی چارچوب و اسکلت‌بندی فیبر مدار چاپی ظاهر می‌شود.

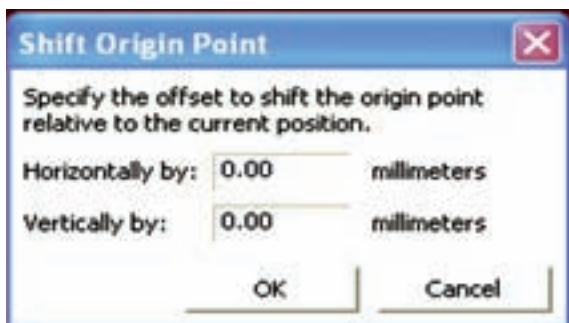
۳-۲-۳ روی نقطه‌ی مبدأ کلیک کنید، طبق شکل ۳-۴ خط قائم سمت چپ تغییر رنگ می‌دهد و در بالای صفحه و در نوار انتخاب یک شئی (Select an object) زبانه‌های جدیدی که در آن ابعادی قرار دارد، نمایان می‌شود.



شکل ۳-۴ مشخص کردن خط قائم حاشیه‌ی لبه‌ی سمت چپ فیبر مدار چاپی جهت تعیین ابعاد

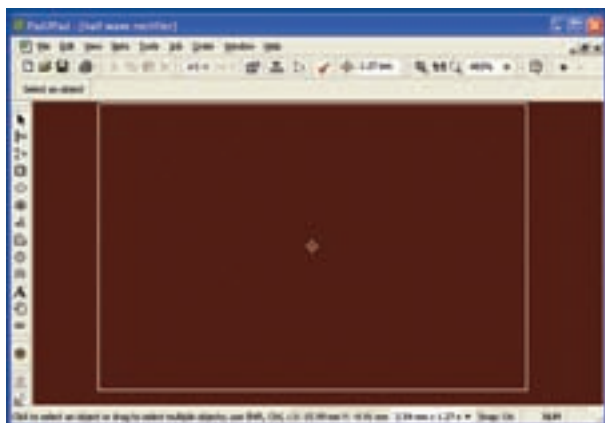


شکل ۳-۵ مشخصات زبانه‌های مربوط به نوار تعیین ابعاد



شکل ۳-۶ تغییر مختصات نقطه‌ی مبدأ

۳-۳-۲ در شکل ۳-۷ مختصات نقطه‌ی مبدأ را به ترتیب $X = 15\text{mm}$ و $Y = 10\text{mm}$ انتخاب کرده‌ایم. در این حالت نقطه‌ی مبدأ از پایین و سمت چپ به وسط صفحه منتقل شده است.



شکل ۳-۷ تغییر نقطه‌ی مبدأ به وسط صفحه‌ی مدار چاپی

۳-۳-۳ طول خطوط افقی و قائم حاشیه‌ی فیبر مدار چاپی و مختصات ابتدا و انتهای هر خط را نسبت به نقطه‌ی مبدأ جدید به دست آورید.

۳-۲-۷ طول و مختصات خطوط افقی حاشیه‌ی فیبر مدار چاپی در بالا و پایین و خط قائم حاشیه را در سمت راست به دست آورید.

| خط انتخابی | Y (mm) | X (mm) | طول بر حسب mm |
|--------------------------|--------|--------|---------------|
| خط افقی حاشیه‌ی بالا | | | |
| خط افقی حاشیه‌ی پایین | | | |
| خط قائم حاشیه‌ی سمت راست | | | |

۳-۳ آزمایش ۳: تغییر نقطه‌ی مبنا

۳-۳-۱ شما می‌توانید نقطه‌ی مبدأ را تغییر دهید و آن را به نقاط مختلف صفحه منتقل نمایید. برای این منظور روی زبانه‌ی Edit (ویرایش) در نوار منو کلیک کنید. پنجره‌ی ویرایش باز می‌شود، روی زبانه‌ی Origin Point کلیک کنید. شکل ۳-۶ ظاهر می‌شود، در این صفحه می‌توانید مختصات X و Y نقطه‌ی مبدأ را تغییر دهید. پس از تغییر روی OK کلیک کنید، نقطه‌ی مبدأ جابه‌جا می‌شود.

۲۰mm×۳۰mm باشد و نقطه‌ی مبدأ در پایین صفحه و در سمت چپ قرار گیرد.

۳-۴ آزمایش ۴: تغییر رنگ لایه‌ها

۳-۴-۱ روی نوار تغییر رنگ لایه‌ها (Wire Color) کلیک کنید. جدول تغییر رنگ لایه‌ها طبق شکل ۳-۸ در بالای صفحه ظاهر می‌شود.



شکل ۳-۸ جدول تغییر رنگ لایه‌ها

۳-۴-۲ در این حالت شما می‌توانید رنگ لایه‌های مختلف را تنظیم کنید. در مورد تغییر رنگ لایه‌ها در فصل ۲ صحبت کرده‌ایم. در ادامه‌ی این مبحث از رنگ‌های پیش فرض استفاده کرده‌ایم، شما می‌توانید در صورت تمایل رنگ لایه‌ها را تغییر دهید.

توجه: در صورتی که پس از تغییر رنگ بخواهید به رنگ‌های پیش فرض برگردید، روی زبانه‌ی Default (پیش فرض) کلیک کنید.

۳-۵ آزمایش ۵: معرفی نوار قطعات و ابزار

۳-۵-۱ در شکل ۳-۹-الف در مقابل هر زبانه، کار آن را به طور خلاصه بیان کرده‌ایم و در شکل ۳-۹-ب نوار قطعات و ابزار را ملاحظه می‌کنید. در صورتی که مکان‌نما را روی زبانه‌ی مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد

| خط انتخابی | Y (mm) | X (mm) | طول بر حسب mm |
|------------------|-----------|-----------|---------------------|
| خط افقی بالا | | | |
| خط افقی پایین | | | |
| خط قائم سمت راست | | | |
| خط قائم سمت چپ | | | |

۳-۳-۴ مختصات و طول خط به دست آمده با توجه به نقطه‌ی مبدأ جدید، در مقایسه با نقطه‌ی مبدأ قدیم چه تغییری کرده است؟ توضیح دهید.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

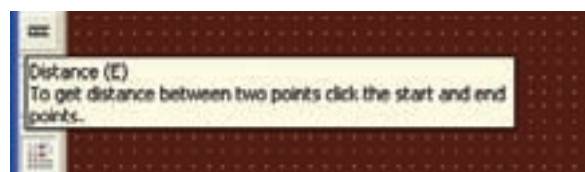
نکته‌ی مهم: برای حذف فعالیت‌های انجام شده از صفحه Ctrl + Z صفحه کلید یا علامت ↶ (Undo) که در بالای صفحه‌ی نرم‌افزار قرار دارد استفاده کنید. با هر بار کلیک کردن روی ↶ یا فعال کردن هم زمان Ctrl + Z، یکی از آخرین فعالیت‌های انجام شده حذف می‌شود.

۳-۳-۵ نقطه‌ی مبدأ را به حالت اول (سمت چپ و پایین صفحه) برگردانید، فایل را ببندید، هنگام بستن فایل هیچ اطلاعاتی را ذخیره نکنید. پس از بسته شدن فایل، دو باره آن را باز کنید. در این حالت باید ابعاد فیبر مدار چاپی

آن به زبان اصلی نوشته می‌شود. در شکل ۳-۹ ب عملکرد یکی از زبان‌ها را به زبان انگلیسی ملاحظه می‌کنید.



الف - توضیح زبان‌ها



ب- توضیح زبان‌های اندازه‌گیری فاصله‌ها به زبان انگلیسی
شکل ۳-۹ نوار قطعات و ابزار در نرم‌افزار Pad2Pad

۳-۶ آزمایش ۶: آشنایی با نقشه‌ی قطعات

۳-۶-۱ ابزارهای نشان داده شده در شکل ۳-۹ را دو باره مورد بررسی قرار دهید. از این مرحله به بعد برای طراحی و ترسیم مدار چاپی از این ابزارها استفاده می‌کنیم. همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم برای طراحی مدار یک‌سوساز نیم‌موج نیاز به یک دیود، خازن و یک مقاومت داریم. دیود را ۱N۴۰۰۱، خازن را $1000\mu F$ و ولتاژ کار آن را ۲۰ ولت و مقاومت را $1K\Omega$, $\frac{1}{4} W$ در نظر می‌گیریم.

۳-۶-۲ باید قطعات را از کتاب‌خانه‌ی نرم‌افزار پیدا کنیم. برای این منظور روی زبان‌ی انتخاب قطعه بر اساس ابعاد و پایه‌ها کلیک کنید. پنجره‌ی شکل ۳-۱۰ باز می‌شود. در این پنجره دو زبان به شرح زیر وجود دارد.

- Footprint
- Component

با استفاده از این زبان‌ها می‌توانید قطعات مورد نیاز را پیدا کنید.

۳-۶-۳ در صورتی که روی زبان‌ی Footprint کلیک کنید، نرم‌افزار نقشه‌ی پایه‌های یکی از نرم‌افزارها را به صورت پیش‌فرض نشان می‌دهد. اصولاً Footprint به معنی نقشه‌ی قطعه‌ی واقعی با ابعاد استاندارد از سمت پایه‌های آن تعریف می‌شود و این اصطلاح در کلیه ی نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی رایج بوده و در فارسی نیز کلمه‌ی "فوت پرینت" استفاده می‌شود.

۳-۵-۲ زبان‌های مربوط به نوار ابزار و قطعات را به طور دقیق مطالعه کنید و عملکرد آن‌ها را به خاطر بسپارید. در ادامه بحث تعدادی از این زبان‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهیم. برای فراگیری عملکرد کامل نرم‌افزار نیاز به نرم افزار اصلی دارید و نرم‌افزار آزمایشی نمی‌تواند جوابگو باشد.

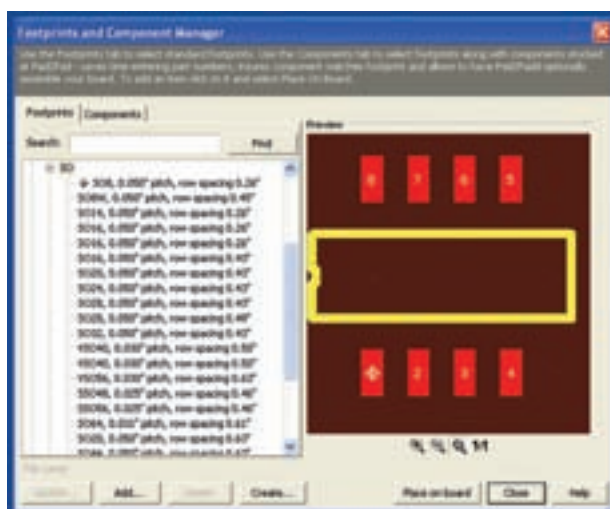


شما می‌توانید با توجه به نوشته‌های بالای صفحه در شکل ۳-۱۰ تصاویر استاندارد قطعات را بیابید. به عنوان مثال اگر کلمه‌ی دیود را در محل search (جست‌وجو) تایپ کنید و روی گزینه‌ی Find (پیدا کردن) کلیک کنید. "فوت پرینت" دیودی که در کتابخانه‌ی نرم‌افزار وجود دارد ظاهر می‌شود. در شکل ۳-۱۰ فوت پرینت یک نمونه آی‌سی ۸ پایه را نرم‌افزار به صورت پیش فرض نشان داده است.

شکل ۳-۱۱ فهرست قطعات بعد از بسته شدن زیر فهرست‌ها

در فهرست کلی، قطعات در چهار دسته‌ی SMT، PTH، PBGA و My Footprint تقسیم می‌شوند. هر یک از این مجموعه‌ها معرف استانداردهای خاصی هستند که از بحث ما خارج است.

۲-۷-۳ دسته‌ی اول SMT‌ها یا قطعات نصب سطحی هستند. روی علامت + که کنار SMT قرار دارد کلیک کنید. زبانه باز می‌شود و زیر فهرست‌ها که شامل تعدادی قطعه است طبق شکل ۳-۱۲ مشاهده می‌گردد.

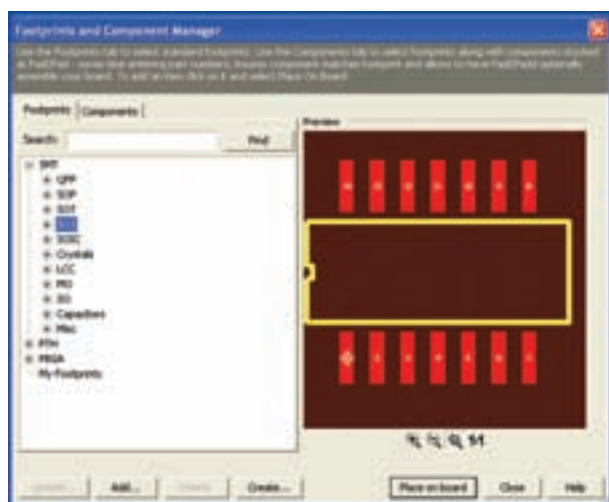


شکل ۳-۱۰ پنجره‌ی قطعات

به طور کلی پنجره‌ی مربوط به انتخاب قطعات دو قسمت دارد. در سمت راست فوت پرینت قطعه ظاهر می‌شود و در سمت چپ می‌توان قطعه‌ی مورد نظر را در صورتی که در کتابخانه‌ی نرم‌افزار وجود داشته باشد، جست‌وجو کرد.

۳-۷ آزمایش ۷: جست‌وجوی قطعه از طریق Footprint

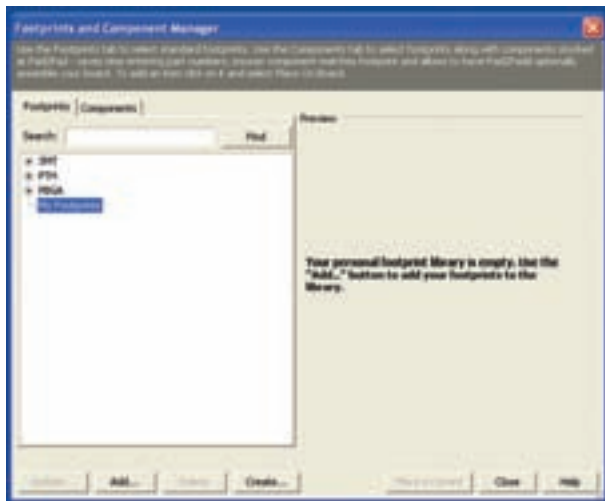
۳-۷-۱ روی زبانه‌ی فوت پرینت کلیک کنید. فهرستی از قطعات در سمت چپ ظاهر می‌شود. روی کلیه‌ی علامت‌های منفی (-) که در فهرست قطعات قرار دارد کلیک کنید تا شکل ۳-۱۱ ظاهر شود.



شکل ۳-۱۲ زیر فهرست SMT

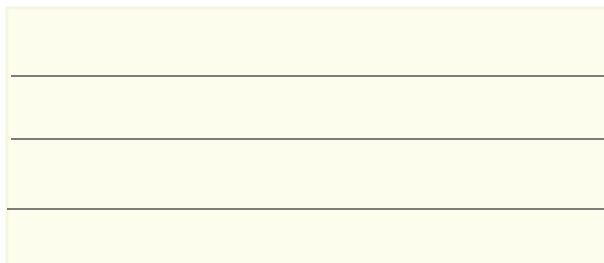
با باز کردن علامت مثبت بعدی فهرست قطعات ظاهر خواهد شد.

۳-۷-۵ دسته‌ی چهارم My Footprint شامل قطعاتی می‌شود که ما خودمان می‌سازیم یا از محل دیگری تهیه می‌کنیم. شکل ۳-۱۵ این دسته را نشان می‌دهد.



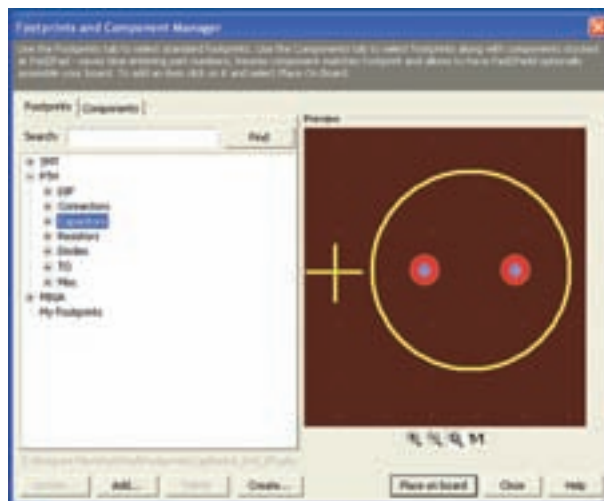
شکل ۳-۱۵ نمونه‌ای از My Footprint

۳-۷-۶ جست‌وجوی قطعات بر اساس فوت پرنیت مثلاً SOT، SMT، TO۵ یا DIP امکان‌پذیر است. برای آشنایی بیش‌تر مروری بر فهرست‌ها و زیر فهرست‌ها داشته باشید و نقشه‌ی آن‌ها را مشاهده کنید. در باره‌ی نتیجه‌ی مشاهدات خود توضیح دهید.



۳-۷-۷ روش دیگری برای جست‌وجوی قطعه، استفاده از زبانه‌ی Search است. در زبانه‌ی Search کلمه‌ی DIP را تایپ کنید. روی گزینه‌ی Find کلیک کنید، طبق شکل ۳-۱۶ یک IC هشت پایه از نوع نصب سطحی DIP ظاهر می‌شود.

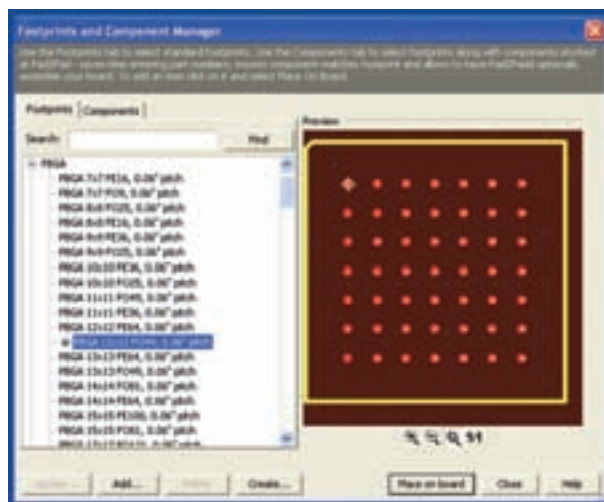
۳-۷-۳ دسته‌ی دوم قطعات PTH هستند. این قطعات شامل قطعات معمولی مانند آی سی‌های DIP، دیودها و ترانزیستورها می‌شوند. در شکل ۳-۱۳ فوت پرنیت یک نمونه خازن الکتrolیتی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۱۳ زیر فهرست قطعات PTH

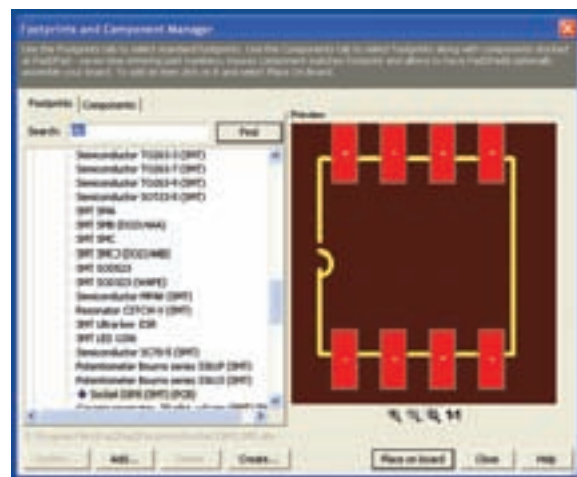
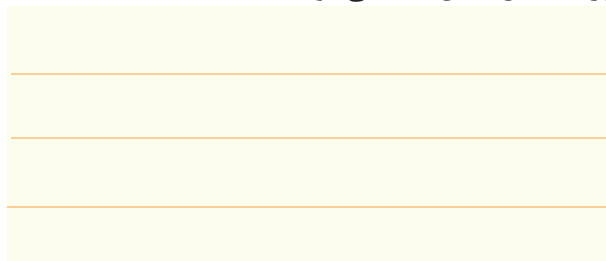
برای رسیدن به فهرست قطعات روی علامت مثبت (+) کلیک کنید.

۳-۷-۴ دسته‌ی سوم قطعات PBGA هستند که در شکل ۳-۱۴ نمونه‌ای از آن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۱۴ نمونه‌ای از فوت پرنیت قطعه‌ی PBGA

۳-۸-۳ در صورتی که در زبانه‌ی Search عبارت $\frac{1}{4}$ W Resistor را بنویسید و روی زبانه‌ی Find کلیک کنید، طبق شکل ۳-۱۸ در پنجره‌ی سمت چپ فهرستی از مقاومت‌های $\frac{1}{4}$ W و در پنجره‌ی سمت راست "فوت پرینت" آن نشان داده می‌شود.



شکل ۳-۱۶ نمایش یک قطعه در زبانه‌ی Footprint از طریق جست‌وجو

۳-۸-۸: آزمایش ۸: جست‌وجوی قطعه از طریق

Component

۳-۸-۱ در زبانه‌ی Component قطعات بر اساس نام دسته بندی می‌شوند. معمولاً در این فهرست علاوه بر "فوت پرینت" مشخصات فنی قطعات نیز تا حدودی داده می‌شود.

۳-۸-۲ در این قسمت نیز بر اساس فهرست می‌توانید نقشه‌ی پایه‌های قطعات را ملاحظه کنید. در شکل ۳-۱۷ فوت پرینت یک پتانسیومتر یک کیلو اهمی، با شماره فنی EVM_IDSXY۳۰BB را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۳-۱۸ نمایش فوت پرینت مقاومت‌های $\frac{1}{4}$ وات و ۳-۸-۴ از طریق جست‌وجو در Footprint و Component فوت پرینت و مشخصات فنی تعدادی از قطعات را شناسایی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۳-۹: آزمایش ۹: انتقال قطعه روی فیبر

۳-۹-۱ برای انتقال قطعه روی فیبر مدار چاپی، پس از انتخاب قطعه روی زبانه‌ی Place on board که در پایین صفحه قرار دارد کلیک کنید. قطعه انتخاب می‌شود. موشواره را حرکت دهید، قطعه جابه‌جا می‌شود. قطعه را به محل مورد نظر خود انتقال دهید، کلیک کنید، قطعه در محل مورد نظر قرار می‌گیرد.



شکل ۳-۱۷ فوت پرینت یک نمونه پتانسیومتر در زبانه‌ی Component



شکل ۳-۲۰ حذف قطعه

۳-۱۰-۲ راه دیگر حذف قطعه یا حتی حذف فیبر مدار چاپی، کشیدن خط به دور آن است. برای این منظور مکان نما را در اطراف قطعه قرار دهید و در حالی که موسواره را در حالت کلیک نگه داشته‌اید، آن را حرکت دهید، دور قطعه خطی کشیده می‌شود و رنگ قطعه عوض می‌شود. حال می‌توانید با راست کلیک کردن و استفاده از گزینه‌ی Delete قطعه را حذف کنید.

۳-۱۱ آزمایش ۱۱: جابه‌جا کردن قطعه روی

برد

۳-۱۱-۱ برای جابه‌جا کردن قطعه مشابه حذف قطعه عمل کنید. با این تفاوت که پس از تغییر رنگ، موسواره را در حالت کلیک نگه دارید و مکان‌نما را حرکت دهید، قطعه نیز با آن حرکت می‌کند. پس از رسیدن به محل مورد نظر، کلیک موسواره را آزاد کنید قطعه در آن محل قرار می‌گیرد. برای بازگشت به حالت طبیعی رنگ قطعه، کافی است مکان نما را روی یک نقطه‌ی خالی در صفحه قرار دهید و روی آن کلیک کنید.

۳-۱۱-۲ برای چرخاندن قطعه، مشابه حالت پاک کردن قطعه عمل کنید. با این تفاوت که پس از باز شدن پنجره‌ی مربوط به Delete روی گزینه‌ی Rotate کلیک کنید. طبق شکل ۳-۲۱ پنجره‌ی جدیدی باز می‌شود که با کلیک کردن روی هر یک از زبانه‌ها، قطعه به اندازه‌ی ۹۰ درجه به سمت راست یا چپ می‌چرخد.

۳-۹-۲ اگر بخواهید قطعه را دوباره در محل دیگری روی صفحه بگذارید کافی است موسواره را حرکت دهید. به این ترتیب به دفعات می‌توانید قطعه را روی فیبر مدار چاپی بچسبانید. در شکل ۳-۱۹ مقاومت $\frac{1}{4}$ W $10K\Omega$ روی صفحه‌ی مدار چاپی انتقال داده شده است.



شکل ۳-۱۹ انتقال مقاومت روی فیبر مدار چاپی

۳-۹-۳ در صورتی که یک قطعه را چند بار تکرار کنید و روی فیبر قرار دهید، برای هر مرحله یک شماره‌ی شناسایی اختصاص داده می‌شود. به عنوان مثال در شکل ۳-۱۹ مقاومت R سه بار تکرار شده و به ترتیب شماره‌های شناسایی R_1 ، R_2 و R_3 را دریافت کرده است.

۳-۱۰ آزمایش ۱۰: حذف، چرخاندن و مرتب

کردن قطعه

۳-۱۰-۱ برای حذف قطعه از روی فیبر مدار چاپی، با استفاده از موسواره، مکان‌نما را روی قطعه ببرید تا قطعه تغییر رنگ دهد و در کنار مکان‌نما یک لوزی کوچک ظاهر شود. در همین شرایط روی قطعه کلیک کنید، رنگ قطعه عوض می‌شود. در شکل ۳-۱۹ رنگ مقاومت R_2 عوض شده و قطعه برای حذف انتخاب شده است. پس از انتخاب قطعه کلیک راست کنید، طبق شکل ۳-۲۰، پنجره‌ی باز می‌شود. روی گزینه‌ی Delete کلیک کنید، قطعه حذف می‌شود.

۱۲-۳ آزمایش ۱۲: طراحی مدار چاپی به صورت

دستی

۱-۱۲-۳ قطعات را به ترتیب زیر روی فیبر می‌آوریم.

- دیود ۱N۴۰۰۷ را از مسیر:

Footprint→PTH→Diode ۱N۴۰۰۷

- مقاومت $\frac{1}{4}$ W $10\text{K}\Omega$ از مسیر:

Component→Resistor $\frac{1}{4}$ W ۱ %

مقاومت را عمداً از نوع مقاومت SMT (نصب سطحی) انتخاب کرده‌ایم.

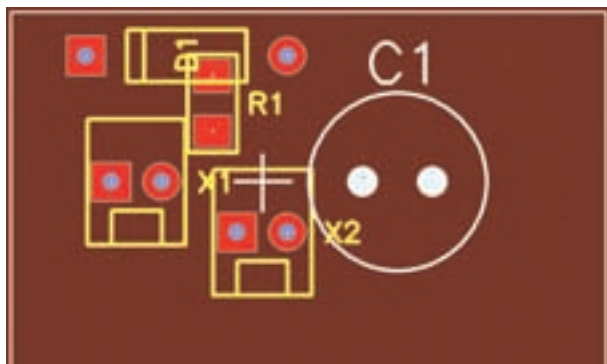
- خازن $1000\text{ }\mu\text{F}$ را از مسیر:

Component→Capacitor→Electrolytic→Radial

- دو عدد سوکت اتصال از مسیر:

Foot print→Connector→molex→pitch

شکل ۳-۲۲ قطعات را روی فیبر نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود قطعات به صورت به هم ریخته است.



شکل ۳-۲۲ انتقال قطعات مدار یک‌سوساز نیم موج روی فیبر



شکل ۳-۲۱ چرخاندن قطعه روی فیبر

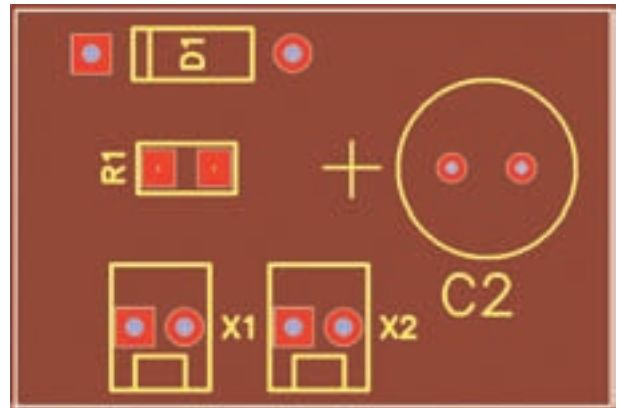
۳-۱۱-۳ در پنجره‌ی شکل ۳-۲۱، گزینه‌ای به نام Align به معنی مرتب کردن وجود دارد. با استفاده از این گزینه می‌توانید قطعات انتخاب شده را در بالا، پایین، راست یا چپ مرتب کنید.

نکته‌ی مهم: همان‌طور که در شکل ۳-۲۱ دیده

می‌شود به جای زبانه‌های مختلف می‌توانید از میان‌برهای صفحه کلید نیز استفاده کنید. برای مثال برای چرخاندن قطعه به سمت چپ میان‌بر $\text{Ctrl} + \text{R}$ را به کار ببرید. گزینه‌ی Delete میان‌بر ندارد.

۳-۱۱-۴ تعدادی قطعه را روی برد بیاورید آن‌ها را تکرار، حذف، مرتب کنید و بچرخانید. سپس در مورد نتایج کار خود به طور خلاصه توضیح دهید.

۲-۱۲-۲ طبق شکل ۲۳-۳ از طریق جابه‌جایی قطعات را مرتب می‌کنیم.



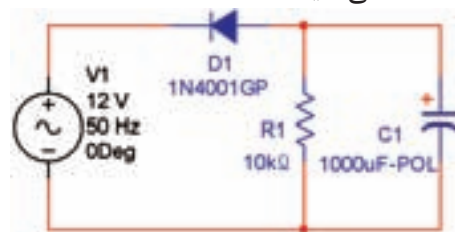
شکل ۲۳-۳ مرتب کردن قطعات

۳-۱۲-۳ با استفاده از ابزار اندازه‌گیری قطعات (شکل ۹-۳) ابعاد قطعات روی فیبر مدار چاپی شکل ۲۳-۳ را اندازه بگیرید و نتایج را یادداشت کنید.

| نماد قطعه | طول | عرض | قطر |
|-----------|-----|-----|-----|
| D1 | | | |
| R1 | | | |
| X1 | | | |
| X2 | | | |
| C2 | | | |

۳-۱۲-۴ برای ایجاد ارتباط بین قطعات از گزینه‌ی Trace Tool در نوار قطعات و ابزار شکل ۹-۳ استفاده می‌کنیم.

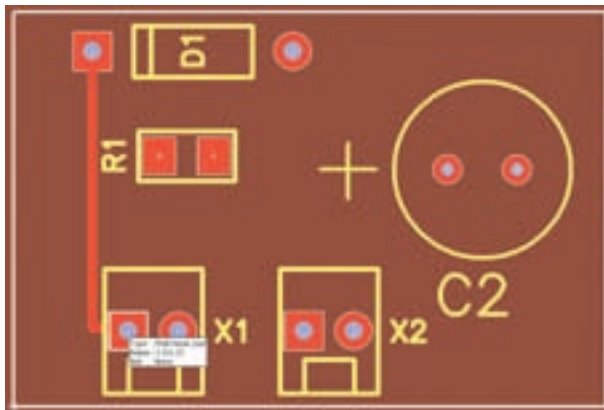
۳-۱۲-۵ برای ترسیم مسیرهای مسی بین قطعات باید نقشه‌ی فنی مدار را داشته باشیم. این نقشه را در شکل ۲۴-۳ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۴-۳ نقشه‌ی فنی مدار

در نقشه‌ی مدار چاپی سوکت X1 را ورودی و سوکت X2 را خروجی در نظر می‌گیریم.

۳-۱۲-۶ روی گزینه‌ی Trace Tool کلیک می‌کنیم. مکان‌نما را روی یکی از پایه‌ها می‌بریم تا خط سفید رنگی طبق شکل ۲۵-۳ دور پایه‌ها کشیده شود. در این حالت موشواره را در حالت کلیک نگه می‌داریم و مکان‌نما را در مسیر مورد نظر حرکت می‌دهیم نوار مسی روی صفحه کشیده می‌شود. در صورتی که سطح بالایی انتخاب شده باشد رنگ نوار قرمز و در صورتی که سطح پایینی انتخاب شده باشد رنگ نوار آبی خواهد بود. در صورتی که برای ترسیم نوار مسی، نیاز به تغییر مسیر دارید، کلیک کنید.



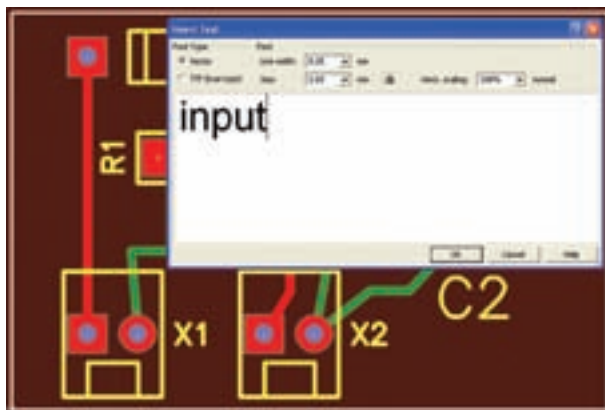
شکل ۲۵-۳ ترسیم نوار مسی

برای این که نوار مسی به پایه‌ی بعدی انتقال پیدا کند باید سر پایه در اطراف پایه‌ی بعدی خط سفید رنگ ظاهر شود. سپس چپ‌کلیک می‌کنیم اتصال برقرار خواهد شد.

۳-۱۲-۷ برای پاک کردن نوار مسی مشابه حذف قطعات عمل می‌کنیم. در صورت نیاز از Padها نیز استفاده می‌شود. Padها اتصال‌هایی هستند که می‌توانیم سیم یا پایه‌ی قطعه را به آن لحیم کنیم. مراحل را ادامه می‌دهیم تا طراحی فیبر کامل شود.

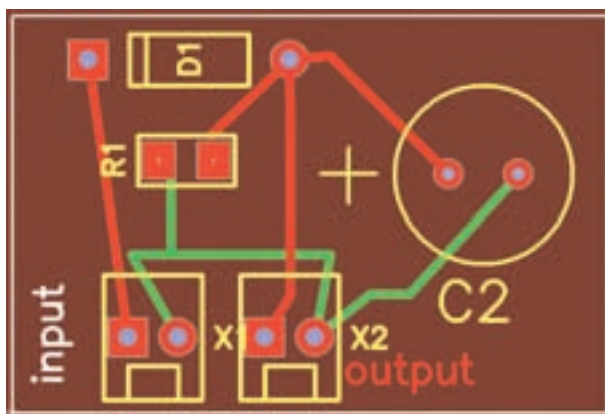
۳-۱۲-۸ در محل‌هایی که نوارهای مسی از روی هم عبور می‌کنند، می‌توانیم از لایه‌ی پایین مدار چاپی استفاده کنیم. برای این منظور در زبانه‌ی Layer یا علامت که در هنگام ترسیم نوارهای مسی در بالای صفحه

شکل ۳-۲۸ صفحه‌ای باز می‌شود. متن مورد نظر را در این صفحه می‌نویسیم. در این مدار می‌خواهیم کلمات input و output را به مدار اضافه کنیم.



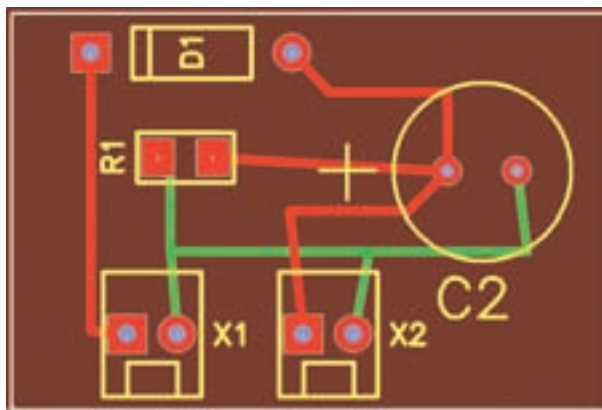
شکل ۳-۲۸ درج نوشته روی مدار چاپی

۳-۱۲-۱۲ نوشته‌ی مورد نظر را در صفحه تایپ می‌کنیم. معمولاً نرم‌افزار ابعاد مناسب نوشته را پیشنهاد می‌کند، ولی ما می‌توانیم پهنای خط (Line Width) و اندازه‌ی آن (Size) را تغییر دهیم. هرگز ابعاد را از اندازه‌ی داده شده کوچک‌تر نکنید زیرا قابل خواندن نخواهد بود. روی OK کلیک کنید، نوشته روی مدار چاپی منتقل می‌شود. برای خروج از فضای نوشتن متن یک بار کلیک راست کنید. نوشته‌ها را می‌توانید مانند قطعات جابه‌جا یا حذف کنید. در شکل ۳-۲۹، کلمات Input و Output روی فیبر نوشته شده است.



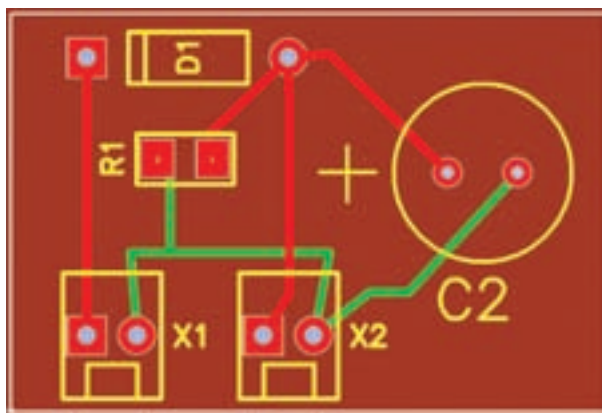
شکل ۳-۲۹ درج نوشته روی مدار چاپی

ظاهر می‌شود استفاده می‌کنیم با کلیک روی علامت، مسیر طراحی از رو به پشت یا برعکس انتقال می‌یابد. در شکل ۳-۲۶ یک نمونه مدار طراحی شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۲۶ یک نمونه طراحی مدار چاپی با دست با استفاده از کامپیوتر

۳-۱۲-۹ در شکل ۳-۲۷ نمونه‌ی دیگری از طراحی مدار چاپی دستی با استفاده از کامپیوتر آمده است.



شکل ۳-۲۷ نمونه‌ی دیگری از مدار چاپی طراحی شده با دست توسط کامپیوتر

۳-۱۲-۱۰ پس از اتمام کار اطلاعات را ذخیره می‌کنیم و از آن پرینت می‌گیریم. این نرم‌افزار با وجود این که نمایشی است، ولی توانایی ذخیره کردن فایل‌ها و چاپ مدار چاپی را در حد محدود دارد.

۳-۱۲-۱۱ ما می‌توانیم به مدار چاپی نوشته نیز اضافه کنیم. روی گزینه‌ی درج متن کلیک می‌کنیم. سپس مکان‌نما را روی مدار چاپی می‌آوریم و کلیک می‌کنیم. طبق

۳-۱۳-۳ بعد از این که دو نقطه را به هم وصل کردید، کلیک کنید، صفحه‌ای مطابق شکل ۳-۳۱ باز می‌شود. در این صفحه شماره‌ی شبکه (Net) را اعلام می‌کند. روی Ok کلیک کنید، صفحه حذف می‌شود و شما می‌توانید کار خود را ادامه دهید.

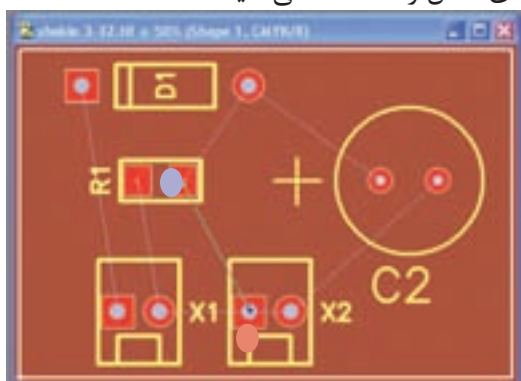


شکل ۳-۳۱ اعلام شماره‌ی شبکه

نکته‌ی مهم: هنگامی که چند نقطه یا چند پایه‌ی قطعه به هم وصل می‌شود، یک شبکه را شکل می‌دهد و یک شماره را اعلام می‌کند. یعنی اگر شما ۵ پایه را به هم وصل کنید، همان یک شماره محسوب می‌شود.

۳-۱۳-۴ در صورتی که روی مسیرهای تکرار حرکت کنید، اتصال برقرار نمی‌شود و به دلیل هوشمند بودن نرم‌افزار، تقاضای شما مورد پذیرش قرار نمی‌گیرد.

۳-۱۳-۵ برقراری اتصال بین پایه‌ها را در شبکه‌ی Net ادامه دهید تا مدار شما کامل شود. در شکل ۳-۳۲ شبکه‌ی کامل را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۳۲ شبکه‌ی کامل Net برای مدار چاپی یک‌سوساز نیم‌موج

۳-۱۲-۱۳ یک نمونه مدار ساده‌ی دیگر به عنوان مثال روشن شدن یک عدد LED یا یک‌سوساز تمام‌موج را با استفاده از روش طراحی دستی (Manual) با کامپیوتر طراحی کنید.

۳-۱۳ آزمایش ۱۳: طراحی مدار چاپی با استفاده از شبکه‌ی Net و مسیر یابی خودکار

۳-۱۳-۱ نرم‌افزار Pad2Pad می‌تواند به طور خودکار عمل طراحی مدار چاپی را انجام دهد و بهترین و کوتاه‌ترین مسیرها را برای ما انتخاب کند در این حالت نرم‌افزار به صورت هوشمند عمل می‌کند. با توجه به شکل ۳-۹ روی زبانه‌ی ایجاد مسیر برای طراحی خودکار (ایجاد شبکه) کلیک کنید.

۳-۱۳-۲ موشواره را روی صفحه ببرید و مطابق آن چه که در ترسیم دستی انجام می‌دادید، اجرا کنید. به عبارت دیگر وقتی مکان‌نما را روی هر پایه می‌برید، دور آن سفید می‌شود، حال موشواره را در حالت کلیک نگه دارید و مکان‌نما را حرکت دهید، یک خط نازک طبق شکل ۳-۳۰ ترسیم می‌شود. برای توقف ترسیم، کلیک راست کنید.



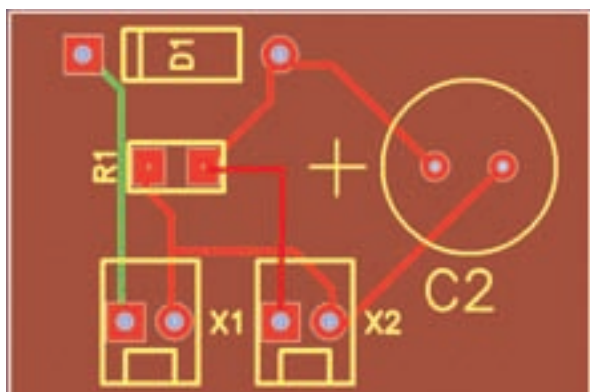
شکل ۳-۳۰ ترسیم خطوط مربوط به ترسیم خودکار



شکل ۳-۳۴ مشخصات فیبر مدار چاپی پس از مسیر یابی خودکار

۲-۱۳-۸ از شکل ۳-۳۴ اطلاعات زیر به دست می‌آید:

- مراحل کار کامل شده است
 - میزان کامل شدن مدار چاپی ۱۰۰٪
 - یک مسیر از زیر عبور کرده است
 - اتصال مسیرها ۶ مسیر
 - اتصال اجرا نشده ندارد
 - مسیرهای جدید ۳۵ قطعه به طول ۶۵/۱۵ میلی‌متر
 - مسیر از زیر به رو ندارد
 - زمان مسیر یابی صفر
- در شکل ۳-۳۵ مدار چاپی طراحی شده، مسیریابی خودکار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۳۵ نقشه‌ی مدار چاپی با استفاده از مسیر یابی خودکار

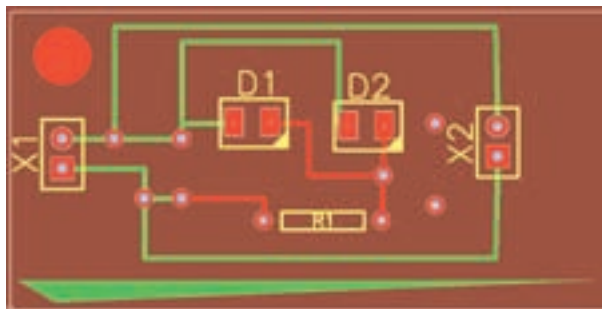
۲-۱۳-۶ بعد از این مرحله باید به نرم‌افزار اعلام کنیم تا مدار چاپی را ترسیم کند و مسیرهای مس را مشخص نماید. در نوار منو روی زبانه‌ی Tools کلیک کنید. در پنجره‌ی باز شده زبانه‌ی Route را فعال کنید. Route به معنی جاده و مسیر است. با انتخاب Route نرم‌افزار بهترین و کوتاه‌ترین مسیرها را برای مدار چاپی انتخاب می‌کند. با کلیک روی Route پنجره‌ی Auto Router یعنی انتخاب مسیر به طور خودکار باز می‌شود. در این پنجره اطلاعات مربوط به فیبر دوباره اعلام می‌شود. پس از بررسی اطلاعات و اصلاح آن مطابق شکل ۳-۳۳ روی OK کلیک کنید.




شکل ۳-۳۳ پنجره‌ی مسیر یابی خودکار

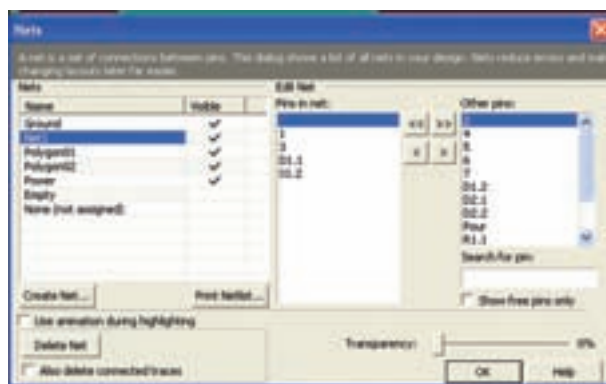
۲-۱۳-۷ با کلیک کردن روی OK در پنجره‌ی مسیریابی خودکار، نرم‌افزار به طور خود کار شروع به کار می‌کند و متناسب با حجم اطلاعات مدتی طول می‌کشد تا فیبر آماده شود. بعد از اتمام عملیات مشخصات فیبر مدار چاپی طبق شکل ۳-۳۴ اعلام می‌گردد.

۳-۱۳-۹ در شکل ۳-۳۶ نمونه‌ی دیگری از نقشه‌ی مدار چاپی که روشن شدن دو عدد LED است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۳۶ نمونه‌ی دیگری از طراحی مدار چاپی با استفاده از مسیر یاب خودکار

۳-۱۳-۱۰ با استفاده از زبانه‌ی  که Edit Net نام دارد، می‌توان شبکه‌ی طراحی شده برای مدار چاپی در مسیر یاب خودکار را تغییر داد و اصلاح نمود، با کلیک کردن روی این گزینه صفحه‌ی شکل ۳-۳۷ ظاهر می‌شود. در این صفحه امکان این تغییرات وجود دارد.



شکل ۳-۳۷ صفحه‌ی ویرایش شبکه

۳-۱۳-۱۱ با آموزش این بخش شما با نحوه‌ی طراحی مدار چاپی آشنا شدید. برای تسلط به این موضوع و دریافت اطلاعات بیشتر و فراگیری حرفه‌ای این نوع نرم‌افزارها می‌توانید از نرم‌افزارهای اصلی استفاده کنید.

فهرست منابع و مآخذ

- ۱- اصول اندازه‌گیری الکتریکی (کد ۳۵۹/۹۳) - مولفان: فتح‌الله نظریان، فریدون قیطرانی - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۲- آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی (کد ۳۵۹/۹۴) - مولفان: فتح‌الله نظریان، محمود شبانی، سید محمود صموتی - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۳- آزمایشگاه مجازی (کد ۳۵۸/۳) - مولفان: محمود شبانی، سید علی صموتی - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۴- مبانی برق (کد ۳۵۸/۱۸) - مولفان: فریدون قیطرانی، عین‌الله احمدی، حسین مظفری، محمود همتایی، مسعود تجلی‌پور - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۵- الکترونیک عمومی ۱ (کد ۳۵۹/۴۲) - مولفان: محمود همتایی، فتح‌الله نظریان، ابوالقاسم جاریانی، سید محمود صموتی - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۶- کارگاه الکترونیک مقدماتی (۳۵۹/۶۲) - مولفان: سیدمحمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی - انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۷- قسمت help نرم‌افزارهای ادیسون (Edison)، مولتی‌سیم (multisim) و پد تو پد (Pad2Pad)
- ۸- تجربه‌ی شخصی مولفین
- ۹- سایت‌های اینترنتی:

- | | |
|--|---|
| a) WWW.expresspcb.com/ | n) WWW.4pcb.com/ |
| b) WWW.Wincad.com/ | o) WWW.Pad2Pad.com/ |
| c) WWW.diptrace.com/ | p) WWW.electronics-lab.com/ |
| d) WWW.iranmicro.ir | q) WWW.bestdownloadscentre.com/ |
| e) WWW.pcb-pool.com | r) WWW.windowws7download.com/ |
| f) WWW.freepcb.com/ | s) WWW.software112.com/ |
| g) WWW.labcenter.com/ | t) WWW.download3k.com/ |
| h) WWW.newelectronics.co.uk | u) WWW.freewarebox.com/ |
| i) WWW.printedcircuitsboards.com/ software/ | v) WWW.freedownloadmanager.org/ |
| j) WWW.freedownloadscenter.com/ | w) WWW.ni.com/multisim |
| k) WWW.newfreedownloads.com/ | x) WWW.interactiv.com |
| l) WWW.electroniccircuitsdesign.com/ | y) WWW.verdiem.com/Edison/down- load |
| m) WWW.top4download.com/ | z) WWW.Amazon.com |



