

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 کاردانش.

مشخصات نشر: تهران: گویش نو، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ج. ۱؛ ۲۲×۲۹ س.م.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۴۱-۲

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: مؤلفان مهین ظریفیان جولایی، محمود صموتی، 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 کاردانش

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 دانش آموزان عزیز:

پیشنهادها و نظرات خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره‌ی ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف  
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir)  
وب‌گاه (وب‌سایت) [www.tvoccd.medu.ir](http://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 کاردانش

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

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

اعضای کمیسیون تخصصی: شهرام نصیری سواد کوهی، 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: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، 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، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

ناشر: انتشارات گویش نو: تهران: خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان وحید نظری شرقی - پلاک ۶۱

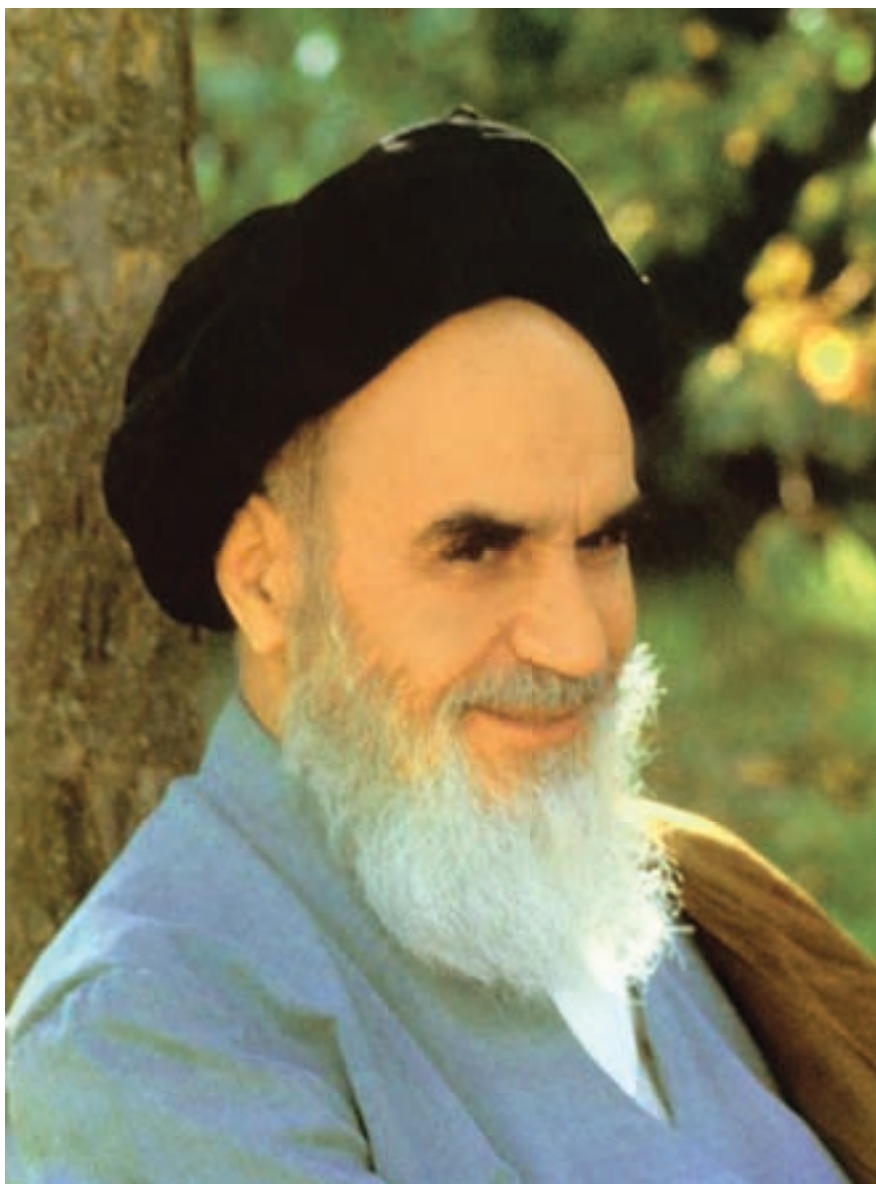
تلفن: ۵۰ - ۶۶۹۵۶۰۴۹، ۶۶۴۸۴۵۳۴

وب‌سایت [www.bookgno.ir](http://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 آید 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	۲-۱ آشنایی با محیط نرم افزار ادیسون
۸۵	۳-۱ 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 پردُرد
۹۲	هدف‌های رفتاری	۲۴	• فصل دوم: آزمایشگاه مجازی
۹۲	۴-۱ مقاومت معادل در مدار موازی	۲۴	هدف‌های رفتاری
۹۳	۴-۲ جریان در مدار موازی	۲۵	۲-۱ نصب نرم‌افزار
۹۵	۴-۳ ولتاژ و توان در مدار موازی	۳۲	۲-۲ راه اندازی مولتی‌سیم
۹۶	۴-۴ مدارهای ترکیبی (سری و موازی)	۳۴	۲-۳ حذف نرم‌افزار
۹۹	• فصل پنجم: اتصال پیل‌ها	۳۵	۲-۴ کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم
۹۹	هدف‌های رفتاری	۳۵	۲-۵ قطعات الکتریکی پر کاربرد در درس اصول اندازه گیری الکتریکی
۹۹	۵-۱ مدار سری پیل‌ها	۳۸	۲-۶ نحوه بستن مدار بر روی میز کار آزمایشگاه مجازی
۱۰۴	۵-۲ مدار موازی پیل‌ها	۴۳	۲-۷ جستجوی قطعه ای کتابخانه‌ی قطعات
۱۰۵	۵-۳ مدار ترکیبی پیل‌ها	۴۳	۲-۸ استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم جهت اجرای آزمایش ها به صورت مجازی
۱۰۶	• فصل ششم: جریان متناوب	۴۴	۲-۹ اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌تر روش غیر مستقیم (پل و تستون)
۱۰۶	هدف‌های رفتاری	۵۰	۲-۱۰ اندازه‌گیری ولتاژ AC
۱۰۶	۶-۱ مشاهده‌ی شکل موج ولتاژ متناوب	۵۳	۲-۱۱ ولتاژ متر
۱۰۸	۶-۲ مشخصات جریان متناوب	۵۴	۲-۱۲ آشنایی با اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه مجازی
۱۱۱	۶-۳ ولتاژ ماکزیمم، موثر و متوسط	۵۶	۲-۱۳ کاربرد اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه مجازی
۱۱۴	• فصل هفتم: بوبین (سلف)	۶۰	۲-۱۴ دستگاه کروتریسر
۱۱۴	هدف‌های رفتاری	۶۳	۲-۱۵ مولتی‌متر دیجیتالی
۱۱۴	۷-۱ سلف در مدار DC	۶۶	• بخش دوم
۱۱۸	۷-۲ سلف در مدار AC	۶۹	• فصل اول: قانون اهم
	۷-۳ بررسی تاثیر هسته‌ی سیم‌پیچ و فرکانس سیگنال در مقاومت القایی سلف	۷۰	هدف‌های رفتاری
۱۲۰	۷-۴ سری و موازی کردن سلف‌ها	۷۰	۱-۱ بررسی قانون اهم
۱۲۳	• فصل هشتم: خازن در جریان مستقیم	۷۰	۱-۲ مقاومت متغیر به عنوان رُوستا
۱۲۳	هدف‌های رفتاری	۷۳	۱-۳ رسم نقشه‌ی فنی مدار با نرم‌افزار ادیسون
۱۲۳	۸-۱ بررسی ثابت زمانی، شارژ و دشارژ خازن	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	۱۲۷	هدف‌های رفتاری.....
۲۰۵	مدار چاپی.....	۱۲۷	۹-۱ بررسی رفتار خازن در مدار AC.....
۲۰۵	هدف‌های رفتاری.....	۱۳۱	۹-۲ سری و موازی کردن خازن‌ها.....
۲۰۵	۱-۱ دانلود کردن نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی.....	۱۳۶	بخش سوم.....
۲۰۹	۲-۱ نصب نرم‌افزار Pad2Pad.....		فصل اول: قانون خلاصه‌ای از مفاهیم و قطعات
۲۱۳	۳-۱ حذف نرم‌افزار از کامپیوتر.....	۱۳۷	اساسی الکترونیک.....
۲۱۵	فصل دوم: کار با نرم‌افزار.....	۱۳۷	هدف‌های رفتاری.....
۲۱۵	هدف‌های رفتاری.....		۱-۱ تشخیص شکل ظاهری و علائم فنی قطعات
۲۱۵	۲-۱ آشنایی مقدماتی با نوارها و ابزارها.....	۱۴۰	الکترونیکی.....
۲۱۷	۲-۲ باز کردن صفحه‌ی جدید و تعیین ابعاد فیبر.....	۱۴۵	۱-۲ بستن مدار و اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف.....
۲۱۹	۲-۳ ذخیره‌سازی فایل‌های جدید.....	۱۴۷	۱-۳ آشنایی با منبع تغذیه‌ی AC.....
۲۱۹	۲-۴ باز کردن فایل‌های موجود در نرم‌افزار.....	۱۵۵	۱-۴ تغییر و تنظیم مقادیر انواع مقاومت، خازن و سلف.....
۲۲۱	۲-۵ تغییر رنگ.....	۱۵۵	فصل دوم: دیود.....
	۲-۶ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار و نقطه‌های	۱۵۵	هدف‌های رفتاری.....
۲۲۳	شبکه.....	۱۵۷	۲-۱ تشخیص دیود و نحوه‌ی بایاس کردن.....
۲۲۴	۲-۷ فعال کردن نوارهای مختلف.....	۱۶۰	۲-۲ مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیود.....
۲۲۵	۲-۸ خطاهای نرم‌افزار.....	۱۶۱	۲-۳ مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود.....
۲۲۷	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 زener و آزمایش‌های مربوط به آن.....
۲۲۸	۳-۲ تعیین ابعاد و مختصات.....	۱۶۷	۲-۷ دیود LED و مدارهای مربوط به آن.....
۲۳۰	۳-۳ تغییر نقطه‌ی مبنا.....	۱۷۱	فصل سوم: کاربرد دیود.....
۲۳۱	۳-۴ تغییر رنگ لایه‌ها.....	۱۷۱	هدف‌های رفتاری.....
۲۳۱	۳-۵ معرفی نوار قطعات و ابزار.....	۱۷۱	۳-۱ مدارهای یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج.....
۲۳۲	۳-۶ آشنایی با نقشه‌ی قطعات.....	۱۸۰	۳-۲ بستن مدارهای چند برابر کننده‌ی ولتاژ.....
۲۳۳	۳-۷ جست و جوی قطعه از طریق Footprint.....	۱۸۲	۳-۳ مدارهای برش‌دهنده.....
۲۳۵	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
۲۳۶	۳-۱۰ حذف، چرخاندن و مرتب کردن.....	۱۸۸	ترانزیستوری.....
۲۳۶	۳-۱۱ جابه‌جا کردن قطعه روی برد.....	۱۸۸	هدف‌های رفتاری.....
۲۳۷	۳-۱۲ طراحی مدار چاپی.....	۱۸۸	۴-۱ شناسایی ترانزیستور.....
	۳-۱۳ طراحی مدار چاپی با استفاده از شبکه‌های Net	۱۹۰	۴-۲ نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور.....
۲۴۰	و مسیر یابی خودکار.....	۱۹۴	۴-۳ مشاهده‌ی منحنی‌های ترانزیستور.....
۲۴۳	۳-۱۴ منابع و مآخذ.....	۱۹۵	۴-۴ بستن مدارهای بایاسینگ ترانزیستور.....
		۱۹۸	۴-۵ مدار تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک.....



## 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 رشته‌ی 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 هنرجویان خطرآفرین است.
- ۵- امکان ایجاد عیب در فضای نرم‌افزاری و مشاهده‌ی نتایج آن بدون آسیب رساندن به تجهیزات واقعی.
- ۶- کاهش هزینه‌های مرتبط با مواد مصرفی، قطعات و تجهیزات.

یادآور می‌شود زمانی 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 هنرجویان نمایش دهید.

بدین ترتیب هنرجویان 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 آنجا که کتاب کاملاً به صورت خودآموز، گام به گام و مصور تهیه شده است، نصب و راه‌اندازی و اجرای آزمایش‌ها توسط افرادی که آشنایی مختصری به مهارت‌های هفت‌گانه ICDL دارند، امکان پذیر است.
- ۲- کتاب ۴ بخش جداگانه دارد که هر بخش به کتاب‌های خاصی در سال دوم رشته‌ی الکترونیک مرتبط می‌شود. اجرای فصول مختلف تابع یک زمان‌بندی خاص نبوده و با توجه به پیشرفت دروس مربوطه قابل اجرا خواهد بود. به عبارت دیگر هر مبحث درسی که در کلاس تدریس می‌شود، به طور هم‌زمان، پس از تدریس بخش نرم‌افزاری آن قابل اجرا خواهد بود.
- ۳- در بخش چهارم به طراحی مدار چاپی با استفاده از نرم افزار Pad2Pad پرداخته‌ایم که می‌تواند زمینه‌ی مقدماتی را برای احراز شغل در بازار کار فراهم کند. لذا توصیه می‌کنیم این مباحث را به طور دقیق و کامل بی‌آموزید.
- ۴- هنرآموزان عزیز، اجرای بخش نرم‌افزاری به کامپیوتر و ویدئوپروژکتور نیاز دارد. لذا می‌توانید مباحث نرم‌افزاری 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، می‌توانید نرم افزار را به صورت منقطع و با توجه به پیشرفت دروس اجرا نمایید.
- ۶- در صورتی که به دلیل کمبود تجهیزات اجرای نرم‌افزار متناسب با پیشرفت دروس امکان پذیر نیست، هنرآموزان عزیز می‌توانند 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 نرم‌افزار برای هنرجویان معمولاً در خارج از ساعات درسی و به صورت تکلیف منزل صورت می‌گیرد. چنانچه پیشرفت دروس آزمایشگاهی و کارگاهی سریع باشد و زمان اضافه داشته باشند، مربیان کارگاهی و آزمایشگاه می‌توانند قسمتی از ساعات خود را به استفاده از نرم‌افزار اختصاص دهند و با توجه به امکانات، بخش نرم‌افزار را در سایت کامپیوتر یا کارگاه و یا آزمایشگاه اجرا نمایند.
- ۸- گزارش مربوط به اجرای نرم‌افزار باید به صورت فایل کامپیوتری به مربی کارگاه ارائه شود.
- ۹- در کتاب آزمایشگاه مجازی قسمت‌هایی برای پاسخ به سوالات اختصاص داده شده است که توسط هنرجو پس از اجرای نرم افزار کامل می‌شود.
- ۱۰- توصیه می‌شود هنرآموزان عزیز قبل از اجرای تدریس مباحث نظری، متناسب با موضوع، مبحث مربوطه را به صورت نرم‌افزاری برای هنرجویان به نمایش درآورند.
- ۱۱- در آزمون‌های کارگاهی و آزمایشگاهی از مباحث نرم‌افزاری سوال پرسیده می‌شود.
- ۱۲- به منظور کنترل پیشرفت در اجرای نرم‌افزار، در مقاطع مختلف، هنرآموزان از هنرجویان درباره‌ی نحوه‌ی نصب، راه‌اندازی و اجرای نرم‌افزار و آزمایش‌های آن پرسش نمایند.
- ۱۳- چون بخش نرم‌افزاری بسیار جذاب است، معمولاً هنرجویان با اشتیاق کامل به دنبال آن می‌روند 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)، لیبویو (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 پیل‌ها)

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 هنرجویان 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 هنرجویان بهره‌مند شویم.

**مولفان**

به نام آنکه هستی نام از او یافت

کاروان فرهنگ و تمدن بشری آن‌چنان در حال پیشرفت و رشد و تعالی است که لحظه‌ای درنگ، رسیدن به این قافله را ناممکن می‌سازد و از آنجایی که آینده هر جامعه‌ای بستگی به تعلیم و تربیت کودکان و جوانان آن جامعه دارد. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سعی دارد با بهره‌گیری از منابع غنی و پر بار دینی و آموزه‌های اصیل اسلامی و ملی، تغییر و تحولی مبتنی بر روش‌های نوین علمی و تکنولوژی روز دنیا در کتاب‌های درسی به‌وجود آورد.

در این راستا انتشارات گویش‌نو 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 ورزیده 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 هنرآموزان و هنرجویان کوشا با ارائه نظرات صائب و پیشنهادهای و انتقادات سازنده خود و ارسال آن‌ها به دفتر انتشارات، ما را در غنا بخشیدن به این متون و بالا بردن کیفیت چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

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 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 فایل های 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 ۱-۳ کلیک کنید.



شکل ۱-۳ صفحه‌ی انتخاب نسخه‌های نرم‌افزار

۱-۱-۸ بر روی گزینه‌ی مورد نظر (Download Demo) کلیک چپ کنید. منوی شکل ۱-۴ ظاهر می‌شود.

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



شکل ۱-۲ صفحه‌ی دریافت نرم‌افزار

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

Demos | Registration | Order | Contact

ed 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	رست و من می‌توانید آن را خالی بگذارید
Other	
Product you are interested in	Tina <input type="checkbox"/> Edison <input checked="" type="checkbox"/> Newton <input type="checkbox"/> MyHouse <input type="checkbox"/> ARCAD <input type="checkbox"/> 3D_EyeWitness <input type="checkbox"/>
Please send me product news and update information <input checked="" type="checkbox"/>	

\* required fields

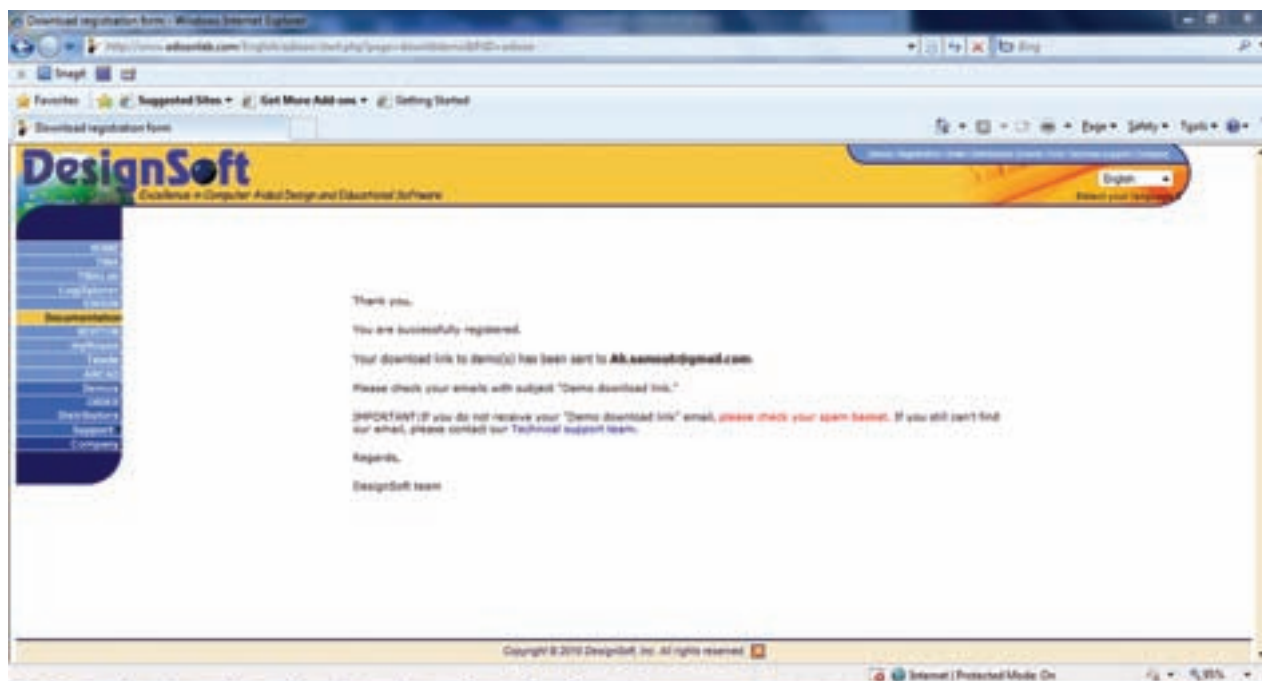
Please press Submit only once!

Submit    Reset

شکل ۱-۴ پرسشنامه‌ی دانلود نرم‌افزار ادیسون

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

۱-۱-۹ 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

۱-۱-۱۰ 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.

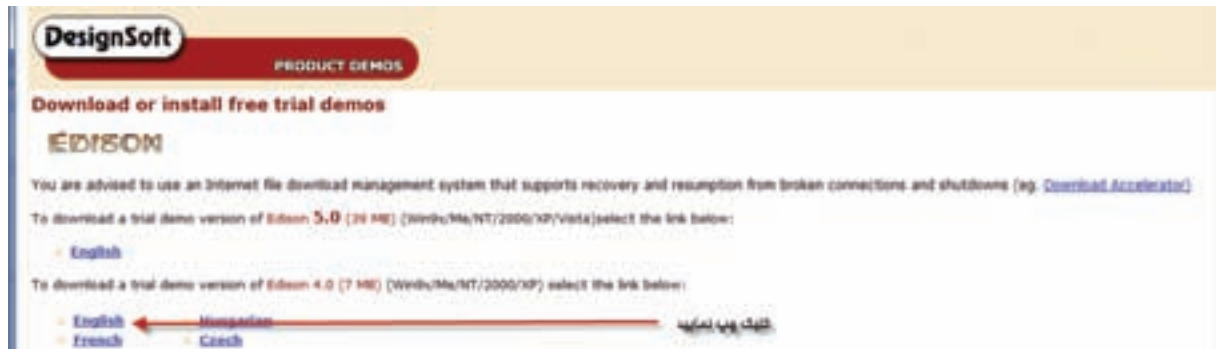


شکل ۶-۱ صفحه‌ی مربوط به دریافت نامه‌ی الکترونیکی



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

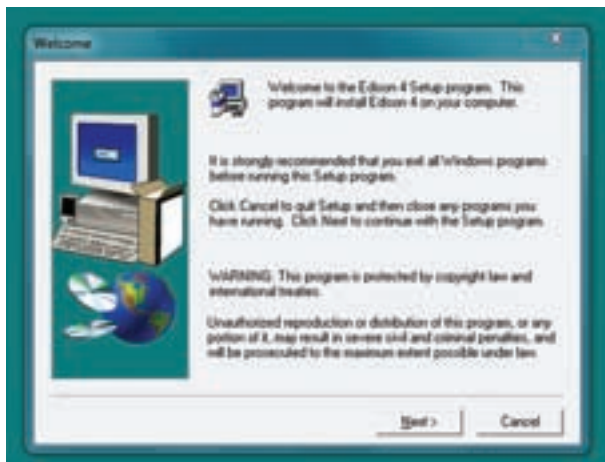
۱۱-۱-۱ روی گزینه‌ی Edison کلیک چپ کنید. شکل ۷-۱ ظاهر می‌شود. بر روی گزینه‌ی (English)



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 داندلود شود (در صورت نیاز می‌توانید به جای داندلود نرم‌افزار، نرم‌افزار مربوطه را از مریبی خود دریافت کنید یا از لوح فشرده‌ی ضمیمه‌ی این کتاب استفاده کنید). روی فایل‌ی که داندلود کردید کلیک کنید. پنجره‌ی شکل ۹-۱ باز می‌شود.

**توجه:** در صورت دسترسی به آدرس‌های دیگر مانند:

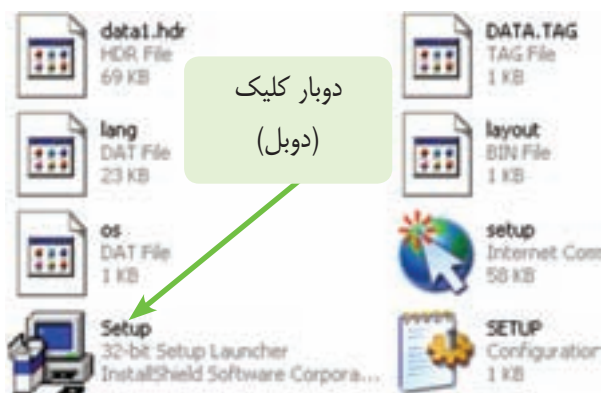
<http://www.verdiem.com/edison/>

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

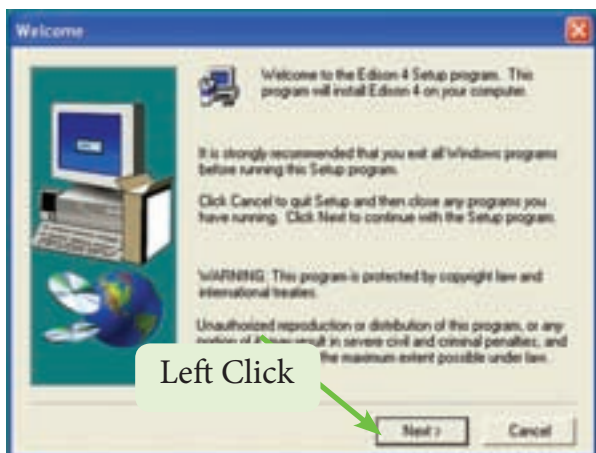
۱-۱-۱۸ علاوه بر استفاده از نمونه‌ی آزمایشی (Demo) ذکر شده برای نرم‌افزار ادیسون، می‌توانید از نمونه‌ی آزمایشی وجود در بازار استفاده کنید. این نمونه به آسانی قابل دسترس است.

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

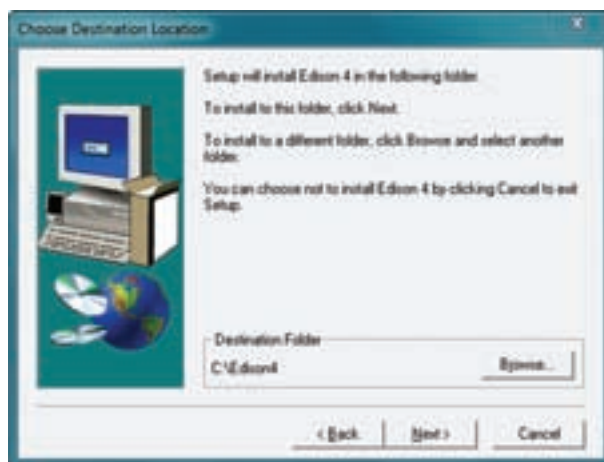
۱-۱-۲۰ چند دقیقه صبر کنید، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۳ ظاهر می‌شود. پس از نمایش صفحه، کلید Next را فعال کنید.



شکل ۱-۱۳ ادامه‌ی برنامه‌ی نصب نرم‌افزار ادیسون

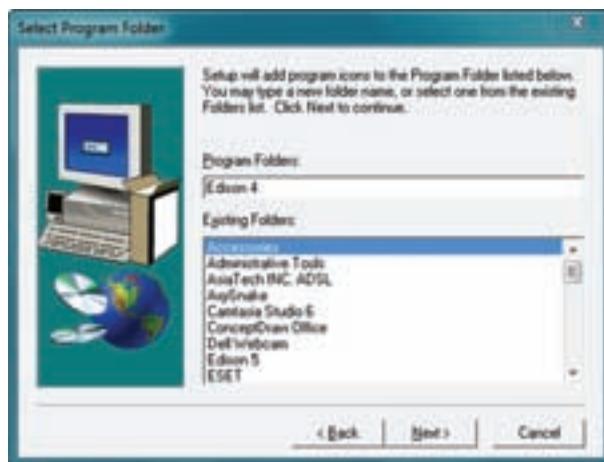
۱-۱-۱۴ برای رفع مشکل از مربی خود راهنمایی بگیرید. در صورتی که به تنهایی کار می‌کنید، مراحل را مجدداً انجام دهید.

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

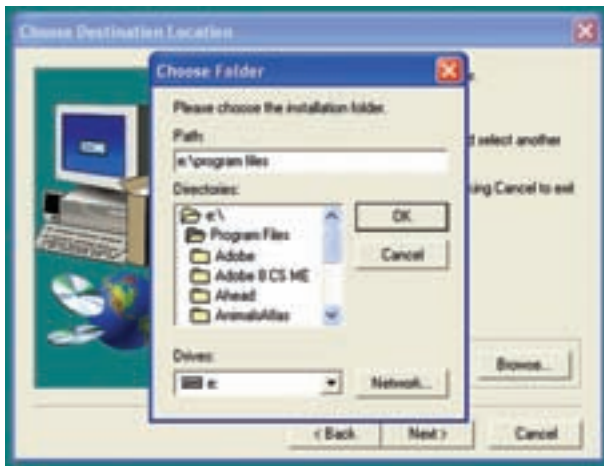
۱-۱-۱۶ پس از انتخاب محیط نصب، روی کلید Next کلیک کنید. صفحه‌ی شکل ۱-۱۱ باز می‌شود. مجدداً روی کلید Next، کلیک کنید.



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،

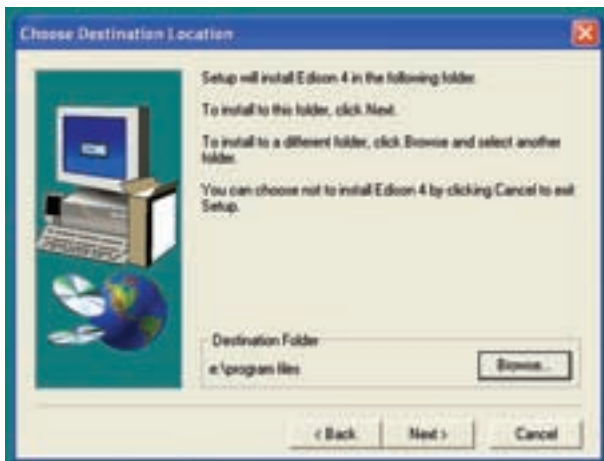
Edison را به E:\Program File مشاهده می کنید.



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

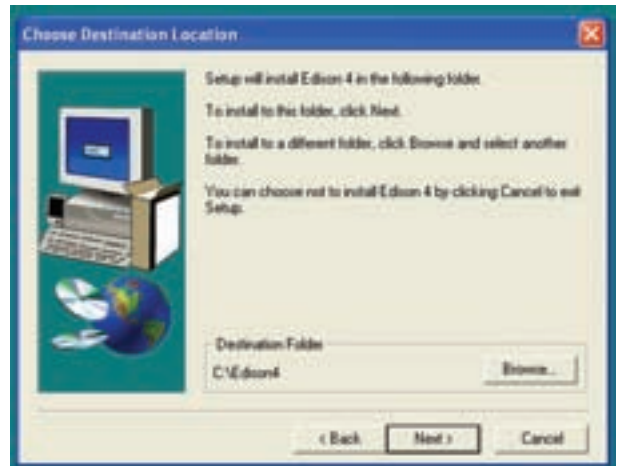
**نکته مهم:** در صورتی که در نرم افزارهای موجود در بازار مسیر ناشناخته ای معرفی شده است، آن مسیر را حذف کنید و مسیر نصب را خودتان انتخاب کنید.

شکل ۱-۱۷ در صورتی که دکمه Ok را فعال کنید، طبق شکل ۱-۱۷ مسیر انتخاب خواهد شد.



شکل ۱-۱۷ مسیر جدید در برنامه انتخاب شده است  
 در شکل ۱-۱۷ دکمه Next را فعال کنید تا شکل ۱-۱۸ ظاهر شود. در این شکل از شما می خواهد که

۱-۲۱ پس از فعال کردن دکمه Next شکل ۱-۱۴ روی صفحه کامپیوتر قابل مشاهده است. در این شکل برای نصب نرم افزار یک مسیر مشخص را معرفی می کند. در صورتی که می خواهید مسیر نصب را تغییر دهید از دکمه Browse استفاده کنید. مسیر نشان داده شده در شکل ۱-۱۴ درایو C و پوشه ای دیسون (Edison) است.



شکل ۱-۱۴ مسیر پیش نهادی نرم افزار ادیسون برای نصب

۱-۲۲ در شکل ۱-۱۵، نحوه تغییر مسیر را مشاهده می کنید. با انتخاب درایو (Drive) و پوشه ای (Folder) مورد نظر مسیر دل خواه خود را انتخاب کنید.



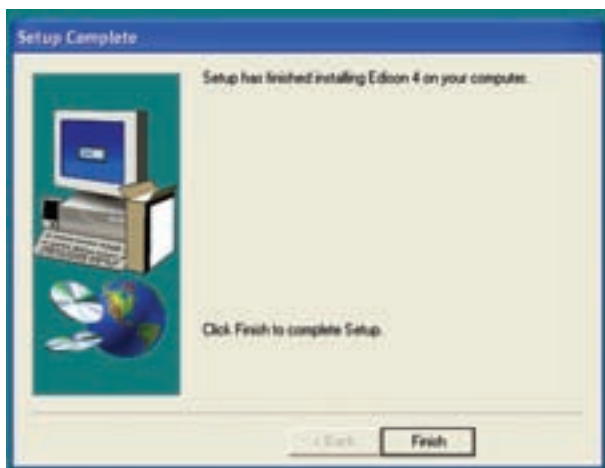
شکل ۱-۱۵ نحوه تغییر مسیر برای نصب نرم افزار ادیسون

۱-۲۳ در شکل ۱-۱۶ مسیر تغییر یافته ای C:\



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

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

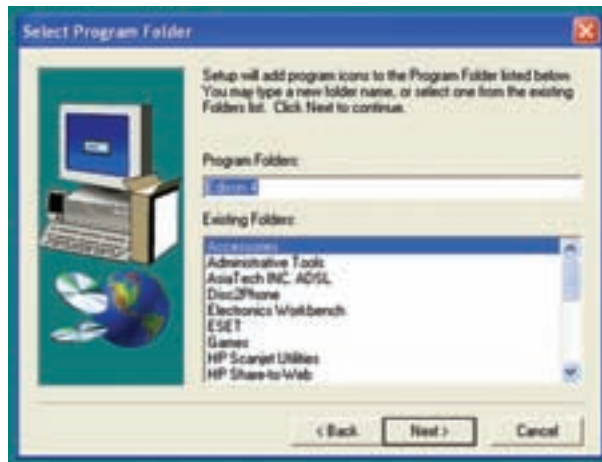


شکل ۱-۲۱ مرحله‌ی نهایی نصب نرم‌افزار ادیسون

۱-۲۹-۱ 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.

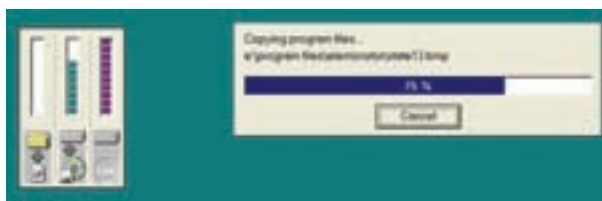
طبق شکل ۱-۲۲ برای نرم‌افزار دو نماد وجود دارد، نماد

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

۱-۲۶-۱ 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

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

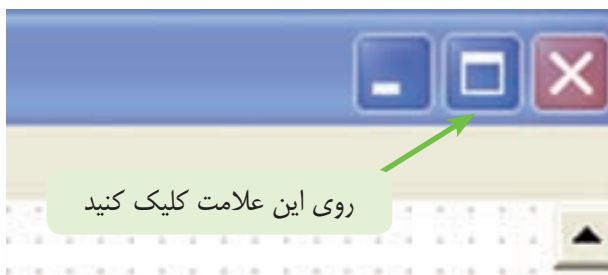
۱-۱-۲۲ پس از مشاهده‌ی پیام دکمه‌ی OK را فعال کنید. صفحه‌ی نرم‌افزار در دو قسمت چپ و راست صفحه طبق شکل ۱-۲۵ ظاهر می‌شود.



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.

۱-۱-۲۳ 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

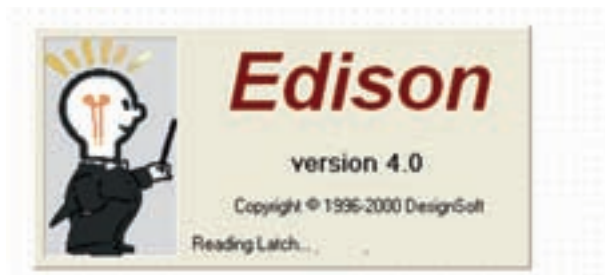
۱-۱-۲۴ در شکل ۱-۲۷ صفحه‌ی سمت چپ را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود، یکی از آزمایش‌های اجرا شده در نرم‌افزار ادیسون که مربوط به قانون اهم است را نشان داده‌ایم.

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 گزینه‌هایی مانند New، Open و Save است. در مورد سایر منوها در جای خود صحبت خواهیم کرد.

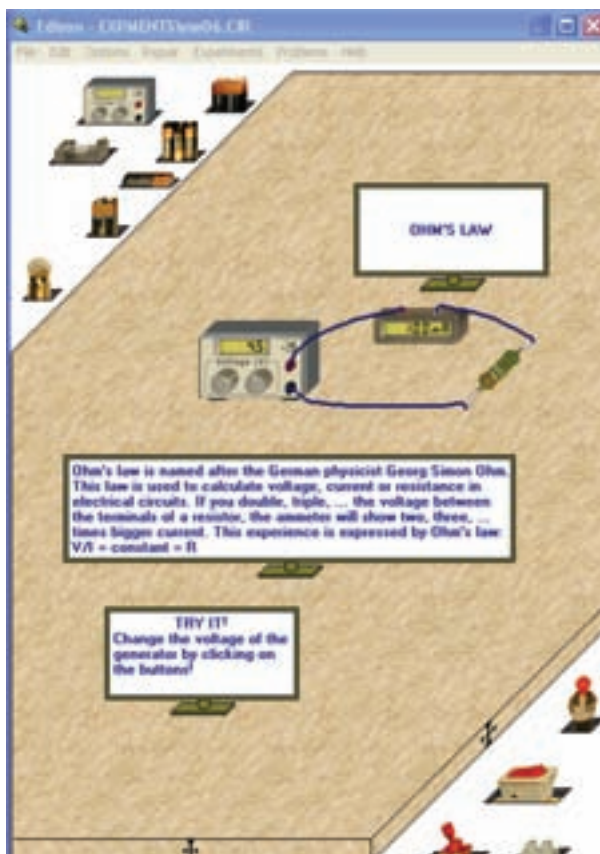


شکل ۱-۲۸ نوار منوی نرم افزار ادیسون

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



شکل ۱-۲۹ قسمتی از صفحه‌ی میز کار، قفسه‌های قطعات و تجهیزات



شکل ۱-۲۷ صفحه‌ی 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.

**نکته‌ی مهم:** برای Uninstall کردن نرم افزار ادیسون باید از Control Panel استفاده کنید.

**سوال ۲:** مراحل نصب را به‌طور 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. کنید، سیم‌کشی را مطابق شکل ۱-۳۳-۱ کامل کنید.



شکل ۱-۳۳ تکمیل سیم‌کشی

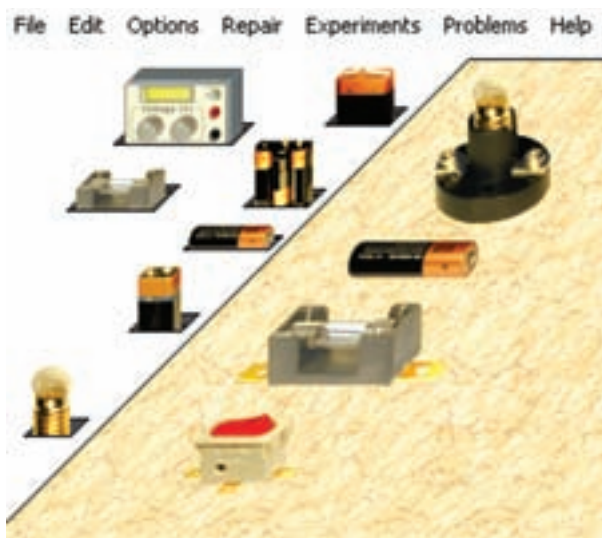
۱-۳-۷ روی سر پیچ لامپ یک بار کلیک کنید. خط سبز رنگی در اطراف سر پیچ ظاهر می‌شود. این خط نشان‌دهنده‌ی انتخاب قطعه برای جابه‌جایی یا تغییر مشخصات آن است، شکل ۱-۳۴-۱.



شکل ۱-۳۴ تغییر مشخصات قطعات

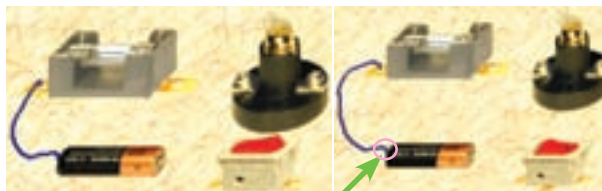
۱-۳-۸ روی قطعه دو بار کلیک کنید. در پایین میز کار طبق شکل ۱-۳۵ صفحه‌ای ظاهر می‌شود. در داخل این صفحه می‌توانید مشخصات قطعه را تغییر دهید. از آن جایی که اگر ولتاژ مجاز لامپ کم‌تر از ولتاژ منبع باشد، لامپ می‌سوزد یا اگر بیش‌تر از آن باشد لامپ روشن نمی‌شود یا با نور کم روشن می‌شود، برای راه‌اندازی مدار 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

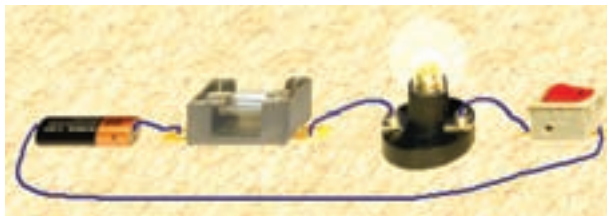
الف - شروع سیم‌کشی

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

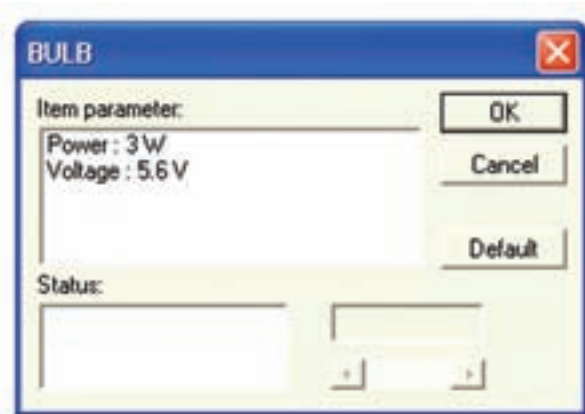
۱-۳-۱۲ در صورتی که بخواهید سیمی را حذف کنید، ابتدا فلش مربوط به انتخاب را توسط موشواره روی سیم ببرید. علامت دست روی آن ظاهر می شود. در این حالت راست کلیک کنید، طبق شکل ۱-۳۹ رنگ سیم تغییر می کند و کلمه Delete روی آن ظاهر می شود.



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

۱-۳-۱۳ 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 راهها و "میان بره های" 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.

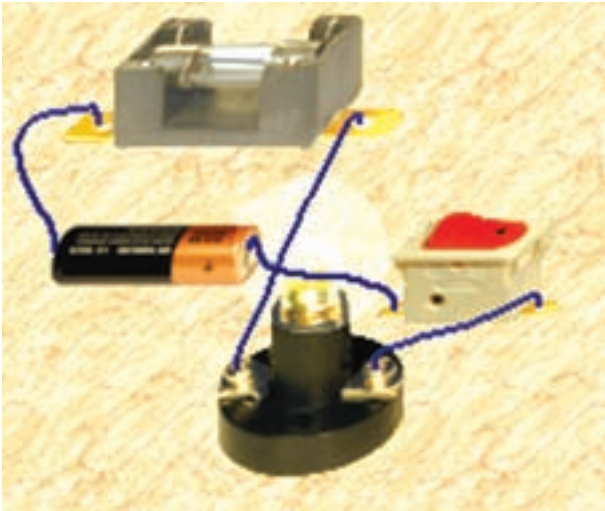


شکل ۱-۳۶ تغییر توان لامپ از ۳W به یک وات

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.

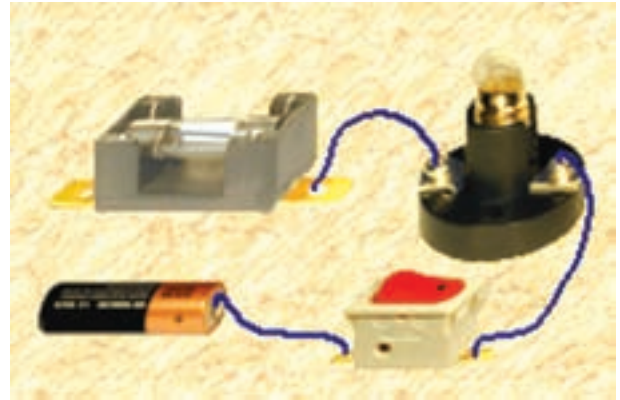
۱-۳-۱۶ مدار شکل ۱-۴۱ را با قطعات زیر ببینید.

- 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.

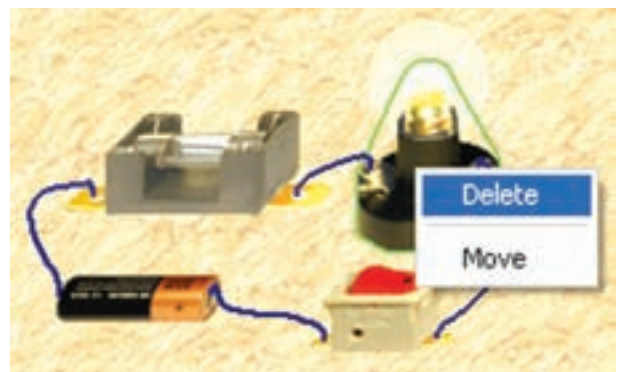
۱-۳-۱۸ مشخصات باتری و فیوز را به دست آورید و بنویسید.

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.

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

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

۲۱-۳-۱ 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 را مشاهده می‌کنید.

Options	Repair	Experiments	P
Sound Effects			باز تاب صدا
<input checked="" type="checkbox"/> Show faults			نشان دادن عیوب
Shelf color			رنگ زمینه‌ی قفسه‌ها
Wire color ...			رنگ سیم
<input checked="" type="checkbox"/> Keep wires at move			قرار دادن سیم‌ها در حال حرکت
<input checked="" type="checkbox"/> Hints above shelves			ذکر ویژگی‌های قفسه‌ها
Hints above circuits			ذکر ویژگی‌های مدار
Preconnect ICs pins			پیش اتصال پایه‌های آی سی
<input checked="" type="checkbox"/> Hidden circuit connections			مخفی کردن اتصال‌های مدار
<input checked="" type="checkbox"/> Hidden breadboard connections			مخفی کردن اتصال‌های بردبرد
<input checked="" type="checkbox"/> Save schematics			ذخیره‌ی نقشه‌ی فنی
<input checked="" type="checkbox"/> Save options on exit			ذخیره‌ی مدارها قبل از خروج

شکل ۱-۴۳ مسیر فعال ساختن رنگ سیم

۲۲-۳-۱ 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 ببینید 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

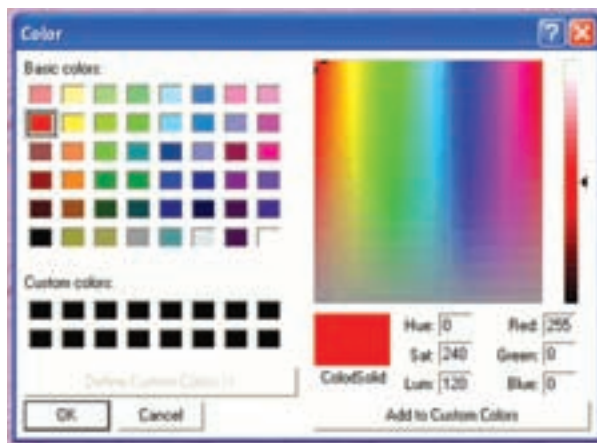
۱-۴-۴ آزمایش ۴: آشنایی با سایر منوهای

نرم‌افزار

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

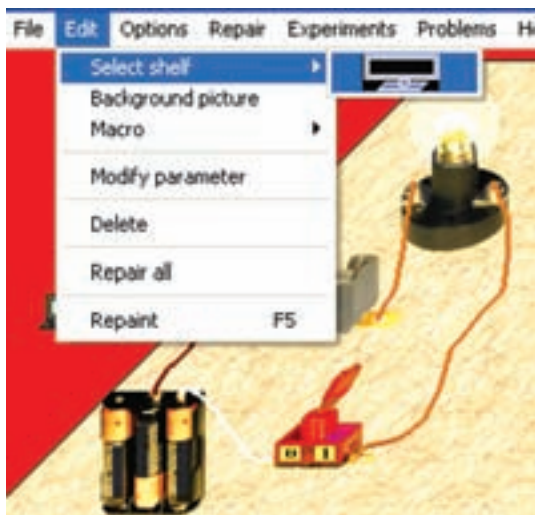
ظاهر شدن جدول رنگ → Shelf Color → Option  
 ↓  
 انتخاب رنگ ← Ok

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 می‌کنید.

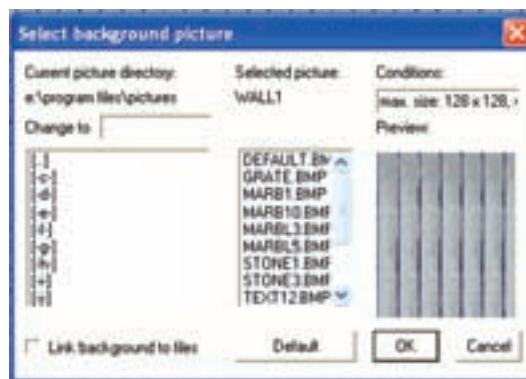


شکل ۱-۴۹ مسیر انتخاب تابلو

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 می‌شود.



شکل ۱-۵۰ انتخاب تابلو و درج نوشته در آن



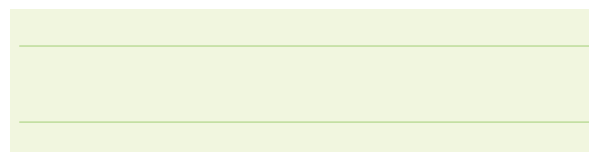
شکل ۱-۴۷ تغییر رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی کار

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



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. به‌طور خلاصه مراحل تغییر رنگ زمینه‌های قفسه‌ی قطعات و صفحه‌ی میز کار را شرح دهید.



۱-۴-۴ در مسیر زیر می‌توانید 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)

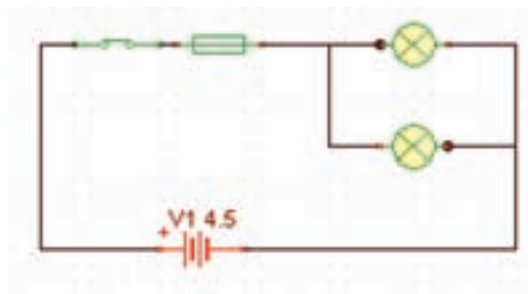
نرم‌افزار ادیسون نمی‌تواند فونت فارسی را مورد استفاده قرار داد. ولی در برخی از نسخه‌ها این امر امکان‌پذیر است.

#### 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



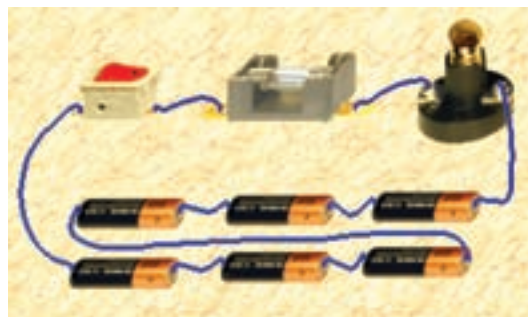
شکل ۱-۵۲ نقشه‌ی فنی مدار عملی دو لامپ با فیوز و کلید

#### 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

## ۱-۵-۵ آزمایش ۵: عیب‌یابی مدار

۱-۵-۱-۱ 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

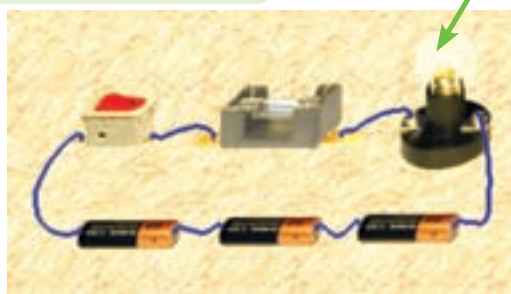
است، لامپ هم‌چنان سوخته باقی می‌ماند؟ شرح دهید.

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

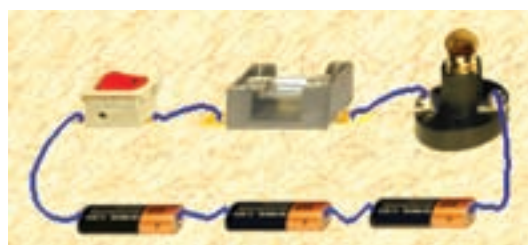
پیچ‌گوشتی را روی لامپ ببرید و کلیک کنید لامپ روشن می‌شود



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

۳-۶-۱ 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.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

۴-۶-۱ شما می‌توانید موارد آموزشی دیگری را از گزینه‌ی Experiment انتخاب نمایید و آزمایش‌های مربوط به آن‌ها را مشاهده کنید یا انجام دهید. سوال ۸: چه تعداد از آزمایش‌های گزینه‌ی Experiment را انجام داده‌اید؟ نام ببرید و درباره‌ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

---



---



---



---



---



---



---



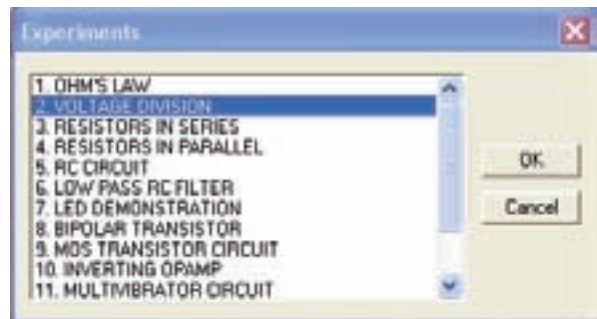
---



---

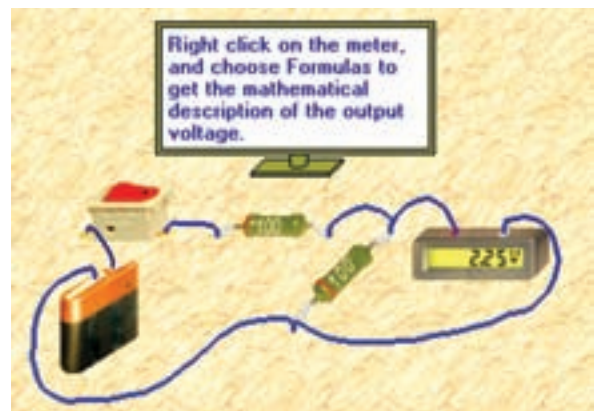
## ۱-۶ آزمایش ۶: آشنایی با آزمایش‌های اجرا شده‌ی ادیسون

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

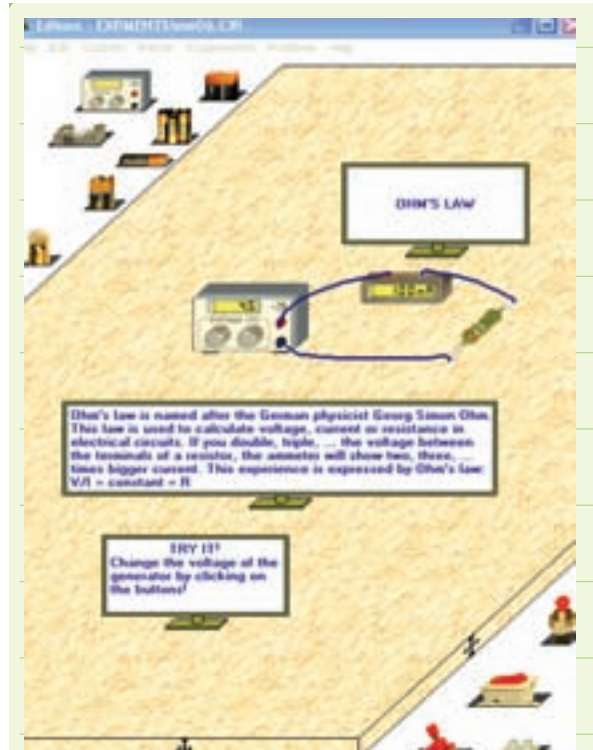
۲-۶-۱ از پنجره‌ی باز شده‌ی گزینه‌ی تقسیم ولتاژ (Voltage Division) را انتخاب کنید. مدار اجرا شده طبق شکل ۱-۵۸ روی صفحه‌ی میز کار ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۵۸ مدار تقسیم ولتاژ بین دو مقاومت



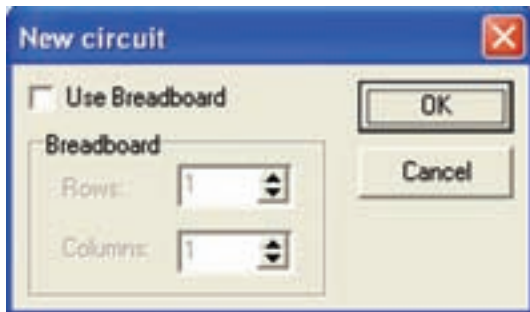
۱-۶-۵ در شکل ۱-۲۷ کدام یک از آزمایش‌های اجرا شده‌ی ادیسون را مشاهده می‌کنید. در مورد آن توضیح دهید.



شکل ۱-۲۷ - مدار اجرا شده‌ی نرم‌افزار

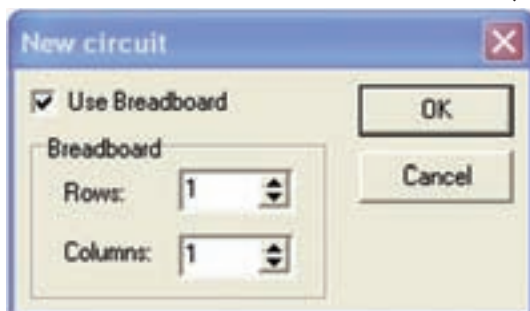
## ۱-۷-۷: استفاده از بردبرد

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 و نحوه‌ی شارژ خازن را آموزش می‌دهد.

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

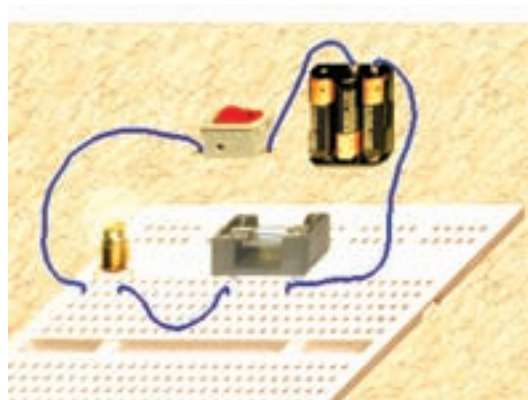
۱-۷-۳ پس از انتخاب تعداد بردبردها روی Ok کلیک کنید.

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، راه‌اندازی و کاربرد نرم‌افزار مولتی‌سیم (Multisim) برای دروس اندازه‌گیری الکتریکی و آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم انجام می‌شود از فراگیرنده

انتظار می‌رود که:

- ۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی رایانه‌ی خود نصب (Install) کند.
- ۲- نرم‌افزار مولتی‌سیم را بتواند از رایانه‌ی خود حذف (Uninstall) کند.
- ۳- اجزای محیط کار نرم‌افزار مولتی‌سیم را تشخیص دهد.
- ۴- قطعات و المان‌ها را از روی میله‌ی نوار ابزار به روی میز کار انتقال دهد.
- ۵- تغییر مکان قطعات به صورت افقی و عمودی و هم‌چنین قرینه‌سازی آن‌ها را اجرا کند.
- ۶- از عناصر محیط گرافیکی برای ترسیم شکل استفاده کند.
- ۷- محل قرار گرفتن دستگاه‌های اندازه‌گیری را روی میله‌ی ابزار مشخص کند.
- ۸- دستگاه‌های اندازه‌گیری را از میله‌ی ابزار بر روی میز کار انتقال دهد.
- ۹- بین قطعات و دستگاه‌های اندازه‌گیری و سایر ابزار اتصال برقرار کند.
- ۱۰- المان‌ها را در کتاب‌خانه‌ی نرم‌افزار جست و جو کند.
- ۱۱- المان‌ها را مورد استفاده قرار دهد و مقدار المان‌ها را تغییر دهد.
- ۱۲- آمپر متر را در مدار به صورت سری اتصال دهد.
- ۱۳- با استفاده از مولتی‌متر جریان مدار را اندازه بگیرد.
- ۱۴- با تغییر ولتاژ DC باتری، تغییرات جریان را مشاهده کند.
- ۱۵- ولت‌متر را در مدار موازی کند.
- ۱۶- مقدار ولتاژ را با مولتی‌متر اندازه‌گیری کند.
- ۱۷- مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری مقاومت روی اهم تنظیم کند.
- ۱۸- با استفاده از مولتی‌متر مقدار مقاومت را اندازه‌گیری کند.
- ۱۹- میکرو آمپر متر نرم‌افزار را عملاً در مدار مورد استفاده قرار دهد.
- ۲۰- کلید موجود در نرم‌افزار را در مدار ببندد و آن را به کار گیرد.
- ۲۱- پتانسیومتر نرم‌افزار را در مدار به کار ببرد.
- ۲۲- مدار الکتریکی پل وتستون را عملاً ببندد.
- ۲۳- از منبع تغذیه‌ی AC، فانکشن ژنراتور موجود در نرم‌افزار استفاده کند.
- ۲۴- ولتاژ AC را با استفاده از مولتی‌متر اندازه بگیرد.
- ۲۵- با منبع تغذیه‌ی AC موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم 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 کروتریسر را در نرم‌افزار پیدا کند و روی میز کار بیاورد.

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

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

۴۱- با تنظیم جریان بیس بتواند جریان کلکتور و ولتاژ کلکتور-امیتر 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، Proteus، Edison، PSpice، 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.

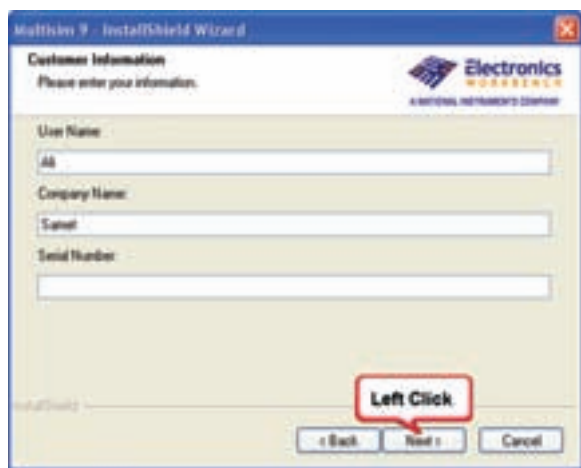
که مورد قبول این قرارداد است انتخاب کنید و با فعال کردن کلید Next به کار خود ادامه دهید.



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

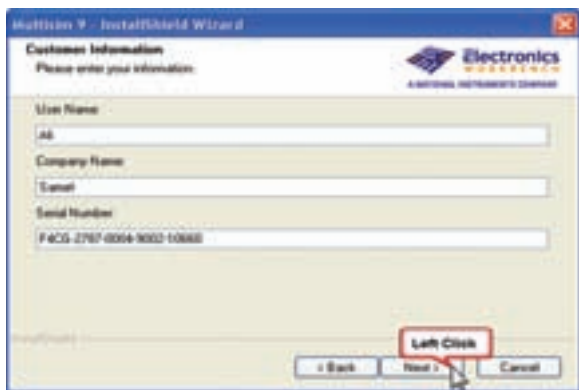
**توجه:** برای رسیدن به نتیجه‌ی دقیق و کامل، ضرورت دارد که کلیه‌ی مراحل نصب را به طور دقیق و پی در پی اجرا کنید.

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



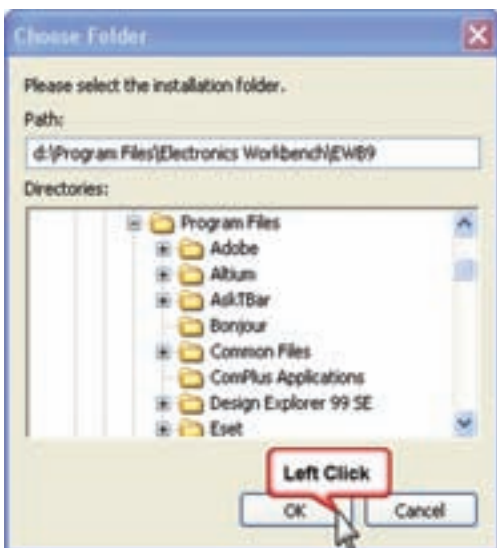
شکل ۲-۹ انتخاب گزینه‌ی ... OK to send

**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.

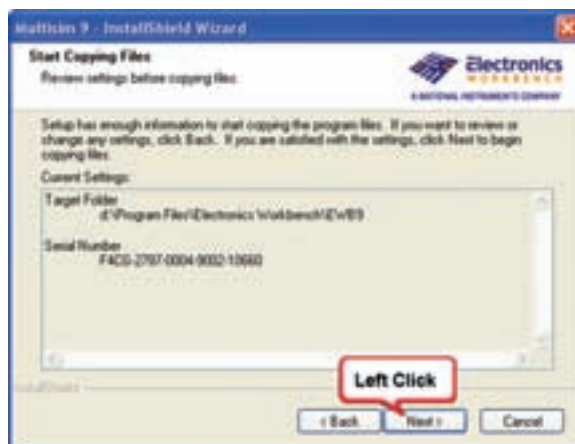


شکل ۲-۱۵ خطاهای مراحل نصب

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.

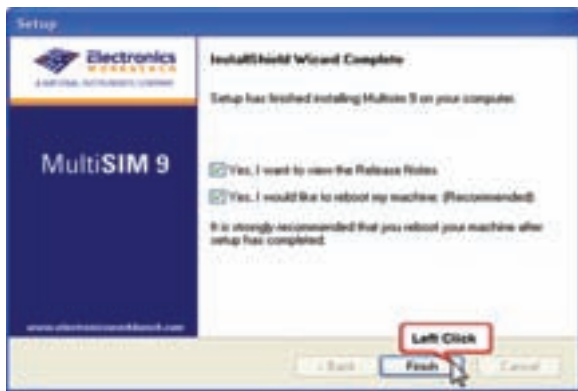
۲-۱-۱۵ پس از معین کردن آدرس و کلیک روی OK مجدداً پنجره‌ی شکل ۲-۱۱ با آدرس جدید ظاهر می شود، روی این شکل کلمه‌ی Next را کلیک کنید تا پنجره‌ی ۲-۱۳ ظاهر شود. در این پنجره محل نصب و شماره‌ی سریال نشان داده می شود. در صورتی که این اطلاعات مورد تایید شماست کلمه‌ی Next را انتخاب کنید تا شکل ۲-۱۴ روی صفحه ظاهر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



شکل ۲-۱۳ محل آدرس نصب نرم افزار

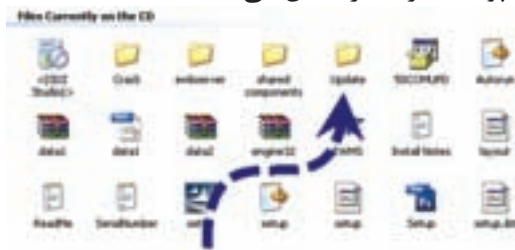
**نکته‌ی مهم:** دستورهای مربوط به مراحل نصب و نحوه‌ی استفاده از نرم افزار مولتی سیم در فایل Readme و Install nales قرار دارد. این اطلاعات به زبان انگلیسی است.

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.

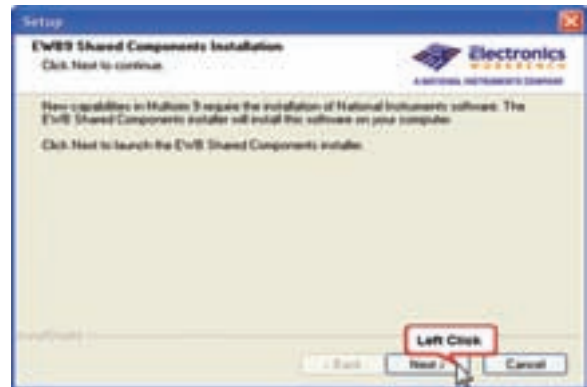
۲-۱-۲۲ با باز شدن پوشه‌ی ارتقاء یا Update فایل Setup را مطابق شکل ۲-۲۰ انتخاب کنید.



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 گزینه‌ی Yes, I would like to reboot my ... را انتخاب کنید و روی Finish کلیک کنید تا رایانه خاموش و دوباره راه‌اندازی شود.

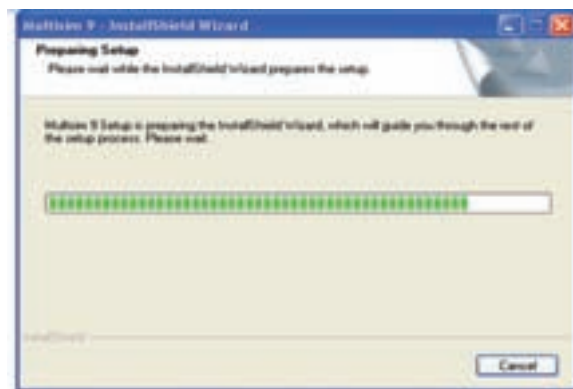
۲-۱-۲۶ حال مجدداً به درایو CD بروید و پوشه‌ی Crack را باز کنید. از داخل پوشه‌ی Crack فایل Patch را انتخاب کنید و پس از ظاهر شدن شکل ۲-۲۴ آن را فعال نمایید.



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

۲-۱-۲۴ 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

**سوال ۲:** به چه دلیل باید آدرس نصب نرم افزار بر روی درایو ویندوز نباشد؟ توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

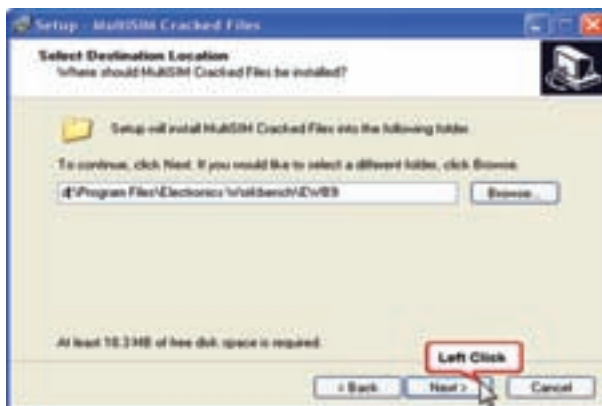
---

---

---

---

---



شکل ۲۵-۲ آدرس نصب نرم افزار



شکل ۲۶-۲ مرحله‌ی پایانی نصب نرم افزار

**سوال ۱:** آیا در طی مراحل نصب نرم افزار مولتی سیم، با مشکلی روبرو شدید؟ توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

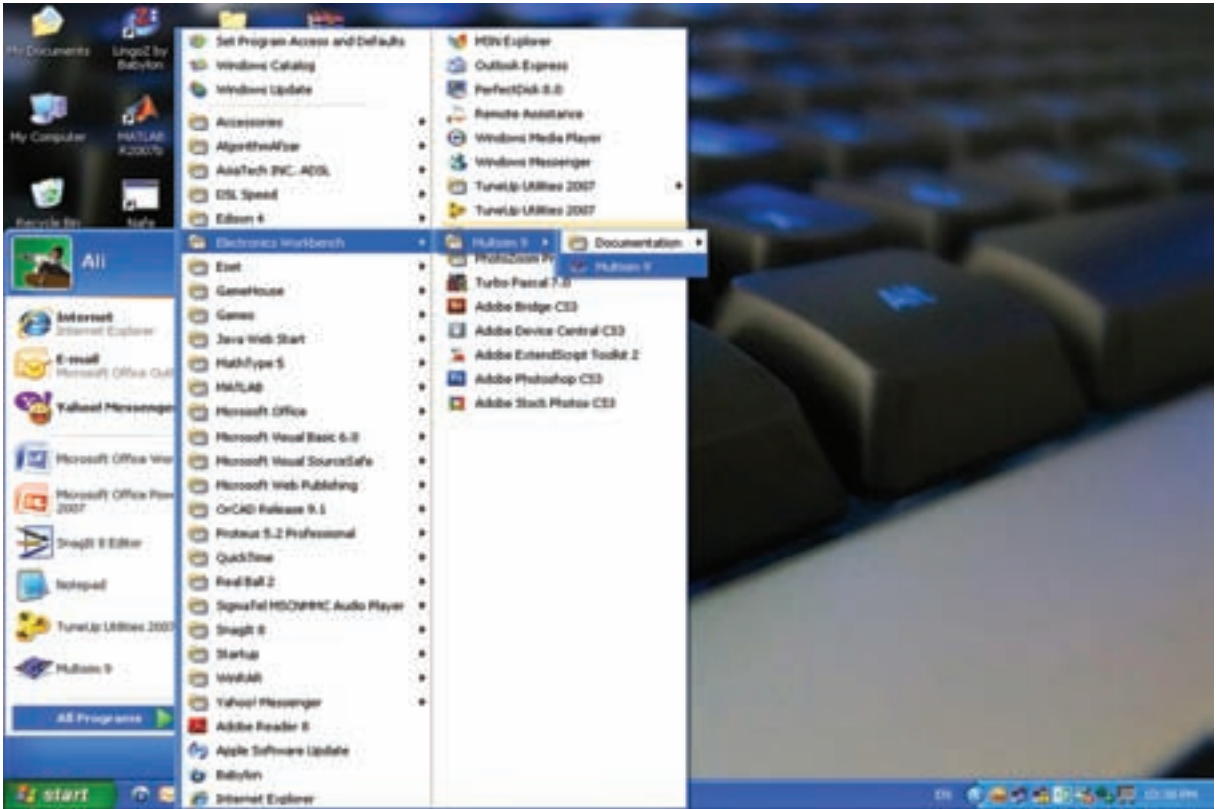
## ۲-۲ آزمایش ۲: راه اندازی نرم افزار مولتی سیم

۲-۲-۱ حال برنامه‌ی مولتی سیم را از گزینه‌ی

Start ➔ All Programs ➔ Electronic WorkBench

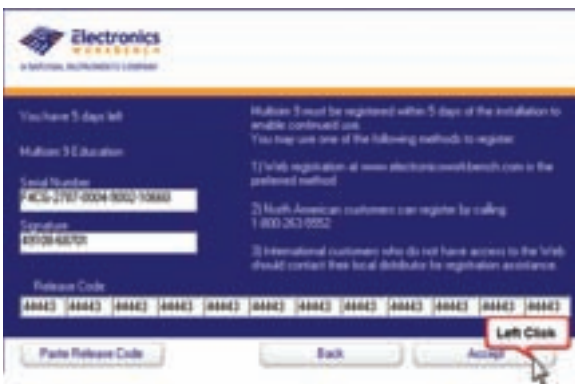
مانند شکل ۲۷-۲ انتخاب کنید. روی گزینه‌ی مولتی سیم

کلیک کنید تا فایل مربوطه باز شود.

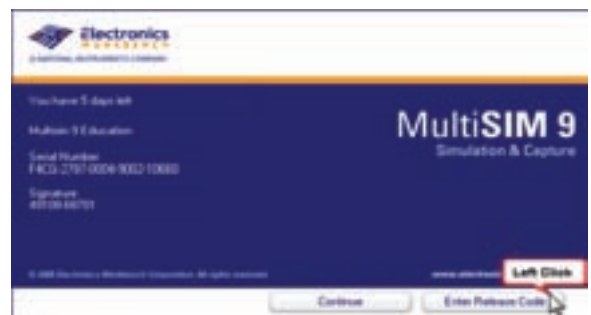


شکل ۲۷-۲، راه‌اندازی نرم‌افزار مولتی‌سیم

۲-۲-۲ در صورتی که کلیه‌ی مراحل را درست اجرا کرده باشید، با باز کردن فایل مولتی‌سیم ۹ (MultiSim9) باید شکل ۲-۲۸ 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 نرم‌افزار 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 مولتی‌سیم 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 عددهای 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 و سپس Remove 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.

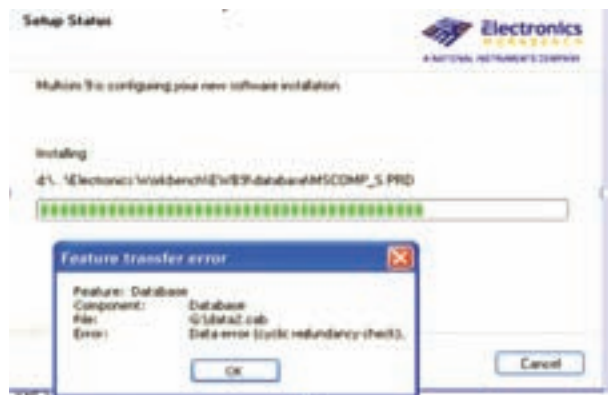
۲-۳-۱۰ با راه اندازی رایانه، کلیه‌ی اطلاعات مربوط به نصب نرم افزار مولتی سیم پاک می شود.

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



شکل ۲-۳۰ صفحه‌ی ورود به Release Code

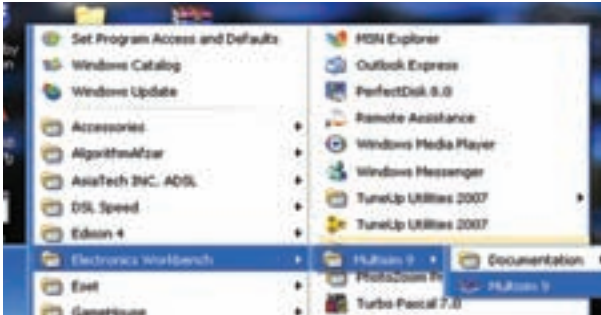
در صورتی که در هنگام نصب به خطایی مشابه شکل ۲-۳۱ برخورد کردید یا در پایان نصب، Release Code پذیرفته نشد یا نرم افزار را دوباره به صورت ۵ روزه ارائه کرد یعنی عبارت you have five days left ظاهر شد. اشکال در CD یا فایل‌های رجیستری ویندوز است. در این حالت یک بار دیگر با یک CD سالم نصب برنامه را اجرا کنید. 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

---

---

---

---

---

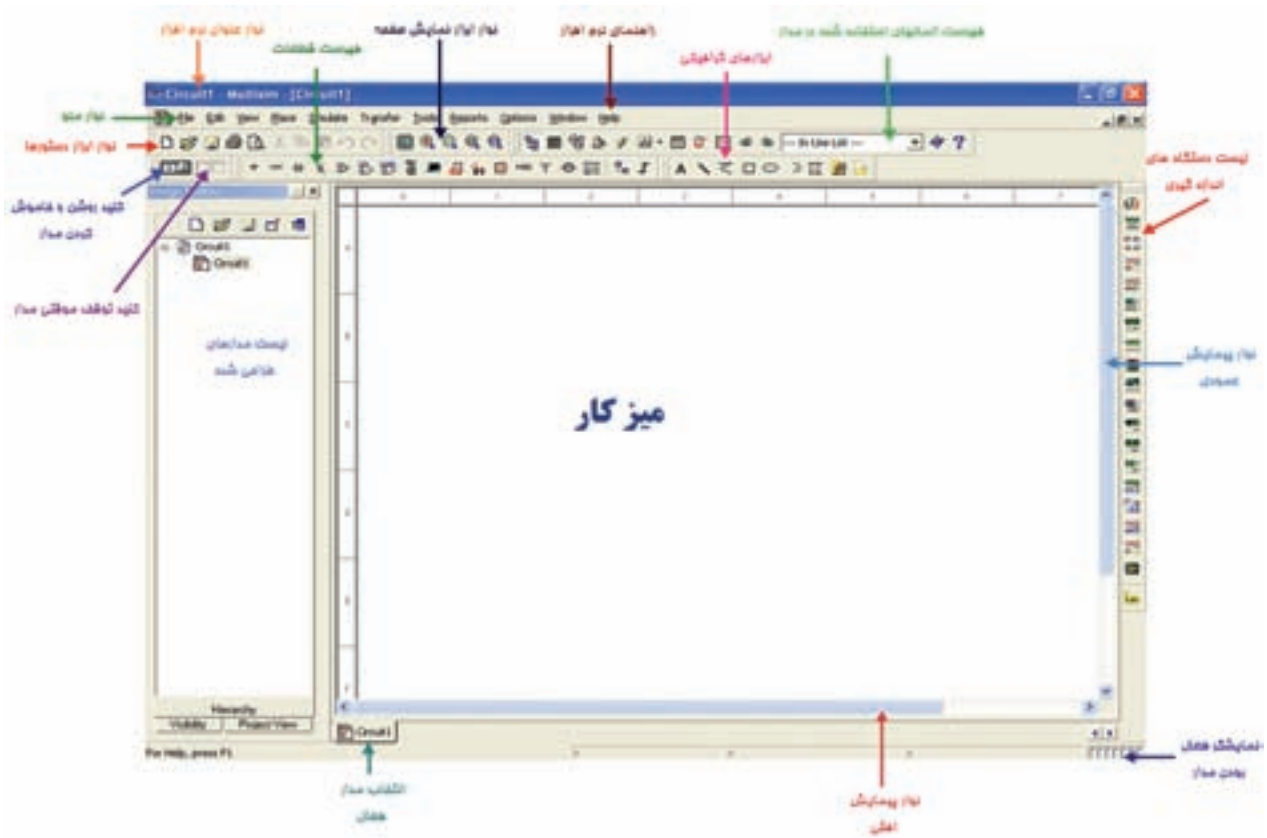
---

---

---

### ۲-۴-۴ 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 (Sub-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

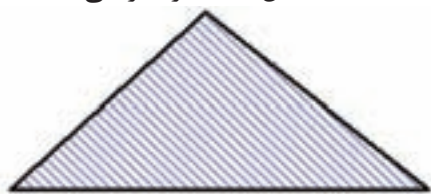


	پر کردن غیر قابل رویت
	پر کردن کامل
	پر کردن در جهت افق
	پر کردن در جهت قائم
	پر کردن به صورت تقاطعی مورب
	پر کردن قطرها به سمت چپ
	پر کردن به صورت تقاطعی
	پر کردن قطرها به سمت راست

شکل ۳۸-۲ 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 دل خواه 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 ۳۹-۲ را طراحی کنید.



شکل ۳۹-۲ 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.

---



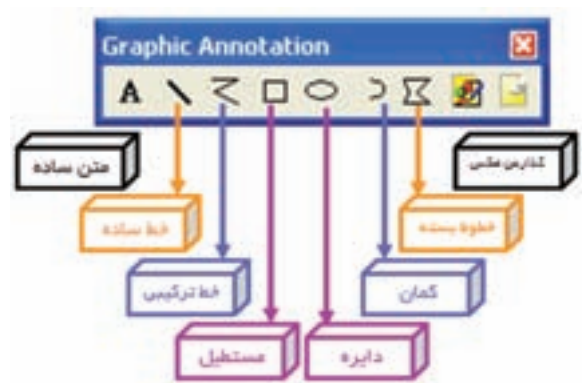
---



---



---



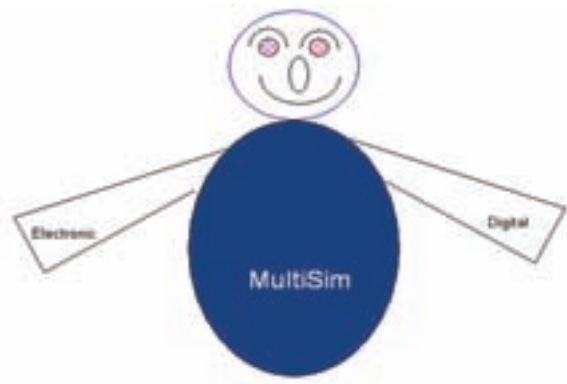
شکل ۳۶-۲ ابزارهای گرافیکی

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 دل خواه برسید. حال موس را آزاد کنید. و روی محیط دایره کلیک راست کنید تا لیست شکل ۳۷-۲ ظاهر شود. در این شکل کاربرد هر دستور مقابل آن ظاهر شده است.

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

شکل ۳۷-۲ 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 ۳۸-۲ می‌توانید نوع رنگ داخل دایره را انتخاب کنید.



شکل ۲-۴۰ شکل طراحی سوال ۷

---

---

---

---

---

**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.

---

---

---

---

---

**۲-۵ 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:

**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.

---

---

---

---

---

**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.

را انتخاب کنید تا شکل ۲-۴۳ ظاهر شود.



شکل ۲-۴۳ قطعات مجازی

۲-۵-۸ در این فهرست مشخصات الکتریکی (جریان عبوری از قطعه، ولتاژ دو سر آن، توان مصرفی و...) تمامی قطعات الکتریکی و الکترونیکی توسط کاربر قابل تعریف است.

**سوال ۹:** آیا می‌توانید با استفاده از المان‌های مجازی مقاومتی با شرایط شکل ۲-۴۴ ایجاد کنید؟ تجربه کنید و نتیجه را بنویسید.

Blank area for writing the answer to Question 9.



شکل ۲-۴۱ المان‌های درس اندازه‌گیری الکتریکی

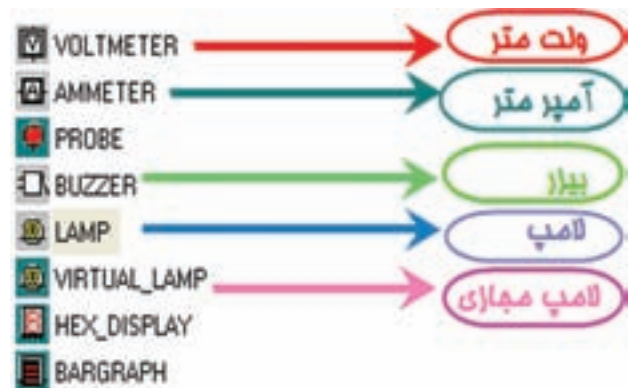
۲-۵-۲ منابع تغذیه (Place Sources): در این گزینه انواع منابع DC و AC را می‌توانید انتخاب کنید.

۲-۵-۳ 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.

۲-۵-۴ دیود (Place Diode): در این قسمت عناصر نیمه هادی دو پایه از قبیل دیود معمولی، دیود زنر، دیود نوری و پل دیود و... وجود دارد.

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

۲-۵-۶ انواع نشان‌دهنده‌ها و نمایشگرها (Place Indicator): انواع نمایشگرهای الکتریکی و الکترونیکی را می‌توانید مطابق شکل ۲-۴۲ از گزینه‌ی INDICATOR انتخاب کنید.

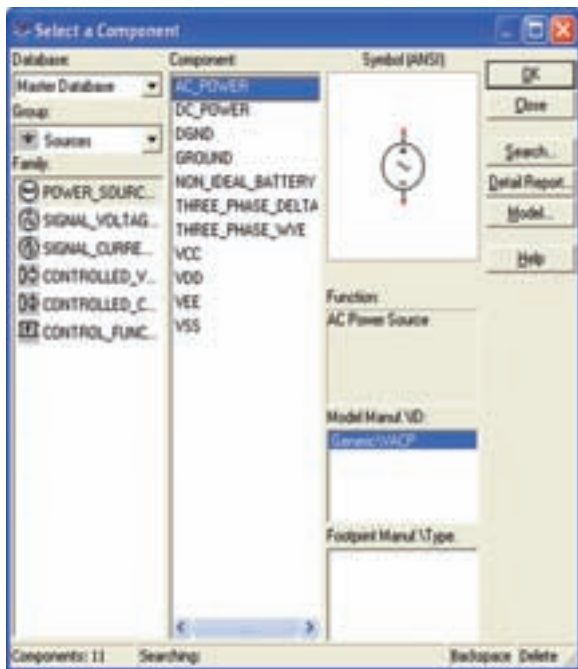


شکل ۲-۴۲ انواع نمایشگرهای الکتریکی و الکترونیکی

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

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

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




شکل ۲-۴۵ نحوه‌ی فراخوانی قطعات

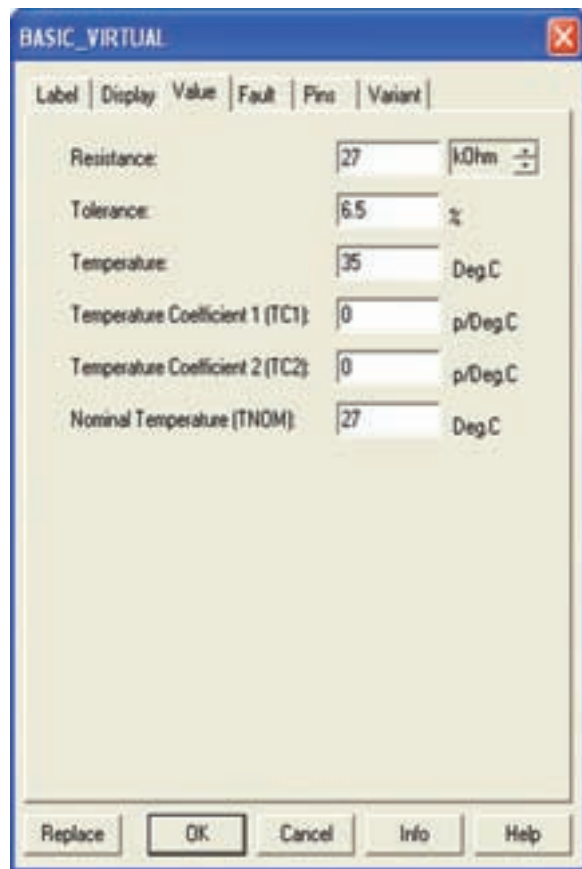
۲-۶-۲ روی گزینیه‌ی DC\_Power و سپس روی OK کلیک کنید.

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 گزینیه‌ی 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 گزینیه‌ی 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.

۲-۶-۱۰ کلید را به حالت  برید.

سوال ۱۰: آیا لامپ روشن می‌شود؟ شرح دهید.

---



---



---




---

۲-۶-۱۱ 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.

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

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

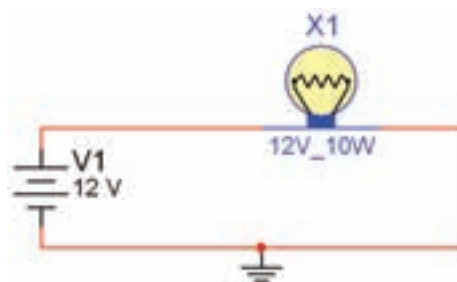
**نکته‌ی مهم:** هنگام بستن مدار توسط آزمایشگاه مجازی مدار متصل شده باید اتصال زمین داشته باشد.

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

۲-۶-۷ 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.

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

۲-۶-۹ 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.

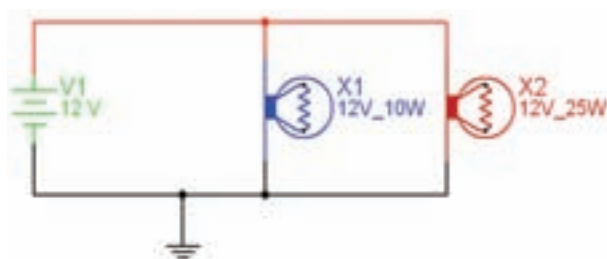
۲-۶-۱۸ برای چرخش قطعات در جهت‌های مختلف می‌توانید با کلیک راست کردن روی قطعه از دستورهای شکل ۲-۴۹ استفاده کنید.

Flip Horizontal	Alt+X	قرینه سازی در جهت محور افقی
Flip Vertical	Alt+Y	قرینه سازی در جهت محور قائم
90 Clockwise	Ctrl+R	چرخش ۹۰ درجه‌ای در جهت عقربه‌های ساعت و خلاف آن
90 CounterCW	Ctrl+Shift+R	

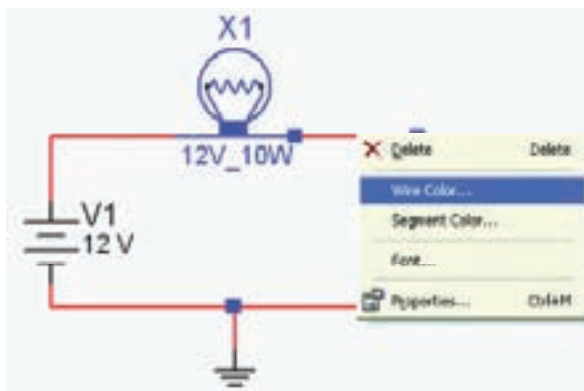
شکل ۲-۴۹ دستورات چرخش قطعات

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.

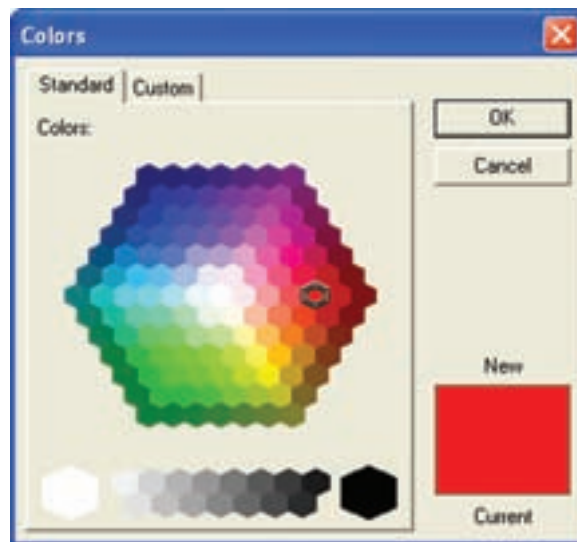


شکل ۲-۵۰ مدار تمرین ۱



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.

---



---



---

## ۲-۷-۲ آزمایش ۷: جستجوی قطعه از کتابخانه‌ی

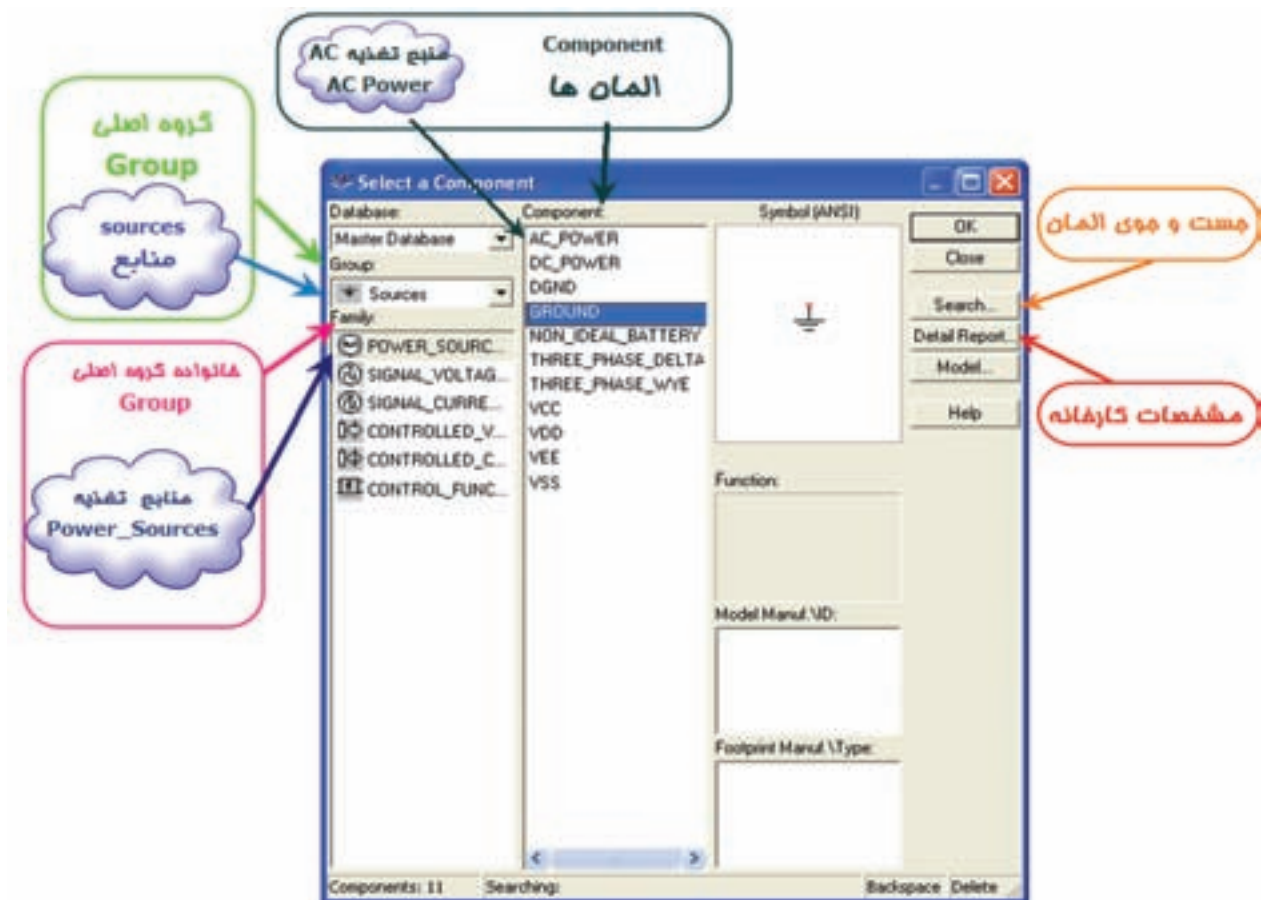
### قطعات

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. هم‌چنین طبقات بر اساس عناوین کتاب‌ها تفکیک شده است.

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

از وسایل مانند منابع تغذیه، دستگاه‌های اندازه‌گیری، 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 نرم‌افزار

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.

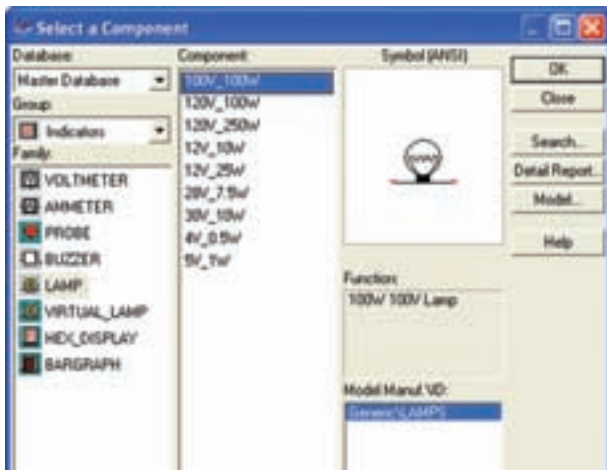
۲-۷-۴ المان‌ها (Components): المان‌ها زیر شاخه‌ای از خانواده‌ی گروه اصلی (Family) است که در این قسمت می‌توانید المان‌هایی که در کتابخانه‌ی نرم‌افزار وجود دارد را انتخاب و مورد استفاده قرار دهید. به طور

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

۲-۸-۱ ابتدا با نحوه‌ی قرار گرفتن آمپر متر در مدار آشنا می‌شویم.

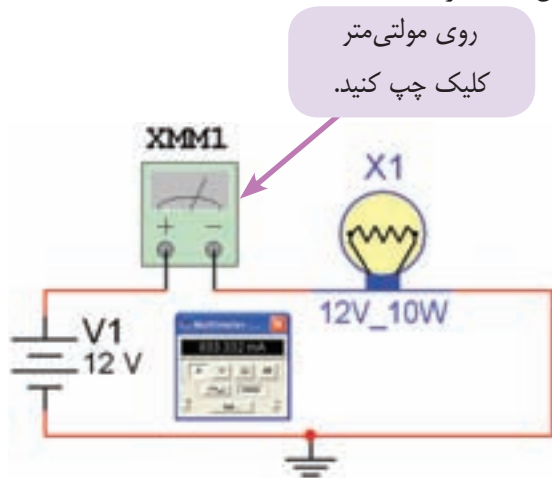
۲-۸-۲ با توجه به شکل ۲-۵۱ از منوی منابع تغذیه، باتری و نماد اتصال زمین را انتخاب کنید.

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



شکل ۲-۵۳ انتخاب لامپ از منوی نشان‌دهنده‌ها

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 گزینه‌ی 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 جو کنید و روی میز کار قرار دهید.

۲-۷-۸ در شکل ۲-۵۲ ابتدا می‌توانید کتابخانه‌ی المان (Group) و یا قفسه‌ی آن (Family) را مشخص کنید تا جست و جوی محدودتری داشته باشید.

۲-۷-۹ با انتخاب Detail Report برگه‌ی اطلاعاتی (Data Sheet) قطعه ظاهر می‌شود و می‌توانید مشخصات قطعه را ببینید.

تمرین ۲: مشخصات ترانزیستور BC۱۰۷ را، با توجه به برگه‌ی اطلاعاتی پیدا کنید و به پرسش‌های 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؟

---

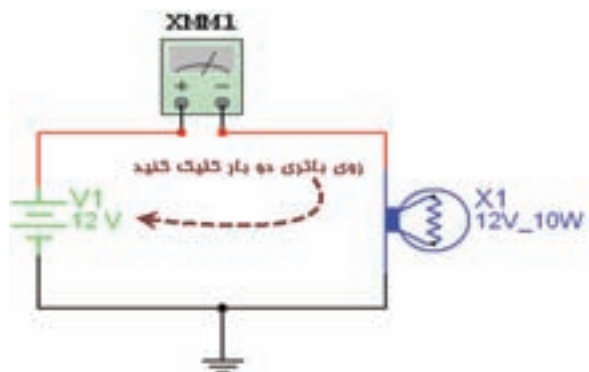


---



---

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.



آمپر متر را بر روی جریان الکتریکی DC تنظیم کنید.

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.

---



---



---

---

---

---

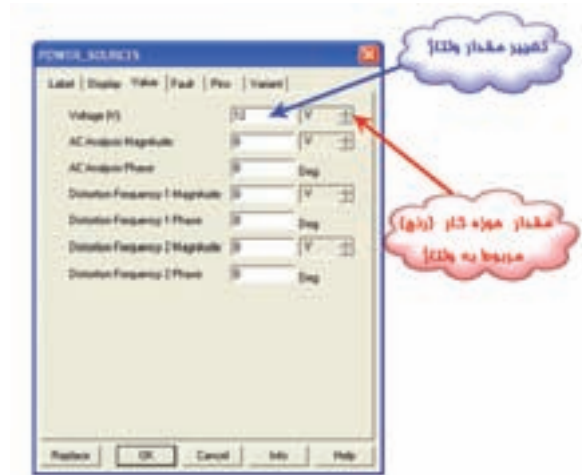
---

---

---

---

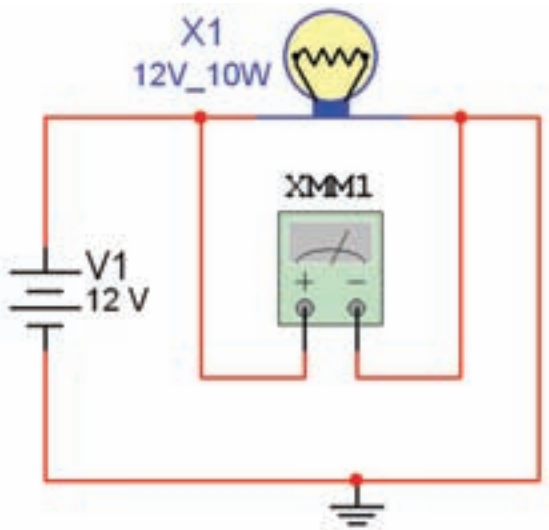
---



شکل ۵۶-۲-ب- نحوه‌ی تنظیم باتری

۲-۸-۱۰ مدار شکل ۵۷-۲ را ببندید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید. برای اندازه گیری ولتاژ کافی است که مولتی متر را روی  $V$  و DC (—) قرار دهید.

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 اندازه گیری شده مشاهده کنید.

شکل ۵۷-۲ مدار برای اندازه گیری ولتاژ

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

**توجه:** با دوبار کلیک کردن چپ روی مولتی متر XMM1، مولتی متر در نرم افزار باز می شود و مقدار ولتاژ را نشان می دهد.

---

---

---

---

---

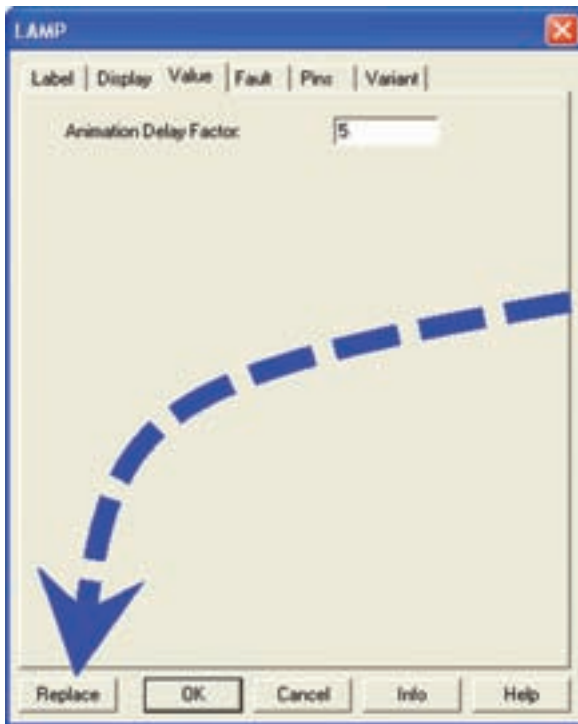
---

---

---

سوال ۱۴: در مدار فوق اگر به جای ولت متر ( $V$ )، آمپر متر ( $A$ ) انتخاب شود چه عددی روی مولتی متر نمایان می شود؟ چرا؟ توضیح دهید.

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




---

---

---

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

---

---

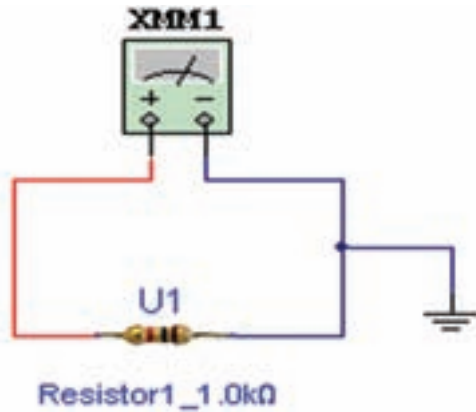
---

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



**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 ۲-۵۹ کتابخانه‌ی المان‌ها



شکل ۲-۶۲ مدار با قطعات سه بعدی

۲-۸-۱۶ با تنظیم مولتی متر روی  $\Omega$  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.

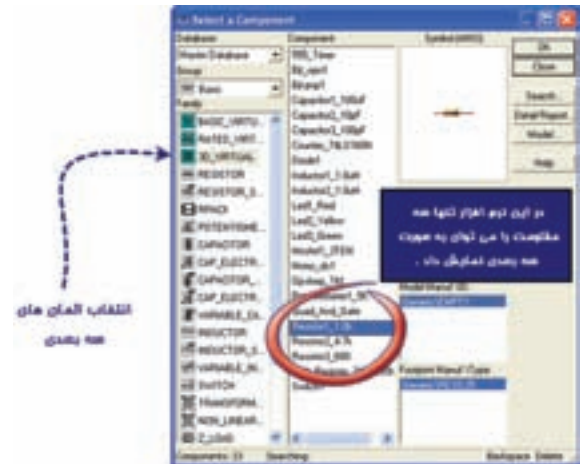
تمرین ۶: در مدار شکل ۲-۵۷ مشخصات لامپ را به ۵ ولت و یک وات و ولتاژ باتری را به ۵ ولت تغییر دهید و آزمایش را مجدداً تکرار کنید.

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.

را با مقدار خوانده شده توسط اهم‌تر مقایسه کنید. آیا اختلاف وجود دارد؟ چرا؟ علت را توضیح دهید.

---



---

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

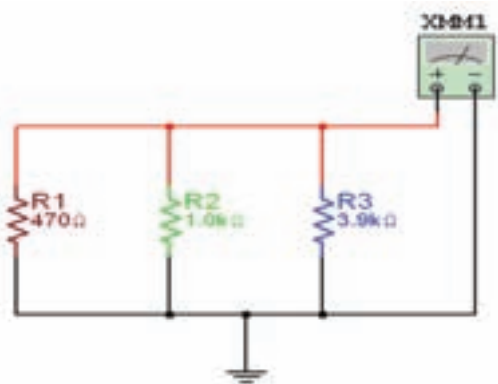
---



---

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

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



شکل ۲-۶۶ مدار مقاومت‌های موازی

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

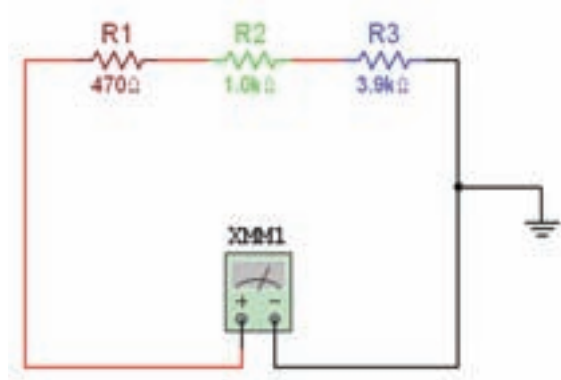
سوال ۱۸: مقدار مقاومت معادل را محاسبه کنید و با مقدار خوانده شده مقایسه کنید. آیا اختلاف وجود دارد؟ چرا؟ توضیح دهید.

۲-۸-۱۷ در منوی Basic/Resistor می‌توانید مقاومت را با استفاده از دو پارامتر اساسی "واحد مقاومت" و "تلورانس مقاومت" انتخاب کنید. طبق شکل ۲-۶۴ 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.



شکل ۲-۶۴ انتخاب مقاومت از منوی Basic

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



شکل ۲-۶۵ 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  $R_3$  را به یکدیگر وصل کنید. مقدار مقاومت معادل چه قدر است؟ چرا؟

---

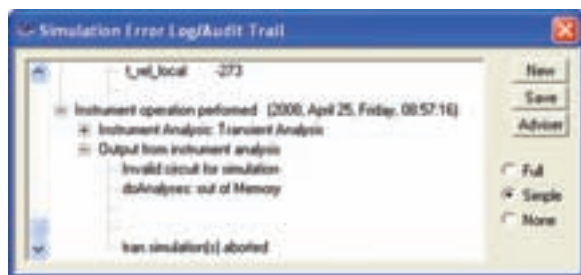


---



---

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.

---



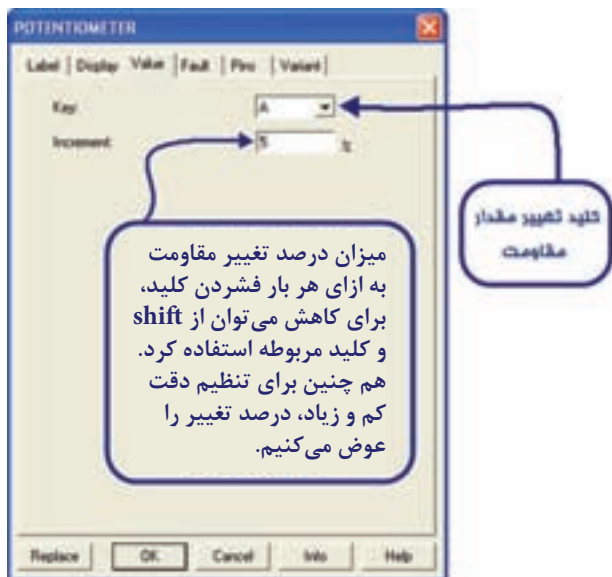
---



---

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) آمپر متر را انتخاب و به روی میز کار انتقال دهید (شکل ۲-۷۳).



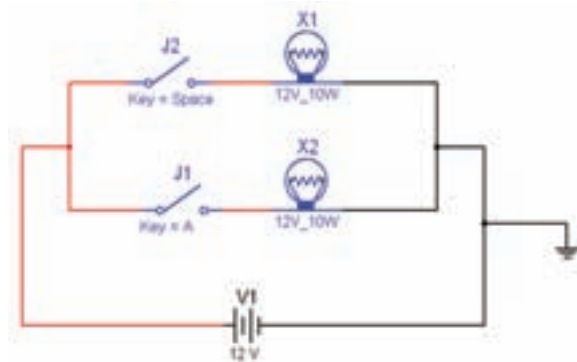
شکل ۲-۷۳ انتخاب آمپر متر و ولت متر از منوی نشان‌دهنده

۲-۹-۷ برای تعیین رنج آمپر متر 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.

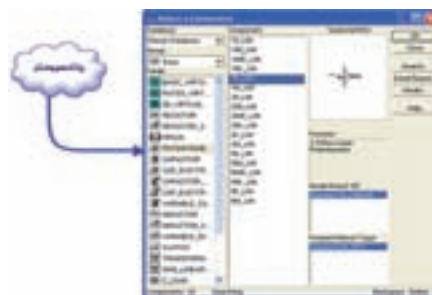
توجه داشته باشید که برای هر یک از کلیدها حرف مشخصه‌ی جداگانه‌ای تعیین کنید. (چرا؟)

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.

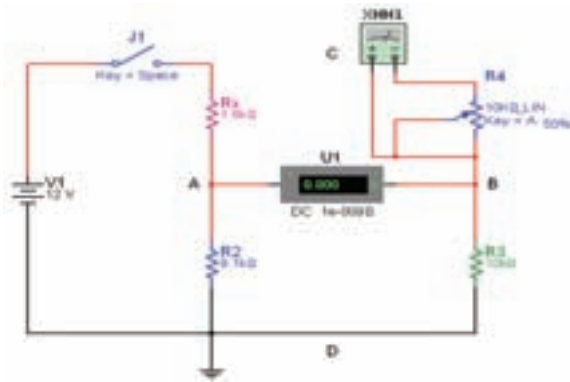
برای دقت بیشتر آمپرمتر، می‌توانید حساسیت درصد تغییرات پتانسیومتر را روی یک درصد (1%) تنظیم کنید تا آمپرمتر حدود صفر را نشان دهد.



شکل ۲-۷۴ صفحه‌ی تنظیمات تعیین رنج آمپرمتر

**سوال ۲۰:** با دو عدد ولت‌متر 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 وسیله‌ی اهم‌متر مقاومت پتانسیومتر را اندازه بگیرید.

**توجه:** در صورتی که مقاومت داخلی آمپرمتر تغییر کند مقدار کمیت اندازه‌گیری شده دقیق و در برخی از موارد صحیح نخواهد بود. لذا توصیه می‌شود در فرآیند اجرای آزمایش این مقاومت را تغییر ندهید. در حالت ایده آل مقاومت داخلی آمپرمتر، صفر در نظر گرفته می‌شود.

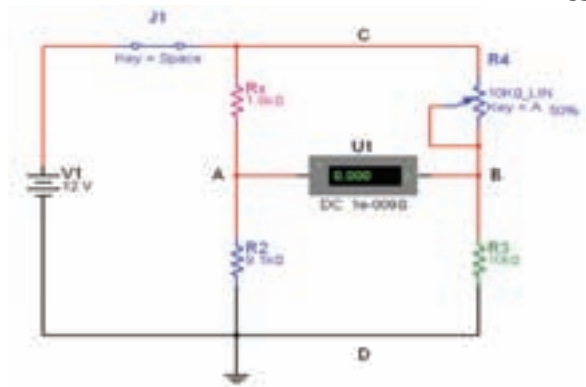


شکل ۲-۷۶ اندازه‌گیری مقاومت پتانسیومتر

$$R_f = \dots\dots \Omega$$

**۲-۹-۱۰** برای بالا بردن دقت اهم‌متر روی اهم‌متر دوبار کلیک چپ کنید. گزینه‌ی SET را **Set...** را انتخاب کنید. شکل ۲-۷۷ ظاهر می‌شود. در این شکل شما می‌توانید علاوه بر تغییر دقت اهم‌متر، دقت ولت‌متر و آمپرمتر را نیز تغییر دهید.

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



شکل ۲-۷۵ مدار پل وتستون

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



شکل ۲-۷۷ تنظیم دقت مولتی‌متر





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.

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

---

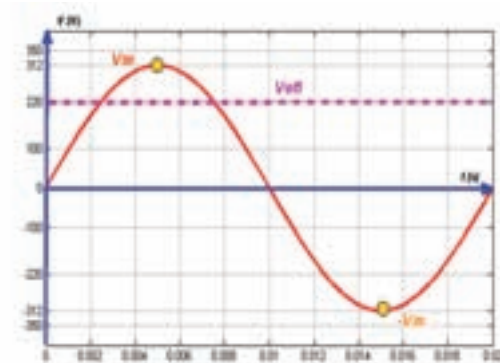


---

**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.

### 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

**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.

---



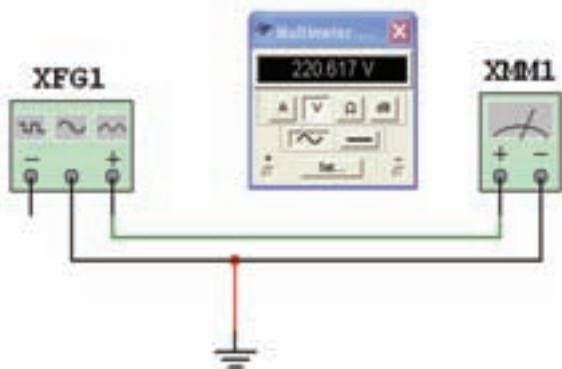
---

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

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.

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

۵-۱۰-۲ مولتی‌متر را به فانکشن ژنراتور 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 مرحله‌ی ۲ همین آزمایش نشان داده شده است؟ در صورت مغایر بودن مقادیر، توضیح دهید.

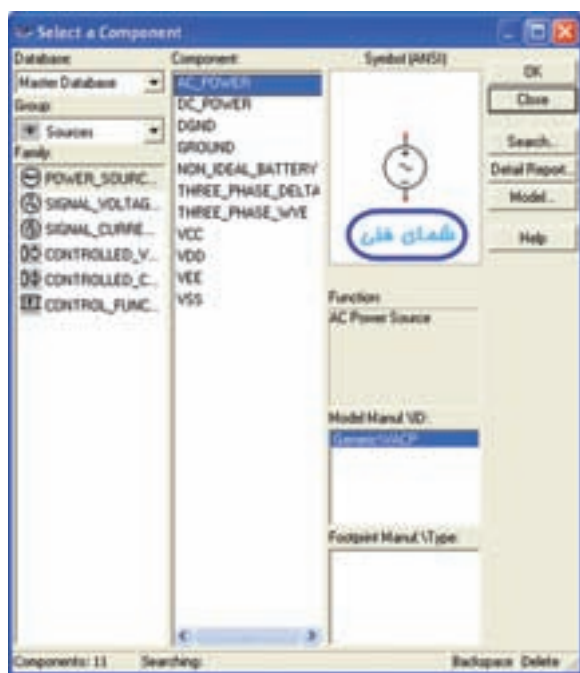


شکل ۸۲-۲ اندازه‌گیری ولتاژ موثر برق شهر

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.



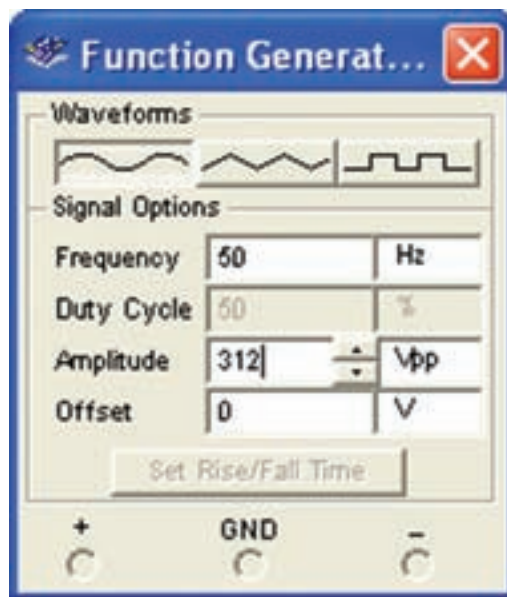
شکل ۸۳-۲ انتخاب منبع تغذیه‌ی AC

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 فانکشن ژنراتور و صفحه‌ی تنظیم آن

۴-۱۰-۲ فانکشن ژنراتور 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.



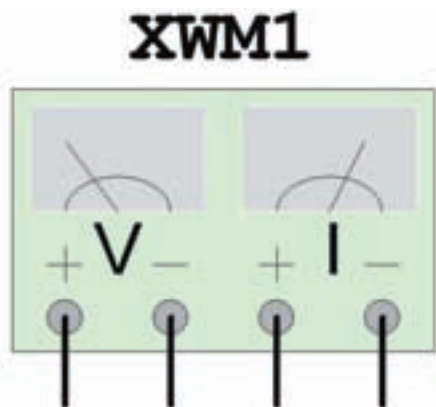
شکل ۸۱-۲ صفحه‌ی تنظیمات فانکشن ژنراتور

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

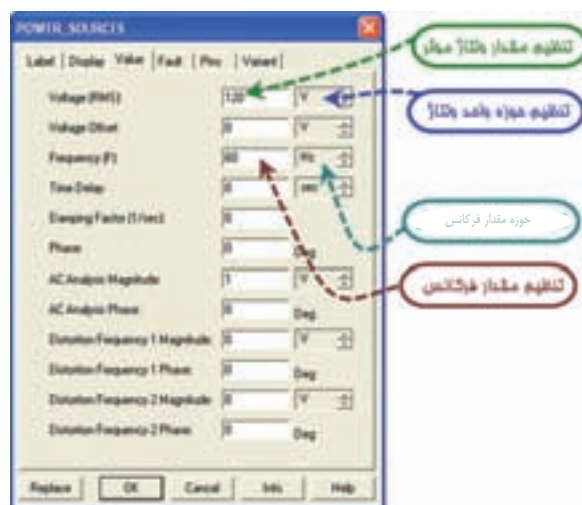
۲-۱۱-۵ مشخصات لامپ را روی "۲۲۰ ولت ۱۰۰ وات" تنظیم کنید. وات‌متر را از منوی ابزار انتخاب کنید و بر روی محیط کار انتقال دهید. مطابق شکل ۸۷-۲ بر روی دستگاه وات‌متر دو ترمینال برای جریان I قرار دارد که با مصرف‌کننده سری می‌شود، هم‌چنین دو ترمینال دیگر به نام V وجود دارد که با مصرف‌کننده موازی می‌شود و ولتاژ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



شکل ۸۷-۲ دستگاه وات‌متر در نرم‌افزار

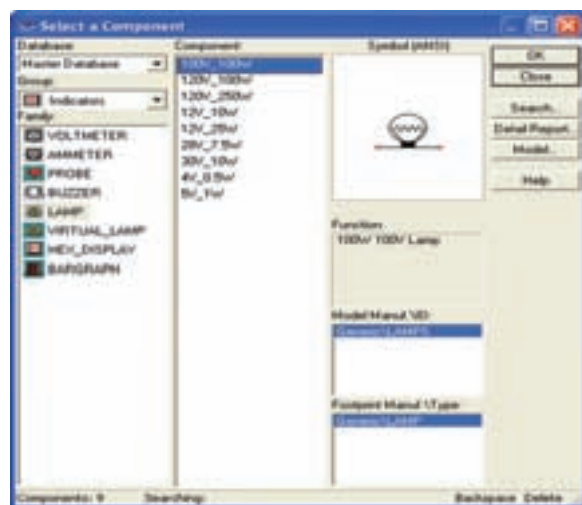
۲-۱۱-۶ مدار شکل ۸۸-۲ را ببندید. با دوبار کلیک چپ روی وات‌متر، توان مصرفی لامپ را بخوانید.

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

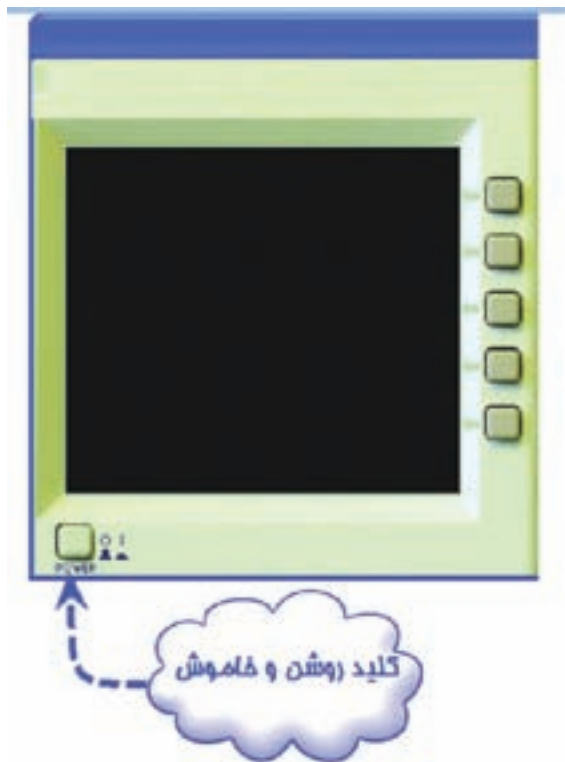
۲-۱۱-۳ منبع تغذیه را بر روی ولتاژ ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز قرار دهید. یک لامپ ۲۲۰ ولت، ۱۰۰ وات از منوی نشان‌دهنده انتخاب کنید. با توجه به شکل ۸۵-۲ مشاهده می‌کنید که چنین لامپی وجود ندارد.



شکل ۸۵-۲ مشخصات لامپ‌های موجود در منوی نشان‌دهنده‌ها

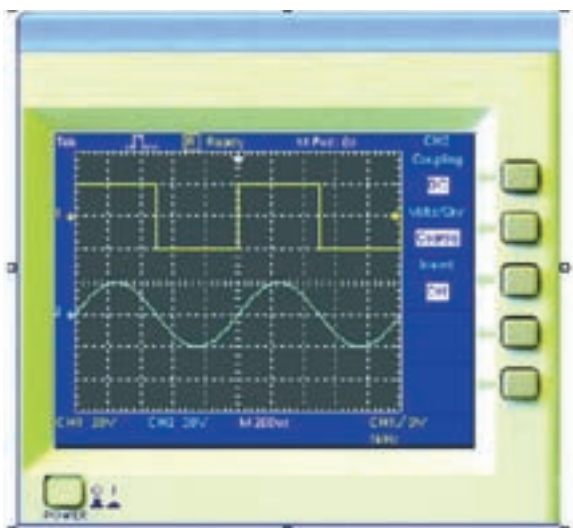
۲-۱۱-۴ برای بدست آوردن لامپ مذکور روی گزینه‌ی VIRTUAL LAMP کلیک کنید و یک لامپ را روی میز کار بیاورید. روی لامپ دوبار کلیک چپ کنید تا

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

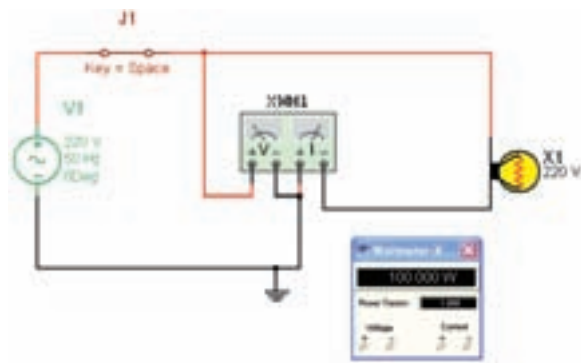


شکل ۲-۹۰ کلید روشن و خاموش دستگاه اسیلوسکوپ

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 به دست 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

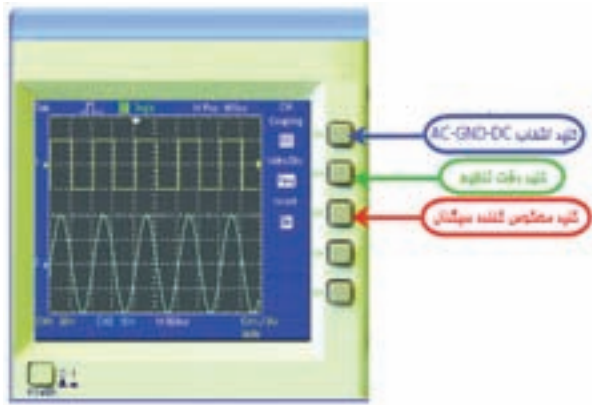
۲-۱۲-۱ قبل از شرح آزمایش، ابتدا کلیدهای پر کاربرد بر روی پانل اسیلوسکوپ سه بعدی موجود در نرم‌افزار توضیح داده می‌شود. سپس به شرح آزمایش برای اسیلوسکوپ می‌پردازیم. شکل ۲-۸۹ دستگاه اسیلوسکوپ سه بعدی را نشان می‌دهد.



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 صفحه‌ی نمایش

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



شکل ۲-۹۶ کلیدهای تغییر موقعیت عمودی و افقی

۲-۱۲-۹ مدار شکل ۲-۹۷ را ببینید. 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 کلید Time/Div را در شکل ۲-۹۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۹۳ کلیدهای انتخاب Volt/Div و کلید 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 صفحه‌ی 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

---



---



---

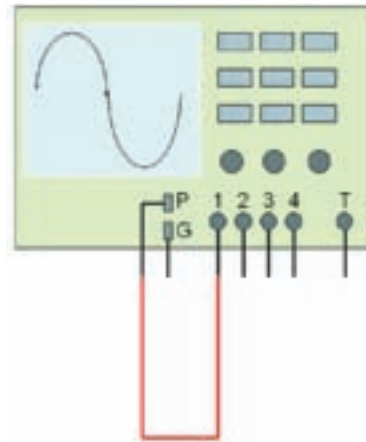


---



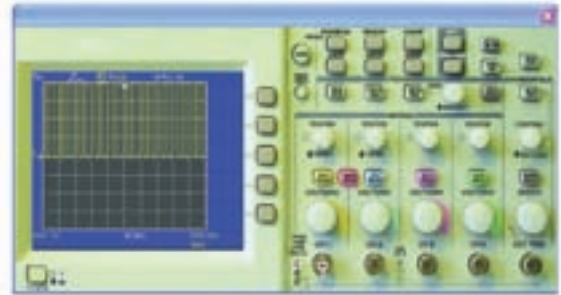
---

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 دل خواه تنظیم کنید. شکل ۲-۱۰۲ این کلید را نشان می‌دهد. برای



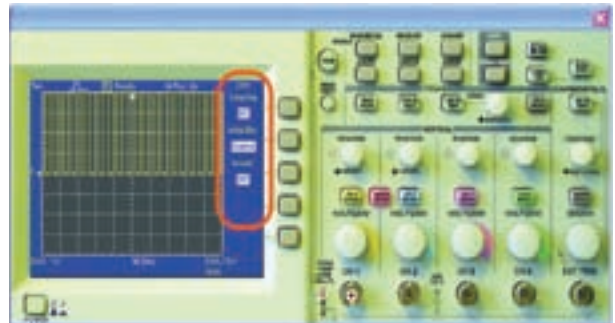
شکل ۲-۹۷ مدار تست پراب

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).

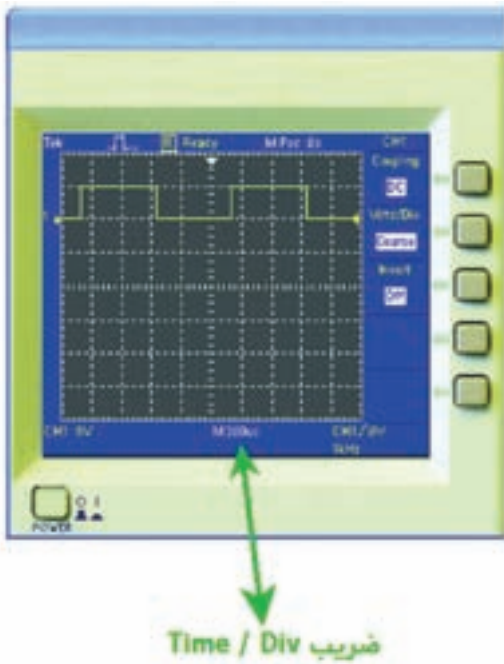
تنظیم پراب کلید را در حالت DC قرار دهید.



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 ضرب 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.

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.

$$\text{ضرب تقسیم زمان} \times \text{تعداد خانه‌های یک سیکل} = \text{زمان تناوب (T)}$$



شکل ۲-۱۰۳ اندازه‌گیری ولتاژ پیک تا پیک

---

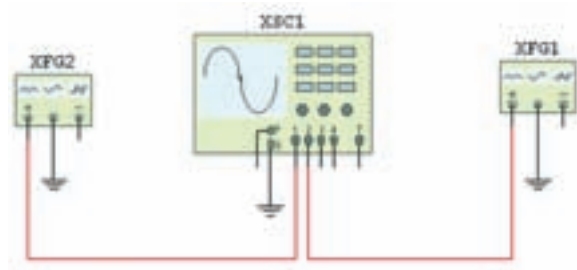
---

---

---

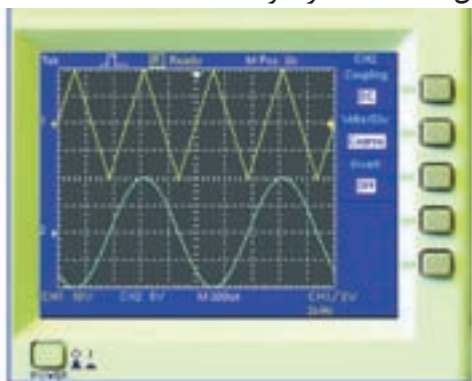
---

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.

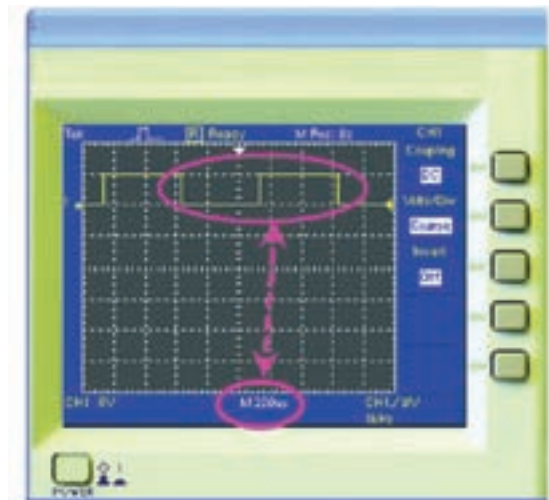


شکل ۲-۱۰۷ مشاهده‌ی شکل موج فانکشن ژنراتور

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

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

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

مربعی را محاسبه کنید.

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

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

---



---



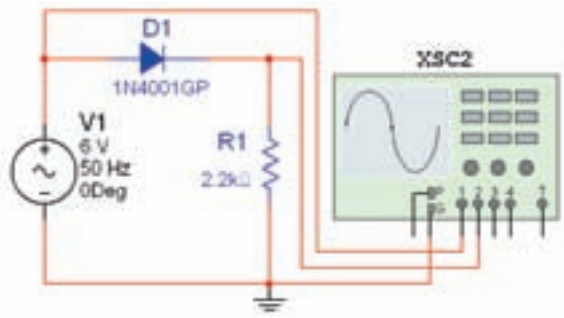
---

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 مثلثی با دامنه‌ی ۲۰ ولت پیک تا پیک و فرکانس ۲



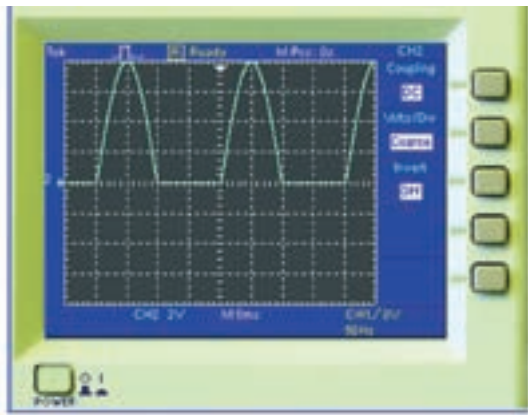


شکل ۲-۱۱۱ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ متوسط

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

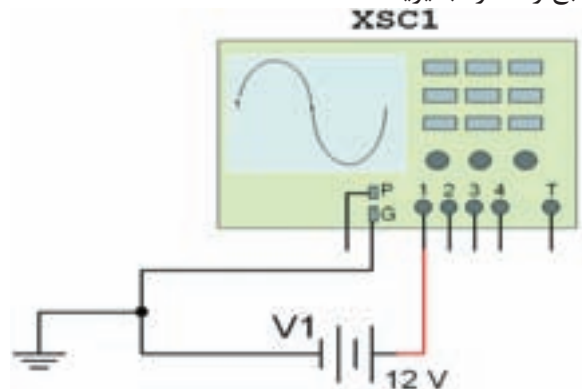
×

حوزه‌ی کار  
کلید (رنج)

=

مقدار  
متوسط ولتاژ  
(DC)

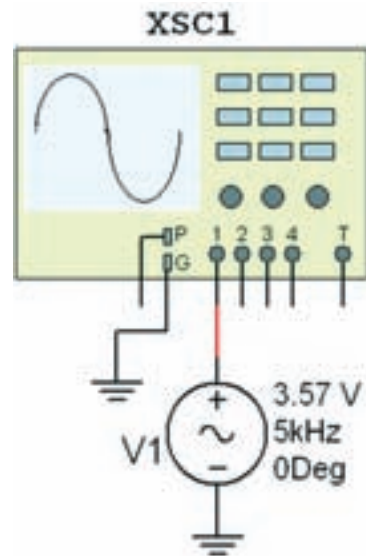
۲-۱۳-۴ مدار شکل ۲-۱۰۹ را ببندید. ولتاژ DC منبع را اندازه بگیرید.



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.



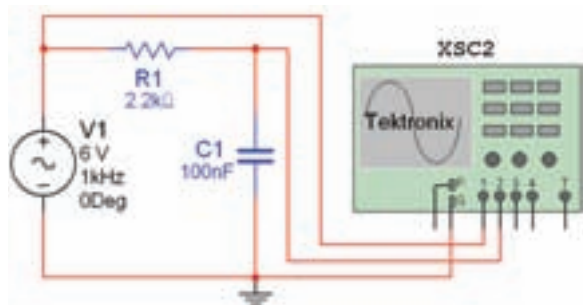
شکل ۲-۱۱۰ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ AC

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

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

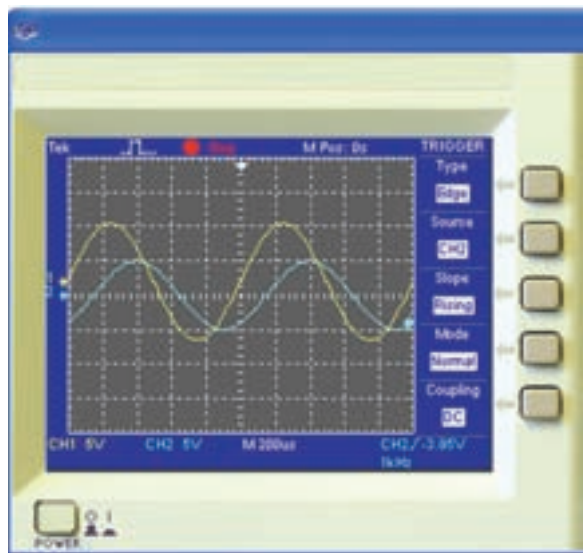
۲-۱۳-۶ مدار شکل ۲-۱۱۱ را ببندید. شکل موج ورودی و خروجی را به طور هم‌زمان مشاهده کنید.

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



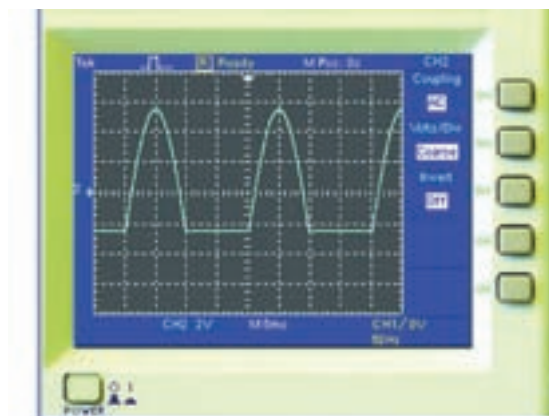
شکل ۲-۱۱۶ مدار برای اندازه‌گیری اختلاف فاز

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



شکل ۲-۱۱۷ اندازه‌گیری اختلاف فاز

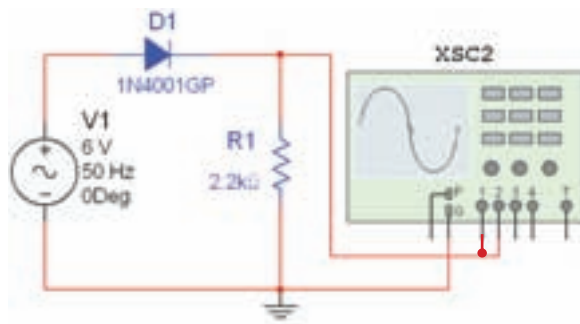
۲-۱۳-۱۴ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود، پس از کلیک روی کلید Display format کلید را انتخاب کنید تا عبارت XY مقابل آن ظاهر شود. با تغییر حالت این کلیدها، در شکل ۲-۱۱۸ منحنی XY مثال قبل قابل مشاهده است.



شکل ۲-۱۱۳ جابه‌جایی سیگنال در حالت AC

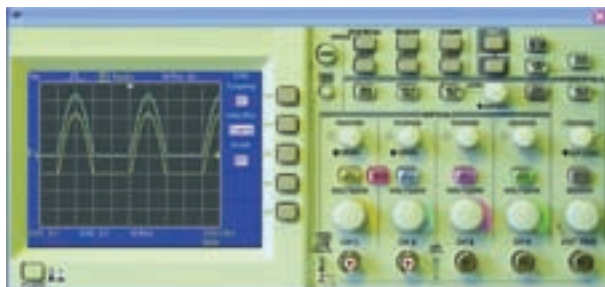
$$V_{DC} = \dots\dots V$$

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.

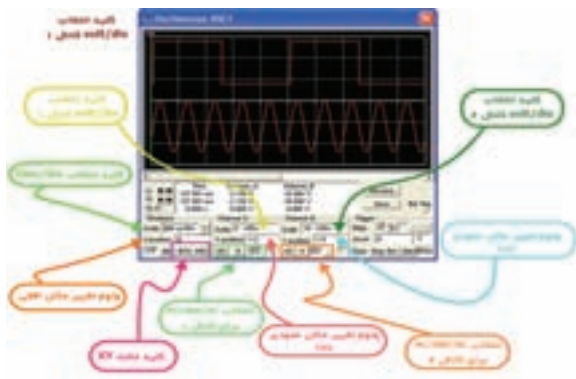


شکل ۲-۱۱۴ مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ متوسط

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



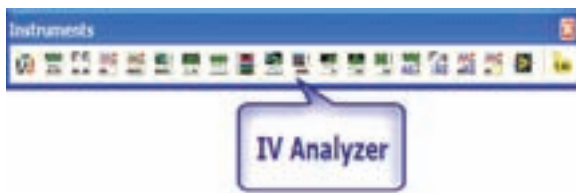
شکل ۲-۱۱۵ شکل موج خروجی



شکل ۲-۱۲۰-ب- مشخصات دستگاه اسیلوسکوپ دو کانال

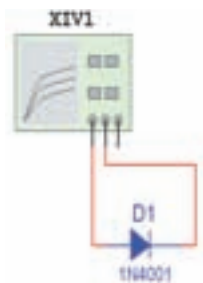
### ۲-۱۴ آزمایش ۱۴: دستگاه کروتریسر

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.

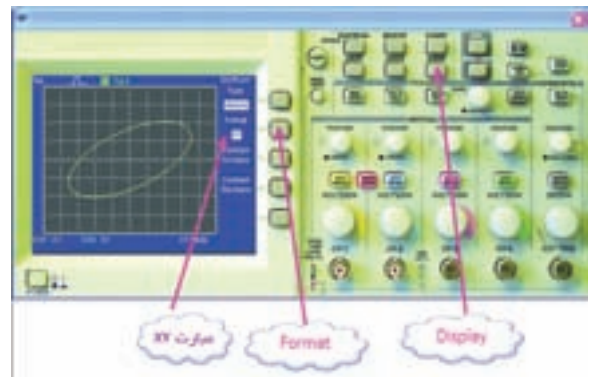


شکل ۲-۱۲۱ موقعیت دستگاه کروتریسر روی نوار ابزار

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.

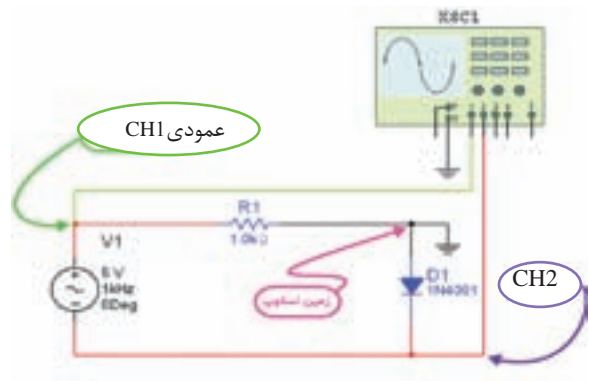


شکل ۲-۱۲۲ اتصال دیود به دستگاه کروتریسر



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 مشخصه دیود

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

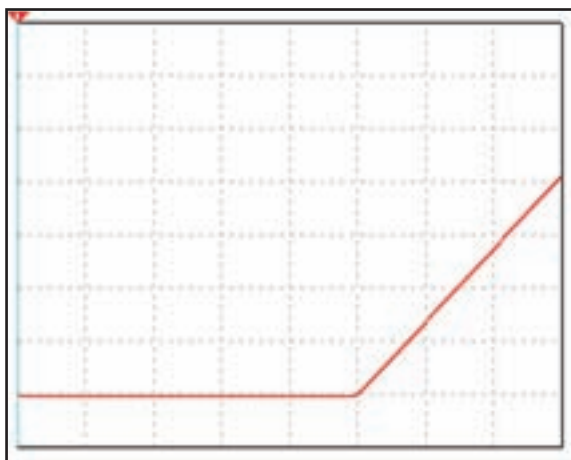
$$I = \dots\dots\dots mA$$

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.



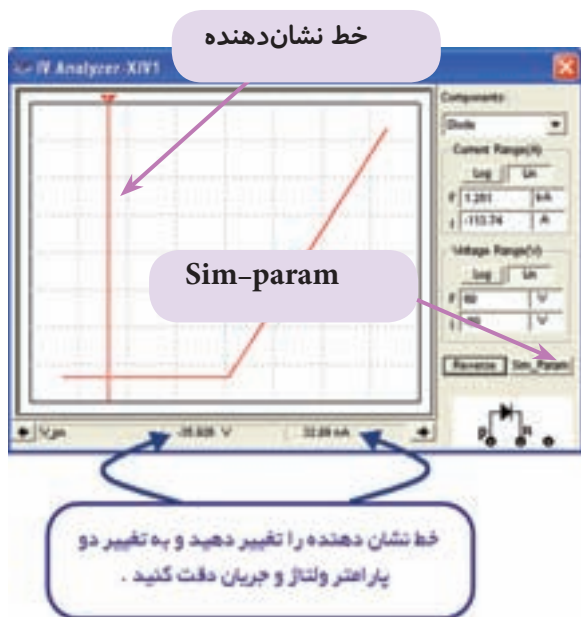
شکل ۲-۱۲۰-الف- موقعیت دستگاه اسیلوسکوپ در نوار ابزار

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



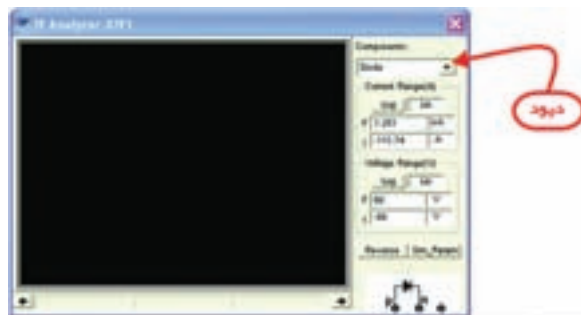
شکل ۲-۱۲۶ تصویر تغییر یافته‌ی شکل ۲-۱۲۵

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 نشان‌دهنده را مشاهده می‌کنید.



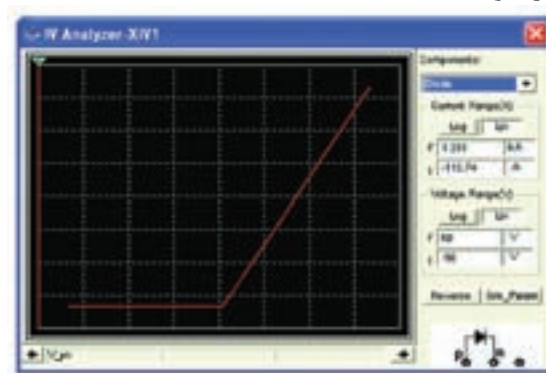
شکل ۲-۱۲۷ مشاهده‌ی مقادیر ولتاژ و جریان در دستگاه کروتریس

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



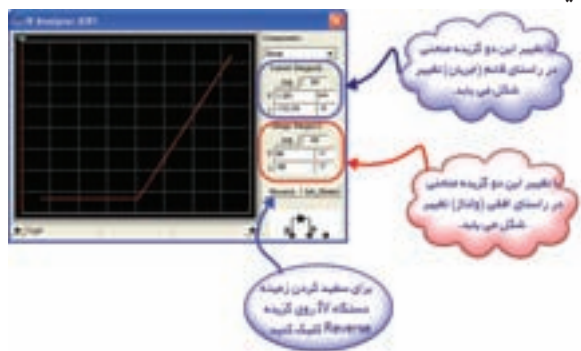
شکل ۲-۱۲۳ انتخاب قسمت دیود در دستگاه کروتریس

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



شکل ۲-۱۲۴ نمایش منحنی مشخصه‌ی دیود

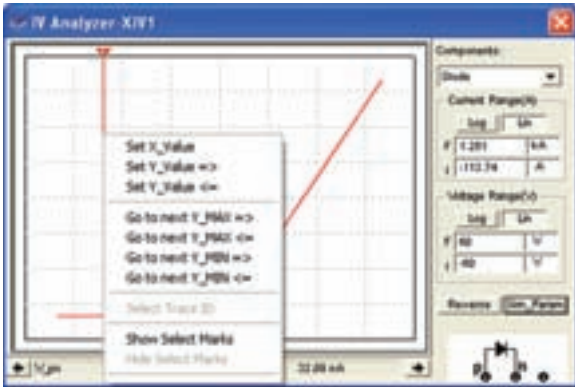
۲-۱۴-۵ روی گزینه‌ی Reverse کلیک کنید و پارامترهای Current Range و Voltage Range را با توجه به شکل ۲-۱۲۵ تغییر دهید و تغییرات را مشاهده کنید.



شکل ۲-۱۲۵ تنظیمات دستگاه کروتریس

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

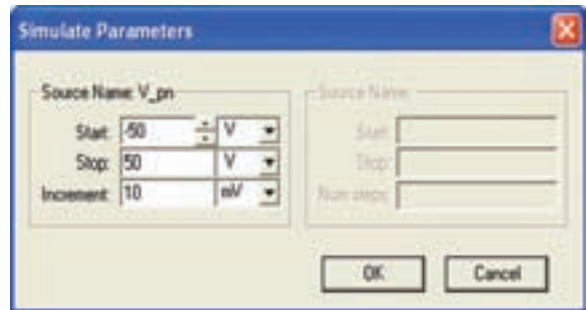
سوال ۲۵: ولتاژ شکست را پیدا کنید. دیدود سیلیکونی است یا ژرمانیومی؟



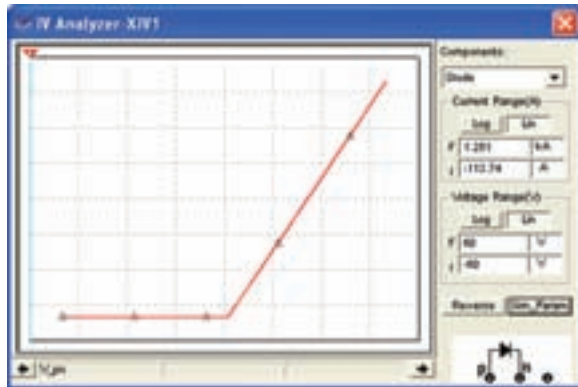
شکل ۲-۱۲۹-ب- صفحه‌ی تنظیمات دستگاه کروتریسر

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

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



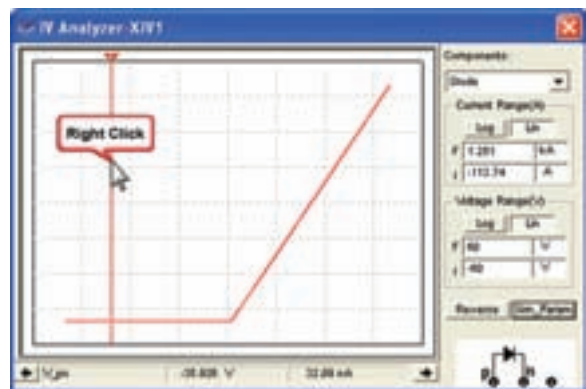
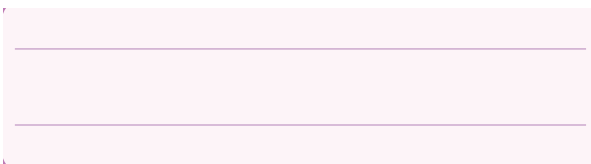
شکل ۲-۱۲۸ مشخص کردن نقطه‌ی ابتدایی و انتهایی منحنی



شکل ۲-۱۳۰ مشخص شدن نقاط بر روی منحنی

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

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.



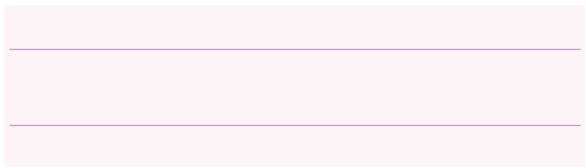
شکل ۲-۱۲۹ الف

۲-۱۴-۱۲ نرم‌افزار را غیر فعال کنید. روی دیدود دو بار کلیک کنید و گزینه‌ی Replace را انتخاب کنید. ترانزیستور BC107 را انتخاب کنید. مدار شکل ۲-۱۳۱ را ببندید.



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 BC177 که ترانزیستوری PNP است، را انتخاب کنید و سپس به دستگاه تحلیل گر ولت-آمپر متصل کنید جریان کلکتور و ولتاژ "کلکتور امیتر" را به ازای جریان بیس ۲ میلی‌آمپر به دست آورید.

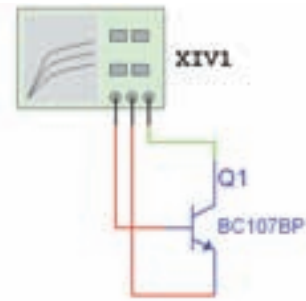
### ۲-۱۵ آزمایش ۱۵: مولتی متر دیجیتالی

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



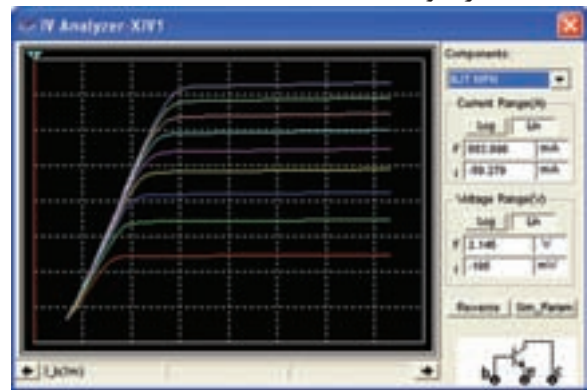
شکل ۱۳۴-۲ موقعیت مولتی متر دیجیتالی در نوار ابزار

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



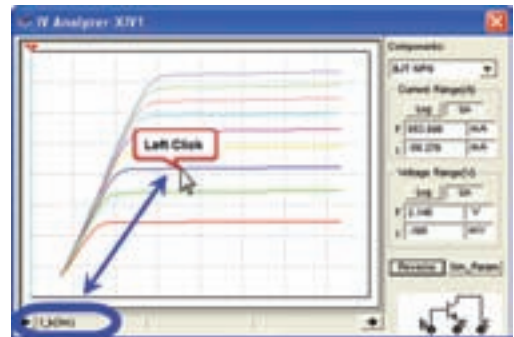
شکل ۱۳۱-۲ اتصال ترانزیستور به دستگاه کروتریسر

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



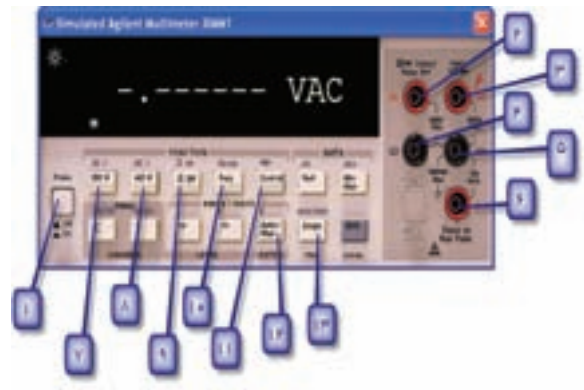
شکل ۱۳۲-۲ نمایش منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

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 کم تر 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).

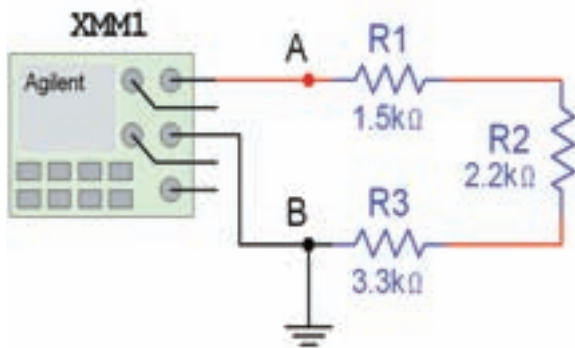
۱۲) کلید انتخاب حوزه ی کار سیستم، اتوماتیک یا به صورت دستی (در صورت انتخاب دستی برابر تغییر رنج از دکمه های کناری level استفاده کنید).

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.

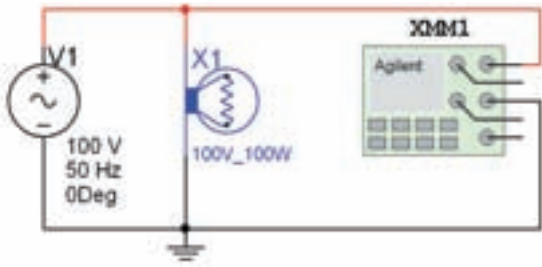
۲-۱۵-۴ مدار شکل ۱۳۶-۲ را با استفاده از نرم افزار مولتی سیم ببندید و با استفاده از مولتی متر دیجیتالی مقدار مقاومت اهمی دو نقطه ی A و B را اندازه بگیرید.



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

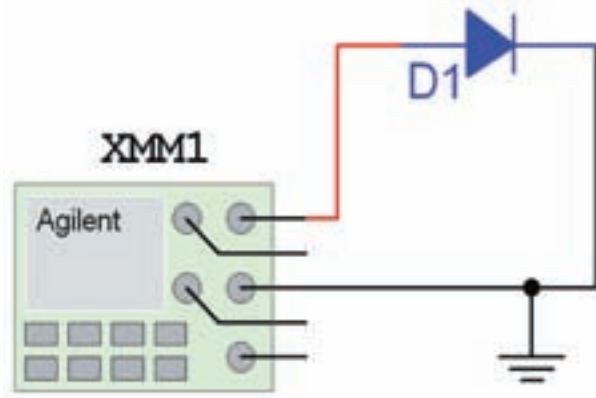
$$R_{AB} = \dots\dots\dots \Omega$$

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.



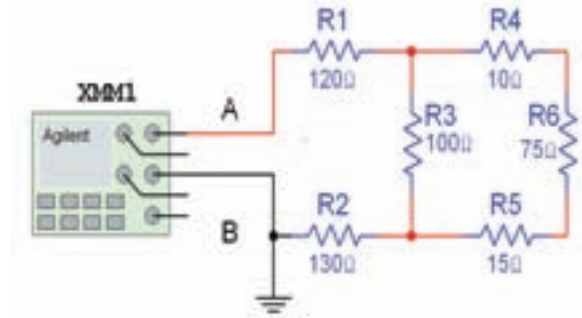
شکل ۱۳۹-۲ اندازه‌گیری ولتاژ و جریان لامپ

**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

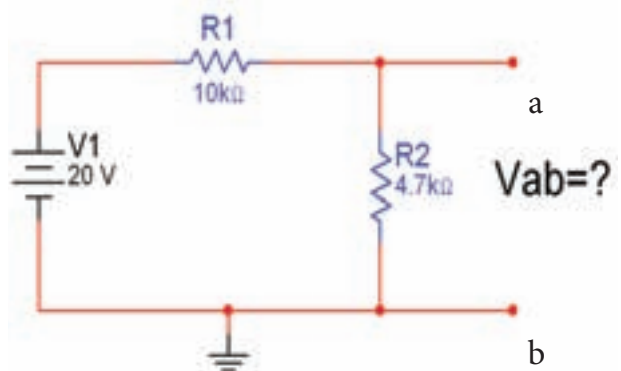
**تمرین ۲۰:** فانکشن ژنراتور موجود در آزمایشگاه مجازی را روی شکل موج سینوسی، با دامنه‌ی ۲۰ ولت و فرکانس ۱۰۰ کیلو هرتز تنظیم کنید. با مولتی‌متر دیجیتالی فرکانس و دامنه‌ی AC سیگنال خروجی فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید.



شکل ۱۳۷-۲ اندازه‌گیری مقدار مقاومت اهمی توسط مولتی‌متر دیجیتالی

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

**۲-۱۵-۶** 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 مقاومت های  
اهمی
- ۴- اتصال مقاومت های اهمی  
به صورت موازی
- ۵- اتصال پیل ها
- ۶- جریان متناوب
- ۷- بویین (سلف)
- ۸- خازن در جریان مستقیم
- ۹- خازن در جریان متناوب



# فصل اول

## قانون اهم

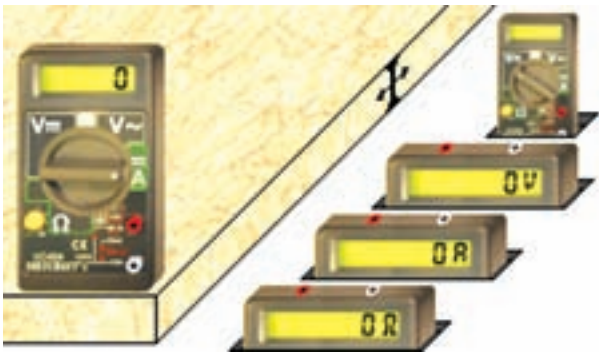
(مطابق فصل هشتم کتاب مبانی برق)

**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.
- 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 نرم افزار محاسبه کند.
- ۴- نحوه ای 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.



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.

---



---

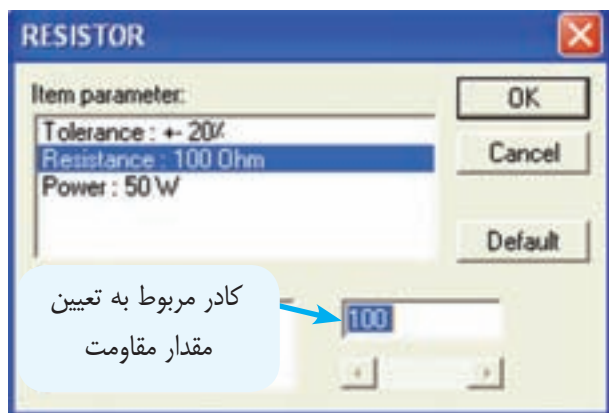


---



---

**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 Resistance: 100Ω را انتخاب کنید سپس در منوی Status اندازه‌ی مقاومت را به مقدار دل‌خواه تغییر دهید.



شکل ۵-۱ 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.



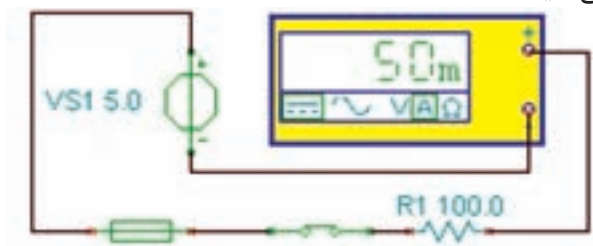
شکل ۲-۱ آوردن قطعات مورد نیاز روی میز کار

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

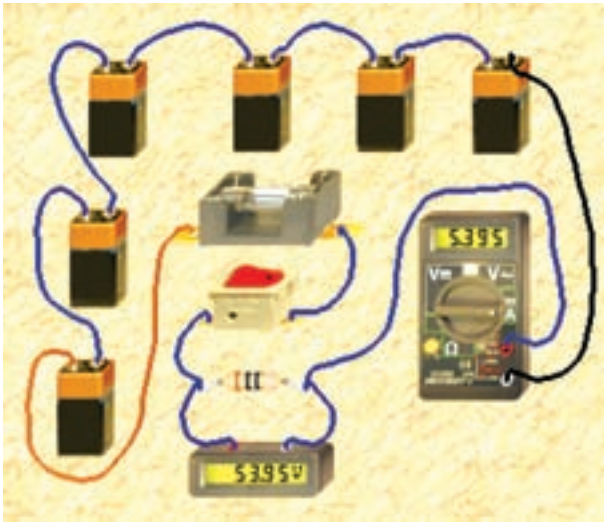


شکل ۳-۱ اندازه‌گیری جریان در یک مدار ساده با استفاده از قانون اهم

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

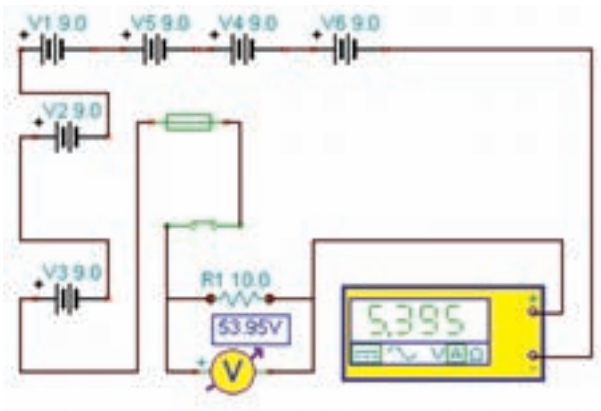


شکل ۴-۱ نقشه‌ی فنی مدار قانون اهم



شکل ۷-۱ بررسی توان مجاز مقاومت

۱-۱-۱۳ 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.

۱-۱-۱۰ 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

۱-۱-۱۱ 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.

---



---



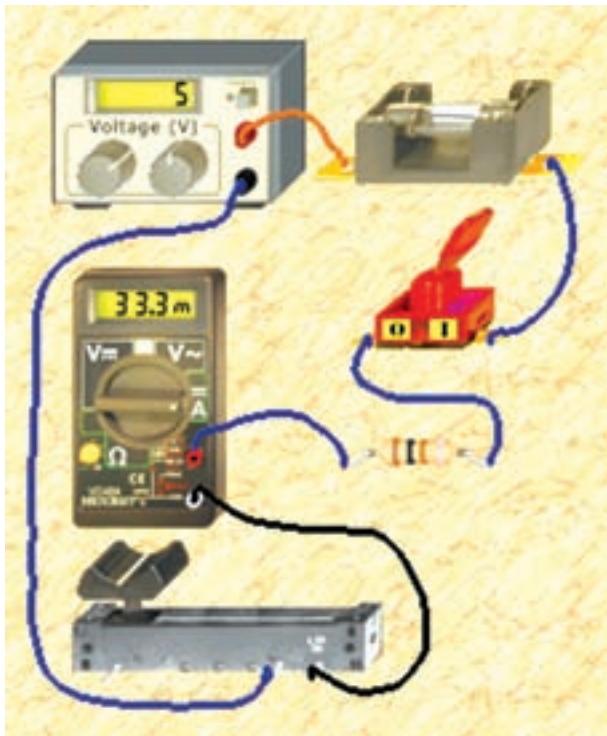
---

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

**نکته:** در نرم‌افزار ادیسون، ولتاژ منبع تغذیه‌ی الکتریکی حداکثر می‌تواند ۱۲ ولت باشد، بنا بر این 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؟

$$R = \dots \dots \dots \Omega$$

۱-۱-۱۴ مدار را راه‌اندازی 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 راه‌اندازی 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 کم‌تر از توان تلف شده در آن است، مقاومت موجود در نرم‌افزار 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.

---



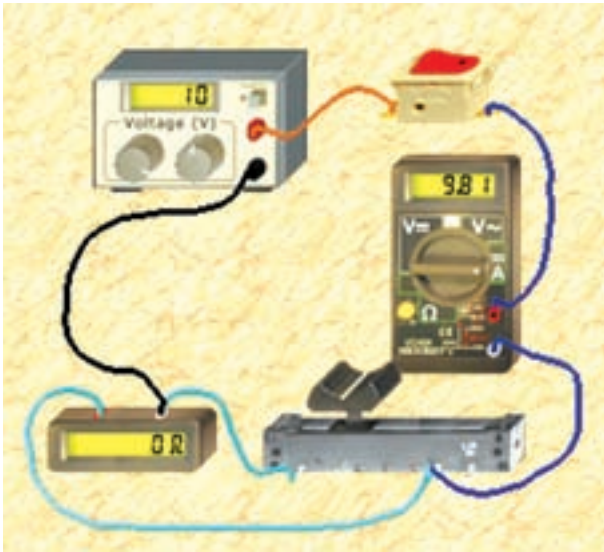
---

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:** آیامی توانید مقدار مقاومت رئوستا را در مدار شکل ۱-۱۲ اندازه بگیرید؟ 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 اندازه گیری 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.

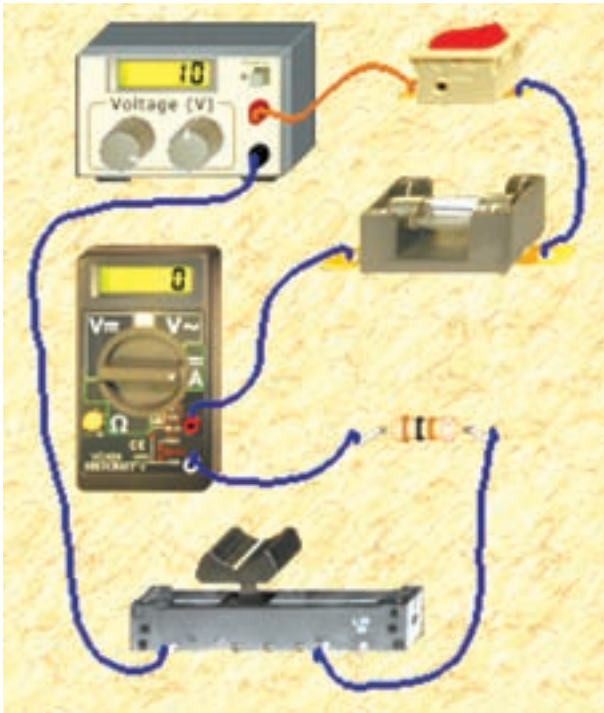
---



---



---

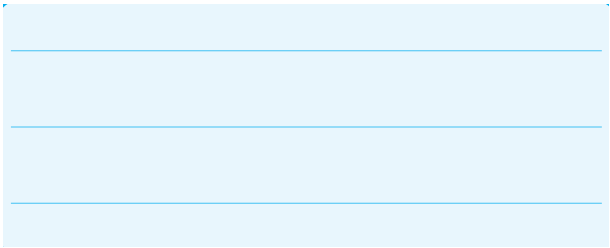


شکل ۱۵-۱ رعایت سه نکته‌ی ایمنی مهم در مداري که در آن پتانسیومتر قرار دارد

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 ۲/۵ 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 پیچ‌گوشتی ظاهر شود. روی آن کلیک کنید سپس پیچ‌گوشتی را روی قطعه‌ی معیوب ببرید و کلیک کنید قطعه تعمیر می‌شود. با راست کلیک پیچ‌گوشتی 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 آتش‌سوزی 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 نرم‌افزار 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.

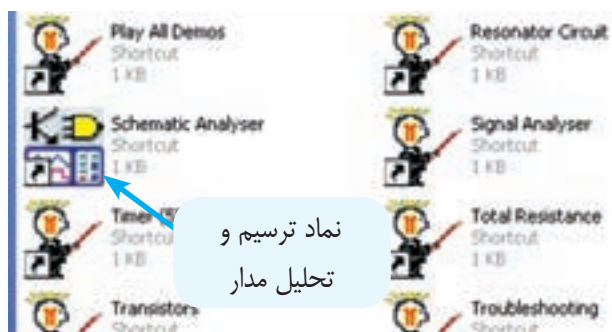


شکل ۱-۱۸ باز کردن نماد پوشه‌ی Edison 4

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 نرم‌افزار 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.

---

---

---

---

---

---

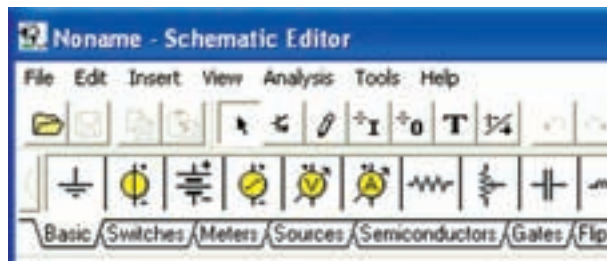
---

---

---

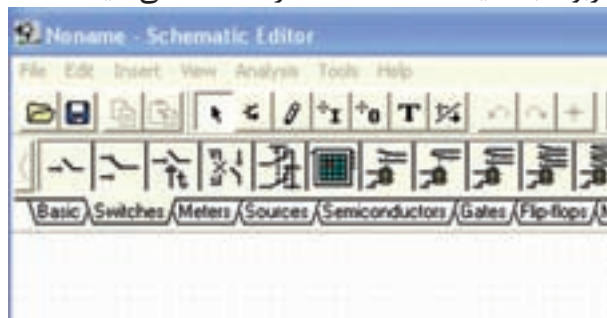
---

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 ۱-۱۸ 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)

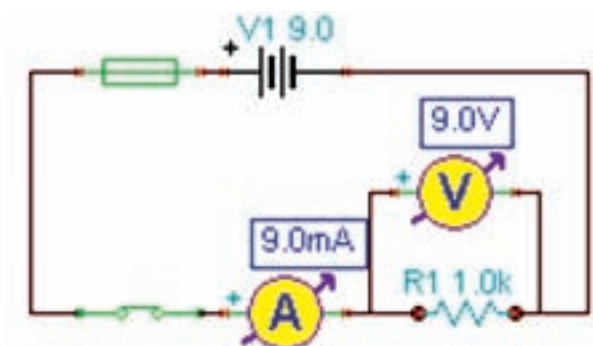
هدف کلی: بررسی عملی توان الکتریکی با استفاده از نرم افزار ادیسون

هدف‌های 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 روش‌های مختلف از طریق اندازه گیری محاسبه کند.



شکل ۲-۱-۲ ب نقشه‌ی فنی مدار محاسبه‌ی توان

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

سوال ۱: آیا می‌توانید 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 ۲-۱-۲ اجرا کنید و توضیح دهید.

### ۲-۱-۲ آزمایش ۱: توان الکتریکی در مقاومت‌ها

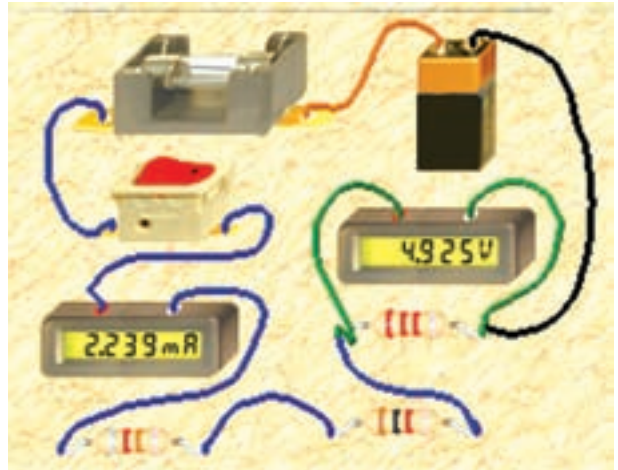
۲-۱-۱- توان الکتریکی عبارت از مقدار کار انجام شده در واحد زمان است که آن را بر حسب وات اندازه می‌گیرند.

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

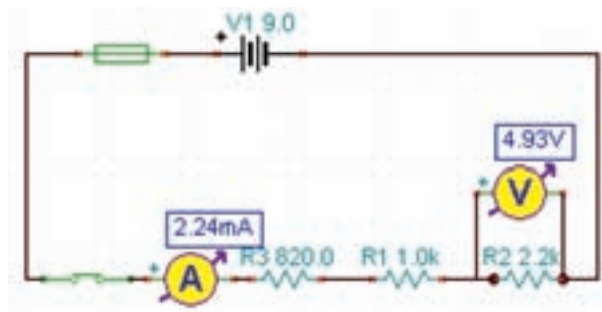


شکل ۲-۱-۲ الف مدار عملی محاسبه‌ی توان

۲-۱-۳ در نرم افزار ادیسون دستگاه وات 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.

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

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



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.

---



---

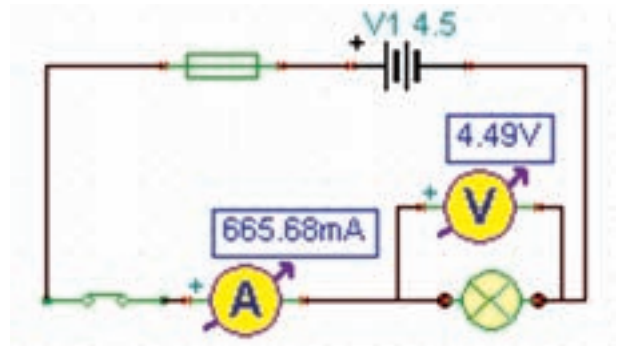


---

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

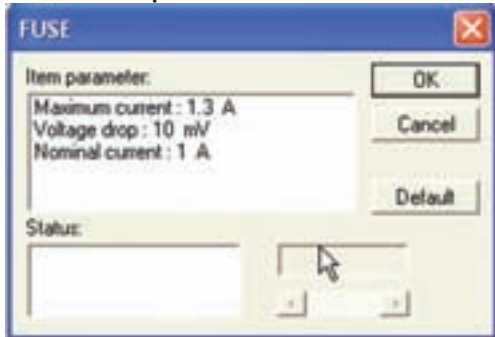
$$P_{(Lamp)} = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

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.

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.



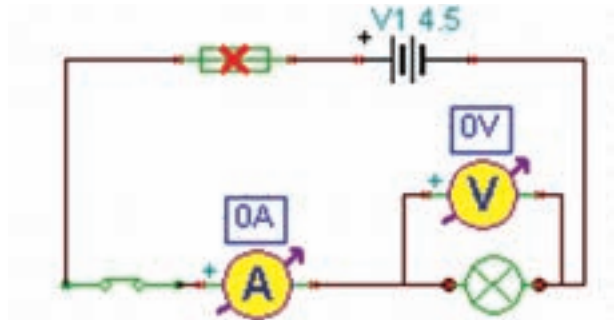
الف- مشخصات لامپ



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



الف- مدار عملی



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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

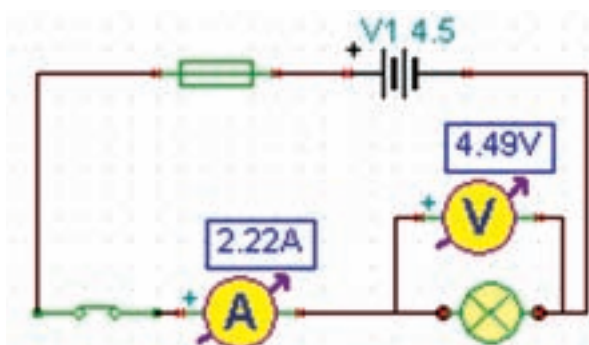
۲-۱-۸ مشخصات فیوز را به مقدار مناسب تغییر دهید و پس از تعمیر فیوز با استفاده از گزینه‌ی Repair کلید را روشن کنید باید طبق شکل ۲-۷ لامپ روشن شود و جریان عبوری از مدار حدود  $2/2A$  باشد.

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.

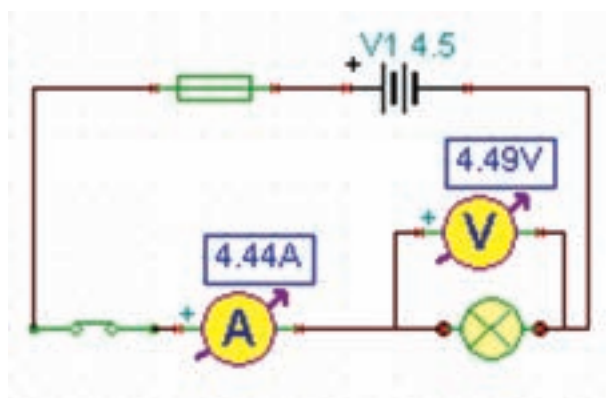
۲-۱-۱۰ مدار شکل ۲-۹ را ببندید. در این مدار توان لامپ را به ۲۰ وات تغییر دهید. توجه داشته باشید که باید مشخصات فیوز را نیز متناسب با توان لامپ اصلاح کنید.



الف - مدار عملی



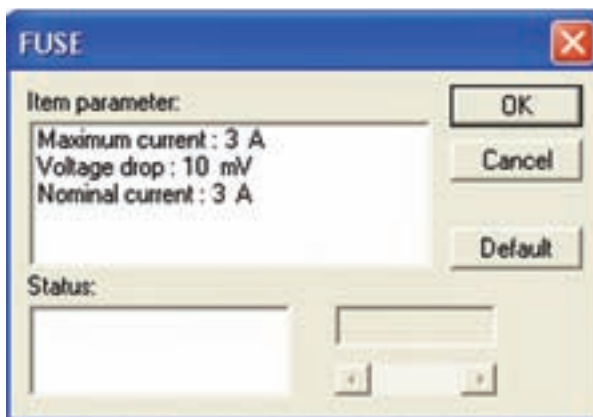
ب- نقشه‌ی فنی  
شکل ۲-۷ مدار اصلاح شده



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.

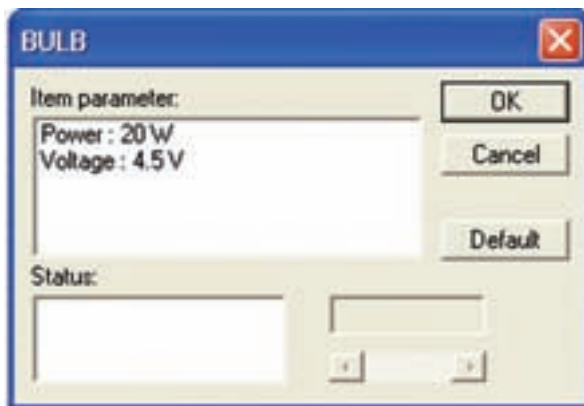


شکل ۲-۸ مشخصات فیوز برای لامپ ۱۰ W با ولتاژ ۴/۵V

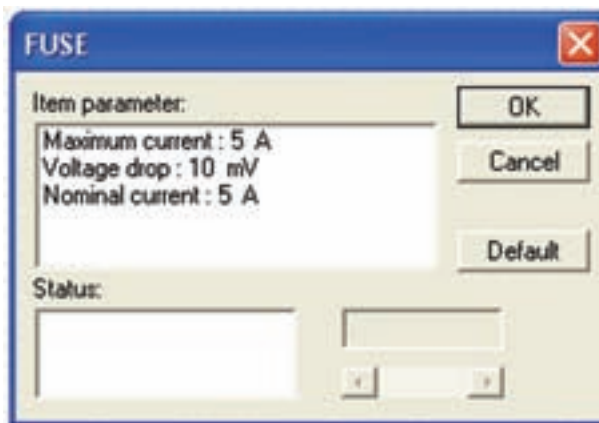
**توجه:** در قسمت مشخصات لامپ ولتاژ آن را بر روی ۴/۵ ولت تنظیم کنید.

**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.

Blank lined area for student report.



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 نرم‌افزار مولتی‌سیم نیز انجام دهید و نتایج را با آزمایش‌های این فصل مقایسه کنید و بطور خلاصه در چند سطر بنویسید.

Blank lined area for student report.



## 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

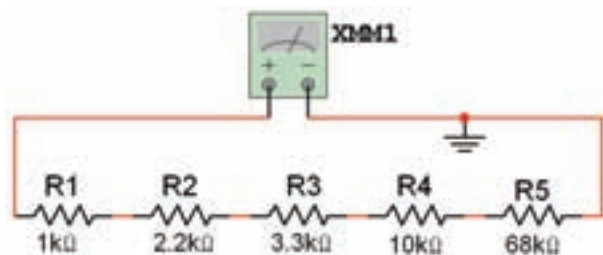
کیرشلف با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم

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.



الف- نقشه‌ی فنی



ب- مقدار مقاومت

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

#### ۳-۱ آزمایش ۱: مقاومت معادل مدار سری

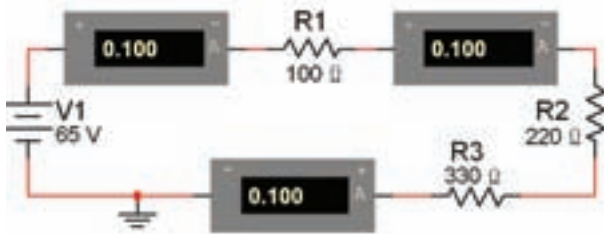
۳-۱-۱ اگر چند مقاومت به صورت پشت سر هم به گونه‌ای به یک دیگر متصل شوند که فقط یک مسیر را برای عبور جریان به وجود آورند، یک مدار مقاومتی سری شکل می‌گیرد.

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.

آمپرتر را در سه نقطه‌ی دل‌خواه از مدار قرار دهید و یک سان بودن جریان را در این نقاط بررسی کنید.



شکل ۳-۳ اندازه‌گیری جریان در مدار سری

---



---



---

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

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

---



---



---

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

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

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

---



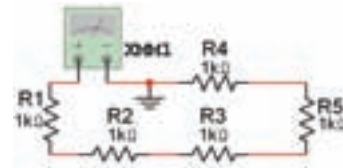
---



---

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

**۲-۱-۲** 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 اهم‌تر به دست آورید.



شکل ۳-۲ اندازه‌گیری مقاومت کل در مدار سری

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

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

---



---



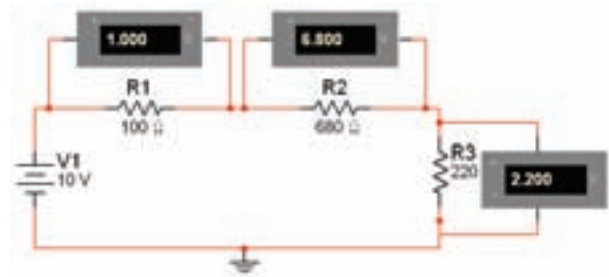
---

### ۲-۲-۲ 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 است.

### 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.

---

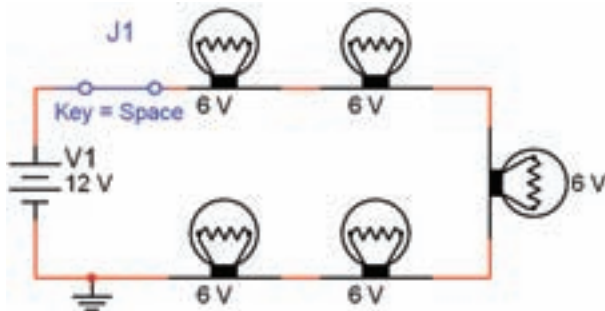


---



---

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.

---



---

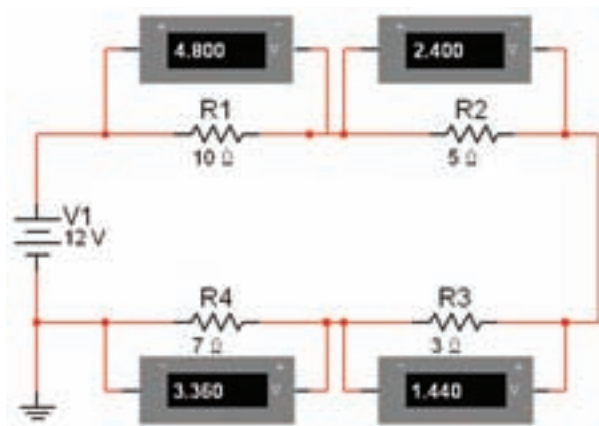


---



---

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.

---



---

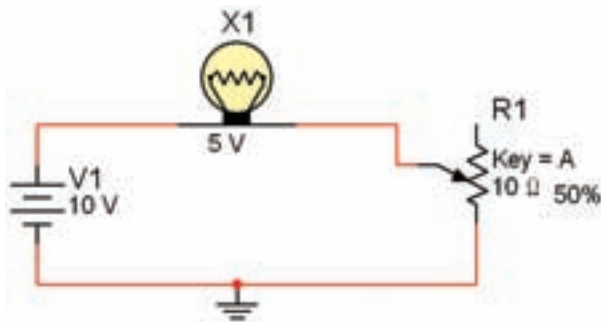


---



---

**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 مقاومت‌هاست؟ 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.

**سوال ۱۱:** در این مدار که از سر وسط مقاومت متغیر و یک سر ثابت آن استفاده شده است. در این حالت، مقاومت متغیر چه مشخصه‌ای را در مدار تغییر می‌دهد؟ شرح دهید.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

**سوال ۱۲:** مقاومت متغیر استفاده شده در مدار شکل ۳-۷ چه نام دارد؟ توضیح دهید.

---

---

---

---

---

**سوال ۱۳:** با توجه به این که از هر سه پایه‌ی مقاومت متغیر در مدار شکل ۳-۸ استفاده شده است، نقش مقاومت در این مدار را چه می‌نامند؟ شرح دهید.

---

---

---

---

---

---

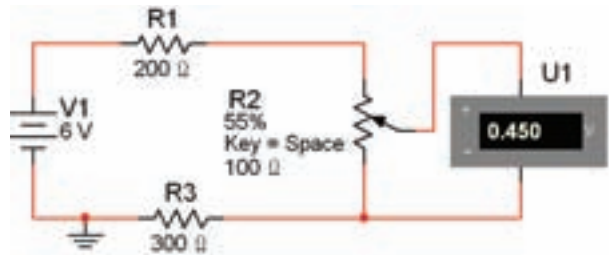
---

---

---

---

**۳-۳-۶** مدار شکل ۳-۸ را ببینید. ولتاژ بین سر وسط و یکی از پایه‌های مقاومت متغیر را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۸ مقاومت متغیر به عنوان کنترل کننده‌ی ولتاژ

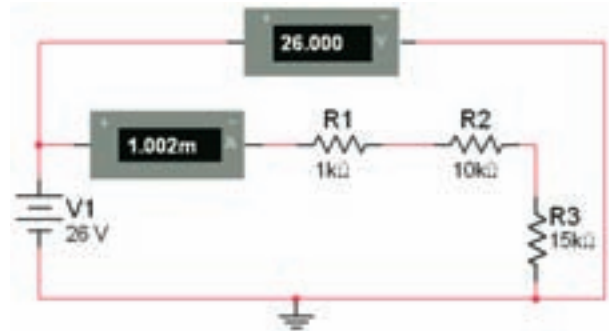
$$V_{R2} = \dots\dots\dots V$$

**۳-۳-۷** سر وسط مقاومت متغیر را با کلیک کردن بر روی دکمه‌ی Space صفحه کلید تغییر دهید. ولتاژ بین سر وسط و پایه‌ی دیگر مقاومت را اندازه بگیرید. این مدار در مقایسه با مدار شکل ۳-۷ چه تغییری کرده است؟ توضیح دهید.

**نکته:** اگر از هر سه پایه‌ی مقاومت متغیر مطابق شکل ۳-۸ 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 ۳-۷ 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.

### ۳-۴ آزمایش ۴: توان در مدار سری

۳-۴-۱ مدار شکل ۳-۹ را ببندید. جریان کل و ولتاژ تغذیه‌ی مدار را با استفاده از آمپر متر و ولت متر اندازه‌گیری کنید.



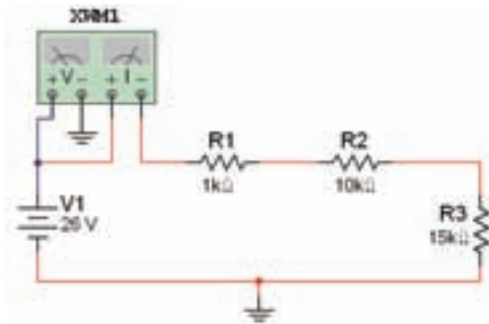
شکل ۳-۹ اندازه‌گیری ولتاژ و جریان مدار برای محاسبه‌ی توان



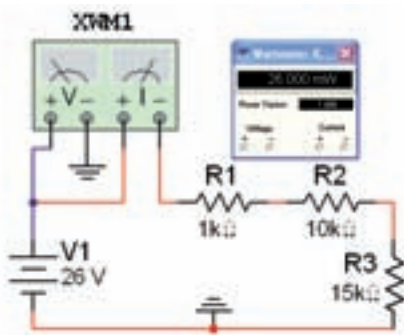
شکل ۳-۱۰ وات‌متر در نرم‌افزار مولتی‌سیم

**نکته:** هنگام اتصال این دستگاه به مدار، ترمینال‌های آمپر متر را به صورت سری و ترمینال‌های ولت متر را به صورت موازی ببندید.

۳-۴-۲ مدار شکل ۳-۱۱ را ببندید و با استفاده از وات متر توان کل مدار را اندازه‌گیری کنید.



الف- مدار اندازه‌گیری توان



ب- توان مدار در وات‌متر

شکل ۳-۱۱ مدار اندازه‌گیری توان

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

۳-۴-۲ با استفاده از رابطه‌ی  $P = VI$  توان مصرف شده در هر یک از مقاومت‌ها 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 می‌توانید توان مدار را اندازه‌گیری کنید. وات‌متر را مطابق شکل ۳-۱۰ از نوار ابزار بر روی صفحه‌ی کار آزمایشگاهی بیاورید. این دستگاه چهار ترمینال ورودی دارد که دو ترمینال آن مربوط به اندازه‌گیری ولتاژ و دو ترمینال مربوط به اندازه‌گیری جریان است.

**سوال ۱۵:** آیا توان مصرف شده‌ی کل با مجموع توان های 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 نرم‌افزار مولتی‌سیم

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

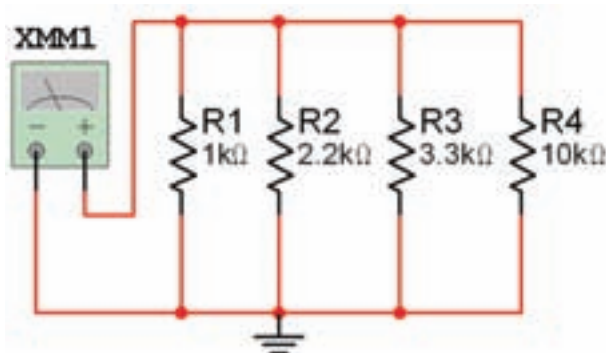
انتظار می‌رود:

- 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 مقاومت‌های موازی و مقاومت کل برقرار است؟ رابطه را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---



---

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

---



---



---

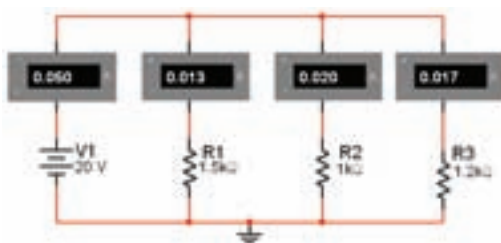


---

## 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 می‌گویند.

۴-۲-۲ مدار شکل ۴-۳ را ببندید. با استفاده از دستگاه آمپرتر جریان هر شاخه و جریان شاخه‌ی اصلی (جریان کل) را اندازه‌گیری کنید.



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

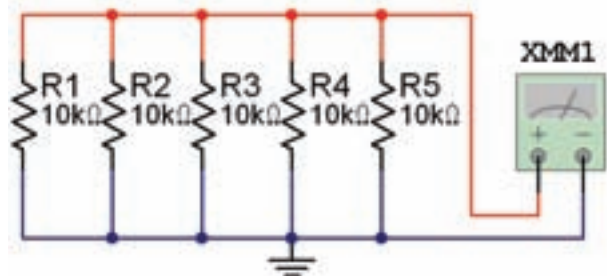


شکل ۱-۴-ب مقدار مقاومت کل در اهم‌تر  
شکل ۱-۴ مقدار مقاومت کل در مدار موازی

$$R_T = 538/336\Omega$$

**نکته‌ی مهم:** در هر مدار موازی مقدار مقاومت کل از مقدار کوچک‌ترین مقاومت مدار کم‌تر است. همان‌طور که در شکل ۱-۴ مشاهده می‌شود مقدار مقاومت کل اهم ۵۳۸/۳۳۶ است. که از کوچک‌ترین مقاومت موجود در مدار  $R = 1\text{k}\Omega$  کم‌تر است.

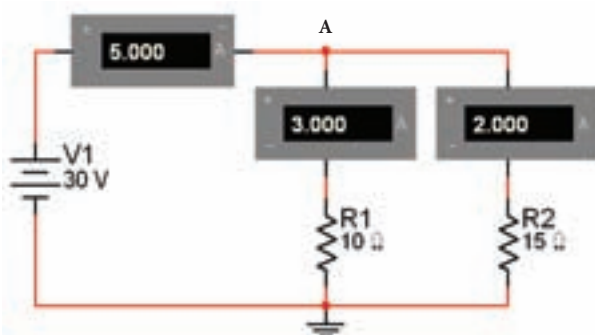
۴-۱-۳ پنج مقاومت  $10\text{K}\Omega$  را به صورت موازی ببندید و مقاومت کل مدار را مطابق شکل ۴-۲ اندازه بگیرید.



شکل ۲-۴ اندازه‌گیری مقاومت معادل در مدار موازی با اهم‌تر

**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 آمپر متر 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.

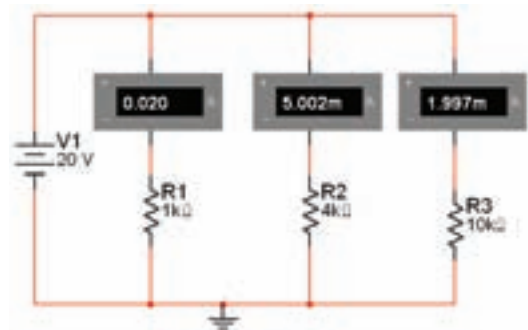
---

---

---

---

**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

---

---

---

---

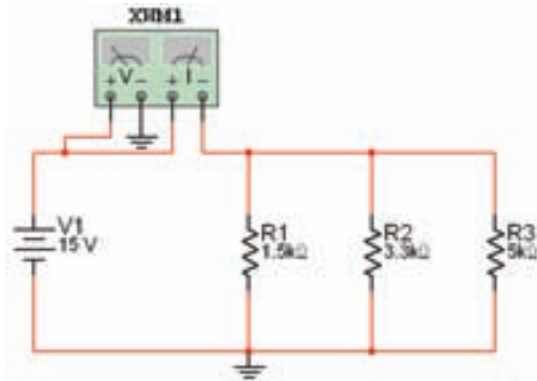
$$I_{R1} = 0.020 \text{ A} = 20 \text{ mA}$$

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

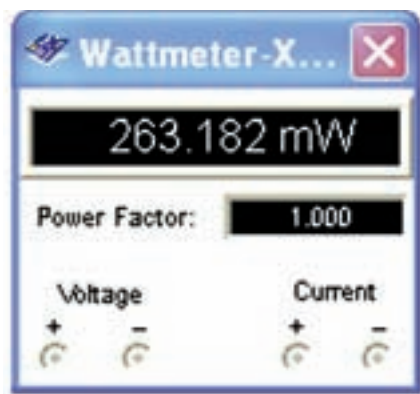
$$I_{R3} = 1.997 \text{ mA}$$

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

۴-۳-۳: آزمایش ۳: ولتاژ و توان در مدار موازی



الف- اندازه‌گیری توان در مدار موازی



ب- مقدار توان مدار در واتمتر

شکل ۴-۷ اندازه‌گیری توان در مدار موازی

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

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

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

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

۴-۳-۴: در مدار شکل ۴-۸ دستگاه واتمتر را در شاخه‌ی مربوط به مقاومت R1 قرار می‌دهیم و جریان این مقاومت را اندازه‌گیری می‌کنیم. با توجه به این که در مدار موازی ولتاژ تمام شاخه‌ها مساوی است، توان مقاومت R1 را می‌توان اندازه گرفت.

---

---

---

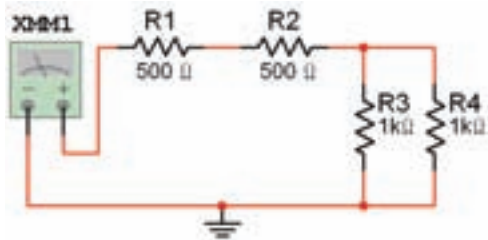
---

---

#### 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 ببینید و مقاومت کل را توسط دستگاه اهم‌متر 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

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

---



---

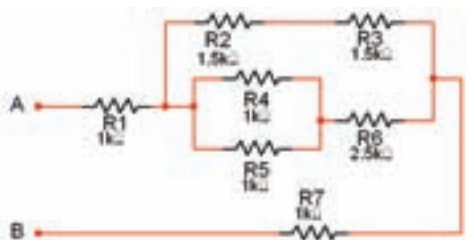


---

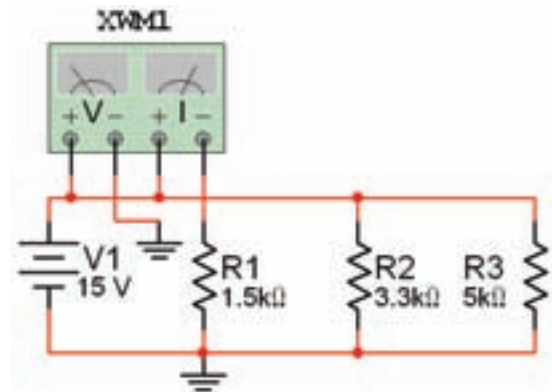


---

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



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



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 R۲ و R۳ را اندازه‌گیری کنید.

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

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 نمائید و بنویسید.

---



---

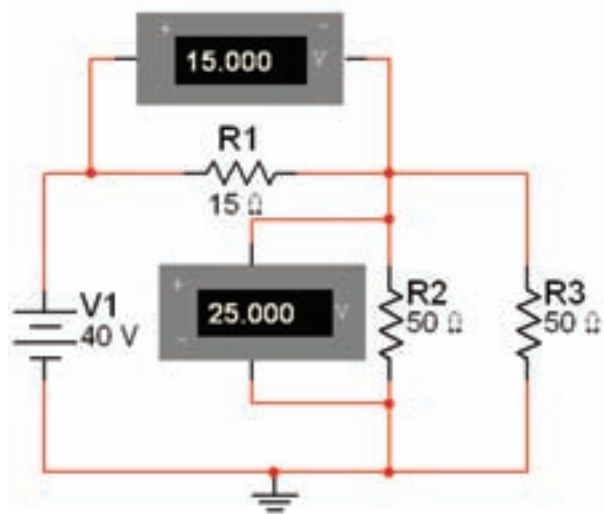


---



---

**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.

---



---



---



---

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

**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.

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

---



---

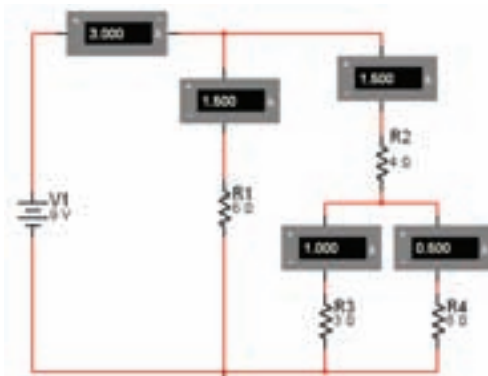


---



---

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



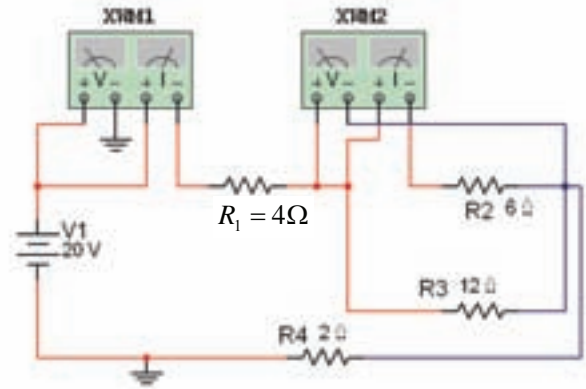
شکل ۴-۱۱ اندازه‌گیری جریان در یک نمونه مدار ترکیبی سری - موازی

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

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

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

۴-۴-۶ مدار شکل ۴-۱۳ را ببندید و توان را ببندید و توان کل و توان مقاومت  $R_2$  را توسط دستگاه وات متر اندازه گیری کنید.



الف- مدار برای اندازه گیری توان



ب- مقدار توان در وات متر

شکل ۴-۱۳ اندازه گیری توان

$$P_{R_2} = \dots\dots\dots W \quad P_T = \dots\dots\dots W$$

۴-۴-۷ به عنوان تمرین توان بقیه ی مقاومت های مدار شکل ۴-۱۳ را به دست آورید در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---



---

سوال ۱۱: در شکل ۴-۱۳ چه رابطه ای بین توان کل و توان مقاومت ها برقرار است؟ بنویسید.

---



---



---

سوال ۱۲: با استفاده از چه روابط دیگری می توانید مقدار توان هر یک از مقاومت ها 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 آزمایش های فصل چهارم را با نرم افزار ادیسون نیز انجام دهید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

۴-۴-۹ نتیجه ی آزمایش های هر دو نرم افزار را با هم مقایسه کنید. آیا با هم تفاوتی دارد؟ در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

# فصل پنجم

## اتصال پیل‌ها

(مطابق فصل دوازدهم کتاب مبانی برق)

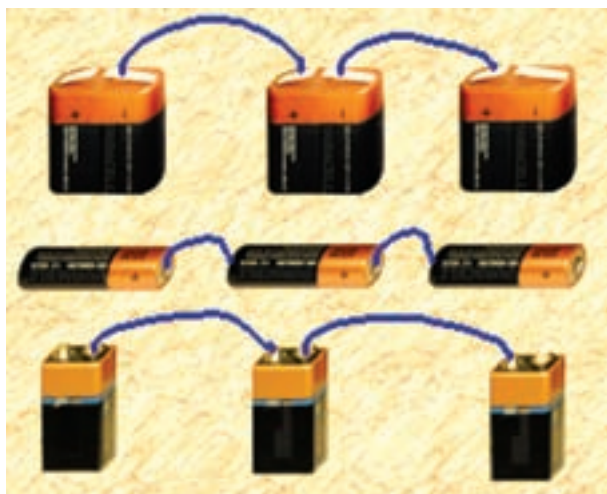
هدف کلی: آزمایش اتصال پیل‌ها به طور سری و موازی توسط نرم‌افزار ادیسون

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

می‌رود:

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

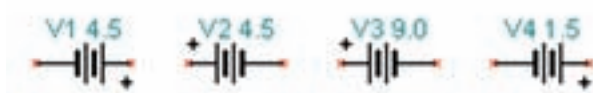
۳-۱-۵ با استفاده از نرم‌افزار ادیسون باتری‌ها را مطابق شکل ۲-۵ به هم اتصال دهید. در این شکل باتری‌ها به صورت سری بسته شده‌اند، در این نوع اتصال باید سر مثبت هر باتری به سر منفی باتری دیگر وصل شود.



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

### ۵-۱ آزمایش ۱: مدار سری پیل‌ها

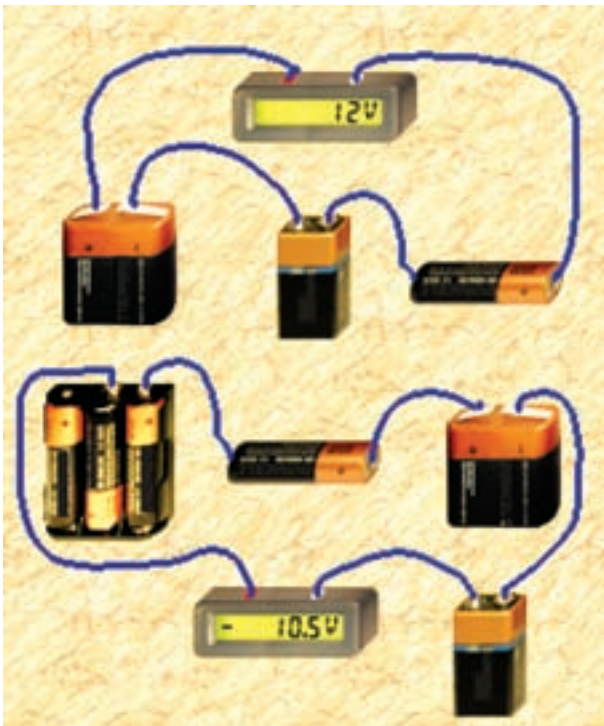
۱-۱-۵ یکی از منابع تامین انرژی الکتریکی پیل‌ها هستند که سلول‌های اصلی باتری‌ها را تشکیل می‌دهند. ۲-۱-۵ در شکل ۱-۵ انواع باتری و نماد فنی آن‌ها را در اندازه‌های مختلف می‌بینید.



شکل ۱-۵ انواع باتری‌ها و پیل‌ها در نرم‌افزار ادیسون

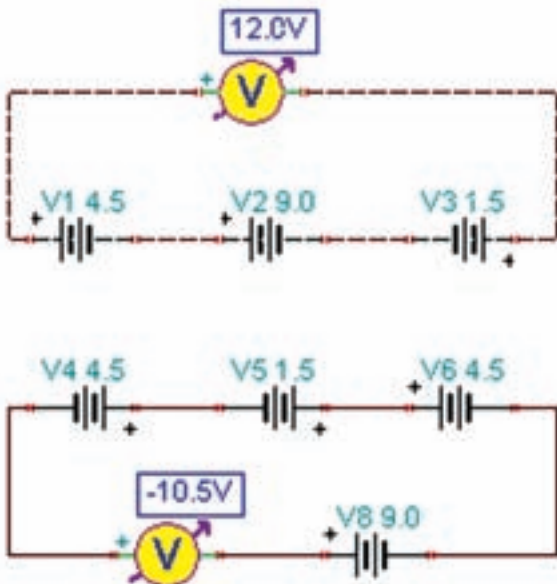
**نکته‌ی مهم:** هنگام سری کردن پیل‌ها یا باتری‌ها باید قدرت جریان‌دهی پیل‌ها با هم یکسان باشد. هرگز پیلی که خاصیت جریان‌دهی آن کم شده است را با پیل‌های نو به صورت سری نبندید.

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

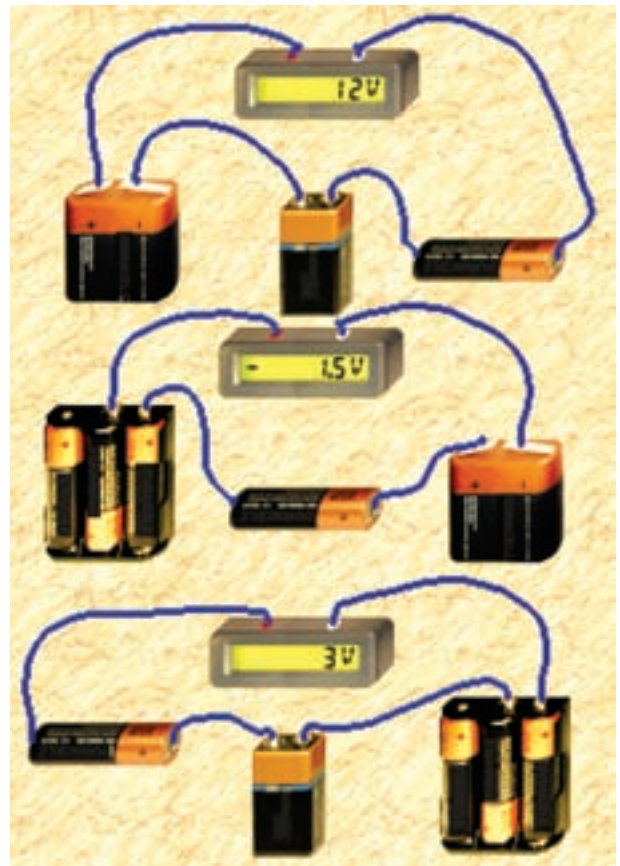


شکل ۴-۵ اندازه‌گیری ولتاژ چند پیل و باتری به صورت سری

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



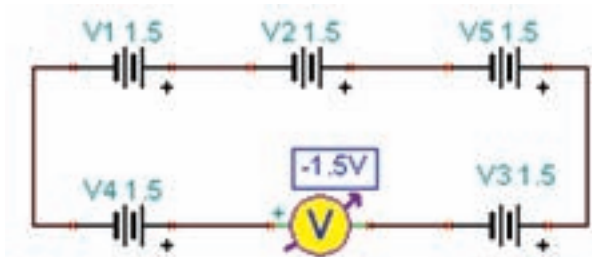
شکل ۳-۵ اتصال چند پیل و باتری با مقادیر متفاوت به صورت سری

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



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

۸-۱-۵ مدار شکل ۷-۵ را ببینید. ولتاژ کل را توسط دستگاه ولت‌متر اندازه‌گیری کنید. توجه داشته باشید که در این شکل پیل‌ها به صورت سری موافق و مخالف بسته شده‌اند.



شکل ۷-۵ اتصال پیل‌ها بدون توجه به قطب‌های 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 می‌دهد؟

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

سوال ۲: اگر پایانه‌های باتری‌ها به ترتیب مثبت و منفی پشت سر هم وصل نشوند، آیا باز هم این قابلیت ایجاد می‌شود؟ شرح دهید.

---

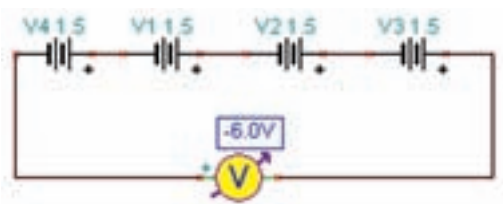
---

---

---

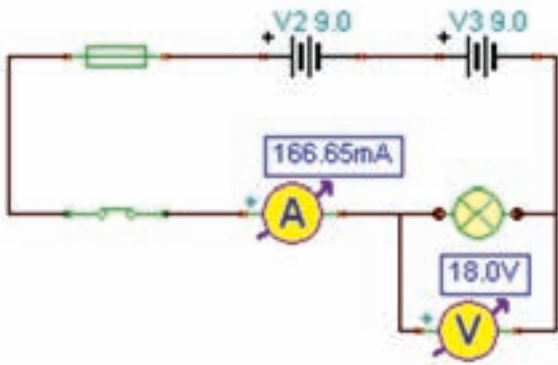
**نکته:** توجه داشته باشید که در عمل معمولاً هرگز دو یا چند پیل یا باتری را به صورت مخالف با هم نمی‌بندند.

۷-۱-۵ مدار شکل ۶-۵ را ببینید. ولتاژ کل را توسط دستگاه ولت‌متر اندازه‌گیری کنید. توجه داشته باشید که در این شکل پیل‌ها به صورت سری موافق (مثبت هر پیل به منفی پیل بعدی) بسته شده‌اند.



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

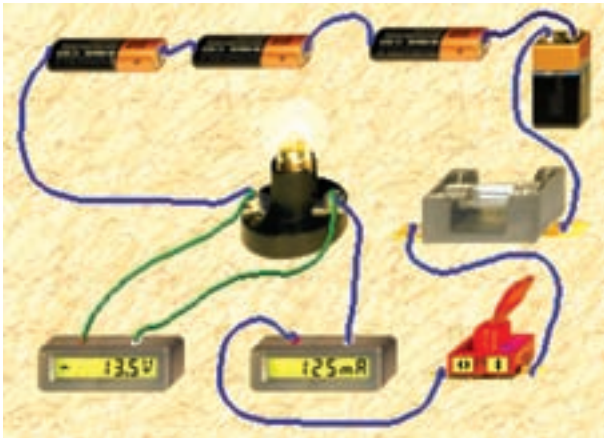
۵-۱-۹ مدار شکل ۸-۵ را ببندید. ولتاژ کل را به دست آورید.



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 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.

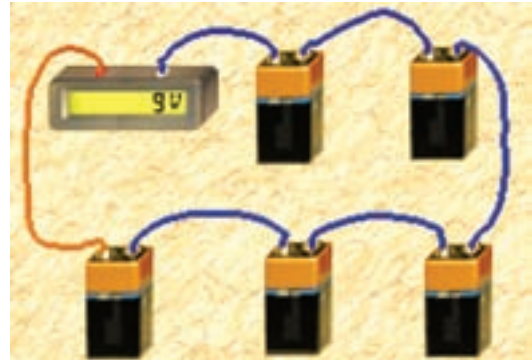
---



---



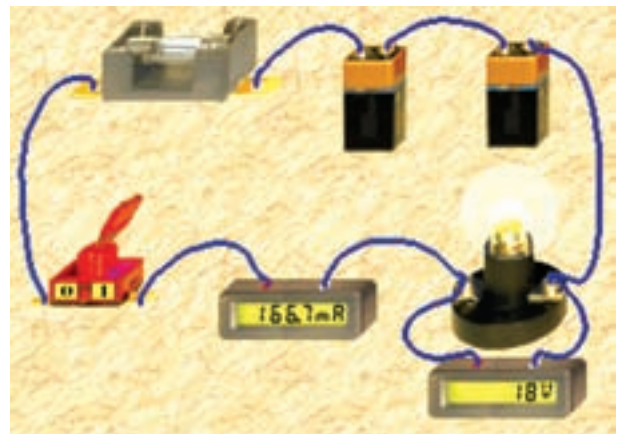
---



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.

---



---



---

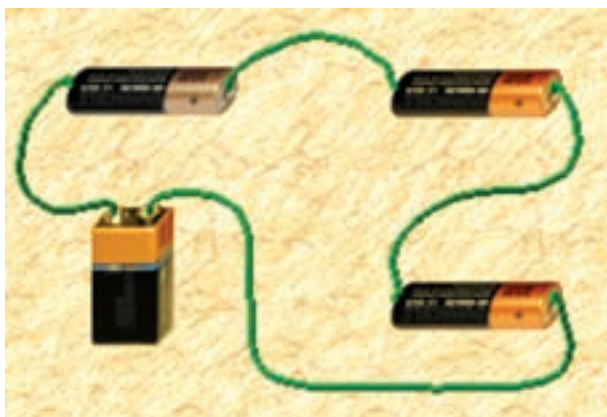


---

**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.

---



---

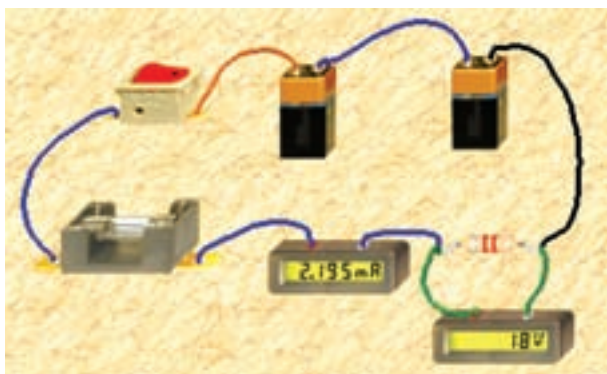


---



---

**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.

---

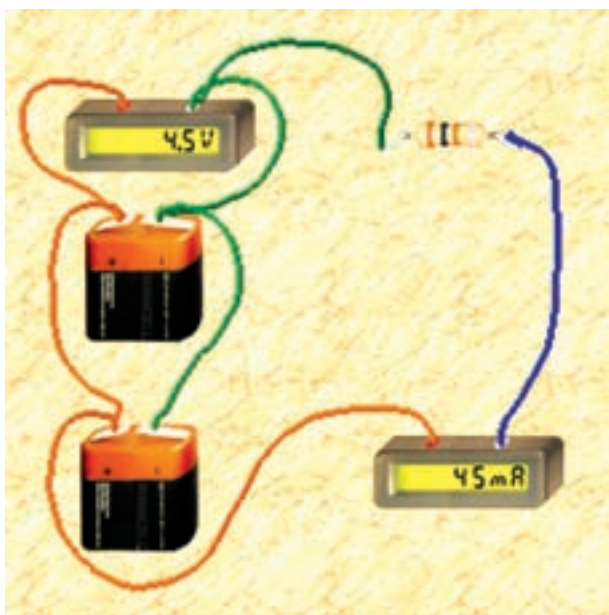


---



---

**۵-۲-۳** در مدار شکل ۵-۱۴ ولتاژ و جریان دو سر بار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۴- ۵ 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 پایانه

های 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

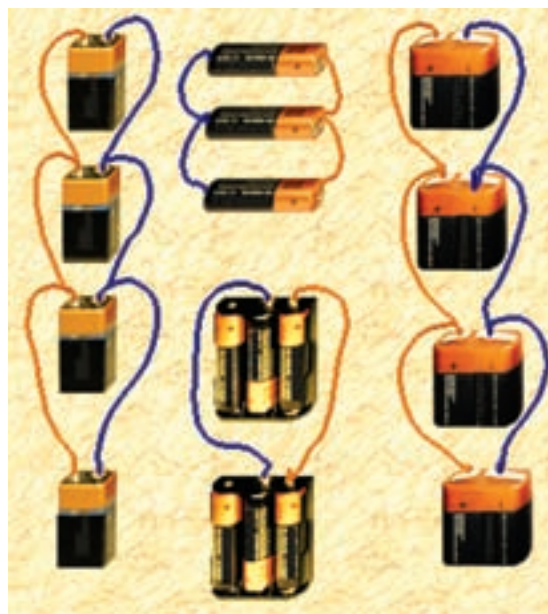
پیل‌ها معمولاً آن‌ها را به طور موازی می‌بندند. برای موازی

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

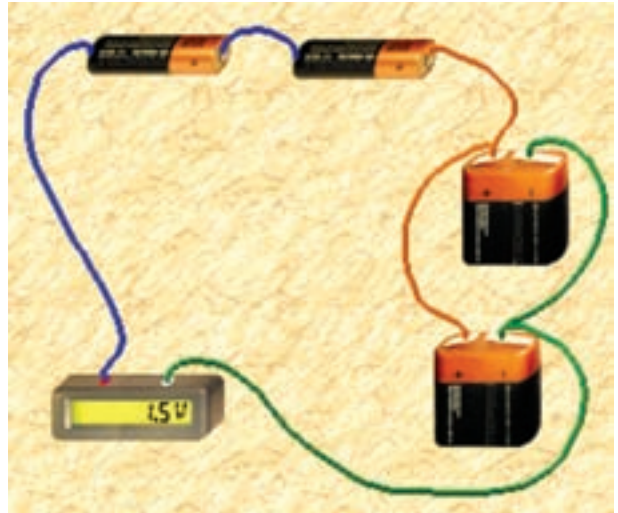
موازی مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳- ۵ اتصال موازی پیل‌ها و باتری‌ها

### ۵-۳-۲ 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 مولتی‌سیم 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:

- 1- انواع امواج متناوب را مشاهده کند.
- 2- دامنه‌ی پیک تا پیک و پیک موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- 3- زمان تناوب موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- 4- فرکانس موج متناوب را اندازه‌گیری کند.
- 5- مقدار موثر ولتاژ متناوب سینوسی را با توجه به مقدار پیک که توسط دستگاه اسیلوسکوپ اندازه‌گیری می‌شود محاسبه کند.
- 6- مقدار موثرولتاژ متناوب سینوسی را با استفاده از دستگاه ولت‌متر AC اندازه‌گیری کند.
- 7- اختلاف فاز دو موج سینوسی را توسط دستگاه اسیلوسکوپ مشاهده و اندازه‌گیری کند.

### ۶-۱ آزمایش ۱: مشاهده‌ی شکل موج ولتاژ متناوب

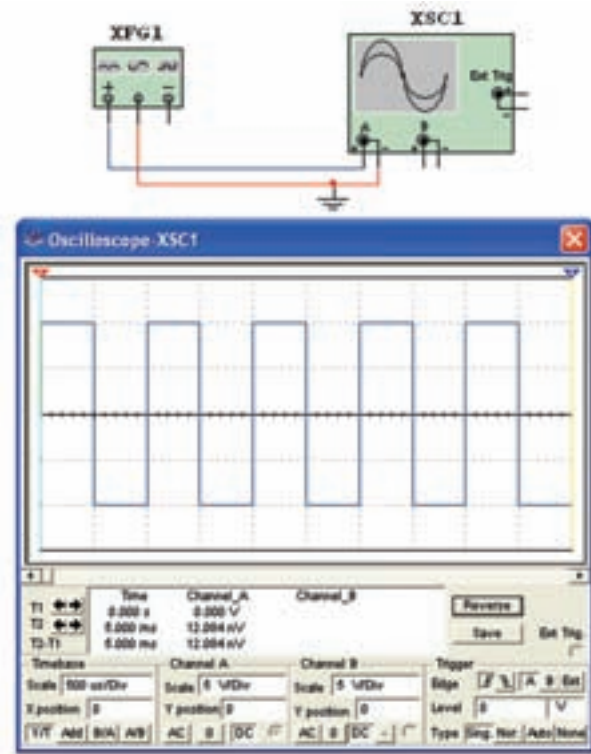
۶-۱-۱ ولتاژ متناوب ولتاژی است که مقدار و جهت آن با گذر زمان تغییر می‌کند.

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.



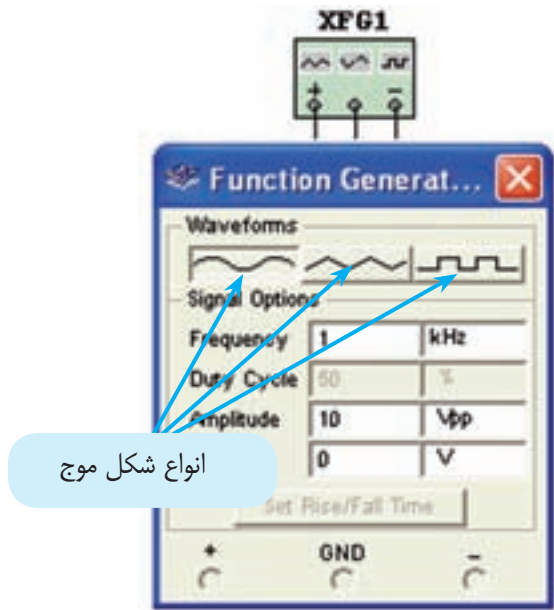
شکل ۶-۱ نحوه‌ی قرار دادن فانکشن ژنراتور و منبع AC بر روی صفحه‌ی کار

۶-۱-۳ دستگاه فانکشن ژنراتور در نرم افزار مولتی سیم می تواند سه نوع شکل موج را تولید کند. برای مشاهده ی شکل موج، ابتدا شکل موج مورد نظر را مطابق شکل ۶-۲ انتخاب کنید، سپس دستگاه اسیلوسکوپ را به فانکشن ژنراتور اتصال دهید. با تنظیم اسیلوسکوپ شکل موج انتخاب شده قابل مشاهده است.



شکل ۶-۳ مشاهده ی شکل موج مربعی روی اسیلوسکوپ

**نکته ی مهم:** در نرم افزار مقادیر به صورت  $V_{p-p}$  نوشته شده است، ولی عملاً مقدار خروجی آن  $V_p$  است. هنگام محاسبات و اندازه گیری به این موضوع توجه نمایید.



انواع شکل موج

شکل ۶-۲ تغییر نوع شکل موج

۶-۱-۵ روی دستگاه فانکشن ژنراتور شکل موج های سینوسی و مثلثی را انتخاب کنید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج های انتخاب شده را ببینید.

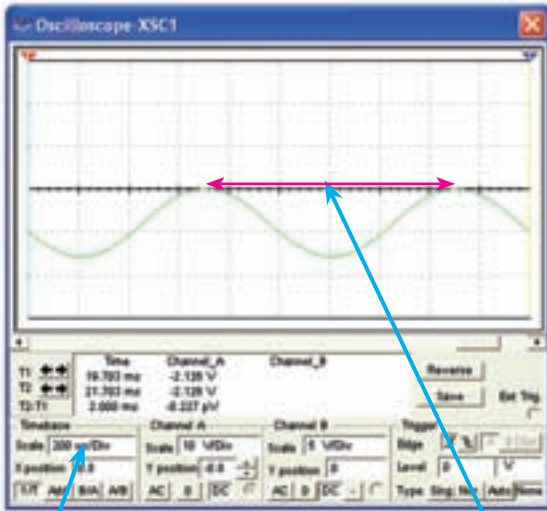
۶-۱-۶ فرکانس و دامنه ی شکل موج های مختلف را تغییر دهید و با تنظیم اسیلوسکوپ شکل موج ها را مشاهده کنید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۶-۱-۴ مدار شکل ۶-۳ را ببندید و شکل موج مربعی را در دستگاه فانکشن ژنراتور 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.

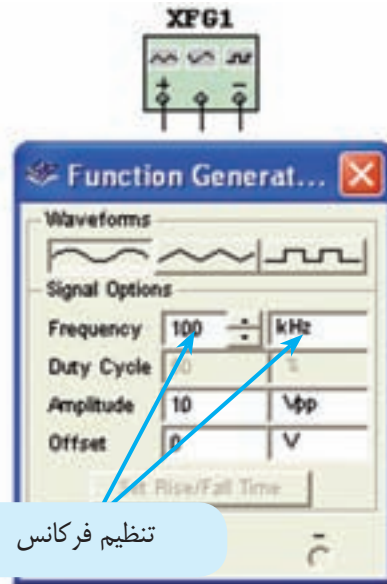


تعداد خانه های افقی از قله تا قله

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.



تنظیم فرکانس

شکل ۴- ۶ تنظیم فرکانس فانکشن ژنراتور

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  $1 \text{ms}$  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.

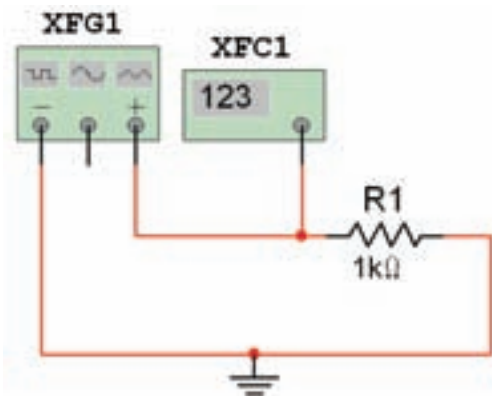
۶-۲-۳ مدار شکل ۳- ۶ را ببندید. شکل موج سینوسی را از دستگاه فانکشن ژنراتور انتخاب کنید و توسط دستگاه اسیلوسکوپ، زمان تناوب آن را اندازه بگیرید. در شکل ۵- ۶ نحوه‌ی محاسبه‌ی زمان تناوب را مشاهده می‌کنید. تعداد خانه‌های افقی را از یک نقطه‌ی پیک مثبت تا نقطه‌ی پیک مثبت بعدی بشمارید و تعداد خانه‌ها را در حوزه‌ی 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.



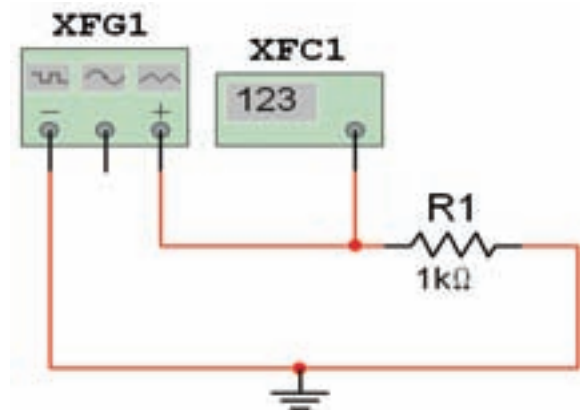
شکل ۶-۷ استفاده از فرکانس متر در اندازه‌گیری زمان تناوب

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

**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.

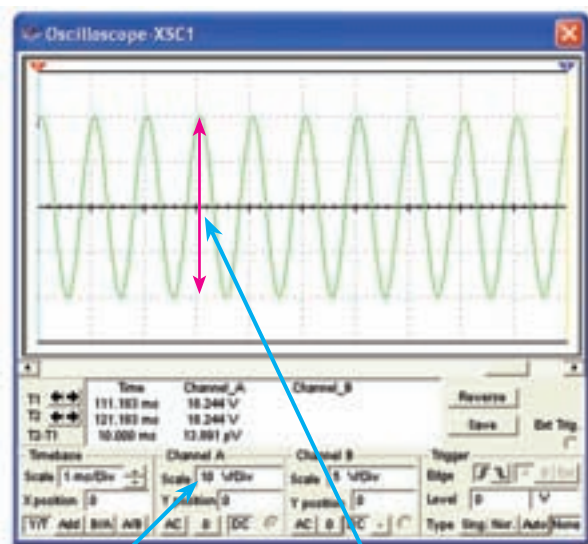
۶-۲-۸ برای اندازه‌گیری فرکانس موج متناوب از دستگاه فرکانس متر (Frequency Counter) نیز می‌توانید استفاده کنید. این دستگاه را از نوار ابزار بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید و مدار شکل ۶-۶ را ببندید. پس از بستن مدار، آن را راه‌اندازی کنید و فرکانس فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید.



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

حوزه‌ی نمایش VOLT/DIV

شکل ۸-۶ اندازه‌گیری دامنه‌ی پیک تا پیک موج سینوسی

**سوال ۳:** آیا می‌توانید مقدار ولتاژ پیک تا پیک شکل موج مربوط به شکل ۸-۶ را با استفاده از ولت‌متر معمولی، به دست آورید؟ تجربه کنید و توضیح دهید.

---



---



---

۱۲-۲-۶ دامنه‌ی ولتاژ فانکشن‌ژنراتور مدار شکل ۳-۶ را تغییر دهید و با روشی که فرا گرفته‌اید مقدار آن را توسط دستگاه اسیلوسکوپ به دست آورید. در باره‌ی نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ پیک تا پیک توضیح دهید.

---



---



---

**سوال ۱:** آیا می‌توانید با تغییر فرکانس منبع ولتاژ، با استفاده از دستگاه فرکانس‌متر، فرکانس مدار را اندازه‌گیری کنید؟ تمرین کنید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

**سوال ۲:** چگونه می‌توانید با استفاده از دستگاه فرکانس‌متر مقدار فرکانس را در محدوده‌ی 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 اندازه‌گیری شده در مرحله ۹-۲-۶ مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

---

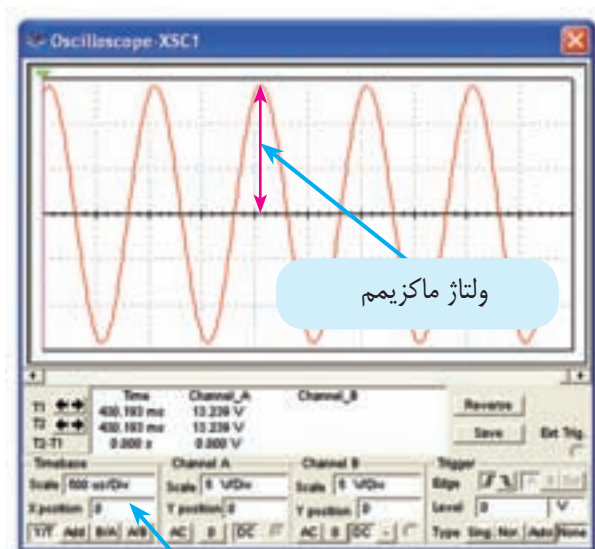


---



---

۱۱-۲-۶ از مشخصات دیگر موج متناوب دامنه‌ی آن است. برای اندازه‌گیری دامنه باید مطابق شکل ۸-۶ تعداد خانه‌های عمودی را از پیک تا پیک بشمارید و عدد به دست آمده را در حوزه‌ی کار VOLT/DIV ضرب کنید. هنگام تعیین مقدار ولتاژ پیک تا پیک به واحد VOLT/DIV توجه نمائید. به عنوان مثال چون تعداد خانه‌های مثال داده شده در شکل ۸-۶، چهار خانه است، مقدار ولتاژ پیک تا پیک  $V_{p-p} = 40$  ولت می‌شود.



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.

---



---

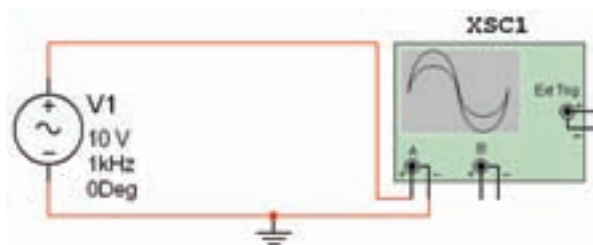


---

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

۶-۳-۴ ولتاژ موثر مدار شکل ۱۰-۶ 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.

---

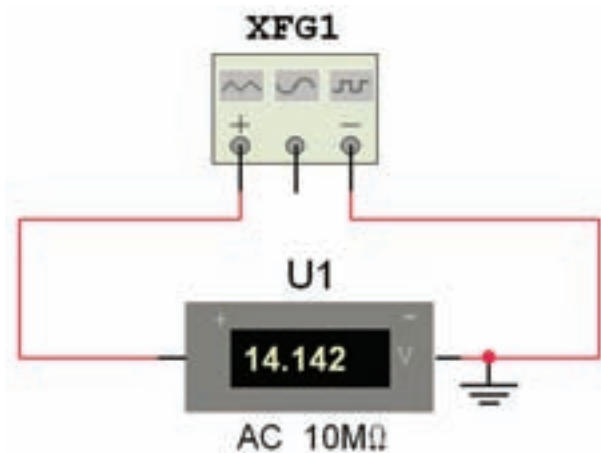


---



---

۶-۳-۵ از ولت‌متر AC نیز برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر فانکشن ژنراتور می‌توانید استفاده کنید. مدار شکل ۱۱-۶ را ببندید. آیا مقدار اندازه‌گیری شده در دستگاه اسیلوسکوپ در مرحله‌ی ۳-۳-۶- با مقدار اندازه‌گیری شده با ولت‌متر AC برابر است؟ توضیح دهید.



شکل ۱۱-۶ اندازه‌گیری ولتاژ موثر با ولت‌متر AC

۶-۳-۶ مدار شکل ۱۲-۶ را ببندید.

---



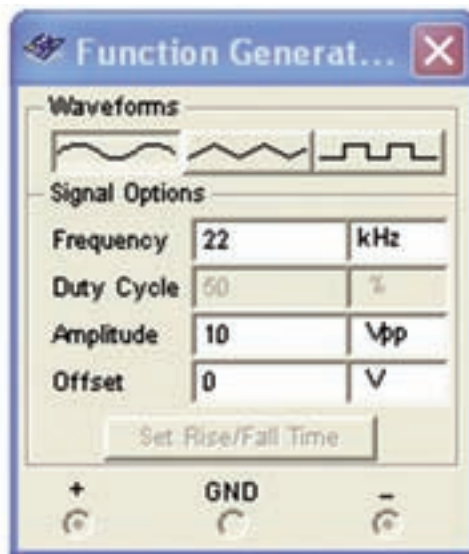
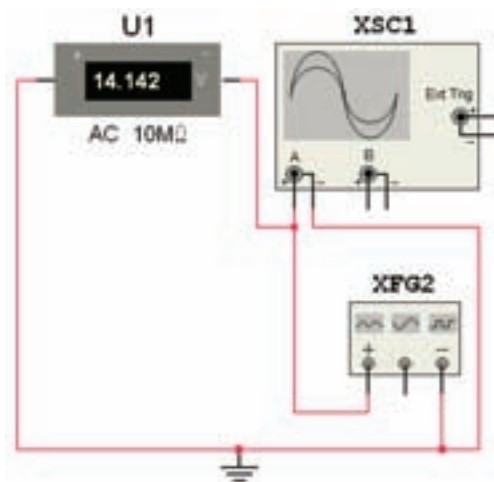
---



---

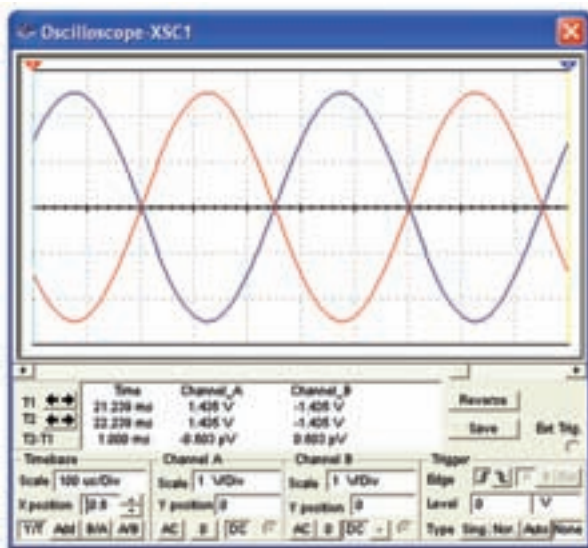
۶-۳-۲ این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۶-۳-۳ برای اندازه‌گیری ولتاژ موثر می‌توانید از ولت‌متر AC استفاده کنید، و یا مقدار ماکزیمم ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط اسیلوسکوپ را در ضریب  $0.707$  ضرب نمایید. مدار شکل ۱۰-۶ را ببندید و ولتاژ موثر را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۰-۶ اندازه‌گیری ولتاژ موثر

**نکته‌ی مهم:** برای اندازه‌گیری ولتاژ موثر باید ولت‌متر را در حالت AC قرار دهید.



شکل ۱۳-۶ اختلاف فاز بین دو شکل موج ورودی و خروجی

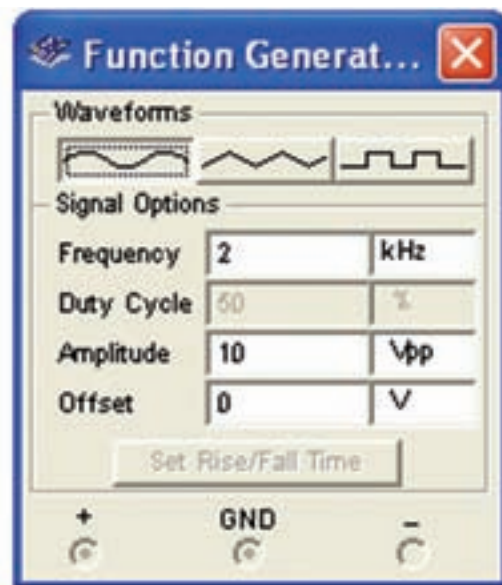
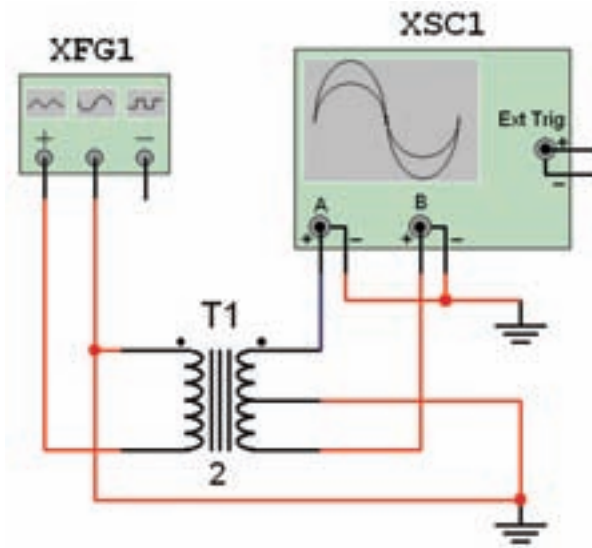
اختلاف فاز = ..... درجه

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 ۱۳-۶ 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 ۱۳-۶ تقریباً  $2/5$  خانه است. در نتیجه اختلاف فاز بین دو شکل موج  $180 = 72 \times 2/5$  درجه می‌شود.



شکل ۱۲-۶ 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 ۱۳-۶ اندازه‌گیری کنید.

# فصل هفتم

## بوئین (سلف)

(مطابق فصل چهاردهم کتاب مبانی برق)

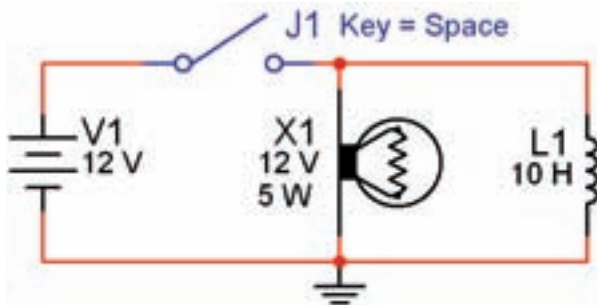
هدف کلی: اجرای عملی آزمایش‌های مربوط به بوئین (سلف) در فضای نرم‌افزاری

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 بوئینی (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.

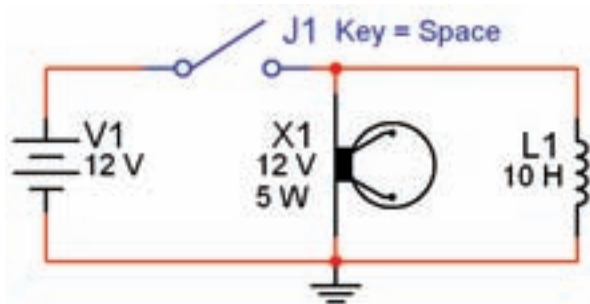
۷-۱-۲ مدار شکل ۷-۱ را روی صفحه‌ی کار آزمایشگاه مجازی ببینید. ولتاژ لامپ را روی ۱۲ ولت و توان آن را روی ۵W قرار دهید مقدار ضریب خودالقایی سلف را ۱۰H تنظیم کنید.

نکته ۱: لامپ از مسیر:

Select a Component → Basic Indicator Virtual

Basic Virtual ← سیم پیچ از مسیر:

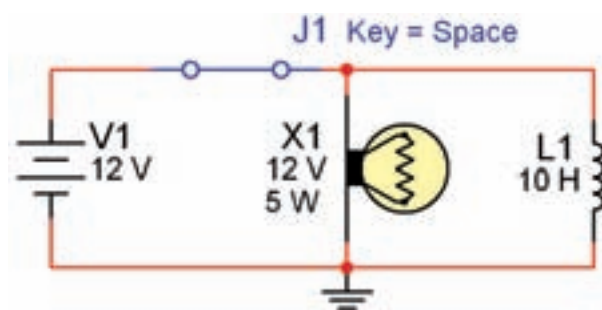
انتخاب شود. در صورتی که از قطعات به جزء قطعات Virtual (مجازی) استفاده کنید، مقادیر قابل تغییر نخواهد بود.



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 نمائید و سپس آن را دوباره فعال نمائید، 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  $X_L$  و انجام دهید و در باره‌ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

---



---



---



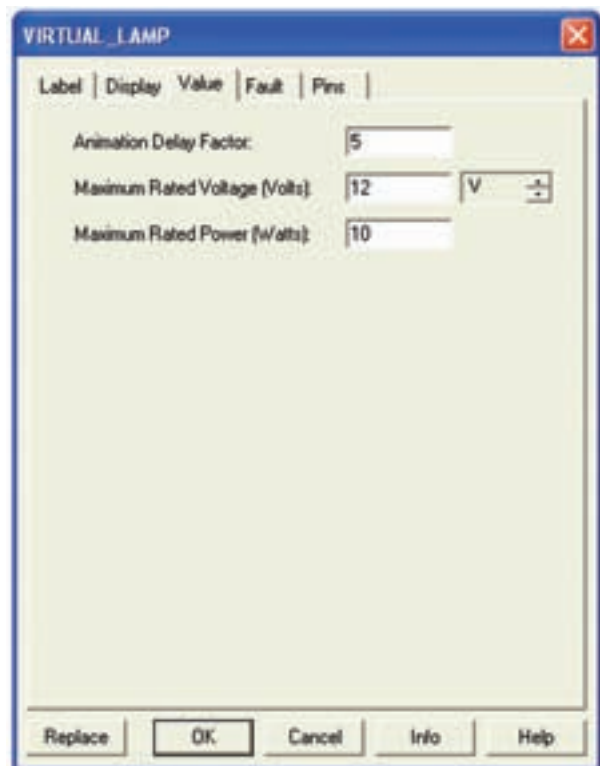
---

**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 ببینید. 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. پنجره Select Component مطابق شکل ۷-۵ ظاهر می‌شود. Ok را بزنید، به جای لامپ سوخته لامپ سالم را جایگزین کنید.



افتد؟ ابتدا لامپ برای چند لحظه روشن می‌شود و به حالت خاموش می‌رود و پس از ۱۵ تا ۲۰ ثانیه دو باره 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 کلیه 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 دو باره روشن می‌شود؟ در باره‌ی آن توضیح دهید.

---



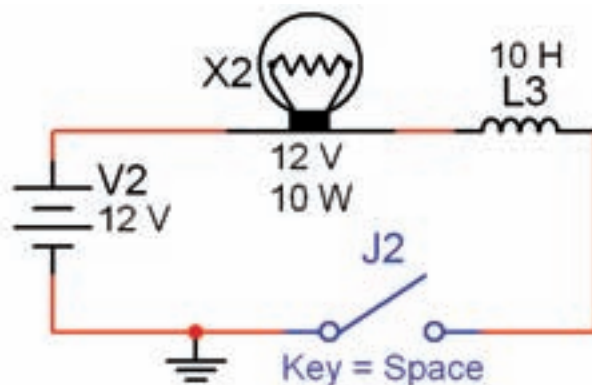
---



---

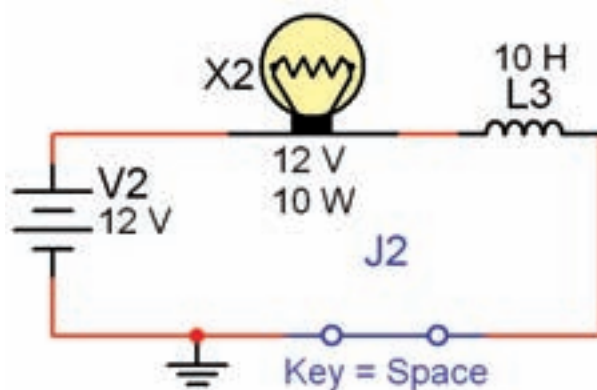
**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید که در خلال خاموش و روشن کردن لامپ در مرحله‌ی ۷-۱-۱۰ نباید نرم‌افزار را غیرفعال کنید. در صورتی که آن را غیرفعال نمودید، برای فعال کردن مجدد آن باید مراحل ۷-۱-۹ و ۷-۱-۱۰ را دو باره اجرا کنید. همچنین در صورت تکرار مراحل تا فعال ماندن نرم‌افزار برای مدت طولانی، ممکن است نرم‌افزار 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 راه اندازی کنید. سپس کلید را وصل نمایید، 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.

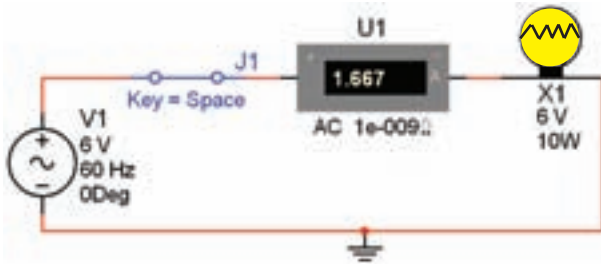
**دقت کنید که:** ترتیب فعال کردن نرم‌افزار و روشن کردن کلید J2 در این آزمایش اهمیت دارد. همچنین برای گرفتن زمان می‌توانید از تایمر نرم‌افزار نیز استفاده کنید. این تایمر در پایین صفحه قرار دارد.

۷-۱-۱۰ به محض روشن شدن لامپ کلید J2 را به حالت خاموش ببرید و بلافاصله روشن کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

## 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 ببینید. 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

---



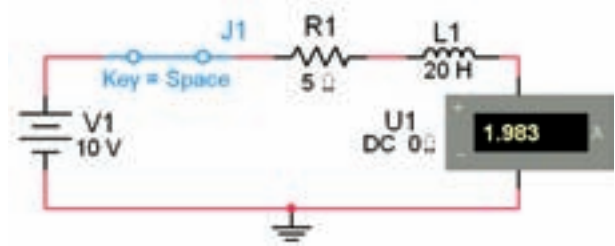
---



---

**نکته:** هنگام اندازه‌گیری جریان در مدار AC، آمپر متر را روی حالت AC بگذارید. هم‌چنین برای این‌که 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.



Tran: 19.468 s

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 رابطه‌ی  $\tau = L/R$  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.

---

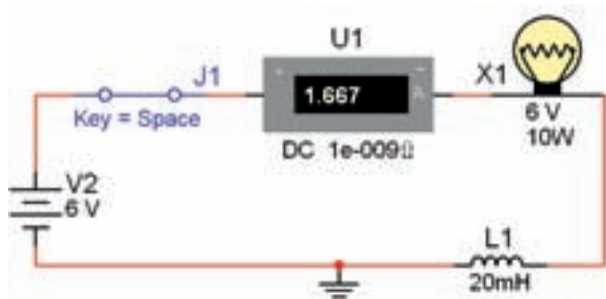


---



---

**۷-۲-۶** مدار مرحله‌ی ۳-۲-۷ را ببندید و به جای منبع AC از یک منبع DC استفاده کنید. ولتاژ منبع را بر روی ۶ ولت تنظیم نمایید. در شکل ۷-۱۱ مدار مورد آزمایش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷-۱۱ اثر قطع و وصل کلید روی نور لامپ و ولتاژ سلف

**۷-۲-۷** در آزمایش مدار شکل ۷-۱۱ تغییرات جریان را بنویسید. آیا در این مدار نور لامپ تغییری دارد؟ شرح دهید.

---

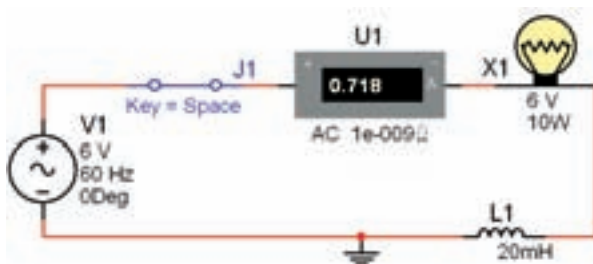


---



---

**۷-۲-۸** در مدار شکل ۷-۱۲ از منبع DC و یک سلف ۱۰۰ میلی‌هائری استفاده شده است. مدار را راه اندازی نمایید و به نور لامپ و شدت جریان عبوری توجه کنید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را با نتایج مدار شکل ۷-۱۱ مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید. توان لامپ را روی ۱۰ W بگذارید.



شکل ۷-۱۰ تاثیر سلف در مدار با ولتاژ AC

---



---



---

**سوال ۴:** در مدار شکل ۷-۱۰ پس از بستن کلید، نور لامپ چگونه تغییر می‌کند؟ شرح دهید.

---



---



---

**۷-۲-۴** در مدار شکل ۷-۱۰ به جای سلف ۲۰ میلی‌هائری یک سلف ۱۰۰ میلی‌هائری قرار دهید. جریان مدار چه تغییراتی دارد؟ شرح دهید.

---



---



---

**۷-۲-۵** آزمایش مرحله‌ی قبل را با سلف‌های ۳۰۰ میلی‌هائری و یک هائری نیز تکرار کنید و نتیجه‌ی تغییرات را توضیح دهید.

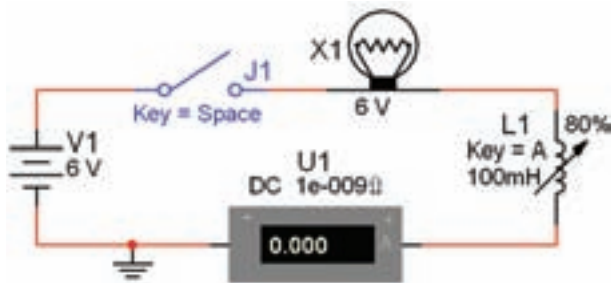
---



---



---



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 مرحله ای 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.

---

---

---

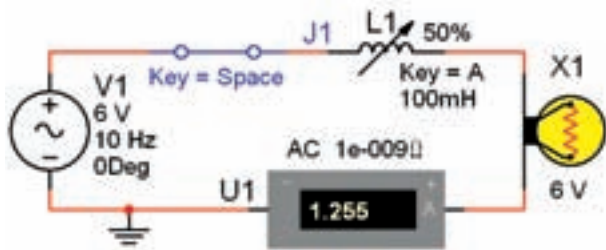
---

### 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 راه اندازی کنید. سپس کلید را وصل نمایید. 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

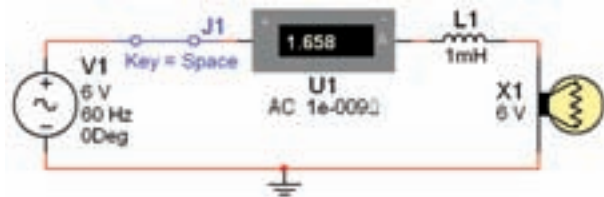
مقادیر ۲۰۰ میلی‌هانری و ۵۰۰ میلی‌هانری بگذارید. سپس مراحل آزمایش را تکرار کنید، در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

**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.

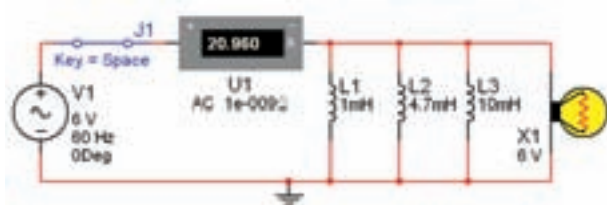


شکل ۷-۱۶ بررسی اثر تغییر فرکانس روی مدار AC شامل سلف و لامپ

**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.

۷-۴-۴ مدار شکل ۷-۱۸ را ببینید. 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

**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.

$$I = \dots\dots\dots A$$

۷-۴-۲ به مدار شکل ۷-۱۶ یک سلف با ضریب خودالقایی ۴/۷ میلی‌هنری به صورت سری اضافه کنید. پس از راه اندازی مدار تغییرات شدت جریان و نور لامپ را یادداشت نمایید.

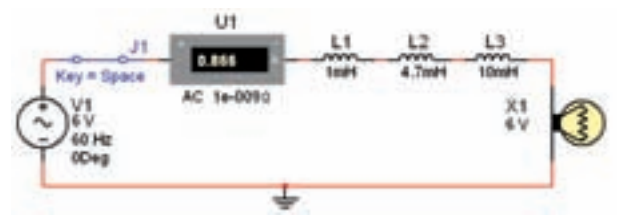
---

---

---

---

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.

---

---

---

---

## 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

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

انتظار می رود:

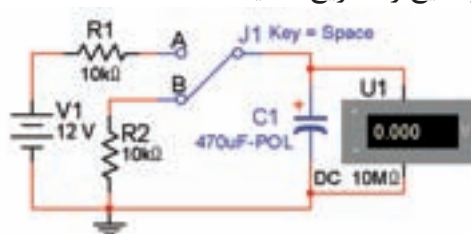
- ۱- ثابت زمانی شارژ خازن را محاسبه و اندازه گیری کند.
- ۲- منحنی شارژ خازن را رسم کند.
- ۳- رفتار خازن را در مدار DC مورد آزمایش قرار دهد.
- ۴- خازن معادل را در مدار سری اندازه گیری کند.
- ۵- خازن معادل را در مدار موازی اندازه گیری کند.

#### 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 J1 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 دکمه‌ی Space کنتاکت‌های 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.

$$V(\tau_1) = \dots\dots\dots V$$

---



---



---

سوال ۳: در چند ثابت زمانی خازن کاملاً شارژ می شود؟ شرح دهید.

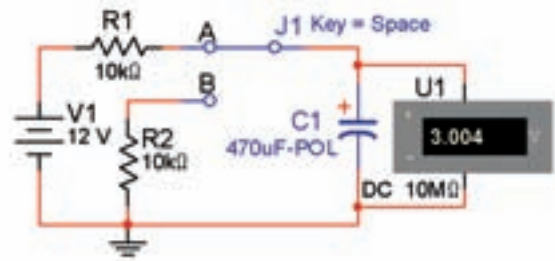
---



---



---



شکل ۲-۸ 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.

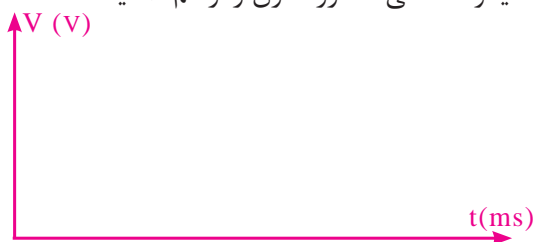
جدول ۱-۸ جدول شارژ خازن

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.

---



---



---



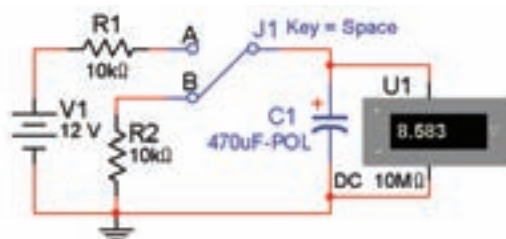
---

### ۸-۲ آزمایش ۲: بررسی رفتار خازن در مدار

#### DC

۸-۲-۱ مدار شکل ۸-۴ را ببینید. 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 R۲ 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.



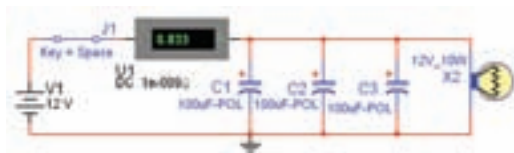
شکل ۸-۵ جریان عبوری از مدار خازن‌های سری

---

---

---

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

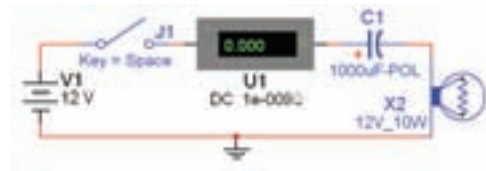
---

---

---

**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)

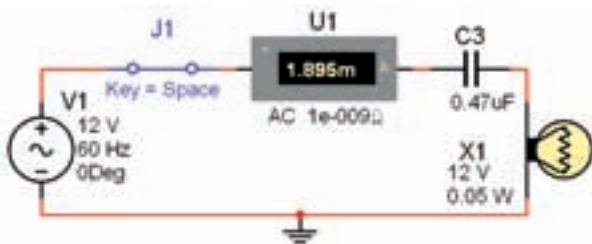
هدف کلی: آزمایش بررسی رفتار خازن در ولتاژ AC، و سری و موازی کردن خازن‌ها توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم

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

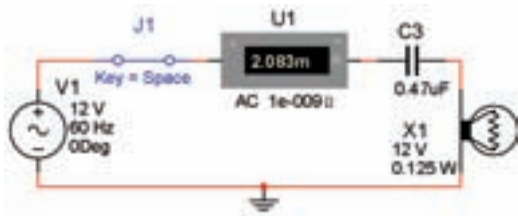
AC

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 J1 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<sub>1</sub> 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.

---



---

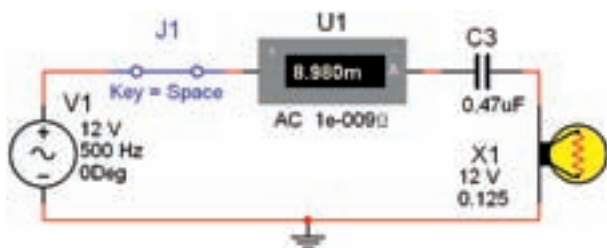
۹-۱-۷ طبق شکل ۹-۴ فرکانس منبع را از ۶۰ Hz به ۵۰۰ Hz افزایش دهید. سپس مدار را راه‌اندازی کنید و کلید J<sub>1</sub> را وصل کنید.

**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.

---



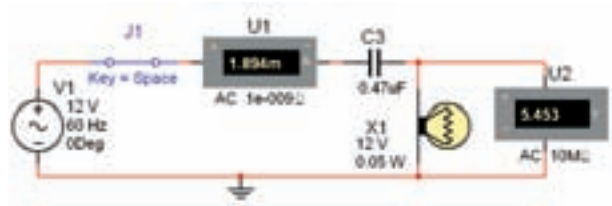
---



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 ۱۰۰μF، ۱۰μF،

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.

$$R_{Lamp} = \frac{V^2}{P} = \frac{(12)^2}{0.05} = \dots\dots\dots \text{K}\Omega$$

۹-۱-۵ مقدار جریان لامپ را با توجه به مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۹-۱-۳ محاسبه کنید.

$$I_{Lamp} = \frac{V_{AC \text{ Lamp}}}{R_{Lamp}} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

$$I_{Lamp} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

**سوال ۲:** آیا مقدار جریان عبوری از لامپ با جریان مدار حدوداً برابر است؟ توضیح دهید.

---



---

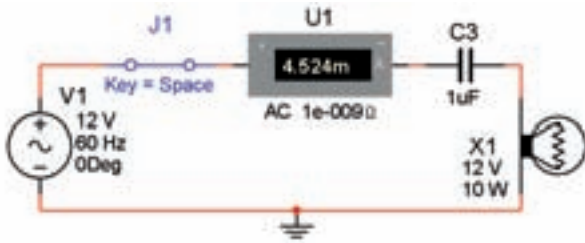


---

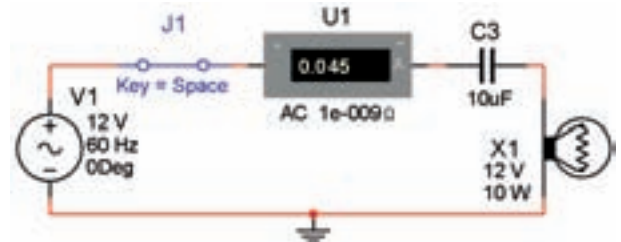


---

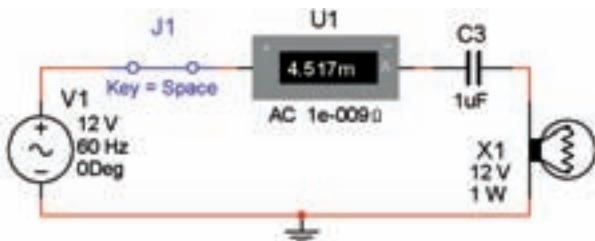
و  $200\mu\text{F}$  انتخاب کنید. در هر مرحله مدار را راه اندازی نمایید و در مورد نتایج حاصل شده توضیح دهید. به چه دلیل نور لامپ افزایش یافته است؟



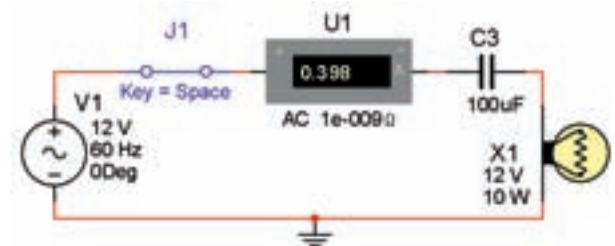
شکل ۸-۹ توان لامپ  $100\text{W}$



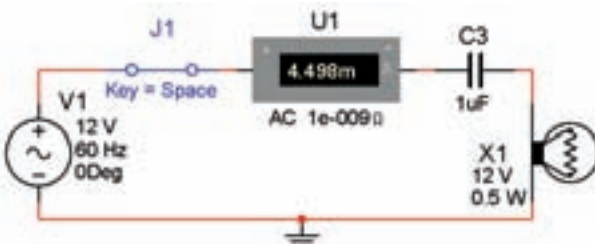
شکل ۵-۹ ظرفیت خازن  $10\mu\text{F}$  و لامپ خاموش است



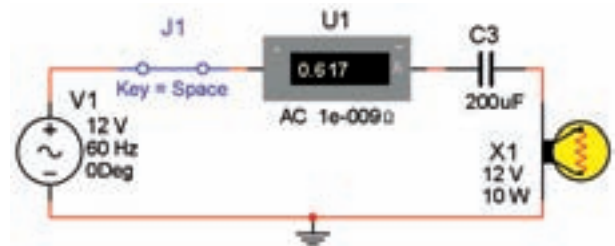
شکل ۹-۹ توان لامپ  $1\text{W}$



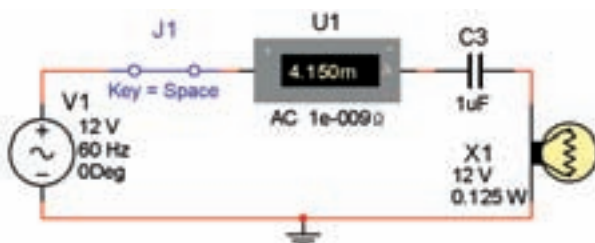
شکل ۶-۹ ظرفیت خازن  $100\mu\text{F}$  و لامپ با نور معمولی روشن است



شکل ۱۰-۹ توان لامپ  $0.5\text{W}$



شکل ۷-۹ ظرفیت خازن  $200\mu\text{F}$  و لامپ با نور بسیار زیاد روشن است



شکل ۱۱-۹ توان لامپ  $0.125\text{W}$

**سوال ۵:** توضیح دهید به چه دلیل با کاهش توان لامپ، جریان مدار کاهش می‌یابد ولی در نهایت هنگامی که توان لامپ را به  $0.125\text{W}$  وات تغییر می‌دهیم لامپ روشن می‌شود؟

۹-۱-۹ طبق شکل‌های ۸-۹، ۹-۹، ۱۰-۹ و ۱۱-۹ فرکانس و ظرفیت خازن را ثابت در نظر بگیرید و با تغییر توان لامپ نحوه‌ی 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 می‌کند؟ 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 می‌توانید مقاومت خازن را به دست آورید؟

---



---



---

**سوال ۱۰:** مقاومت خازنی مدار را به دست آورید و در باره‌ی نحوه‌ی محاسبه‌ی آن توضیح دهید.

---



---



---



---

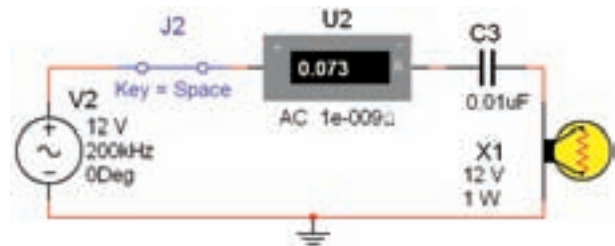


---



---

**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 کدام‌یک 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.

---



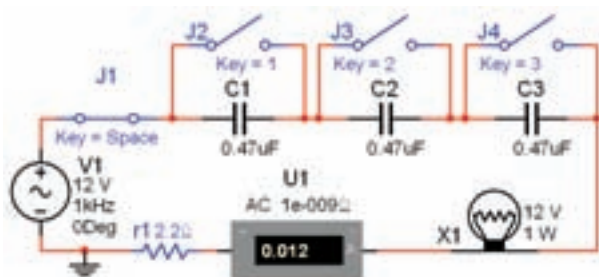
---



---

**سوال ۷:** در زمانی که فرکانس مدار شکل ۹-۱۲ را ده برابر می‌کنید چه تغییراتی در عملکرد مدار ایجاد می‌شود؟ 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

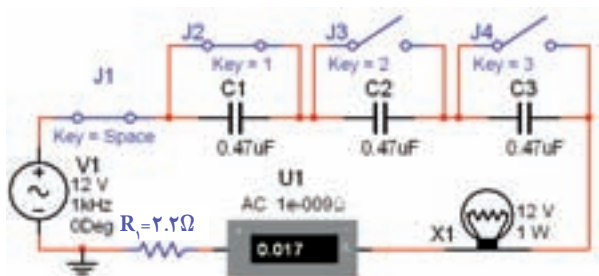
۹-۲-۳ در مدار شکل ۹-۱۴ آیا لامپ روشن می شود؟  
جریان مدار چقدر است؟

---



---

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.

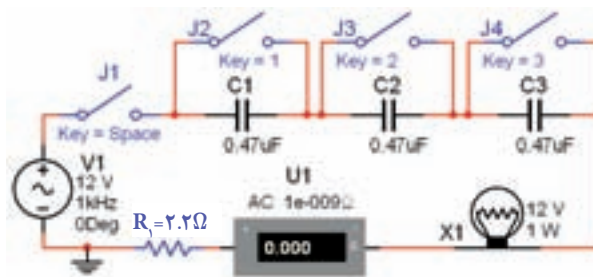
---



---

## 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 Enter، کلید ۳ با عدد (۱)، کلید ۴ با عدد (۲) و کلید ۵ 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.

**سوال ۷-۲-۹:** 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.

---



---

**۸-۲-۹:** 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.

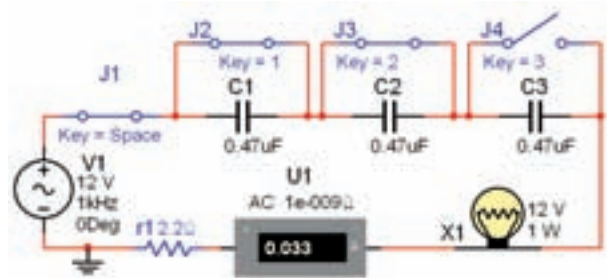
**سوال ۱۲:** شدت جریان مدار شکل ۹-۱۵ نسبت به مدار شکل ۹-۱۴ چه تغییری کرده است؟ با ذکر علت توضیح دهید.

---



---

**۵-۲-۹:** 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.

---



---

**۶-۲-۹:** 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 ۱۱-۲-۹: کلید ۲ را فعال کنید در این حالت به نور لامپ و جریان مدار توجه نمایید.

سوال ۲۱: آیا در این حالت نور لامپ کم تر شده است؟ جریان مدار چه تغییری کرده است؟ با ذکر دلیل علت را توضیح دهید.

سوال ۱۲-۲-۹: کلیدهای ۴ و ۳ را به ترتیب فعال کنید و اثر آن را روی نور لامپ یا حالت‌های خاموش و روشن بودن آن و جریان مدار مورد مطالعه قرار دهید.

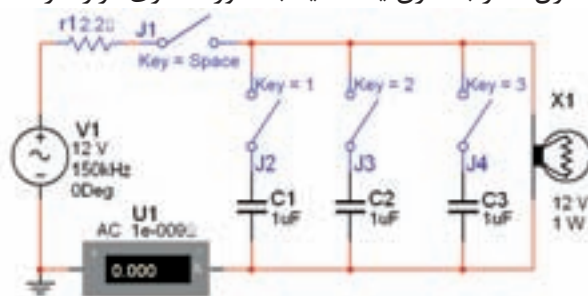
**نکته:** در هر مرحله که تغییری در مدار ایجاد می‌کنید نرم‌افزار را غیر فعال و سپس فعال کنید. همچنین کمی صبر کنید تا آمپرمتر، جریان مدار را نشان دهد.

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.

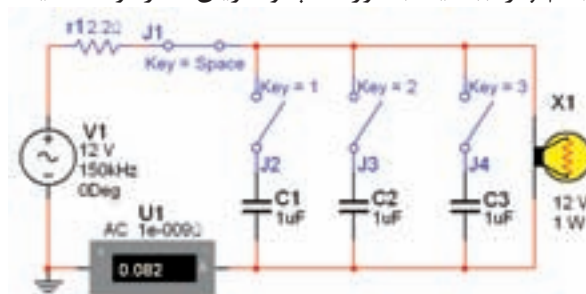
سوال ۱۹: هنگامی که خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج می‌کنید، چه تاثیری روی جریان مدار و نور لامپ می‌گذارد؟ شرح دهید.

سوال ۹-۲-۹: مدار شکل ۹-۱۷ را ببینید. 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.



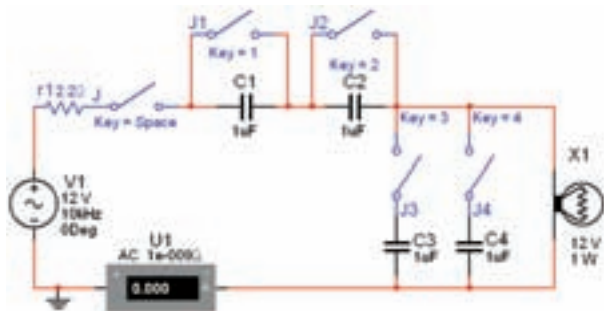
شکل ۹-۱۷ اتصال سه خازن به صورت موازی با لامپ

سوال ۱۰-۲-۹: طبق شکل ۹-۱۸ نرم‌افزار را فعال کنید و کلید ۱ را ببندید. به نور لامپ و جریان مدار توجه کنید.



شکل ۹-۱۸ هیچ خازنی به صورت موازی با لامپ قرار ندارد.

سوال 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 کلبه‌ی حالات کلید ز در حالت روشن قرار دارد.

جدول ۹-۱ تحلیل مدار از طریق فعال کردن کلیدها

مرحله	کلید	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>	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.

---

---

---

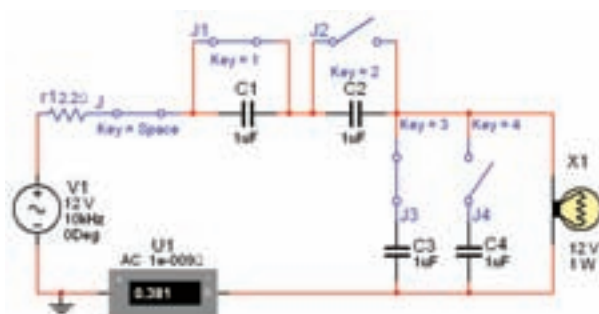
---

---

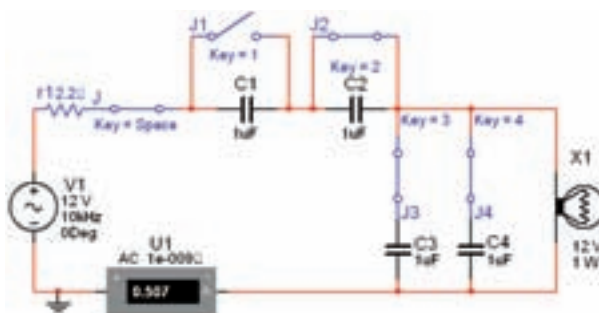
---

---

---



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

۹-۲-۱۸ برای تمرین و تسلط بیشتر تعدادی از مدارهای این فصل را با نرم افزار ادیسون نیز اجرا کنید و نتیجه‌ی آزمایش‌ها را با هم مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

---

---

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.

---

---

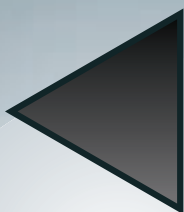
---

---

## 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 الکترونیکی و الکترونیکی را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۲- مدار الکترونیکی ساده را ببندد.
- ۳- مدار الکترونیکی 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 الکترونیکی و واحدهای مختلف آن رادر 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

### ۱-۱-۱ 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

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 ۱-۳- الف نوار مجازی یا Virtual

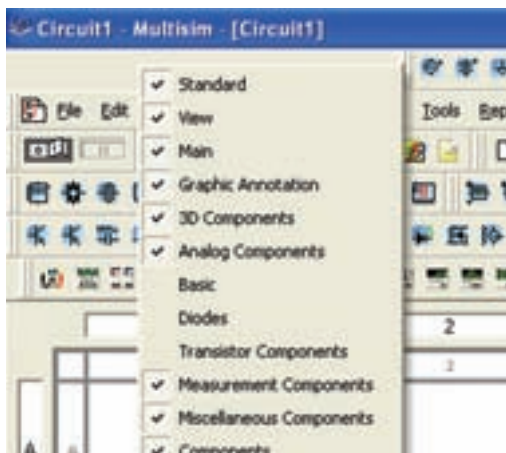


شکل ۱-۳- ب نوار پایه‌ای یا Basic

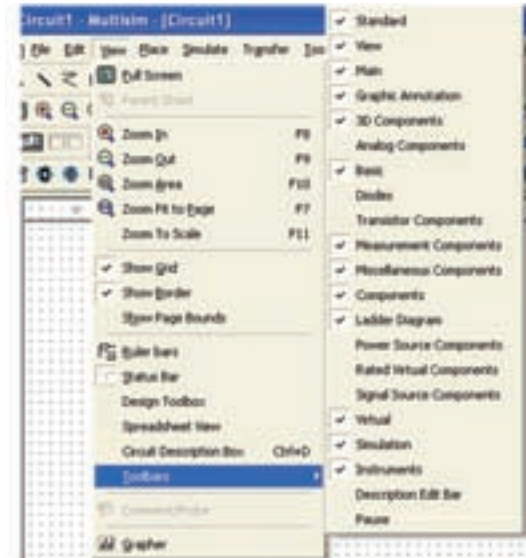


شکل ۱-۳- ج نوار قطعات یا Components

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



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 Cut کلمات Ctrl+ X و در مقابل Paste کلمات Ctrl+ V نوشته شده است که مربوط به صفحه‌ی کلید کامپیوتر است. شکل ۱-۶ 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 ۱-۵ 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.

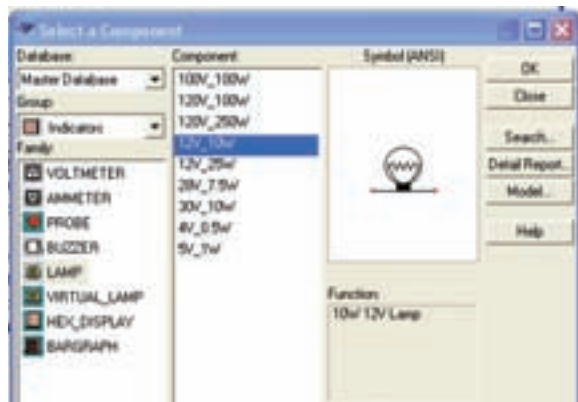


شکل ۱-۵ تعدادی از قطعات موجود در نرم‌افزار

۱-۲-۳ برای انتخاب لامپ مسیر زیر را انتخاب کنید.

Select a Component → Group → Indicator

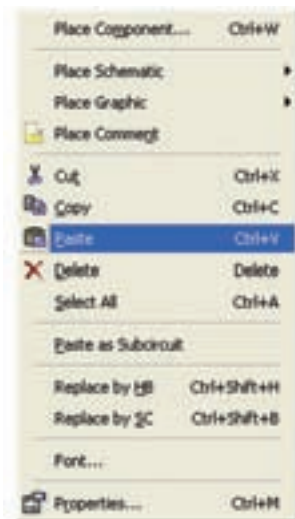
در این گزینه ولت‌متر، آمپر‌متر، پروب، بیزر، لامپ، لامپ مجازی، نمایشگر هفت قطعه‌ای و نمودارنمای میله‌ای (Bar graph) وجود دارد. شکل ۸-۱ مسیر انتخاب لامپ را نشان می‌دهد.



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

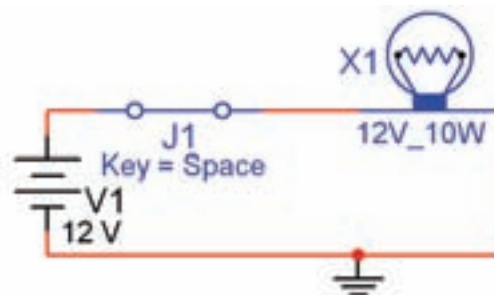
## ۱-۲-۲ آزمایش ۲: بستن مدار و اندازه‌گیری کمیت

### های 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



۸-۲-۱ ولتاژ  $V_1$  را به ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی لامپ ملاحظه کنید. نتایج را در چند سطر بنویسید

---



---

۹-۲-۱ برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت‌متر و برای اندازه‌گیری جریان از آمپر‌متر استفاده کنید. با استفاده از نوارهای:

MeasurementComponents → Instruments

می‌توانید این دستگاه‌ها را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، در شکل ۱۰-۱ این نوارها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰-۱ نوارهای ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری

**نکته‌ی مهم:** دسترسی به منوی ابزار مربوط به Measurement Components و Instruments مشابه دسترسی به منوی قطعات است.

۱۰-۲-۱ ولت‌متر را طبق شکل ۱۱-۱ 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.



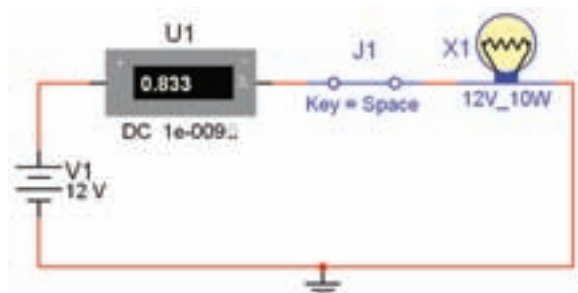
شکل ۹-۱ صفحه‌ی مربوط به تنظیم‌های لامپ

۶-۲-۱ مدار شکل ۷-۱ 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.

۷-۲-۱ در مدار شکل ۷-۱ 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

**نکته‌ی مهم:** هر بار که مدار را راه‌اندازی می‌کنید، 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 راه‌اندازی کنید، آیا آمپر متر مقدار جریان عبوری از لامپ را صحیح نشان می‌دهد؟ جریان لامپ را از رابطه‌ی  $I=P/V$  به دست آورید و نتیجه را با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه کنید و نتایج را بنویسید.

---



---



---

**۱-۲-۱۶** ولتاژ لامپ را به  $7/5$  ولت تغییر دهید و مدار را راه‌اندازی کنید. آیا جریان عبوری از لامپ با مقدار واقعی مطابقت دارد؟ شرح دهید.

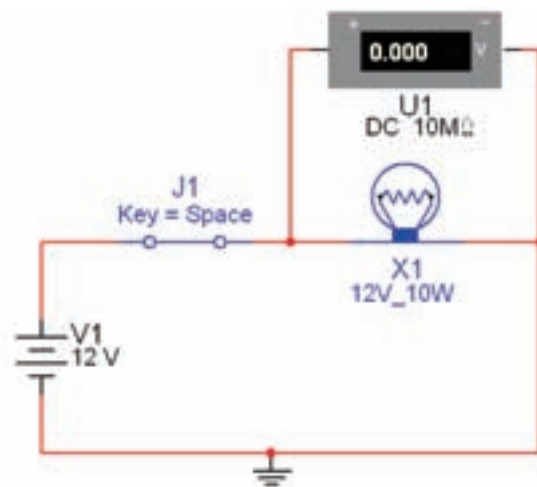
---



---



---



شکل ۱-۱۱ قرار دادن ولت‌متر دو سر قطعه

**۱-۲-۱۱** مدار را راه‌اندازی 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.

---

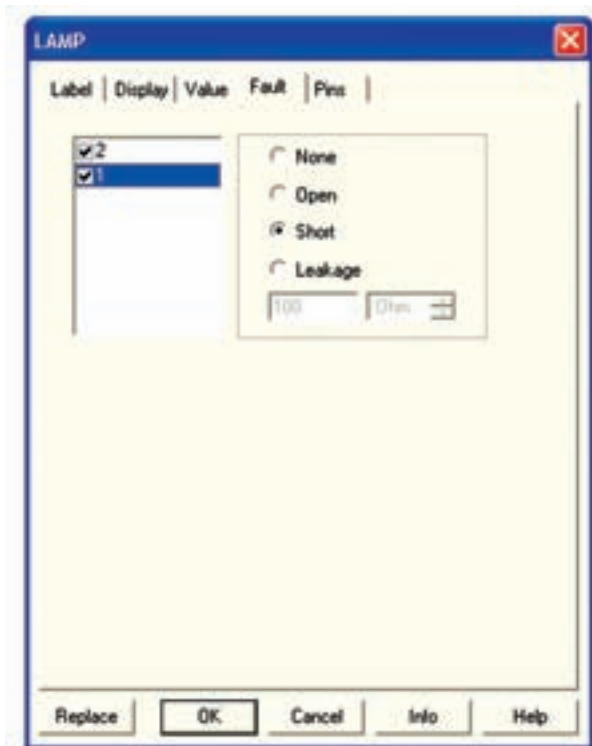


---



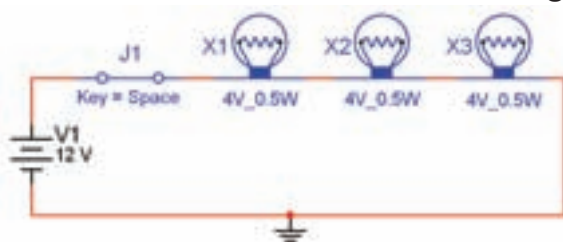
---

**۱-۲-۱۳** آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد. 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 سیم‌بندی نمایید. هم‌چنین می‌توانید آمپر متر را به طور مستقیم در مسیر مورد نظر بگذارید، آمپر متر به صورت سری قرار می‌گیرد.



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

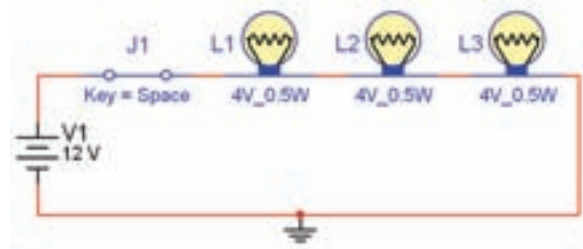
۱-۲-۲۱ مدار را راه‌اندازی کنید. در این حالت نباید هیچ یک از لامپ‌ها روشن شود. در مورد این آزمایش توضیح دهید.

---



---

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.

---



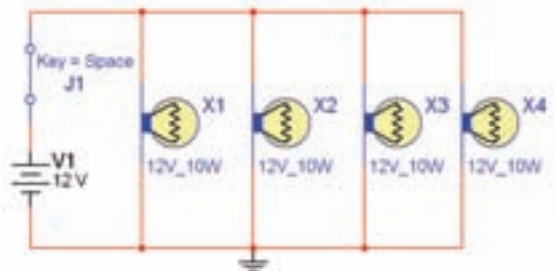
---

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.

---

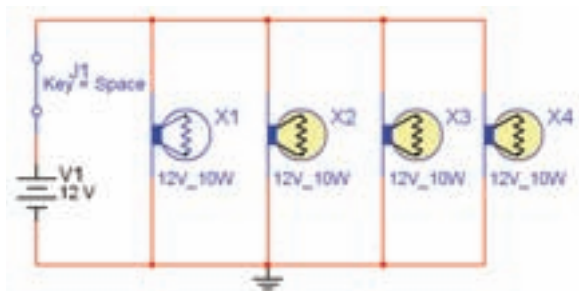


---

**نکته‌ی مهم:** در شرایطی که برنامه‌ی مولتی

سیم فعال است، نمی‌توانید هیچ‌گونه 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  $\checkmark$  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.

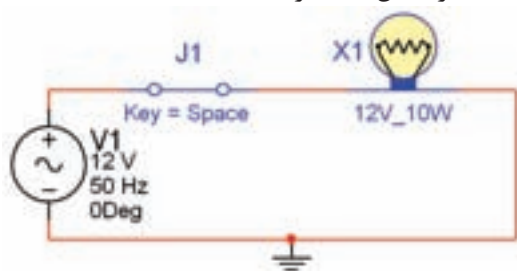
۱-۳-۳ دکمه‌ی تنظیم زمان (TIME/DIV) را طوری تغییر دهید تا تعداد سیکل‌های نمایش داده شده‌ی مناسب روی صفحه ظاهر شود. برای به دست آوردن زمان تناوب تعداد خانه‌های افقی یک سیکل را در عدد

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.

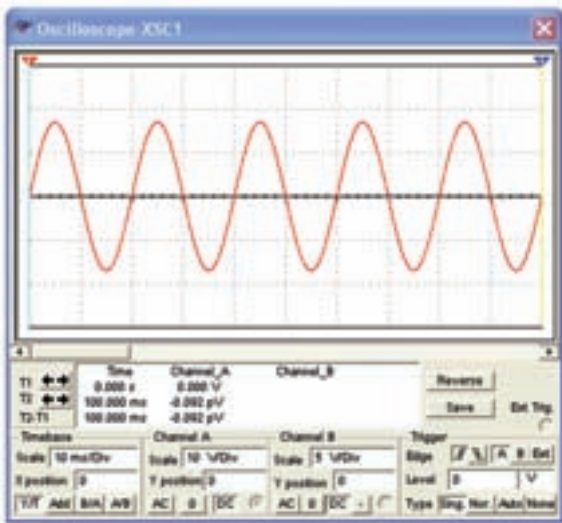
### ۱-۳-۳ آزمایش ۳: آشنایی با منبع تغذیه‌ی AC و دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار

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 ببینید.



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  $10\text{ Hz}$  و یک کیلو هرتز تغییر دهید، اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمائید و نتایج را بنویسید.

---



---

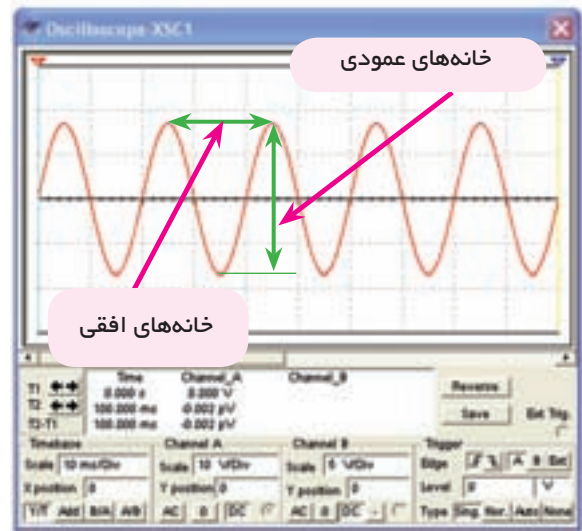


---

**تحقیق کنید:** در مورد نحوه‌ی تنظیم و عملکرد دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار مولتی‌سیم 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:

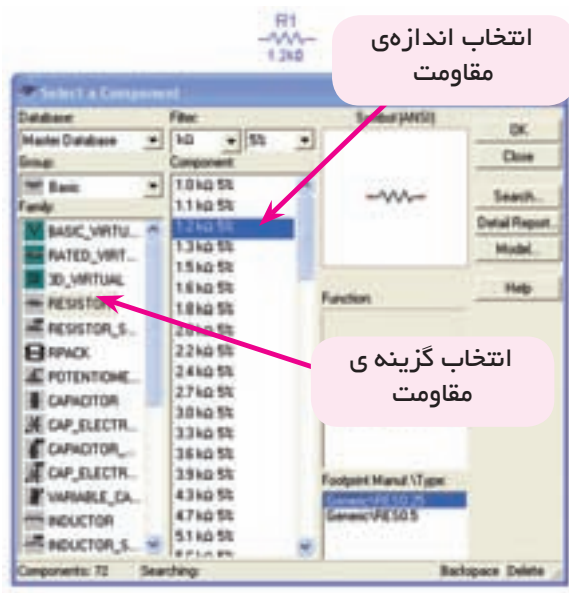
$$V_{p-p} = 3/5 \times 10 = 35\text{ V}$$

$$T = 2 \times 10 = 20\text{ msec}$$

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.

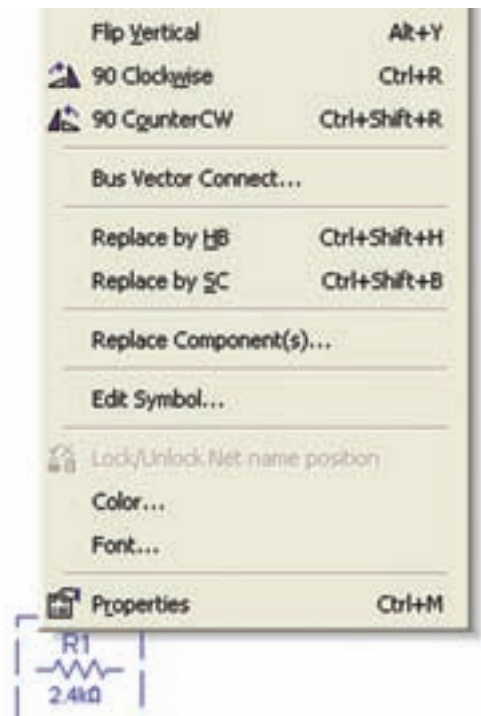
**سوال ۴:** وقتی مدار شکل ۱-۱۹ را راه‌اندازی می‌کنید نور لامپ چه تغییراتی دارد؟ توضیح دهید.

## ۱-۴-۴ 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 ۲۷-۱ نحوه‌ی استفاده از این قابلیت را مشاهده می‌کنید. برای فعال کردن زبان‌های Virtual و آوردن مقاومت روی صفحه‌ی کار مجازی می‌توانید از گزینه‌ی View، زیر مجموعه‌ی Toolbar، زبان‌های 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.



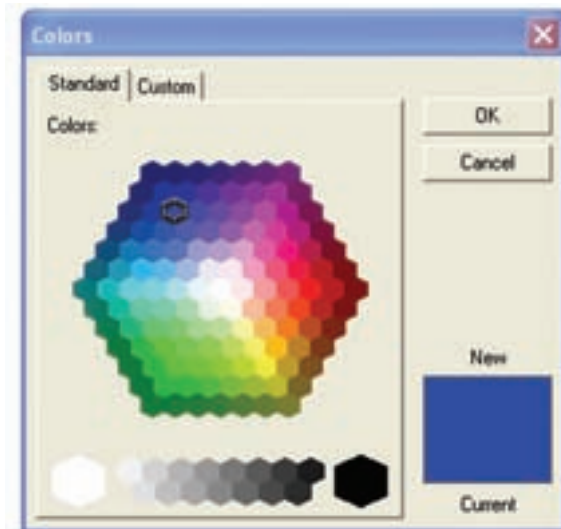
شکل ۲۵-۱ صفحه‌ی تنظیمات مربوط به هر قطعه

۱-۴-۴ گزینه‌ی Color را فعال کنید، صفحه‌ی مطابق شکل ۲۶-۱ باز می‌شود. رنگ دلخواه را از میان رنگ‌های روی صفحه انتخاب کنید و کلید OK را فعال کنید.



شکل ۲۷-۱ صفحه‌ی تنظیمات مقاومت

پس از آوردن مقاومت روی صفحه‌ی کار مجازی، کادر Resistance اندازه‌ی مقاومت و واحد مورد نظر را

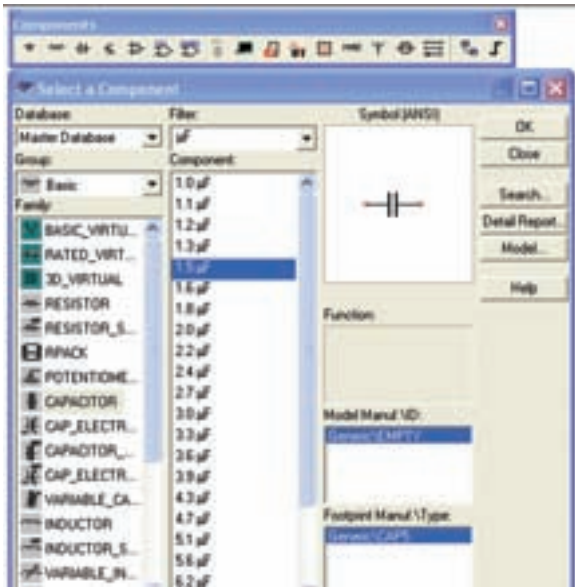


شکل ۲۶-۱ انتخاب رنگ برای قطعات

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.

---



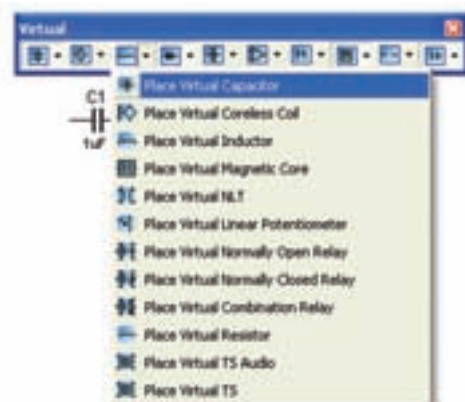
---

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.

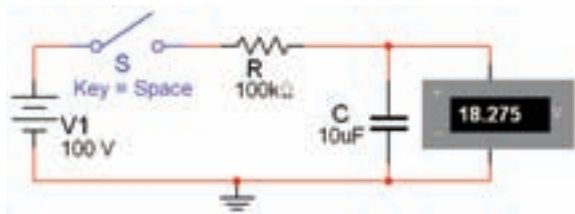
---



---

**۱۶-۴-۱** 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.

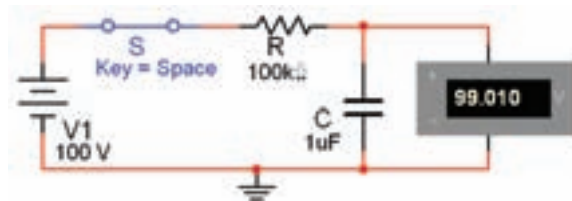
---



---

**۱۳-۴-۱** 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.

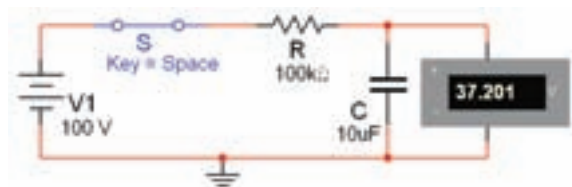
**۱۴-۴-۱** مقدار ظرفیت خازن را در مدار شکل ۱-۳۱ به  $4/7 \mu F$  و  $10 \mu F$  افزایش دهید و آزمایش را دو باره تکرار کنید. چه تغییری در زمان رسیدن ولتاژ ولت‌متر به مقدار حداکثر آن مشاهده می‌کنید، توضیح دهید.

---

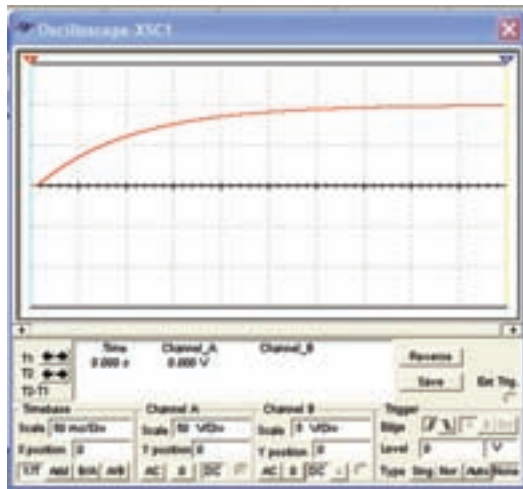


---

**۱۵-۴-۱** 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.

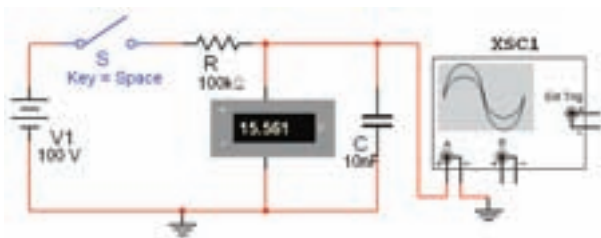
---



---

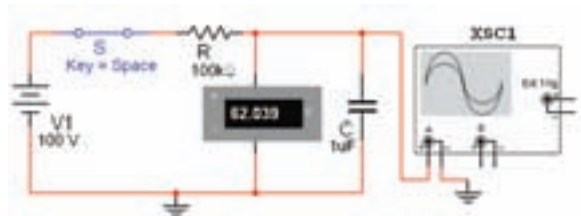
**نکته مهم:** برای مشاهده‌ی دقیق منحنی، تنظیم‌های مربوط به Volt/Div و Time/Div باید با توجه به مقدار خازن و مقاومت در مدار تغییر کند. به عنوان مثال در مدار شکل ۱-۳۴ برای مشاهده‌ی منحنی شارژ باید Time/Div روی ۵۰ ms/Div و Volt/Div روی ۵۰ V/Div قرار گیرد.

۱-۴-۲۲ مدار شکل ۱-۳۶ را ببندید.



شکل ۱-۳۶ مدار دشارژ خازن

۱-۴-۱۷ برای مشاهده‌ی 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 صفحه‌ی کیبورد به حالت وصل ببرید. توجه داشته باشید که باید Time/Div اسیلوسکوپ 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 نمی‌رسد؟ توضیح دهید.

---



---



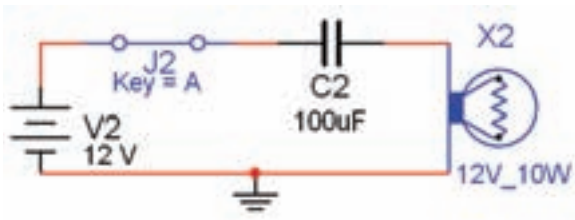
---



---

۱-۴-۱۹ صفحه‌ی دستگاه اسیلوسکوپ را باز کنید. با گذشت زمان باید منحنی شارژ خازن روی صفحه‌ی دستگاه اسیلوسکوپ ظاهر شود.

۱-۴-۲۰ شکل ۱-۳۵ منحنی شارژ خازن را در دستگاه اسیلوسکوپ نشان می‌دهد. این منحنی با وصل کلید S در مدار ایجاد می‌شود.



شکل ۱-۳۸ مدار ساده‌ی الکتریکی DC با استفاده از خازن

---

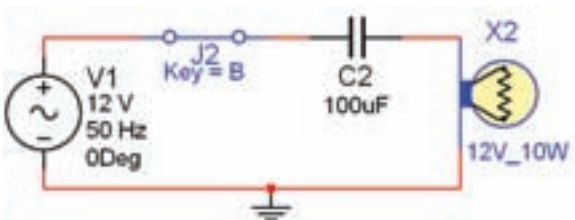


---



---

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.

---

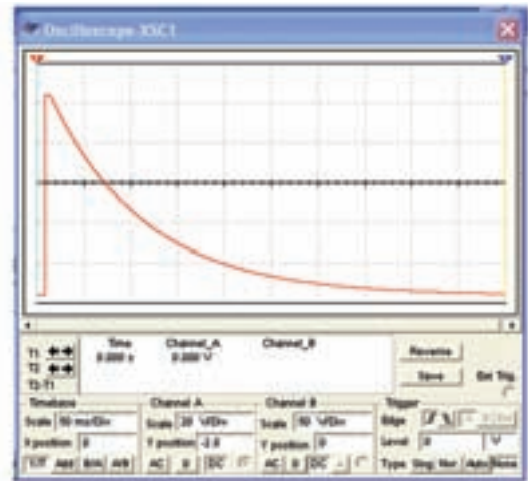


---



---

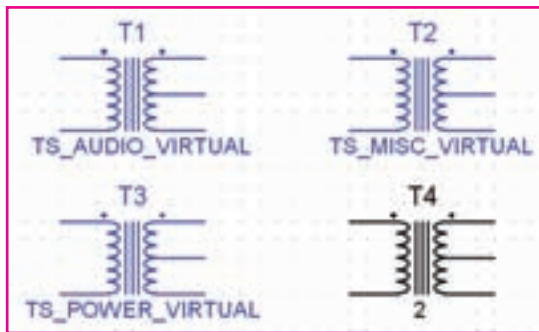
۱-۴-۲۳ پس از این که خازن به طور کامل شارژ شد، در حالی که نرم‌افزار فعال است، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه کلید قطع کنید و کمی صبر کنید. در این حالت خازن از طریق ولت‌متر شروع به دشارژ می‌کند و روی اسیلوسکوپ منحنی دشارژ ظاهر می‌شود. شکل ۱-۳۷ منحنی دشارژ خازن را نشان می‌دهد. چون زمان شارژ 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 نمایید. 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 شبیه‌ساز ممکن است در برخی موارد با مباحث تئوری دقیقاً تطبیق نداشته باشد.

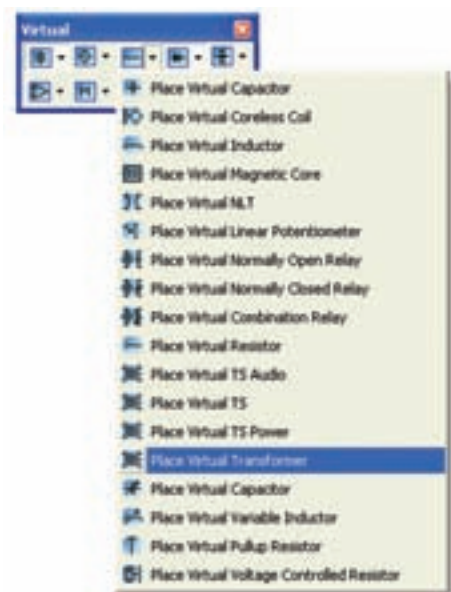
۱-۴-۲۴ مدار شکل ۱-۳۸ را ببندید. پس از وصل کلید، آیا لامپ روشن خواهد شد؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را بنویسید.



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.



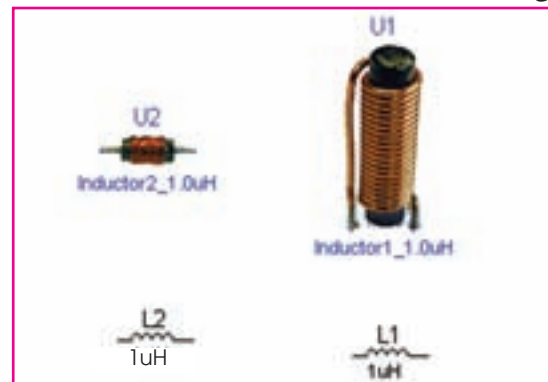
شکل ۱-۴۲ انتخاب ترانسفورماتور از نوار مجازی

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.

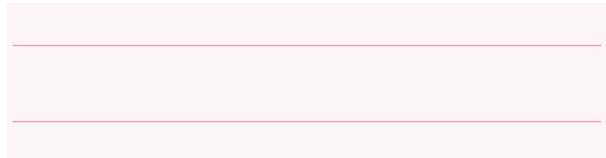


شکل ۱-۴۰ دو نمونه سلف و علامت فنی آن‌ها

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.



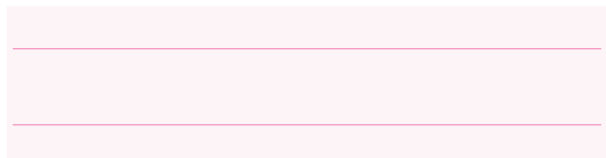
۱-۴-۳۳ مبدل وسیله‌ای است که می‌تواند یک نوع انرژی را به نوع دیگری از انرژی تبدیل کند. شکل ۱-۴۵ انواع مبدل را در نرم‌افزار نشان می‌دهد. این قطعات را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۱-۴۵ تعدادی مبدل در نرم‌افزار

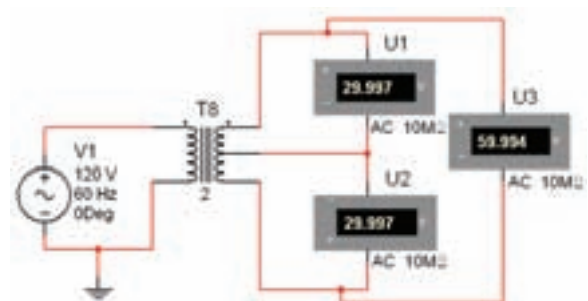
۱-۴-۳۴ در صورت تمایل می‌توانید مبدل‌ها را فعال کنید و آن‌ها را راه‌اندازی نمایید.

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.

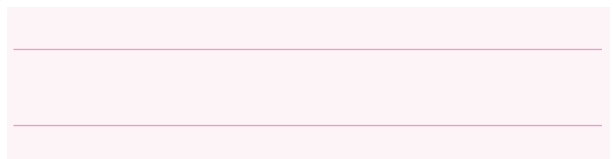


شکل ۱-۴۳ تنظیم نسبت ترانسفورماتور

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

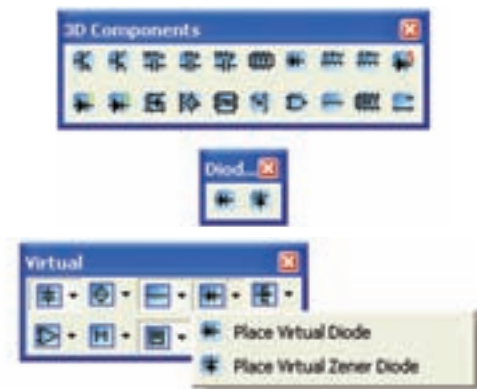
(مطابق فصل سوم کتاب الکترونیک عمومی ۱)

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 زنر را مشاهده کند.
  - ۱۱- منحنی مشخصه ی دیود زنر را مشاهده کند.
  - ۱۲- منحنی مشخصه ی دیود معمولی را با دیود زنر 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 (سِون سِگمنت) مشاهده کند.



شکل ۲-۱ قرار دادن دیود بر روی میز کار مجازی

۲-۱ آزمایش ۱: تشخیص دیود و نحوه ی بایاس

کردن آن توسط نرم افزار

۲-۱-۱ دیود را از روی یکی از نوارهای قطعات

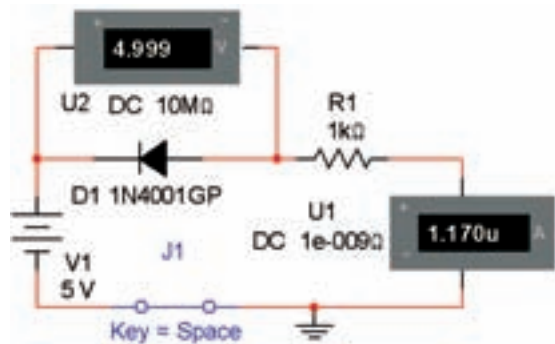
Virtual، Diode و 3D Components مطابق

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  $1\text{K}\Omega$  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 آند 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.

---



---



---

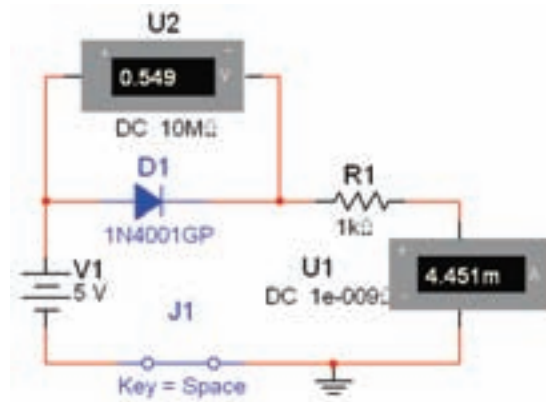
**سوال ۲:** اگر مقدار ولتاژ باتری را افزایش دهیم آیا تغییری در ولتاژ دو سر دیود در مدارهای شکل‌های ۲-۳ و ۲-۴ به وجود می‌آید؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

**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 آند دیود به پایانه‌ی مثبت منبع تغذیه و پایه‌ی کاتد آن به پایانه‌ی منفی منبع تغذیه وصل شود. با استفاده از آمپر متر و ولت‌متر 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.

---



---



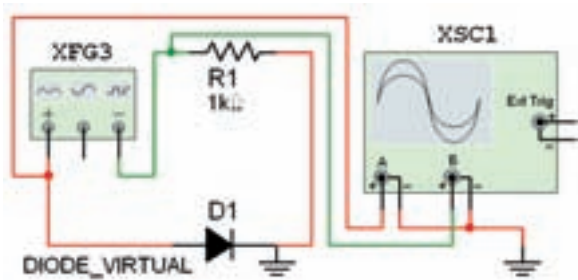
---

**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 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.

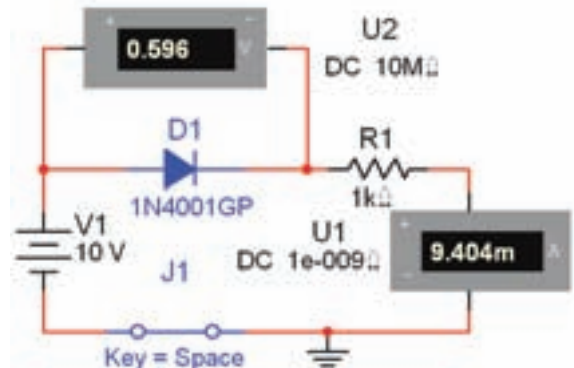
---



---

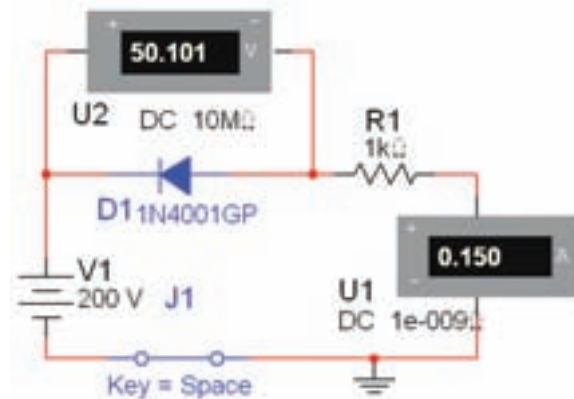


---



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

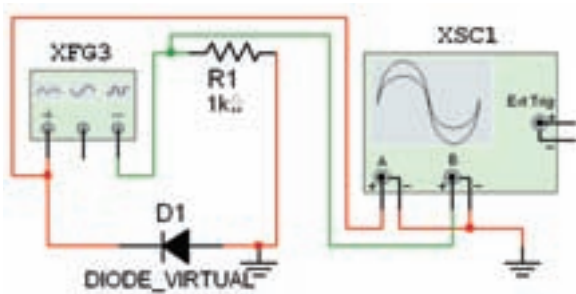
Time/Div = 10 ms/Div

CH<sub>A</sub>: Volt/Div = 1V/Div

CH<sub>B</sub>: Volt/Div = 500 mV/Div

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.

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



منحنی در  
بایاس مخالف

منحنی در  
بایاس موافق

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.

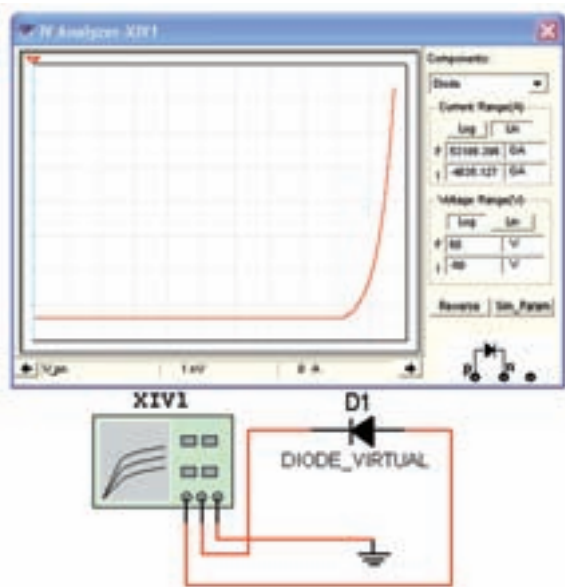
۲-۲-۶ نرم افزار را غیر فعال کنید و انتخاب کانال B/A را به A/B تغییر دهید. سپس نرم افزار را فعال نمایید و شکل موج را مشاهده کنید. شکل موج به دست آمده در این مرحله را با مرحله قبل مقایسه نمایید و توضیح دهید.

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.



شکل ۱۱-۲ منحنی مشخصه‌ی دیود در بایاس مستقیم

**نکته ۱:** برای اتصال دیود به تحلیل گر پایه‌ی آند دیود را به پایانه‌ی P و پایه‌ی کاتد دیود را به پایانه‌ی N وصل کنید.

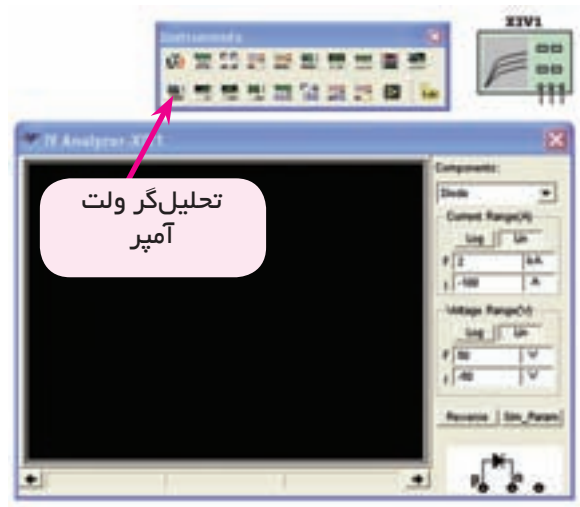
**نکته ۲:** حتماً باید زمین مدار را به پایانه‌ای که در کنار پایانه‌ی کاتد است وصل کنید. در غیر این صورت منحنی نمایش داده نخواهد شد.

**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.

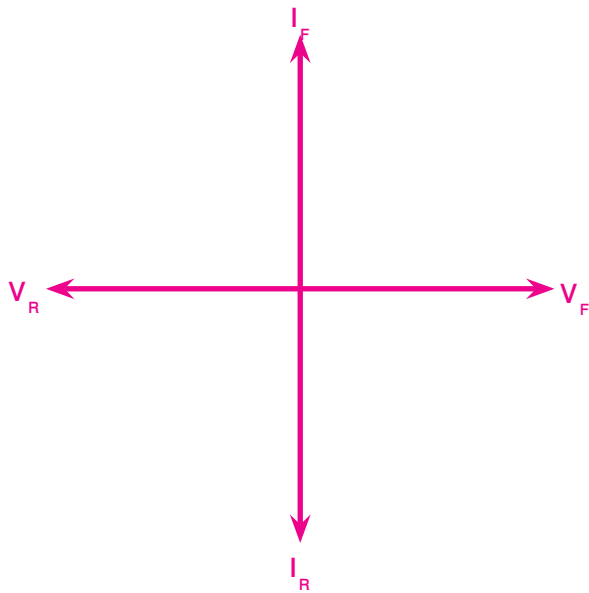
جدول را کامل کنید.

جدول ۲-۱ تغییرات ولتاژ منبع و مقادیر ولتاژ و 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 می کند؟ تجربه کنید و نتایج را شرح دهید.

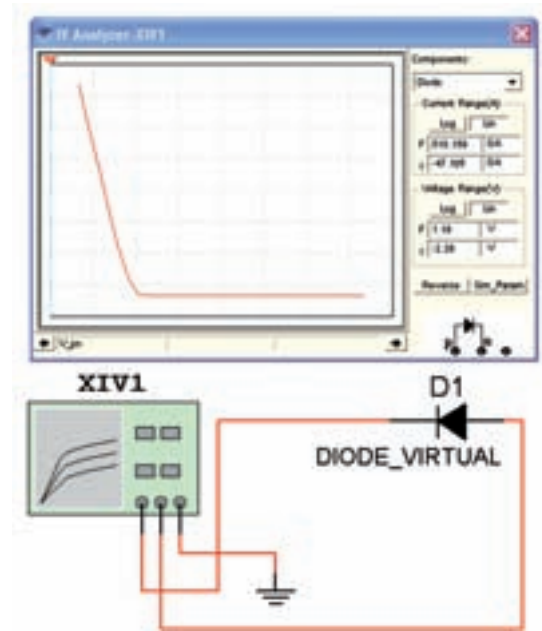
---



---



---

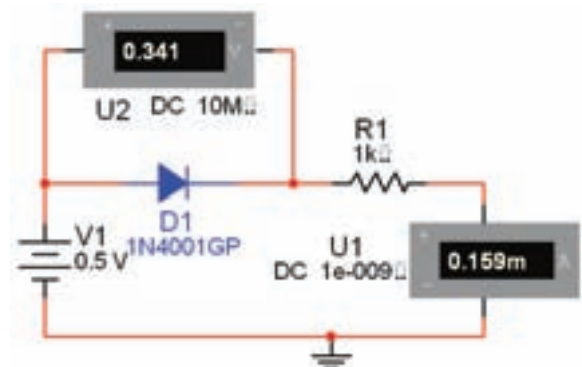


شکل ۲-۱۲ منحنی مشخصه‌ی دیود در بایاس معکوس

### ۲-۳ آزمایش ۳: مقاومت استاتیکی و دینامیکی

#### دیود

۲-۳-۱ مقاومت استاتیکی دیود از رابطه‌ی  $I_{dc} = \frac{V_f}{I_f}$  به دست می‌آید.  $V_f$  ولتاژ و  $I_f$  جریان دیود در بایاس مستقیم است. مدار شکل ۲-۱۳ را ببینید 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.

---



---

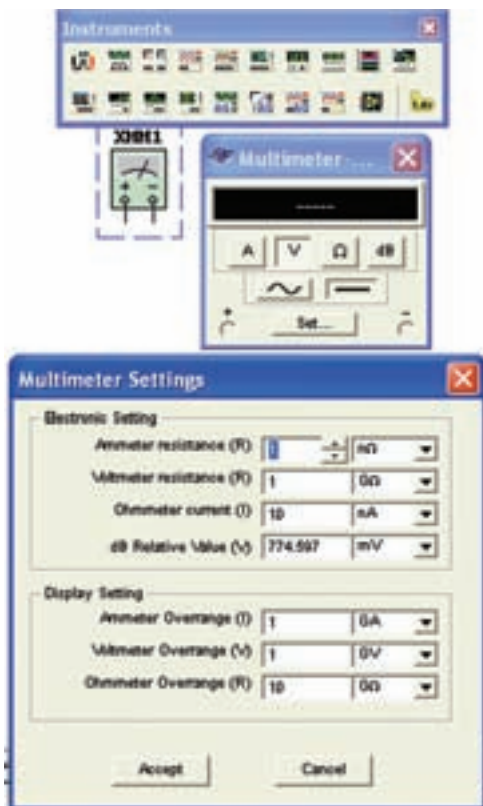


---



شکل ۱۴-۲ موقعیت مولتی‌متر معمولی در نرم افزار

**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 پنجره ی Multimeter Setting را ببینید. در شکل ۱۵-۲ پنجره‌ی تنظیم شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵-۲ پنجره‌ی تنظیم مولتی‌متر

**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.

$$r_{ac} = \dots \Omega$$

### ۲-۴ آزمایش ۴: آزمایش دیود

**۲-۴-۱** برای تست دیود می‌توانید از اهم‌متر یا مولتی‌متر دیجیتالی 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 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.

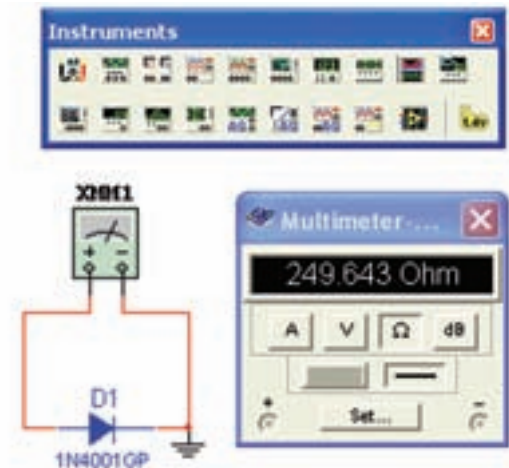
۲-۴-۶ مولتی‌متر دیجیتال با توانایی آزمایش دیود در منوی ابزار Instrument تحت نام Agilent multimeter قرار دارد. شکل ۱۸-۲ مولتی‌متر دیجیتال را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۲ مولتی‌متر دیجیتال

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  $\Omega$  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  $2\text{ mA}$  از آن عبور می‌کند در حدود  $250\ \Omega$  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.

توانید دیود 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 شماره‌ی ۱۱ فشار داده شود، قسمت آزمایش دیود 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 شماره‌ی ۱، دستگاه را روشن کنید. سپس دکمه‌ی شماره‌ی ۴ (Shift) را فشار دهید، پس از آن دکمه‌ی شماره‌ی ۱۱ را یک بار بفشارید باید روی میز کار مجازی علامت دیود مشابه شکل ۲۰-۲ ظاهر شود. اکنون دستگاه آماده‌ی آزمایش است.



شکل ۲۰-۲ آماده ساختن مولتی‌متر برای آزمایش دیود

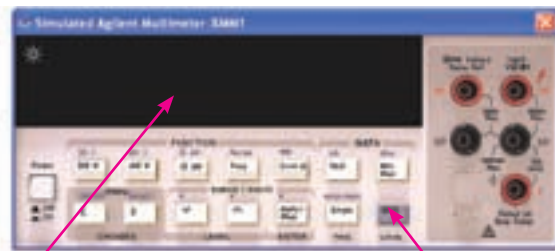
۲-۴-۱۰ مدار شکل ۲۱-۲ را ببندید و نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. باید عدد تقریبی نشان داده شده روی مولتی‌متر ایجاد شود. این عدد ولتاژ دیود در بایاس موافق است.



شکل ۲۱-۲ آزمایش دیود در بایاس موافق

همان طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ دیود 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 دیود و تشخیص پایه‌های آن به کار می‌رود.



شکل ۱۹-۲ تصویر مولتی‌متر دیجیتالی صفحه نمایش ۴ shift

شماره کلیدها را با شکل ۱۳۹-۲ صفحه‌ی ۶۷ انطباق دهید

۲-۴-۸ پس از این که مولتی‌متر دیجیتالی Agilent را بر روی صفحه‌ی کار آورید 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 دیود در بایاس موافق به آن وصل می‌شود.

شماره ۲ : صفحه‌ی نمایش است که مقادیر کمیت‌ها روی آن ظاهر می‌شود.

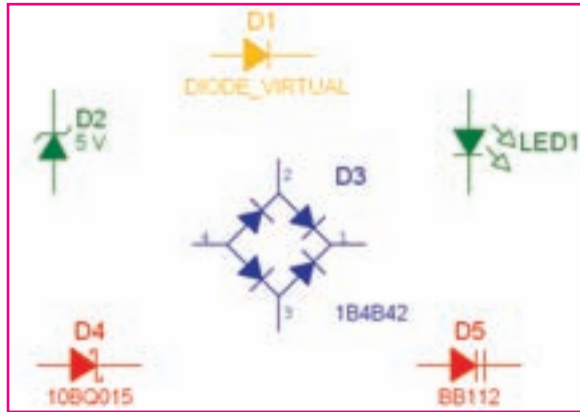
شماره ۵ : ورودی منفی است و کاتد دیود در بایاس موافق به آن متصل می‌شود.

شماره ۴ : دکمه‌ی شیفت است، در صورتی که این دکمه فشار داده شود پارامترهایی که روی بدنه‌ی دستگاه 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 دیود که تصویر آن در بالای کلید رسم شده است فعال می‌شود. در این حالت می

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 نرم‌افزار

**۲-۵-۲** چند نمونه دیود را در شکل ۲۴-۲ مشاهده می‌کنید. شما نیز با انتخاب دیودهای مختلف این تجربه را

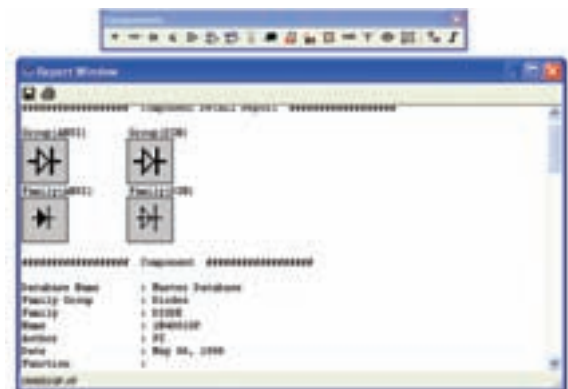


۲-۵-۳ هر دیود برای جریان عبوری مستقیم و ولتاژ معکوس مشخصی، ساخته می‌شود که با توجه به نوع کار مورد نظر، از نظر جریان عبوری و ولتاژ معکوس، می‌توان شماره‌ی دیود دل‌خواه را با مراجعه به جداول مشخصات الکتریکی دیودها و یا کاتالوگ‌های مربوطه انتخاب کرد. در نرم‌افزار مولتی‌سیم برای مشاهده‌ی این مشخصات پس از انتخاب دیود مورد نظر، دکمه‌ی **Detail Report...** (گزارش جزئیات) را فشار دهید. شکل ۲-۲۵ جایگاه این دکمه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲۵ جایگاه دکمه‌ی **Detail Report**

۲-۵-۴ در شکل ۲-۲۶ 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 ۲-۲۶ 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 زنر و آزمایش‌های مربوطه

۲-۶-۱ ولتاژ دو سر دیودهای زنر در بایاس معکوس مقدار ثابتی دارد. مدار شکل ۲-۲۷ را با استفاده از دیود زنر ببندید. به مقدار ولتاژ دیود زنر توجه کنید.

**سوال ۱۰:** اگر مقدار ولتاژ منبع مدار شکل ۲۸-۲ را به نصف کاهش دهیم، مقدار ولتاژ نشان داده شده توسط ولت‌متر چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

**سوال ۱۱:** حد می‌نیمم و ماکزیمم ولتاژ منبع که باعث می‌شود ولتاژ دو سر دیود زener تقریباً ثابت بماند را مشخص کنید و در مورد آن توضیح دهید.

---

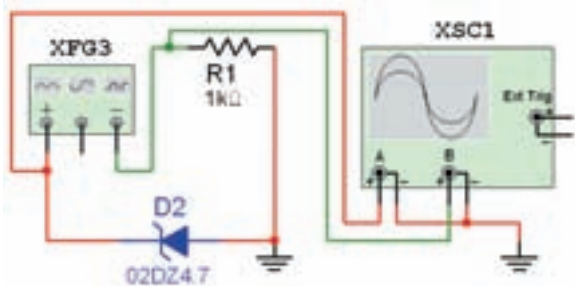


---

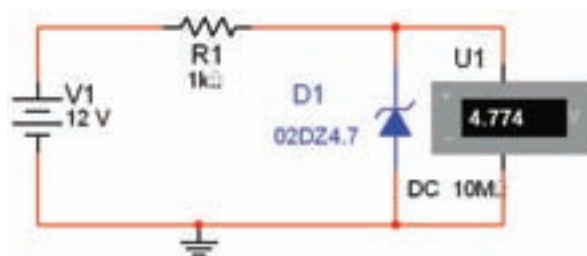


---

**۲-۶-۳** مدار شکل ۲۹-۲ را ببندید. با استفاده از اسیلوسکوپ منحنی مشخصه‌ی ولت‌آمپر دیود زener را مشاهده کنید.

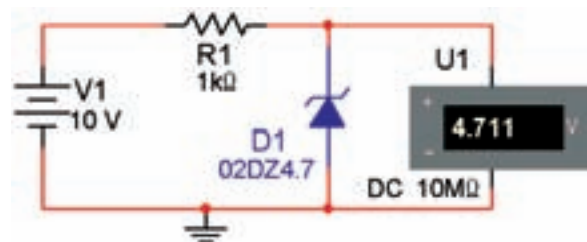


شکل ۲۹-۲ مدار جهت نمایش منحنی مشخصه‌ی دیود زener در شکل ۳۰-۲ منحنی مشخصه‌ی دیود زener را مشاهده می‌کنید. به تنظیم‌های روی دستگاه اسیلوسکوپ توجه کنید.



شکل ۲۷-۲ 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 ۲۸-۲ 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 ۲۸-۲ ثابت بودن ولتاژ دیود زener در اثر تغییر منبع ولتاژ

---



---



---

**سوال ۹:** مقدار ولتاژ نشان داده شده توسط ولت‌متر چه رابطه‌ای با ولتاژ دیود زener دارد؟ شرح دهید.

---



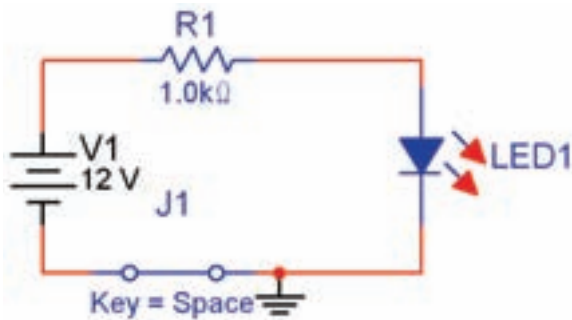
---



---

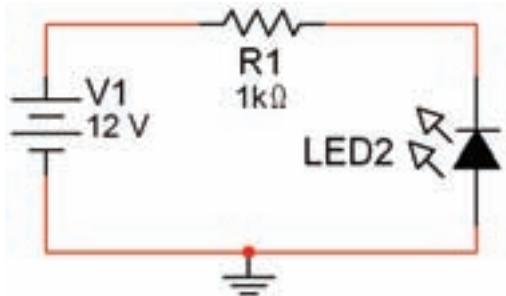
## ۲-۷ آزمایش ۷: دیود LED و مدارهای آن

۲-۷-۱ مدار شکل ۲-۳۱ را ببندید و نرم‌افزار را راه اندازی کنید در این حالت باید دیود LED روشن شود.

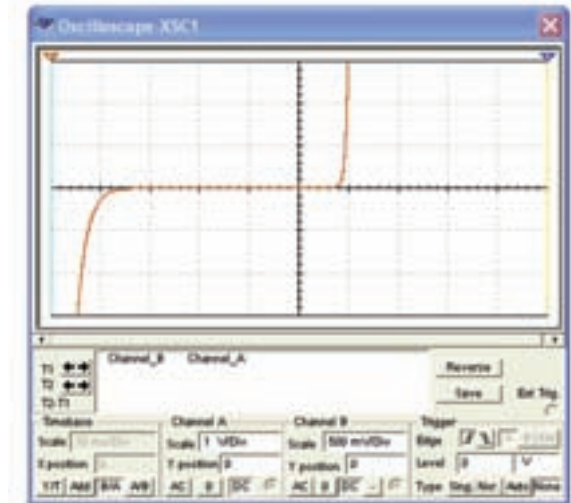


شکل ۲-۳۱ مدار آزمایش دیود LED

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 زener

۲-۶-۵ با استفاده از منحنی مشخصه‌ی دیود زener 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 زener دارد؟ توضیح دهید.

---



---

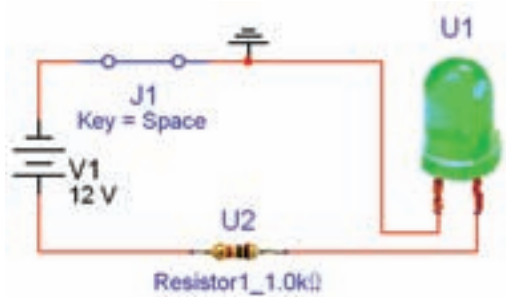


---



---

۲-۶-۶ اگر پایه‌های دیود را در مدار ۲-۲۹ جابه‌جا کنید، منحنی مشخصه‌ی دیود زener چه تغییری می‌کند؟ مدار آن را ببندید و منحنی مشخصه‌ی دیود را مشاهده نمایید. در مورد تغییرات آن توضیح دهید.



**سوال ۱۳:** به چه دلیل پس از راه اندازی مدار شکل ۲-۳۲ دیود روشن نمی شود؟ توضیح دهید.

---



---



---

شکل ۲-۳۳ مدار آزمایش دیود LED با قطعات سه بعدی (مقاومت و LED)

**سوال ۱۴:** با تغییر افزایش و کاهش ولتاژ منبع چه تغییری در میزان نور دیود LED در ولتاژ موافق به وجود می آید؟ تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

---



---



---

**سوال ۱۷:** آیا می دانید اگر جای اتصال زمین و مقاومت را در مدار شکل ۲-۳۳ جابه جا کنید چه اتفاقی می افتد؟ تجربه کنید و نتیجه را بنویسید.

---



---



---

**سوال ۱۵:** ولتاژ منبع را در مدار شکل ۲-۳۱ تا حد ۵ ولت کاهش دهید، آیا دیود LED روشن می شود؟ آزمایش کنید و نتیجه را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

**۲-۷-۵** 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 ۲-۳۴ به روی میز کار مجازی بیاورید.



**سوال ۱۶:** حد می نیمم و ماکزیمم ولتاژ منبع که باعث می شود دیود LED تقریباً نور ثابتی داشته باشد، را مشخص کنید و در مورد آن توضیح دهید.

---



---



---

**۲-۷-۴** مدار شکل ۲-۳۳ را با استفاده از LED در نوار 3DComponents ببندید.

شکل ۲-۳۴ قرار دادن 7S بر روی صفحه‌ی کار

## Component → Indicator → Hex Display

۲-۷-۶ قطعه‌ی 7S در رنگ‌های مختلف را به روی صفحه‌ی کار بیاورید و انواع آن را مشاهده کنید.

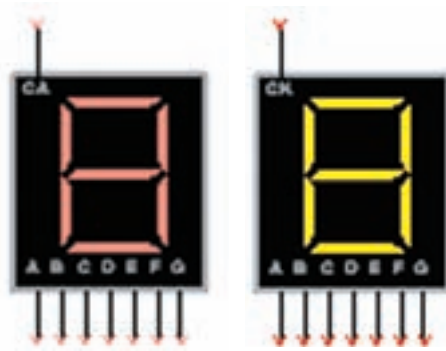
۲-۷-۷ برای نمایش دو رقم می‌توانید از 7S دو رقمی استفاده کنید. در شکل ۲-۳۵ این 7S را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۳۵ انتخاب 7S دو رقمی

۲-۷-۸ با استفاده از نوار قطعات دو نوع مختلف از

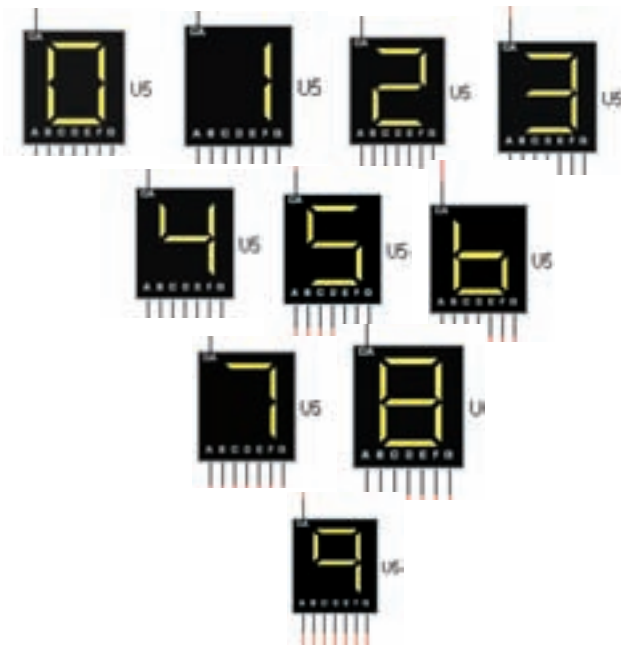
7S را مطابق شکل ۲-۳۶ بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. با توجه به شکل چه تفاوتی بین آن‌ها مشاهده می‌کنید؟ شرح دهید.



شکل ۲-۳۶ دو نوع 7S موجود در نرم‌افزار

**توجه:** در نرم‌افزار مولتی‌سیم باید برای روشن شدن هفت قطعه‌ای باید 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 Bargraph است. بارگراف‌ها معمولاً دارای تعدادی LED هستند که در کنار 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.



## 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:

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.

۱- یک سوسازی نیم موج را در نرم افزار پیاده سازی کند.

۲- یک سوسازی تمام موج را با استفاده از دو روش در نرم افزار شبیه سازی کند.

۳- به کمک نرم افزار یک سوساز تمام موج را به خازن صافی وصل کند و اثرات آن را مشاهده کند.

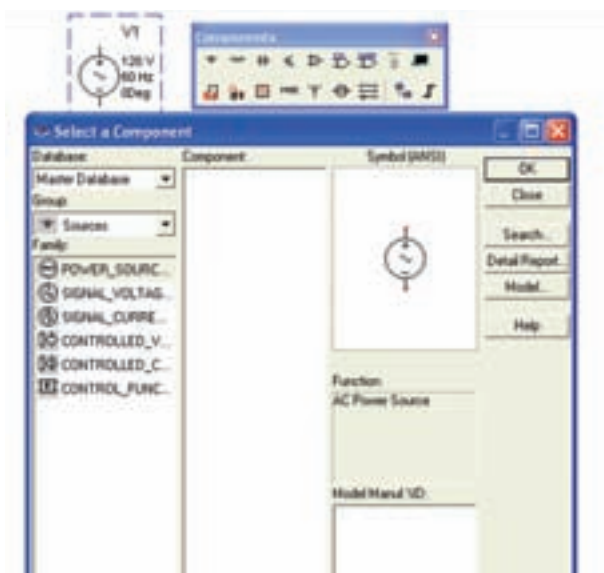
### ۳-۱-۱ آزمایش ۱: مدارهای یک سوساز نیم موج و تمام موج

۳-۱-۱-۱ در این آزمایش ابتدا با نحوه استفاده از منبع

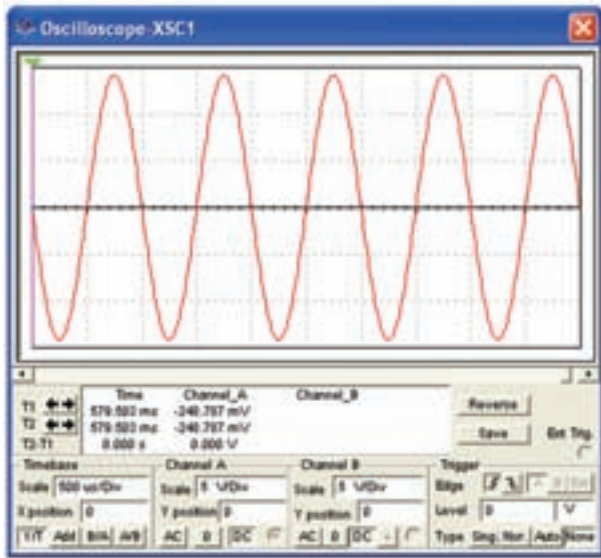
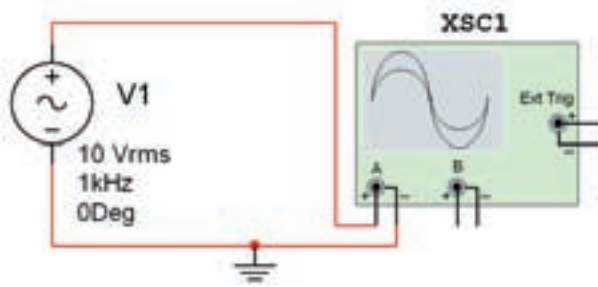
تغذیه AC و تنظیم آن آشنا می شوید. برای این منظور

از نوار قطعات (Components) مطابق شکل ۳-۱-۱ منبع

تغذیه AC را بر روی صفحه کار مجازی بی آورید.



شکل ۳-۱-۱ قراردادن 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.

---



---

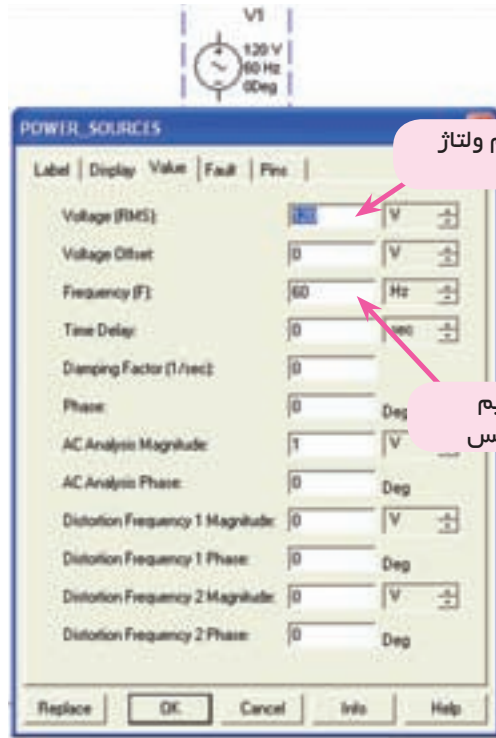


---



---

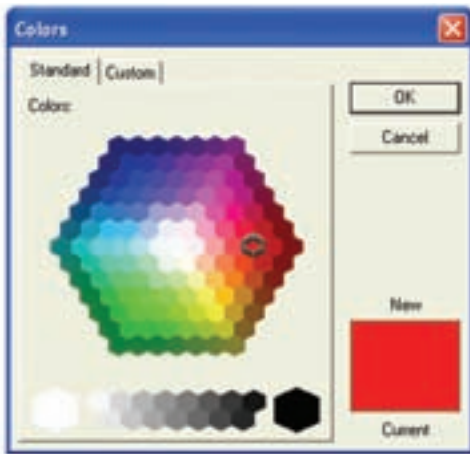
۳-۱-۲ برای تنظیم منبع تغذیه روی آن دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مانند شکل ۳-۲ باز شود. در کادر دامنه (Voltage RMS) ولتاژ منبع و در کادر فرکانس (Frequency) فرکانس مورد نظر را تنظیم کنید.



شکل ۳-۲ صفحه‌ی مربوط به تنظیم منبع AC

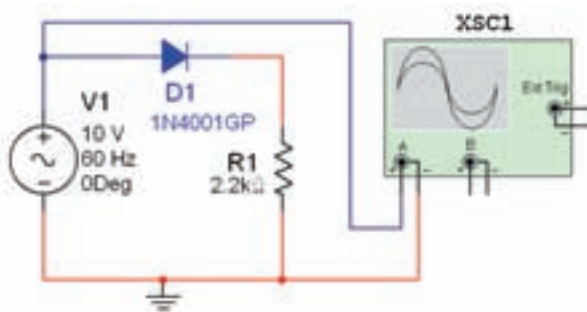
۳-۱-۳ مدار شکل ۳-۳ را ببندید. پایه‌ی مثبت منبع را به یکی از کانال‌های دستگاه اسیلوسکوپ وصل کنید و پایه‌ی منفی آن را به زمین اتصال دهید. شکل موج ایجاد شده را در صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در صورت نیاز، اسیلوسکوپ را تنظیم کنید.



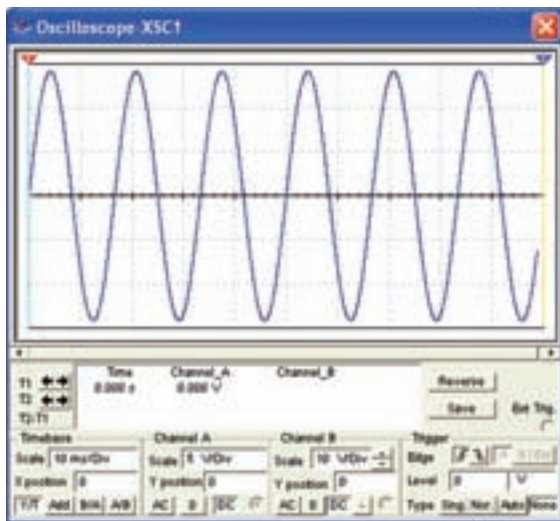


شکل ۳-۵ صفحه‌ی مربوط به انتخاب رنگ

۳-۱-۸ مدار مورد آزمایش به صورت شکل ۳-۶ در می‌آید، شکل موج ورودی مدار را مشاهده کنید.



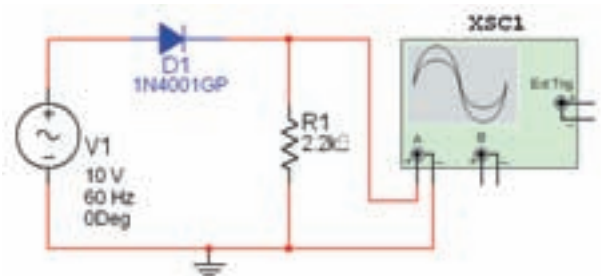
الف- مدار یکسوساز نیم‌موج



ب- شکل موج ورودی یکسوساز نیم‌موج  
شکل ۳-۶ 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 ۳-۴ 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.



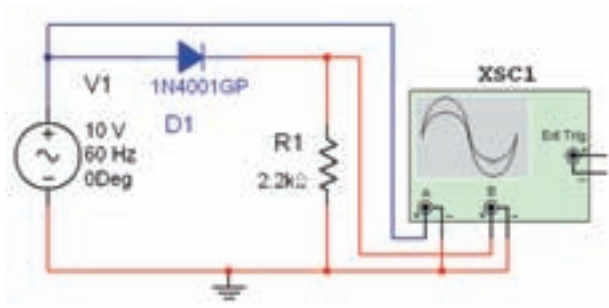
شکل ۳-۴ مدار و شکل موج یکسوساز نیم‌موج

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 نمائید و یک بار کلیک کنید. سپس با فعال کردن گزینه‌ی (Wire color) رنگ دلخواه را انتخاب نمائید. شکل ۳-۵ چگونگی این تنظیم را نشان می‌دهد.

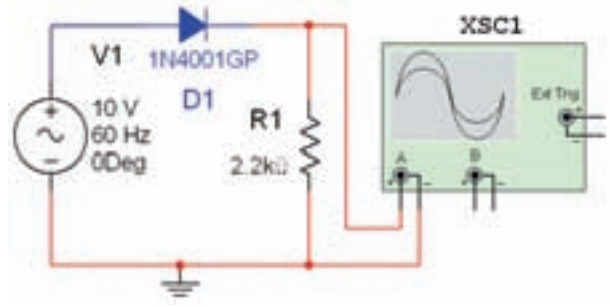
موج‌های ورودی و خروجی را از نظر نوع شکل و مقدار دامنه با هم مقایسه کنید و نتیجه را شرح دهید.

۳-۱-۹ مقدار ولتاژ ورودی را با استفاده از شکل موج اندازه‌گیری شده یادداشت کنید.

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

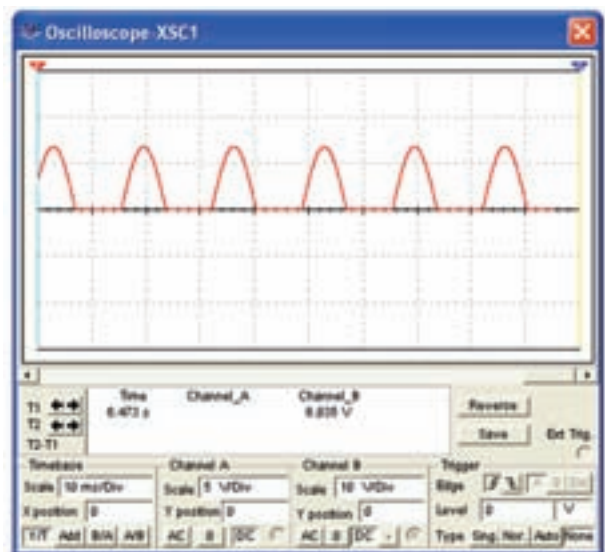
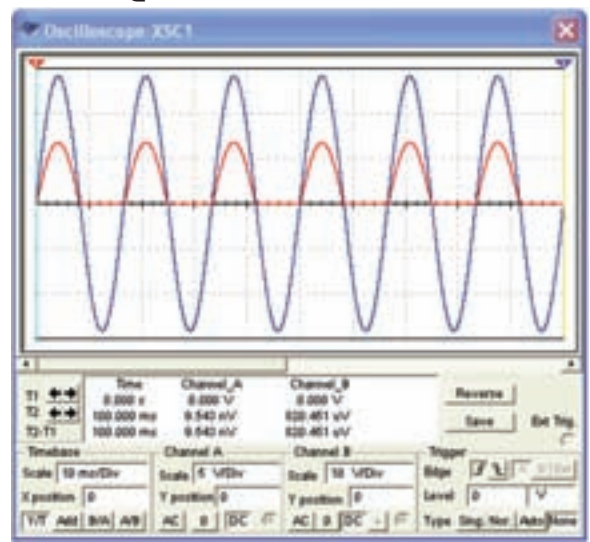


۳-۱-۱۰ کانال B دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار شکل ۶-۳ وصل کنید و شکل موج خروجی را در شکل ۷-۳ مشاهده کنید و مقدار دامنه‌ی پیک آن را از طریق اندازه‌گیری بنویسید.



الف - مدار یک‌سوساز نیم‌موج

الف - مدار یک‌سوساز نیم‌موج



ب- شکل موج‌های ورودی و خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج شکل ۸-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج‌های آن



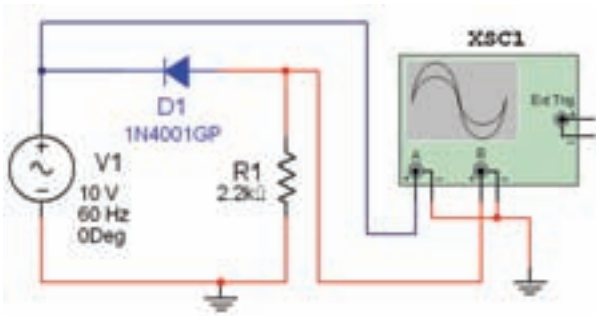
ب- شکل موج خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج شکل ۷-۳ مدار یک‌سوساز نیم‌موج و شکل موج خروجی

$$V_{out(Peak)} = \dots\dots\dots V$$

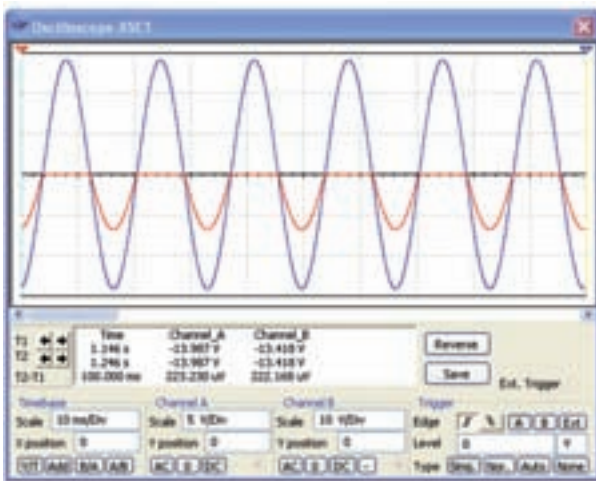
**نکته:** برای تفکیک شکل موج‌ها در صفحه‌ی دستگاه اسیلوسکوپ حوزه‌ی کار Volt/Div کانال A را کوچک‌تر انتخاب کرده‌ایم و رنگ سیم ورودی اسیلوسکوپ را نیز تغییر داده‌ایم.

۳-۱-۱۱ 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 نیم موج را در زمان معکوس قرار دادن دیود در مدار مشاهده کنید.



الف - مدار یک سوساز نیم موج



ب - شکل موج های ورودی و خروجی

شکل ۳-۹ مدار یک سوساز نیم موج و شکل موج های آن  
سوال ۲: چه رابطه ای بین دامنه ی ولتاژهای ورودی و خروجی در شکل ۳-۹ وجود دارد؟ توضیح دهید.

سوال ۱: چه رابطه ای بین ولتاژ موثر و ماکزیمم ولتاژ خروجی برقرار است؟ شرح دهید.

۳-۱-۱۲ دامنه ی ولتاژ ورودی مدار شکل ۳-۸ را بر روی ۶ ولت قرار دهید و ماکزیمم ولتاژ خروجی را اندازه گیری کنید.

$$V_{MAX (Out)} = \dots\dots\dots V$$

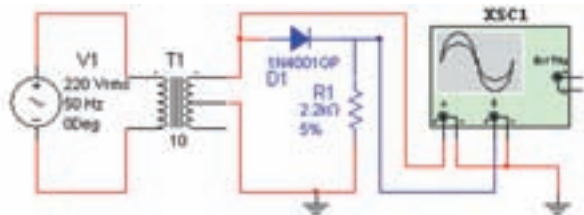
۳-۱-۱۳ مقدار ولتاژ موثر خروجی را با توجه به کاهش ولتاژ ورودی اندازه گیری و یادداشت کنید.

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

۳-۱-۱۴ مقدار مقاومت مدار ۳-۸ را با ۱۰ کیلو اهم تعویض کنید. شکل موج های 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 می کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

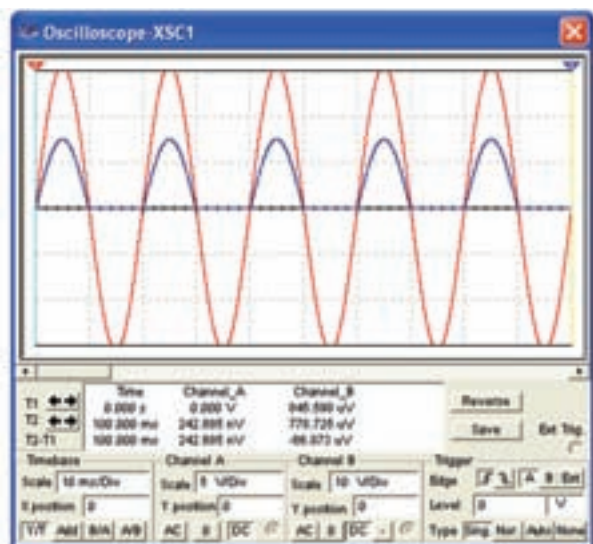
۳-۱-۱۹ مدار شکل ۱۲-۳ را ببندید. دستگاه اسیلوسکوپ را به ورودی و خروجی مدار وصل کنید و شکل موج‌های ورودی و خروجی ترانسفورماتور را با هم مقایسه نمائید و درباره‌ی آن توضیح دهید.



شکل ۱۲-۳ مدار یک‌سوساز نیم موج با ترانسفورماتور

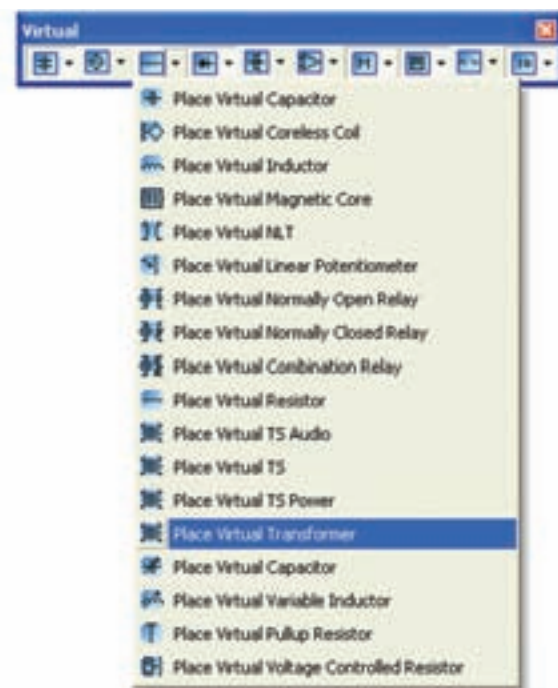


۳-۱-۲۰ شکل ۱۳-۳ موج‌های ورودی و خروجی مدار یک‌سوساز نیم‌موج را نشان می‌دهد. برای تفکیک شکل موج ورودی از خروجی به حوزه‌ی کار Volt/Div در کانال‌های A و B توجه کنید. دامنه‌ی هر دو موج با هم برابر است.



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.

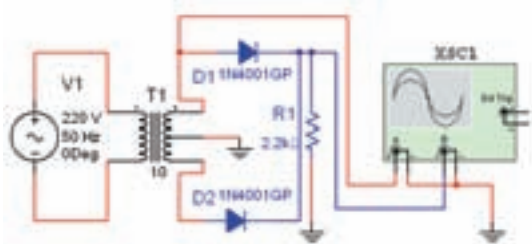


شکل ۱۰-۳ انتخاب ترانسفورماتور از نوار Virtual پس از انتخاب ترانسفورماتور روی آن دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شکل ۱۱-۳ باز شود. در این صفحه کادر مربوط به تنظیم‌های اولیه و ثانویه را جهت انتخاب نسبت دورهای اولیه و ثانویه مشاهده می‌کنید.



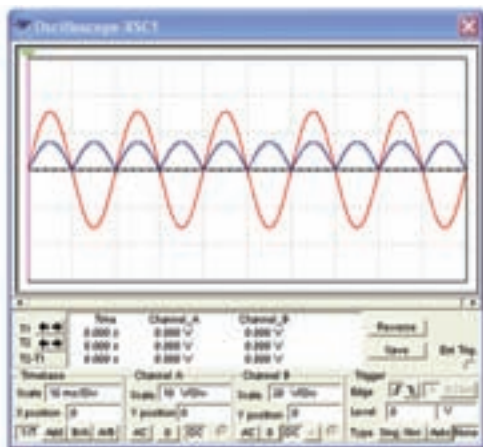
شکل ۱۱-۳ صفحه‌ی تنظیمات ترانسفورماتور

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 ببندید.



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 حوزه‌ی 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.

---

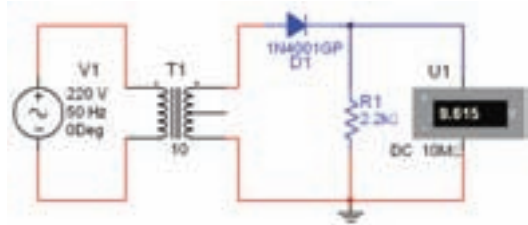


---



---

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.

---



---

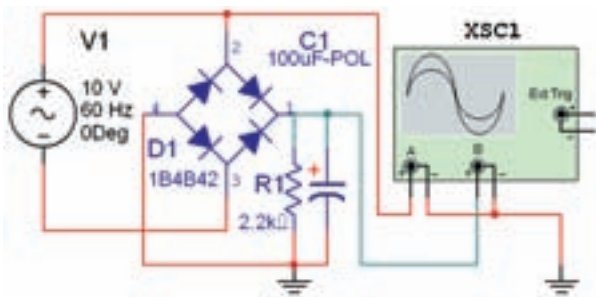


---



---

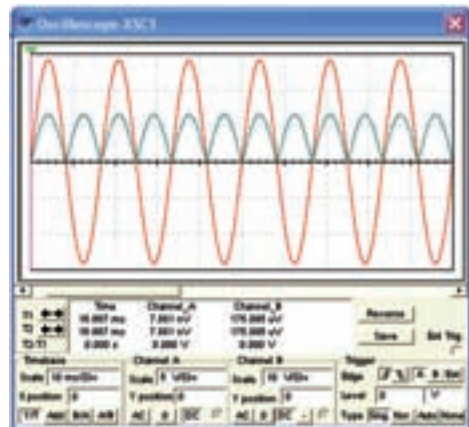
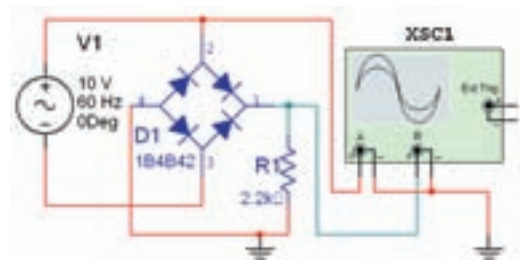
**۲۷-۱-۲** خازن صافی را در مدار تمام موج پل دیود قرار دهید و مدار شکل ۱۸-۳ را ببندید.



شکل ۱۸-۳ یک‌سوساز تمام موج با خازن صافی

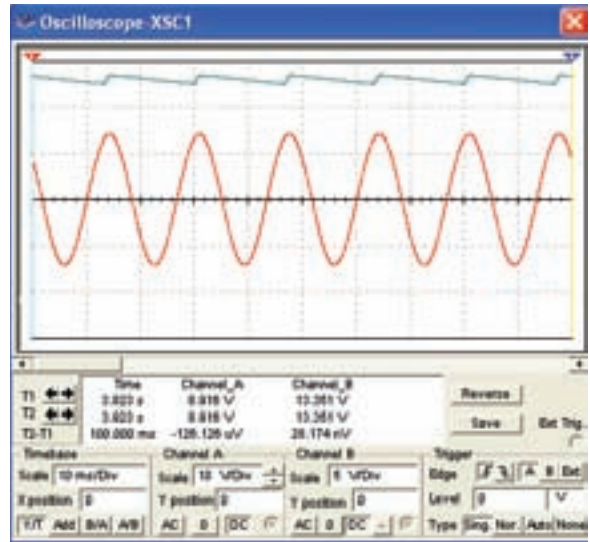
**نکته ی مهم:** برای یک‌سوسازی نیم‌موج در نرم‌افزار مولتی‌سیم، ترانسفورماتور دو سر که بتوان مقادیر آن را تغییر داد، وجود ندارد. به همین دلیل از ترانسفورماتور سه سر استفاده کرده‌ایم و فقط یکی از سیم‌پیچ‌های ثانویه در مدار قرار داده‌ایم.

**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.

---

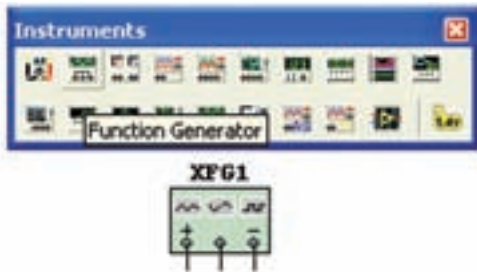


---



---

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.



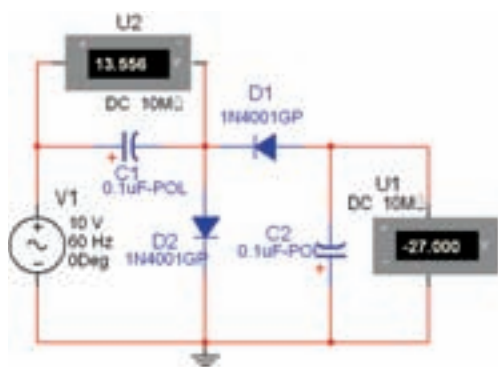
سوال ۱۰: آیا می‌دانید تفاوت‌های دستگاه فانکشن ژنراتور و منبع AC چیست؟ بررسی کنید و توضیح دهید.



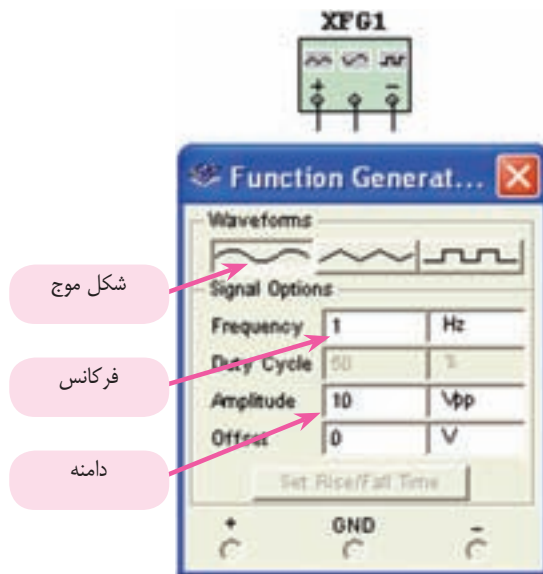
**نکته‌ی مهم:** ولتاژ در منبع AC موجود در نرم‌افزار بر حسب ولتاژ موثر (RMS) تنظیم می‌شود، در صورتی که در دستگاه فانکشن ژنراتور موجود در نرم‌افزار بر حسب ولتاژ پیک تا پیک (P-P) قابل تنظیم است.

۳-۲ آزمایش ۲: بستن مدارهای چند برابر کننده 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.

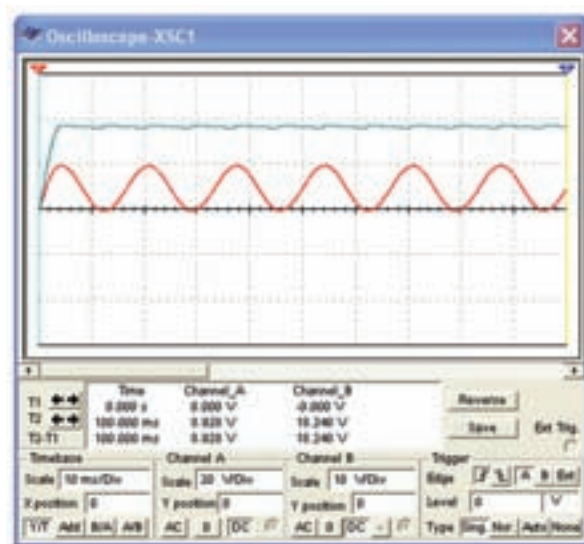
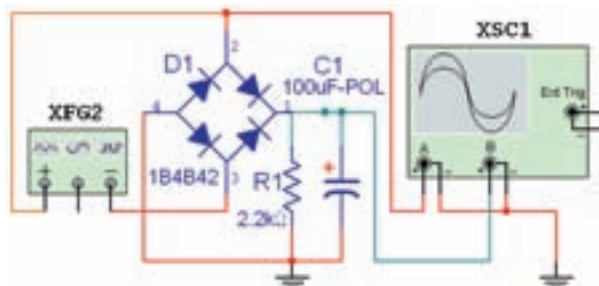


شکل ۳-۲۳ مدار دو برابر کننده ولتاژ



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

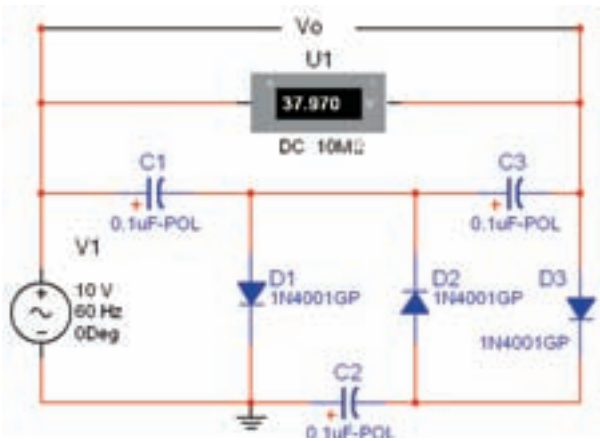


$$V_{i(P)} = \dots\dots\dots V$$

$$V_{o(P)} = \dots\dots\dots V$$



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 ببینید 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:

$$V_{RMS(in)} = 10 V$$

$$V_{P(in)} = 10\sqrt{2} \approx 14V$$

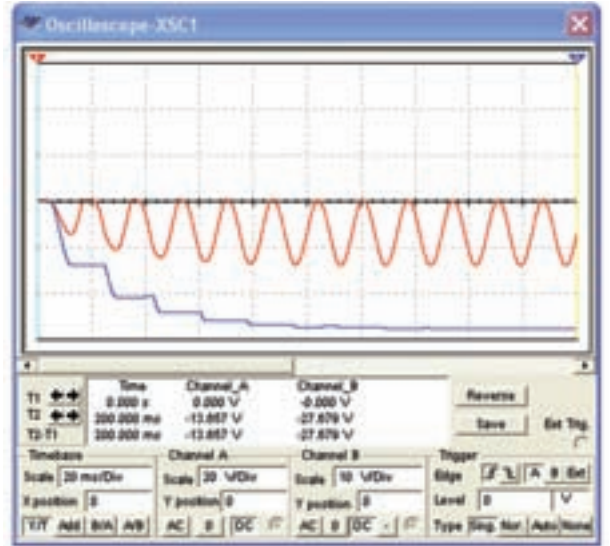
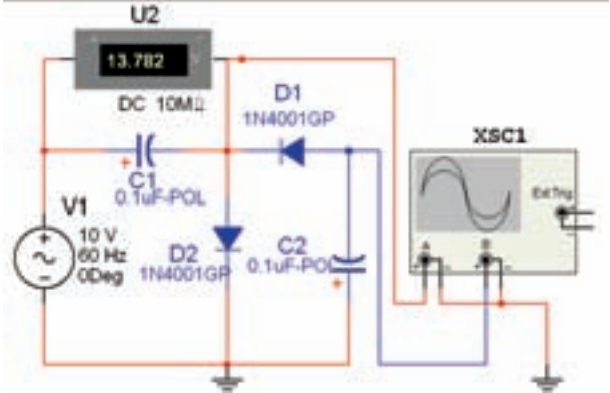
$$V_{Out} = 3V_p = 3 \times 14 = 42$$

$$V_{Out} = 42 V$$

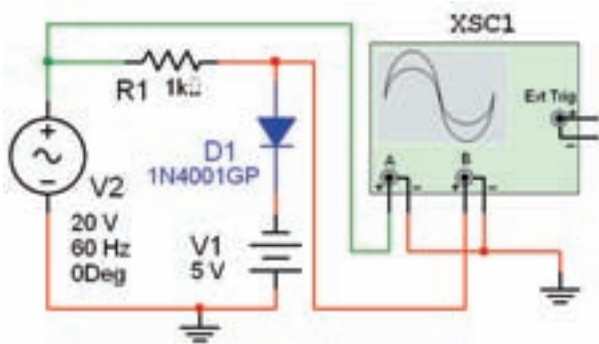
سوال ۱۱: چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر خازن  $C_1$  و ولتاژ خروجی مدار وجود دارد؟ توضیح دهید.



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.

---

---

---

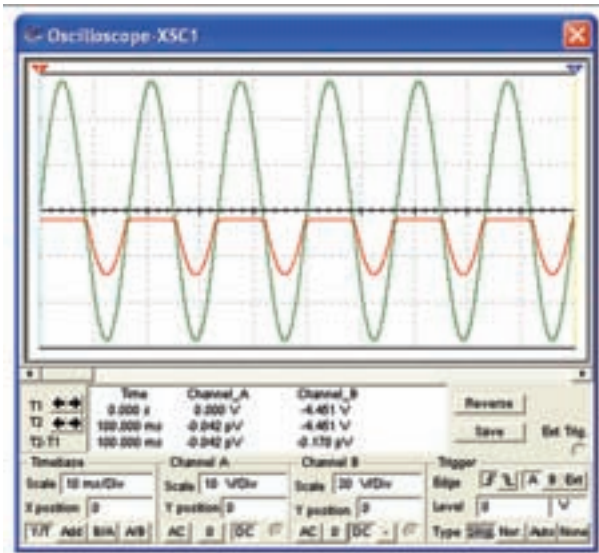
---

---

---

---

---



### ۳-۳ آزمایش ۳: مدارهای برش‌دهنده

شکل ۲۶-۳ 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 هم می‌شوند؟ در مورد آن توضیح دهید.

---

---

---

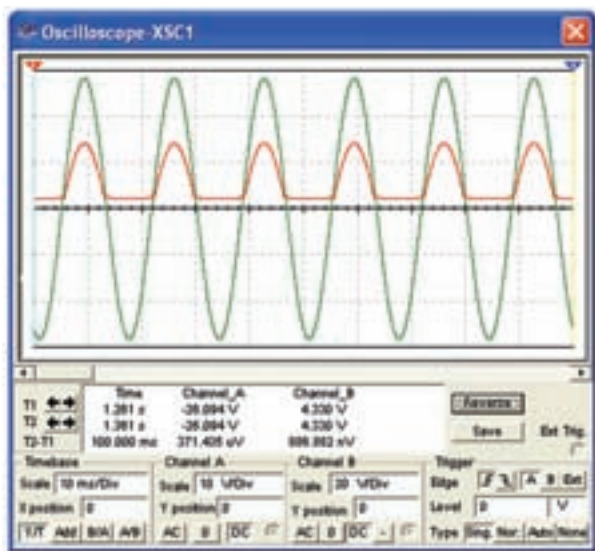
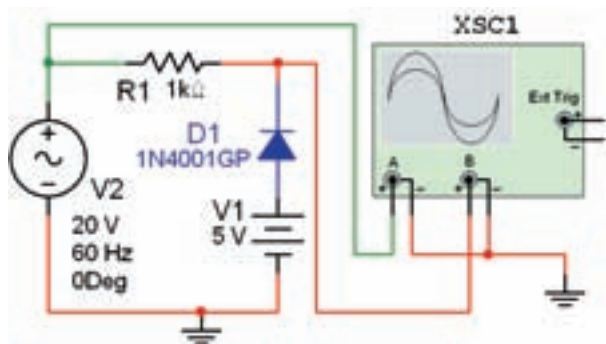
---

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 ۲۶-۳ 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.

**نکته:** جهت تفکیک شکل موج ورودی و خروجی حوزه‌ی کار VOL/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.

۳-۳-۳ 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.

۲-۳-۵ مدار شکل ۲۸-۳ را ببندید. در این مدار هم جهت دیود و هم جهت باتری نسبت به مدار شکل ۲۶-۳ تغییر کرده است.



شکل ۲۸-۳ 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 ۲۶-۳ به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

---

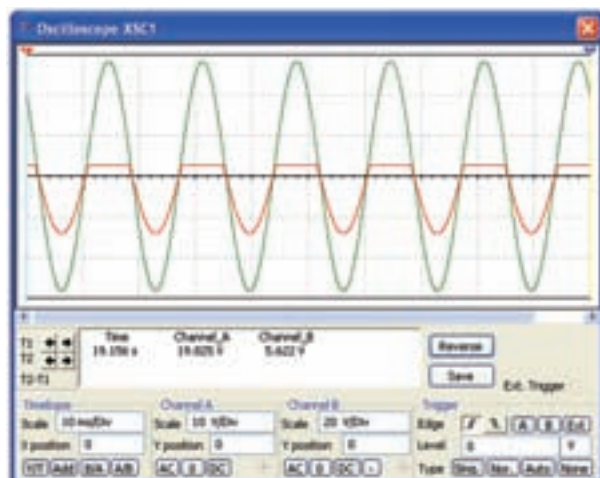
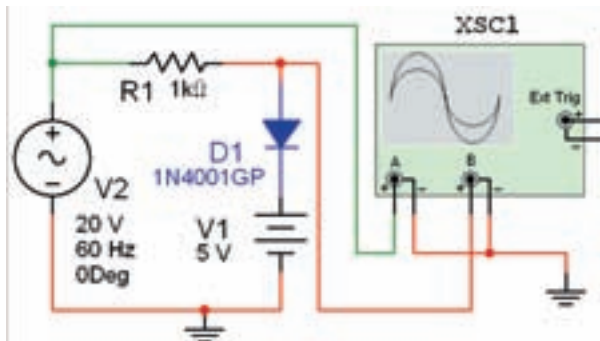
---

---

---

---

۲-۳-۴ در مدار شکل ۲۶-۳ جهت باتری را تعویض کنید. شکل موج‌های ورودی و خروجی باید مشابه شکل ۲۷-۳ باشد.



شکل ۲۷-۳ مدار برش‌دهنده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن

سوال ۱۲: چه تفاوتی بین شکل موج شکل‌های ۲۶-۳ و ۲۷-۳ وجود دارد؟ دلیل آن را توضیح دهید.

---

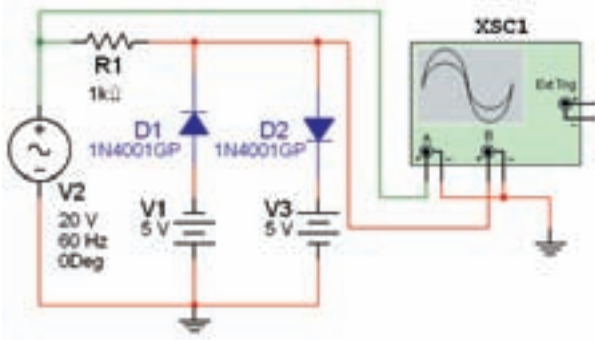
---

---

---

---

**سوال ۱۴:** اگر در مدار شکل ۲۸-۳ مقدار ولتاژ باتری را افزایش دهید یا مقدار آن را کم کنید، چه تغییراتی در شکل موج خروجی ایجاد می شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.




---

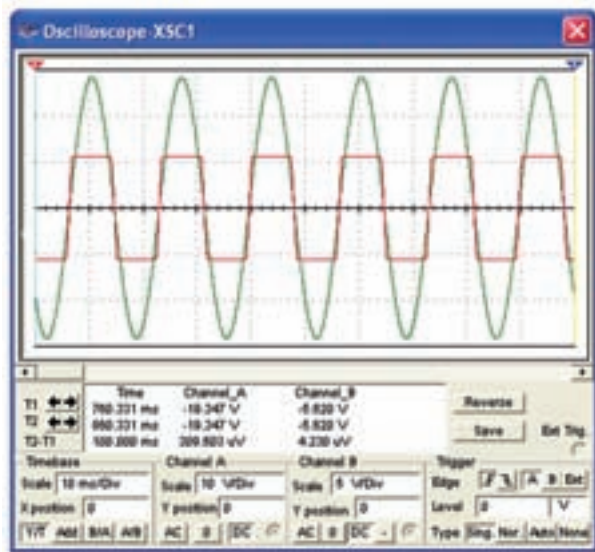
---

---

---

---

**سوال ۱۵:** مدار شکل ۲۸-۳ چه نام دارد؟ دلیل این نام گذاری را شرح دهید.




---

---

---

---

---

**سوال ۱۶:** با کاهش یا افزایش ولتاژ منبع تغذیه ی AC چه تغییراتی در شکل موج خروجی ایجاد می شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

شکل ۲۹-۳ مدار برش دهنده ی دو طرفه و شکل موج های آن

**سوال ۱۷:** آیا مدار دیگری را می شناسید 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

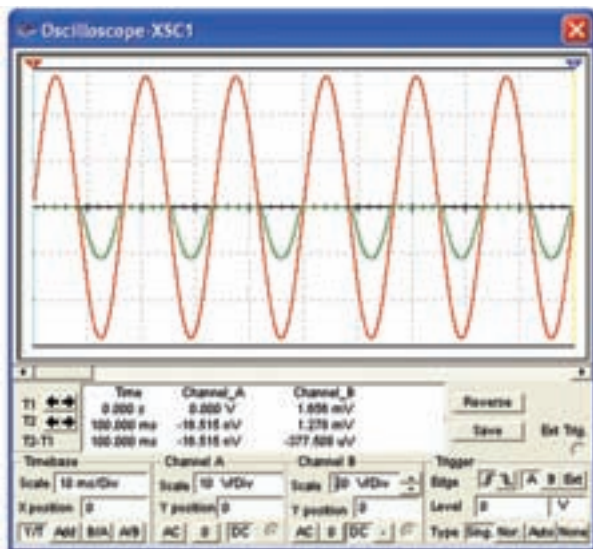
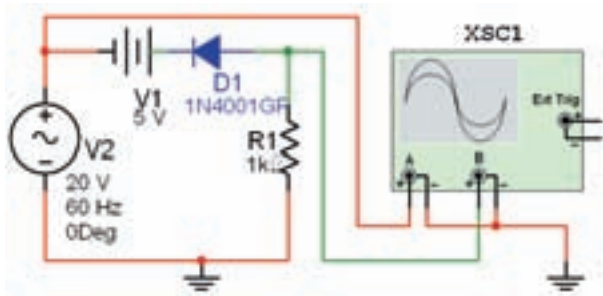
---

---

---

**۲-۳-۶** مدار شکل ۲۹-۳ را که دو دیود در دو جهت مخالف یکدیگر قرار دارند را ببینید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.

۳-۳-۸ 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 ۳-۳۱ این حالت را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



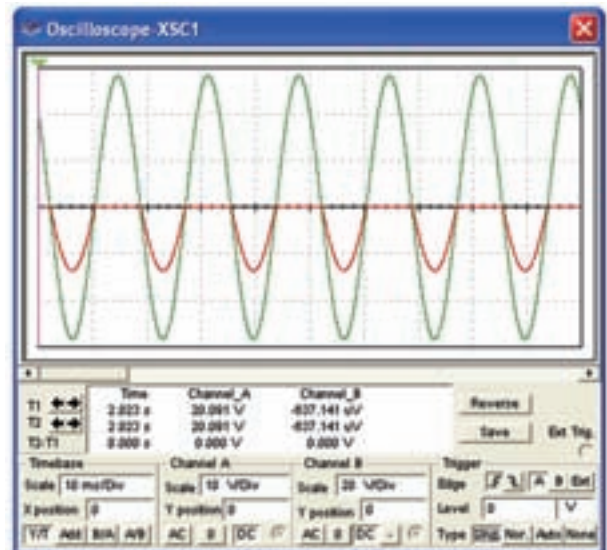
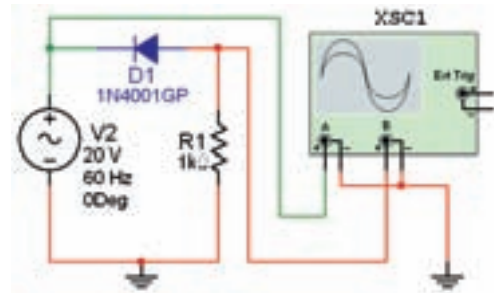
شکل ۳-۳۱ مدار برش دهنده‌ی سری و شکل موج‌های آن

هنگام کار به تنظیم‌های انجام شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ توجه کنید.

۳-۳-۹ 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.

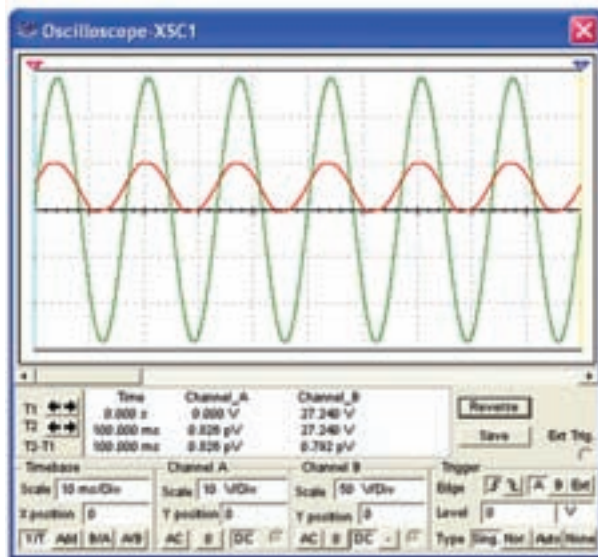
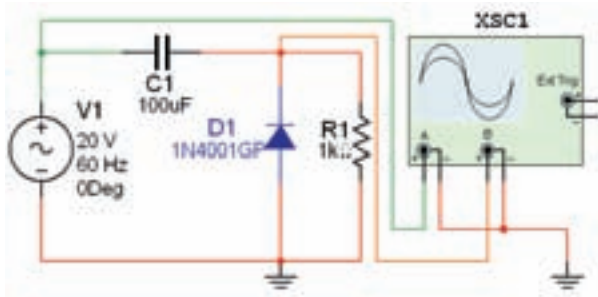
۳-۳-۷ در صورتی که عنصر برش‌دهنده (دیود) با خروجی به صورت سری بسته شود مدار را برش‌دهنده‌ی سری می‌نامند. مدار شکل ۳-۳۰ یک مدار برش دهنده‌ی سری برای نیم‌سیکل مثبت است. این مدار را ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.



شکل ۳-۳۰ 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# ترکیبیات

فصل ۷





## شمارش

امروزه به افراد جهت شناسایی آن‌ها شناسه‌های مختلفی نسبت می‌دهند، از جمله شماره‌ی شناسنامه، کد ملی و ... به وسایلی مانند خانه، ماشین و ... نیز جهت تعیین مالکیت آنها شماره و کدهایی نسبت داده می‌شود که گاهی از چند رقم یا حروفی در کنار هم تشکیل شده‌اند.



قبل از این ابداعات بشر، شناسه‌ها و نشانه‌هایی منحصر به فرد در عالم خلقت وجود داشته است. اثر انگشت یکی از این نشانه‌ها است که با دانستن آن می‌توان فرد را شناسایی کرد. مثال دیگر که ضمناً مهم‌ترین شناسه یا کدی است که در وجود جانداران از جمله انسان قرار دارد DNA است. کشف آن یکی از بزرگترین دستاوردهای علمی بشر در قرن بیستم به شمار می‌رود، حتماً در سال گذشته با برخی خواص این ملکول آشنا شده‌اید.

DNA منبع اطلاعات وراثتی هر شخص از جمله رنگ چشم، پوست، گروه خونی، قد و ... می‌باشد. در اجزای مختلف بدن حتی پوست و مو نیز یافت می‌شود. هم اکنون در موارد مختلفی از جمله امور جنایی از آن برای شناسایی اشخاص نیز استفاده می‌شود.

همان‌طور که می‌دانید DNA از دو رشته‌ی بسیار طولانی که به موازات هم و ماریچی هستند تشکیل شده‌است. اجزای اصلی این دو رشته، چهار باز آلی به نام‌های اختصاری C، T، A و G می‌باشند.



همان‌طور که در شکل دیده می‌شود روبروی حرف T در رشته‌ی دیگر حرف A و روبروی G حرف C قرار می‌گیرد، به بیان دیگر T و A مکمل و G و C نیز مکمل یکدیگر می‌باشند. اگر عناصر یک رشته DNA را به طور افقی بنویسیم رشته‌ای بسیار طولانی به شکل زیر به دست می‌آید.

..... C C A G T A G C A .....

طول این رشته در بدن انسان بیش از  $10^5$  حرف می‌باشد! برای شناسایی هر فرد در کشور از کد ملی که  $10^6$  رقمی می‌باشد استفاده می‌شود، حال تصور کنید

کد بالا با این طول بسیار زیاد قادر است چه اطلاعاتی از بشر را منتقل نماید!  
 DNA دستورالعمل ساخت پروتئین‌های مختلفی را صادر می‌کند. پروتئین‌ها از اسیدهای آمینه تشکیل شده‌اند. در حدود ۲۰ نوع اسید آمینه وجود دارد. نحوه‌ی قرار گرفتن اسیدهای آمینه‌ی مختلف در پروتئین، نوع آن را تعیین می‌کند. سه حرف متوالی در طول رشته می‌تواند دستور ساخت اسید آمینه‌ی خاصی باشد و به رمز ژنتیک موسوم است. به عنوان مثال رشته‌ی CCGCAG در قطعه‌ای از رشته DNA نشان دهنده‌ی ترکیب دو نوع اسید آمینه‌ی خاص<sup>۱</sup> برای ساخت پروتئین خاصی توسط سلول است.

به نظر شما اگر قرار بود DNA برای نامیدن یک اسید آمینه به جای یک رشته‌ی سه حرفی از رشته‌ای دو حرفی استفاده کند آیا می‌توانست ۲۰ نوع اسید آمینه را نام‌گذاری کند؟ با انجام فعالیت زیر به جواب این سؤال دست خواهید یافت.

تعدادی از رشته‌های دو حرفی متشکل از ۴ حرف C، T، G و A عبارتند از:  
 AA, AT, AG, GA, CC و ...

الف) تمام رشته‌های دو حرفی که به وسیله‌ی C، T، G و A ساخته می‌شوند را بنویسید.  
 ب) آیا با دسته‌بندی مناسب یا رسم یک جدول یا نمودار می‌توانید همه‌ی آن‌ها را به شکل منظمی نشان دهید؟

ج) چگونه مطمئن می‌شوید که تمام حالت‌ها را نوشته‌اید؟ تعداد آن‌ها چند تا است؟  
 د) آیا می‌توانید با دسته‌بندی مناسب تعداد رشته‌های ۳ حرفی که با این ۴ حرف ساخته می‌شوند را بیابید؟

توجه کنید در بخش (د) از فعالیت فوق برخلاف (الف) نوشتن همه‌ی حالت‌ها به صورت دستی کار ساده‌ای نیست! بنابراین یافتن یک روش مناسب که تعداد حالت‌ها را بدون کم و زیاد بدهد با ارزش خواهد بود.

جدای از مطلب شگفت‌انگیز فوق مسائل بسیاری پیرامون ما هستند که در رابطه با حل آن‌ها باید دست به کار شمارش شویم.

با مطالعه‌ی این فصل خواهید توانست به سادگی مسائلی از این گونه را حل کنید.



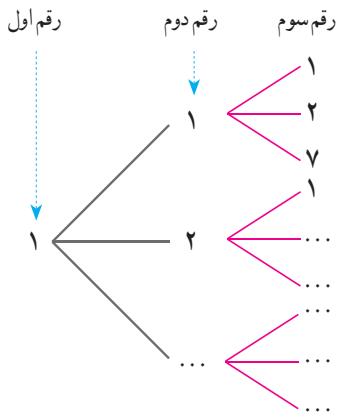
تمام اعداد سه رقمی را در نظر بگیرید که ارقام آن‌ها از مجموعه‌ی  $\{1, 2, 7\}$  انتخاب شده است. تعدادی از آن‌ها عبارتند از: ۱۱۱ و ۱۲۷ و ۷۲۱.

الف) چند تا از این اعداد هستند که دو رقم سمت چپ آن‌ها برابر ۱۲ است؟

ب) با تکمیل شکل روبه‌رو تمام اعدادی که با رقم ۱ شروع می‌شوند را بنویسید. تعدادشان چند تا است؟

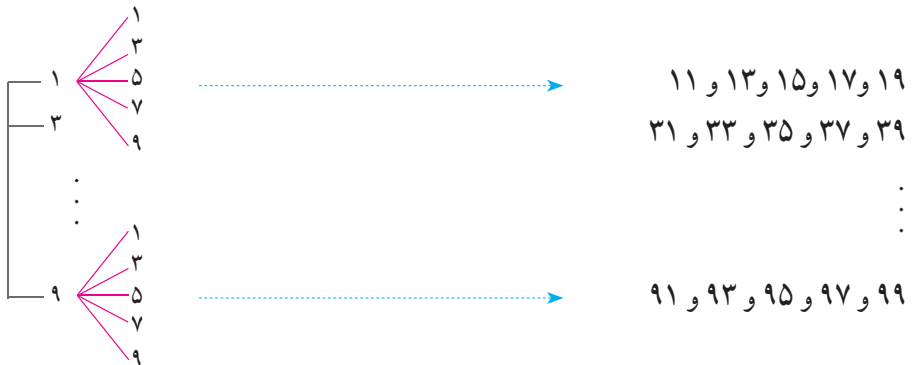
ج) تمام اعداد سه رقمی که با ۲ شروع می‌شوند چند تا هستند؟ چند تا با ۷ شروع می‌شوند؟

د) تعداد کل اعداد سه رقمی فوق چند تا است؟



تعداد اعداد دو رقمی با ارقام فرد را بیابید.

ارقام فرد عبارتند از ۱، ۳، ۵، ۷، ۹. بنابراین با در نظر گرفتن نمودار حالت‌ها داریم:



بنابراین جواب این مثال برابر است با  $25 = 5 \times 5$ . دو نمودار فوق با توجه به ظاهرشان «نمودار درختی» حالت‌ها نامیده می‌شوند.



امید برای خرید یک جفت کفش و جوراب ورزشی به یک فروشگاه رفت، در این فروشگاه کفش در دو رنگ سفید و مشکی و جوراب در سه رنگ سفید، آبی و سبز عرضه شده بود. می‌خواهیم بدانیم امید به چند روش مختلف می‌تواند خرید خود را انجام دهد. اگر او کفش سفید را انتخاب کند برای انتخاب جوراب سه گزینه دارد:

۱- کفش سفید، جوراب سفید ۲- کفش سفید، جوراب آبی ۳- کفش سفید، جوراب سبز  
اگر او کفش مشکی را انتخاب کند مجدداً برای انتخاب جوراب سه روش وجود دارد. بنابراین امید  $6 = 3 \times 2$  روش مختلف برای خرید کفش و جوراب دارد. اگر جدول زیر را در نظر بگیریم کافی است در هر سطر یک علامت بزنیم.

کفش		سفید		مشکی	
جوراب		سفید	آبی	سبز	

برای علامت زدن سطر اول دو حالت و برای علامت زدن سطر دوم ۳ حالت وجود دارد، بنابراین به ۶ طریق می‌توان جدول بالا را علامت زد.



۱- بین دو شهر X و Y دو جاده و بین دو شهر Y و Z چهار جاده وجود دارد. به چند طریق می‌توان از شهر X (از طریق Y) به شهر Z رفت؟

۲- محسن قصد دارد تعدادی از دوستان خود را در روز عید قربان دعوت کند، او می‌خواهد ناهار را خود آماده کند. برای این کار در نظر دارد یک غذا و یک سالاد درست کند. اگر او طرز تهیه ۴ نوع غذا و سه نوع سالاد را بداند به چند روش می‌تواند ناهار را آماده کند؟ با استفاده از نمودار درختی نیز به سؤال جواب دهید.

۳- سکه‌ای را سه مرتبه پرتاب می‌کنیم، ممکن است در هر مرتبه به رو یا پشت به زمین بیفتد. چند حالت مختلف ممکن است رخ بدهد؟ اگر به رو آمدن را با H و به پشت آمدن را با T نشان دهیم، کلیه حالت‌ها را با استفاده از نمودار درختی نشان دهید.

۴- قرار است یک آزمون ۳ سؤالی برگزار شود، هر سؤال یک تست چهار گزینه‌ای است با گزینه‌های الف، ب، ج و د. اگر قرار باشد در هر سؤال یک و تنها یک گزینه علامت زده شود به چند طریق مختلف ممکن است پاسخ‌نامه پُر شود؟

۱. (الف) (ب) (ج) (د)  
 ۲. (الف) (ب) (ج) (د)  
 ۳. (الف) (ب) (ج) (د)

## اصل ضرب

اگر خوب به مثال‌ها، فعالیت‌ها و تمرین‌های فوق توجه کرده باشید متوجه می‌شوید که وجه اشتراکی بین همه‌ی آن‌ها وجود دارد، در هر کدام از آن‌ها چندین جزء وجود دارد. در مثال مربوط به امید خرید او دو جزء دارد، یکی خرید کفش و دیگری خرید جوراب، در ساختن عدد دو رقمی با ارقام فرد دو جزء داریم، رقم یکان و رقم دهگان. در پرتاب سکه (تمرین ۳) سه جزء داریم، نتیجه‌ی پرتاب در مرتبه‌ی اول، دوم و سوم. جواب‌های به‌دست آمده در تمام حالت‌ها ما را به اصل ساده ولی مهم زیر رهنمون می‌سازند.

**اصل ضرب:** هرگاه عملی از دو جزء مختلف تشکیل شده باشد و جزء اول به  $m$  طریق مختلف و به ازای هر کدام از آن‌ها جزء دوم به  $n$  طریق مختلف قابل انجام باشد، آنگاه انجام آن عمل  $m \times n$  حالت مختلف دارد.

یک تعمیم از اصل ضرب به قرار زیر است:

هرگاه عملی از سه جزء مختلف تشکیل شده باشد و جزء اول به  $m$  طریق مختلف، جزء دوم به  $n$  طریق مختلف و جزء سوم به  $p$  طریق مختلف قابل انجام باشد، آنگاه انجام آن عمل به  $m \times n \times p$  حالت مختلف امکان پذیر است.  
 البته با توجه به الگوی فوق می‌توان اصل ضرب را به اعمالی با هر تعداد جزء تعمیم داد.

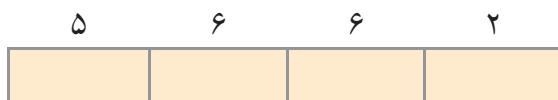
مثال

۱- چند کلمه‌ی دو حرفی با استفاده از حروف  $a, b, c, d$  می‌توان ساخت؟  
 برای این کار کافی است مشخص کنیم حرف اول و دوم چه هستند. اگر شکل زیر را برای دو حرف در نظر بگیریم.

--	--

خانه‌ی اول ۴ حالت و خانه‌ی دوم نیز ۴ حالت دارد. بنابراین جواب طبق اصل ضرب برابر  $4 \times 4 = 16$  است.

۲- چند عدد چهار رقمی با استفاده از ارقام  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$  می توان ساخت. طوری که بر ۵ بخش پذیر باشد؟  
 اگر چهار جایگاه به شکل زیر برای ارقام در نظر بگیریم و تعداد حالت های ارقام را بالای هر جایگاه بنویسیم داریم:



بنابراین طبق اصل ضرب جواب برابر است با  $5 \times 6 \times 6 \times 2 = 360$ . توجه کنید رقم صفر نمی تواند در جایگاه سمت چپ باشد، بنابراین این جایگاه ۵ حالت دارد، جایگاه سمت راست هم دو حالت دارد ارقام ۰ یا ۵.

۳- با استفاده از سه رنگ آبی، قرمز و سبز به چند روش می توان خانه های جدول زیر را رنگ کرد؟



برای رنگ آمیزی هر خانه سه انتخاب داریم. بنابراین طبق اصل ضرب جواب برابر  $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$  است.



۱- با استفاده از دو رقم ۲ و ۱ چند عدد ۵ رقمی می توان ساخت؟

۲- هر زیرمجموعه از  $\{1, 2, \dots, 6\}$  را می توان با یک کد ۶ تایی از ۱ و ۰ نشان داد. ۱۰، متناظر بودن عضو و ۰ متناظر نبودن است. به عنوان مثال کد ۰۱۰۱۱۰ متناظر مجموعه  $\{2, 4, 5\}$  است. صفر در جایگاه اول کد یعنی عنصر یک در مجموعه نیست و یک در جایگاه چهارم یعنی ۴ در مجموعه هست و ....

الف) کد ۱۱۰۰۱۱ متناظر چه زیر مجموعه ای است؟ کد متناظر زیر مجموعه ی تهی چیست؟

ب) تعداد کدهای ۶ تایی از ۱ و ۰ چند است؟ تعداد زیر مجموعه های  $\{1, 2, \dots, 6\}$  چند است؟

ج) در حالت کلی تعداد زیر مجموعه های  $\{1, 2, \dots, n\}$  چند است؟

۳- یک عدد سه رقمی را متقارن می نامیم اگر رقم یکان و صدگان آن برابر باشند، مانند ۲۳۲. چند عدد سه رقمی متقارن داریم؟

۴- الف) عبارت  $(r+s)(t+u+v)$  پس از محاسبه چند جمله دارد؟  
 ب) عبارت  $(x+y+z)(a+b)(c+d)$  پس از محاسبه چند جمله دارد؟

۵- چند عدد سه رقمی بدون رقم ۸ داریم؟

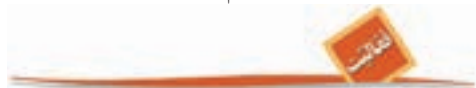
۶- با استفاده از سه رنگ آبی، قرمز و سبز به چند روش می توان خانه های شکل زیر را رنگ کرد طوری که خانه های مجاور رنگشان متفاوت باشد؟



۷- در سرزمین گچ های نقاشی  $a_1, a_2, a_3$  از شهر A،  $b_1, b_2, b_3$  از شهر B و  $c_1, c_2, c_3, c_4$  از شهر C برای گردش فضایی با فضا پیمای آلفا ثبت نام کرده اند. می دانیم  $a_1$  با  $b_1$ ،  $a_2$  با  $b_2$ ،  $a_3$  با  $b_3$ ،  $c_1$  و  $c_2$  سازگار نبوده و نمی توانند با هم سوار فضاپیما شوند. در ضمن فضاپیما ظرفیت ۳ نفر دارد که قرار است از هر شهر یکی سوار بشود. به چند طریق می توان سه نفر را رهسپار کرد؟ (راهنمایی: از نمودار درختی استفاده کنید.)

## جایگشت

مثال های زیادی وجود دارند که ترتیب انجام اعمال در آن ها مورد توجه است. قطعاً برای پوشیدن جوراب و کفش ترتیب انجام این دو عمل روشن است! فعالیت زیر را بخوانید و پاسخ دهید.



احمد، آرش و رضا به عنوان دانش آموزان ممتاز استان شناخته شده اند. به همین مناسبت در مرکز استان مراسمی جهت تقدیر از آن ها ترتیب داده شده است و قرار است یکی یکی جهت دریافت هدایای خود بالای سکو بروند. قطعاً روش های مختلفی برای بالا رفتن آن ها وجود دارد. مثلاً اول احمد، دوم آرش و سوم رضا یا اول احمد، دوم رضا و سوم آرش و ... می توان با استفاده از نمودار درختی حالت ها را شمرد.

احمد	رضا - آرش
	آرش - رضا
آرش	... - احمد
	... - احمد
رضا	... - ...
	... - ...

الف) جدول روبرو را کامل کنید.

ب) با استفاده از اصل ضرب چه طور می توان به این سؤال جواب داد؟

چهار نفر به چند طریق می توانند در یک ردیف کنار هم بایستند؟  
 نفر سمت چپ می تواند هر یک از ۴ نفر باشد بنابراین ۴ حالت دارد، نفر دوم هر یک از ۳ نفر باقیمانده می تواند باشد پس ۳ حالت دارد. برای نفر سوم و چهارم به ترتیب ۲ و ۱ حالت وجود دارد، در نتیجه طبق اصل ضرب جواب برابر  $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$  است. مشابه فعالیت قبل با استفاده از نمودار درختی نیز جواب به دست می آید ولی روشن است که هر چه اعداد بزرگ تر باشند نمایش به وسیله نمودار درختی دشوارتر است.  
 در فعالیت و مثال بالا نحوه قرار گرفتن افراد مطرح شده است که در آن تنها ترتیب قرار گرفتن تعیین کننده است. موارد بسیاری در مسائل روزمره وجود دارد که نحوه قرار گرفتن اشیایی کنار هم مطرح می شود.

**اگر تعدادی شیء متمایز داشته باشیم به هر نحوه قرار گرفتن آن ها در کنار هم یک «جایگشت» می گوئیم.**

به عنوان مثال ABC، BAC و BCA سه جایگشت مختلف از سه حرف A و B و C می باشند. در دو مثال بالا به ترتیب جایگشت های سه تایی و چهار تایی مطرح بود.

با استفاده از ارقام ۱، ۲، ۳، ۷، ۹ چند عدد ۵ رقمی با ارقام مختلف می توان نوشت؟  
 روشن است که باید تعداد جایگشت های ارقام ۱، ۲، ۳، ۷، ۹ را پیدا کنیم، به عبارت دیگر باید تمام ترتیب های مختلف کنار هم از آن ها را در جدول زیر بیابیم.

--	--	--	--	--

برای جایگاه اول ۵ حالت، جایگاه دوم ۴ حالت، ... وجود دارد. (مطابق شکل زیر)

۵	۴	۳	۲	۱

پس جواب طبق اصل ضرب برابر است با  $5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$ .

معرفی یک نماد: برای سهولت در محاسبات حاصل ضرب اعداد متوالی از ۱ تا n را با نماد n! (بخوانید n فاکتوریل) نشان می دهند. همچنین قرارداد می کنیم که:  $1! = 1$ .  
 به عبارت دیگر داریم:  $n! = 1 \times 2 \times \dots \times n$ . توجه کنید که:  $1! = 1$ .



تعداد جایگشت‌های حروف کلمه‌ی «کشورمان» برابر است با  $7!$ .  
با توجه به مثال‌های فوق گزاره کلی زیر در مورد تعداد جایگشت‌ها قابل بیان است:

**تعداد جایگشت‌های  $n$  شیء متمایز برابر با  $n!$  است.**



- ۱- با توجه به مباحث بالا در مورد واژه‌ی «جایگشت» و دلیل نام‌گذاری آن بحث کنید.
- ۲- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید:

الف)  $\frac{10!}{5!}$

ب)  $1! + 2! + 3! + 4!$

ج)  $\frac{n!}{(n-1)!}$

۳- حاصل ضرب  $11 \times 10 \times 9 \times 8$  را با استفاده از نماد فاکتوریل نمایش دهید.

۴-  $10!$  نامه‌ی مختلف را به چند طریق می‌توان در  $10$  پاکت مختلف قرار داد؟



با استفاده از تنها  $3$  رقم صفر و چند نماد فاکتوریل و پرانتز و اعمال ریاضی عدد  $6$  را بسازید.

$10$  نفر دانش‌آموز دبیرستانی در مسابقه‌ی دو  $100$  متر شرکت کرده‌اند، نفرات اول، دوم و سوم مدال طلا، نقره و برنز دریافت خواهند کرد. به چند طریق ممکن است که برندگان طلا، نقره و برنز مشخص شوند؟

برای مشخص شدن مدال طلا  $10$  امکان وجود دارد، برای مدال نقره  $9$  امکان و برای مدال برنز  $8$  امکان وجود دارد. بنابراین مطابق اصل ضرب جواب برابر  $10 \times 9 \times 8$  یعنی  $720$  است. که

می‌توان آن را به صورت  $\frac{10!}{7!}$  نیز نشان داد.

در این مثال یک جایگشت سه تایی از  $10$  نفر مورد نظر بود به طوری که ترتیب آن‌ها نیز نفرات اول تا سوم را مشخص می‌کرد. به طور کلی اگر جایگشت‌های  $k$  تایی از  $n$  شیء متمایز مد نظر باشد

تعداد آن‌ها برابر است با:  $n(n-1)(n-2)\dots(n-(k-1))$  که برابر است با  $\frac{n!}{(n-k)!}$ .

تعداد جایگشت‌های  $k$  تایی از  $n$  شیء متمایز را معمولاً با نماد  $P(n, k)$  نشان می‌دهند و داریم:

$$P(n, k) = \frac{n!}{(n-k)!}$$

توجه کنید که:  $k \leq n$

۱- در مورد معنای  $P(n, n)$  بحث کرده و به دو روش نشان دهید  $P(n, n) = n!$ .

۲- چند رشته‌ی (کلمه‌ی) سه حرفی با حروف متفاوت انگلیسی می‌توان نوشت؟

۳- درون بشقابی یک سیب، یک پرتقال و یک انار گذاشته شده است. اگر از بین ۶ نفر ۳ نفر به طرف بشقاب رفته و هر کدام یک میوه بردارند به چند روش ممکن است ۳ میوه توزیع شده باشند؟

۴- نشان دهید تعداد جایگشت‌های ۵ حرفی از حروف کلمه‌ی computer که حرف اول بی‌صدا باشد برابر  $5P(7, 4)$  است.

به یاد داشته باشید که یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در مبحث جایگشت، ترتیب قرار گرفتن اشیاء است. به عنوان مثال دو عدد ۱۲۳ و ۳۱۲ با هم یکی نیستند و در اصل دو جایگشت متفاوت از اعضای  $\{1, 2, 3\}$  می‌باشند. همچنین در مثال گذشته اگر برندگان مدال طلا، نقره و برنز مثلاً علی، احمد و حسین باشند فرق می‌کند با وقتی که احمد، حسین و علی باشند. عامل مشترک در ایجاد این تفاوت‌ها ترتیب قرار گرفتن اشیاء است. در بخش بعد با دسته‌ای از مسائل آشنا می‌شویم که ترتیب قرار گرفتن اشیاء مهم نیست.

۱- تمام جایگشت‌های حروف کلمه‌ی water را در نظر بگیرید.

الف) تعداد آن‌ها چند تا است؟

ب) در چند تا دو حرف a و w کنار هم هستند؟

ج) در چند تا دو حرف a و w کنار هم قرار ندارند؟

۲- تعداد جایگشت‌های حروف کلمه‌ی computer که در آن سه حرف o، m و c به صورت com قرار گرفته باشند چند تا است؟

۳- چند تابع یک به یک از مجموعه‌ی  $\{1, 2, \dots, 10\}$  به مجموعه‌ی  $\{1, 2, \dots, 10\}$  قابل تعریف است؟

۴- چند عدد ۵ رقمی زوج با ارقام متمایز داریم؟

۵- در یک شرکت که ۲۵ عضو دارد قرار است یک رئیس، یک منشی و یک خزانه دار انتخاب شوند. اگر هر عضو فقط در حداکثر یکی از این سمت‌ها بتواند باشد به چند طریق می‌توان انتخاب آنها را انجام داد؟

۶- به چند طریق می‌توان ۴ کتاب مختلف ریاضی و ۳ کتاب مختلف فیزیک را در یک قفسه کنار هم چید طوری که کتاب‌های فیزیک همگی کنار هم باشند؟

۷- اگر در یک سالن دو ردیف صندلی و هر ردیف ۱۰ صندلی باشد، مشخص کنید به چند طریق ۶ دانش‌آموز اول دبیرستان، ۳ دانش‌آموز دوم و ۴ دانش‌آموز سوم دبیرستان می‌توانند روی آن‌ها بنشینند طوری که اولی‌ها در ردیف اول و دومی‌ها در ردیف دوم باشند؟



آرش، مهدی و حامد سوار بر اسب هستند و می‌خواهند با هم مسابقه بدهند. به چند طریق ممکن است به خط پایان برسند؟ (امکان هم‌زمان رسیدن را نیز در نظر داشته باشید!)

## ترکیب

در اکثر مسائلی که تا به حال حل کرده‌ایم ترتیب قرار گرفتن اشیاء اعم از حروف، ارقام و... مهم بود. در پاره‌ای از مسائل ترتیب اشیاء به هیچ وجه مهم نیست. به عنوان مثال فرض کنید زهرا خواسته باشد ۳ کیلو شیرینی که هر کیلو از آن از یک شیرینی خاص است (سه نوع شیرینی) برای مهمانان از شیرینی‌فروشی محل خریداری کند. زهرا پس از ورود به شیرینی‌فروشی متوجه می‌شود در آن جا ۷ نوع شیرینی مختلف برای فروش وجود دارد. بنابراین برای تهیه‌ی سه نوع شیرینی مختلف گزینه‌های مختلفی برای او وجود دارد. قطعاً گزینه‌هایی که زهرا با آن‌ها مواجه است به ترتیب سه نوع شیرینی ربطی ندارد! تنها سه نوع انتخاب شده مهم است، یا اگر قرار باشد از افراد یک کلاس ۳۰ نفره ۳ نفر را برای نمایندگی در شورای دانش‌آموزی انتخاب کنیم در انتخاب ما ترتیب آن‌ها اهمیتی ندارد. مسلماً می‌توانید مثال‌های زیادی در زندگی روزمره بزنید که در آن‌ها ترتیب برای ما اهمیتی ندارد. حال به فعالیت صفحه‌ی بعد توجه کنید.



در یک مسابقه شطرنج، ۵ شطرنج باز برتر شرکت کرده‌اند. قرار است هر دو شطرنج باز یک بار با هم مسابقه بدهند.

(الف) هر شطرنج باز چند بازی انجام خواهد داد؟

(ب) تعداد کل بازی‌ها چند تا است؟

(ج) اگر برای شرکت کنندگان شماره‌های ۱ تا ۵ را در نظر بگیریم، تمامی بازی‌ها را مشخص کنید.

(د) در کدام قسمت مسئله ترتیب اهمیت ندارد؟

نمونه‌ی دیگر از مواردی که ترتیب در آن‌ها اهمیت ندارد مجموعه‌ها است. همان‌گونه که می‌دانید

ترتیب اعضاء برای مشخص کردن یک مجموعه مهم نیست، به عنوان مثال مجموعه‌ی  $\{1, 2, 3\}$  با

مجموعه‌ی  $\{2, 1, 3\}$  یکسان است، به عبارت دیگر  $\{2, 1, 3\} = \{1, 2, 3\}$ .

این در حالی است که دو جایگشت  $123$  و  $213$  متفاوت هستند.



می‌خواهیم تعداد زیرمجموعه‌های ۳ عضوی  $\{1, 2, 3, \dots, 9\}$  را پیدا کنیم. تعدادی از آن‌ها

$\{1, 2, 3\}, \{1, 2, 4\}, \{3, 4, 9\}, \dots$

عبارتند از:

جلوی هر کدام از زیر مجموعه‌های فوق تمام جایگشت‌های اعضاء را می‌نویسیم.

$\{1, 2, 3\}: 123, 132, 213, 231, 312, 321$

$\{1, 2, 4\}: 124, 142, 214, 241, 412, 421$

در دو سطر فوق  $2 \times 6$  جایگشت سه تایی نوشته شده است.

(الف) جلوی  $\{3, 4, 9\}$  چه جایگشت‌هایی نوشته می‌شوند؟

(ب) زیرمجموعه‌ی ۳ عضوی دیگری در نظر گرفته و مشابه عمل بالا را برای آن انجام دهید.

(ج) آیا ممکن است برای دو زیر مجموعه ۳ عضوی مختلف دو جایگشت یکسان به دست آمده باشد؟

(د) اگر تعداد کل زیر مجموعه‌های ۳ عضوی را که فعلاً برای ما مجهول است با  $a$  نشان دهیم،

تعداد کل جایگشت‌های ۳ تایی متناظر با آن‌ها که قسمتی از آن در ابتدای فعالیت و بند (الف) و (ب)

به دست آمده بر حسب  $a$  چه مقداری است؟

(ه) با توجه به این که تعداد جایگشت‌های ۳ تایی از اعضاء  $\{1, 2, \dots, 9\}$  برابر  $P(9, 3)$  است

و همچنین با استفاده از (د)  $a$  را بیابید.

تعداد زیر مجموعه های ۴ عضوی  $\{1, 2, \dots, 10\}$  را بیابید.

تعداد جایگشت های ۴ تایی از اعضای  $\{1, 2, \dots, 10\}$  برابر است با  $\frac{10!}{6!}$ . از طرفی اگر ترتیب قرار گرفتن اعضاء برای ما مهم نباشد خیلی از جایگشت ها نشانگر مجموعه های یکسانی هستند. به عنوان مثال هر دو جایگشت ۱۲۳۴ و ۴۲۱۳ نشانگر مجموعه ی  $\{1, 2, 3, 4\}$  هستند. بنابراین کل جایگشت های ۴ تایی به دسته های ۲۴ تایی تقسیم می شوند که هر دسته به مجموعه ی ۴ عضوی یکسانی اشاره دارند. زیرا تعداد جایگشت های ۴ عضو ثابت ۴! است. در نتیجه تعداد کل

$$\text{زیرمجموعه های چهار تایی برابر } \frac{1}{24} \times \frac{10!}{6!} \text{ است که عبارت است از } \frac{10!}{4!6!}.$$

زیرمجموعه ها یا انتخاب های ۴ تایی از اعضای  $\{1, 2, \dots, 10\}$  ترکیب های ۴ تایی از اعضای  $\{1, 2, \dots, 10\}$  نیز نامیده می شوند.

به طور کلی ترکیب های  $k$  تایی از  $n$  شیء متمایز به انتخاب های  $k$  تایی از آن  $n$  شیء اطلاق می شود که در آن ها ترتیب فاقد اهمیت است.

با توجه به مثال و فعالیت بالا می توان فرمول زیر را ارائه نمود.

تعداد ترکیب های  $k$  تایی از  $n$  شیء متمایز برابر  $\frac{n!}{k!(n-k)!}$  است. در ضمن این تعداد را با نماد  $C(n, k)$  یا  $\binom{n}{k}$  نیز نشان می دهند. بنابراین:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

( $\binom{n}{k}$ ) را بخوانید «انتخاب  $k$  از  $n$ »

با توجه به موارد بالا شرط  $k \leq n$  در فرمول  $\binom{n}{k}$  الزامی است.

۱- با مراجعه به متن درس بگویید تعداد گزینه‌های خرید سه نوع شیرینی برای زهرا چند تا است؟

۲- در مثال قبل با توجه به فرمول  $\binom{n}{k}$  مشخص کنید  $n$  و  $k$  چه اعدادی هستند؟

۳- تساوی‌های زیر را ثابت کنید:

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} \quad (\text{الف})$$

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k} + \binom{n-1}{k-1} \quad (\text{ب})$$

$$\binom{n}{0} = 1 \quad (\text{ج})$$

۵- ۱۰ چراغ در یک ردیف قرار دارند. به چند طریق می‌توان ۳ تا از آن‌ها را روشن کرد؟ به چند طریق می‌توان ۷ تا از آن‌ها را روشن کرد؟ دو پاسخ را با هم مقایسه کنید.

۶- تعداد زیر مجموعه‌های چهار عضوی مجموعه‌ی  $A = \{1, 2, \dots, 7\}$  را بیابید. به چند طریق می‌توان ۳ عضو از مجموعه‌ی  $A$  حذف کرد؟ دو جواب را مقایسه کنید. چه توضیحی دارید؟

۷- با توجه به دو تمرین قبل یک تساوی برای  $\binom{n}{k}$  بیان کنید.

۱- از میان ۶ دانش‌آموز اول و ۸ دانش‌آموز دوم به چند طریق می‌توان کمیته‌ای ۵ نفره تشکیل

داد به طوری که ۳ دانش‌آموز اول و ۲ دانش‌آموز دوم باشند؟ برای انتخاب ۳ دانش‌آموز اول  $\binom{6}{3}$  راه وجود دارد و برای انتخاب ۲ دانش‌آموز دوم  $\binom{8}{2}$  روش داریم. بنابراین طبق اصل ضرب جواب مسئله برابر  $\binom{6}{3} \times \binom{8}{2}$  است.

۲- در یک آپارتمان که ۱۰ خانوار زندگی می‌کنند قرار است یک شورای ۴ نفره متشکل از اعضای آن تشکیل شود. از هر خانواده تنها زن یا شوهر می‌تواند عضو آن شورا بشود. به چند طریق ممکن است شورای ۴ نفره تشکیل شود؟

در ابتدا تعیین می‌کنیم که چهار خانواری که قرار است یک نفر از آن‌ها عضو شود کدامند، برای

این کار  $\binom{10}{4}$  حالت وجود دارد. پس از انتخاب چهار خانوار از هر کدام به دو حالت یک نفر می‌تواند انتخاب شود. بنابراین جواب مسئله برابر  $2^4 \times \binom{10}{4}$  است.



$$\binom{n}{0} + \binom{n}{1} + \dots + \binom{n}{n} = 2^n \quad \text{۱- نشان دهید:}$$

۲- از میان ۷ کشتی گیر و ۵ وزنه بردار به چند روش می‌توان ۳ نفر انتخاب کرد که حداقل یک نفر کشتی گیر باشد؟

۳- در یک مسابقه ورزشی، ورزشکارانی از ایران، روسیه، فرانسه، ترکیه و سوریه شرکت کرده‌اند. قرار است برای ارتباط بهتر ورزشکاران با هم تعدادی فرهنگ لغت به منظور آشنایی هر ورزشکار با سایر زبان‌ها تهیه شود. چند نوع فرهنگ لغت لازم است؟

۴- تعداد زیرمجموعه‌های زوج عضوی  $\{1, 2, \dots, 10\}$  را بیابید. (مجموعه تهی با صفر عضو، زوج عضوی است.)

۵- هفت نقطه روی محیط یک دایره قرار دارند. چند مثلث مختلف می‌توان کشید که رئوس آن از بین هفت نقطه انتخاب شده باشد؟

۶- از هر یک از شهرهای بیرجند، بوشهر، سنندج، زاهدان و یزد ۲۰ دانش‌آموز به اردوگاه دانش‌آموزی میرزا کوچک خان دعوت شده‌اند، به چند طریق می‌توان سه دانش‌آموز که دو به دو غیر هم‌شهری هستند انتخاب کرد؟



- ۱- بیرونی نامه، ابوالقاسم قربانی، سلسله انتشارات انجمن آثار ملی.
- ۲- تحلیل‌های ریاضی و کاربرد آن در اقتصاد و بازرگانی، جین.ا.وبر، ترجمه حسین علی پورکاظمی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- ۳- حساب دیفرانسیل و انتگرال برای رشته‌های بازرگانی، زیست‌شناسی و علوم اجتماعی، د.ج. کرودیس و س.م.شلی، ترجمه ابوالقاسم لاله، مرکز نشر دانشگاهی.
- ۴- ریاضیات ۲ چاپ ۱۳۸۷، دکتر اسماعیل بابلان، میرزا جلیلی، رضا شهریاری اردبیلی و دکتر علیرضا مدقالچی.
- ۵- ریاضیات پیش‌دانشگاهی جلد اول، لویس لیتهد، ترجمه محمد رجبی طرخورانی و عمید رسولیان، انتشارات دانشگاه هرمزگان.
- ۶- ریاضیات پیش‌دانشگاهی، اس.تی. هو، ترجمه محمد جلوداری ممقانی و لیدا فرخو، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۷- زیست‌شناسی، جف جونز و ماری جونز، ترجمه محمد کرام‌الدینی، انتشارات مدرسه.
- ۸- سلول‌های بنیادی، جلد اول، سلول‌های بنیادی جنینی، دکتر حسین بهاروند، انتشارات خانه زیست‌شناسی.
- ۹- مقدمه بر اقتصاد ریاضی، حسین ذوالنور، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه شیراز.



- 10- A. Xavier Cantert Algebra and Trigonometry.
- 11- Algebra and Trigonometry, Beecher J.A.Penna J.A. Bittinger M.L (3ed, Addison Wesley, 2007)
- 12- Alvin K.Bettinger Algebra and trigonometry International Text book.
- 13- Andreuis Barnes Encyclopedia of Trigonometry, Global Media (2007).
- 14- California Algebra 1: Concepts, Skills and Problem Solving, Glencoe/ McGraw Hill (2008).
- 15- California Algebra 2: Concept, Skills, and Problem Solving, Glencoe/ McGraw Hill, U.S.A.
- 16- D.Anneross Master Math, Trigonometry C.P 2002.
- 17- David Raymond curtiss and Elton James Moulton Essential of Trigonometry with application D.C Health and company Birkbauser(2004).
- 18- Discrete Mathematics and Applications, Kenneth H.Rosen, McGraw Hill Publication, 1998.
- 19- Exploring Mathematics Scott Foresman 2000.
- 20- G.Bancroft, M.Fledcher, Maths in Action, ARRL (1998).
- 21- Mathematics for teachers, J.L.Martin, McMillan.

٢٢- Mathematics for students, J.L.Martin, McMillan.

٢٣- Mathematical Ideas, Charles D.Miller, Seventh Edition, Harper Collins Publisher.

٢٤- Principles & Standards for school Mathematics N.C.T.M.

٢٥- Real Life Mathematics, Everyday use of Mathematics Concepts, Evan M.Glazer, John W.McConnell Greenwood Press.

٢٦- Sharon L.senx and others, Functions, statistics and trigonometry, Second Edition, SFARR (1998).

٢٧- T. Andreesca 103 Trigonometry Problem.

٢٨- Trigonometry, Charles. Mckcague, Mar D. Turnes.

٢٩- WWW.TIMSS/RELEASED ITEMS/MATHEMATICS/08

(سؤالات قابل انتشار 2003 TIMSS).



معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را در باره روی مطالب

این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۳۶۳ ۱۵۸۵۵ - گروه دسی مربوطه و یا پیام‌نگار (Email)

talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر نامه‌ریزی و تایف کتاب دبیر سی

## 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 می رود:

- ۱- ترانزیستور را با استفاده از امکانات نرم‌افزار آزمایش کند.
- ۲- نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور را مشاهده کند.
- ۳- چگونگی عمل تقویت در ترانزیستور را آزمایش کند.
- ۴- ولتاژها و جریان‌های مورد نیاز در حالت بایاسینگ ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
- ۵- منحنی مشخصه‌های ورودی و خروجی ترانزیستور را مشاهده کند.
- ۶- انواع بایاسینگ ترانزیستور را با استفاده از نرم‌افزار آزمایش کند.
- ۷- کلاس‌های مختلف تقویت‌کنندگی را مورد آزمایش قرار دهد.

توجه: با مراجعه به سایت‌های:

<http://ni.com>

<http://ni.com/multisim>

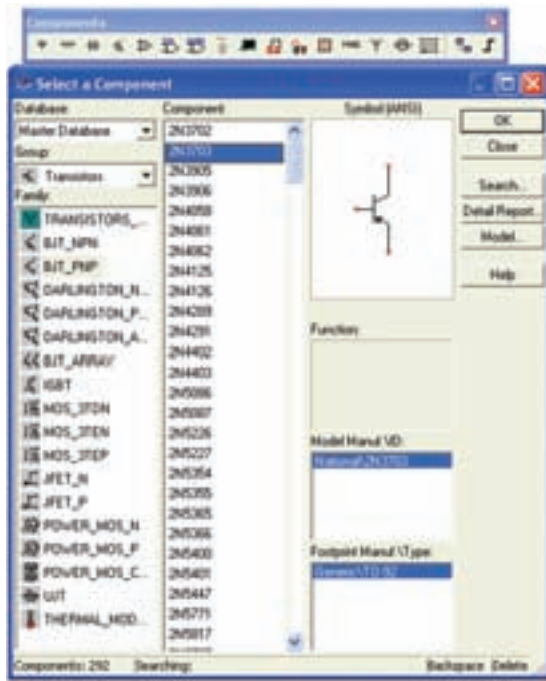
[www.intracive.com](http://www.intracive.com)

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

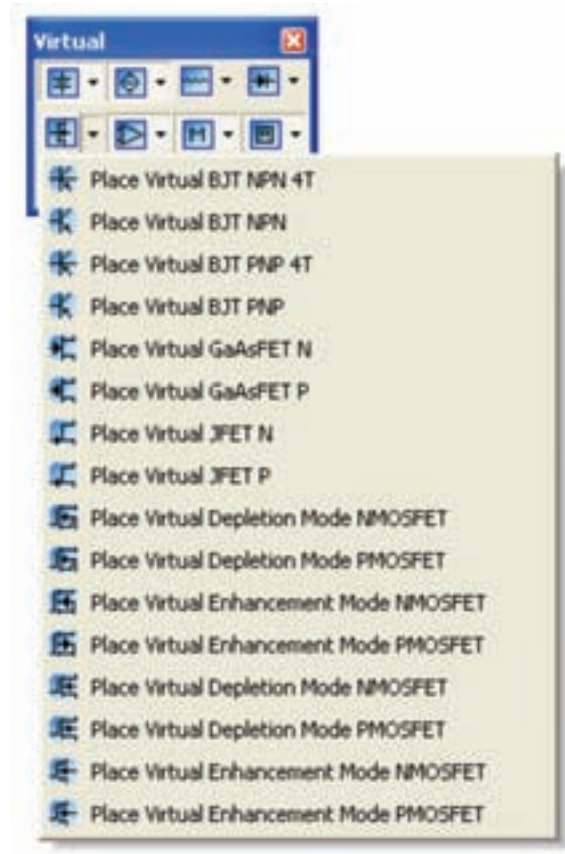
۴-۱-۱ برای انجام آزمایش لازم است با استفاده از نرم افزار نحوه‌ی قرار دادن ترانزیستور و علامت فنی آن را تجربه کنید. برای این منظور ترانزیستور را از طریق نوار Virtual مطابق شکل ۴-۱ بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

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 قراردادن 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 قراردادن 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

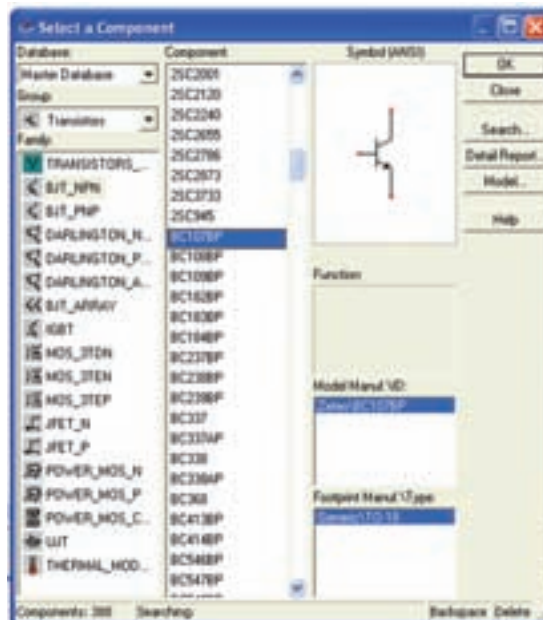
## ۴-۲ آزمایش ۲: نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور

۴-۲-۱ برای این که ترانزیستور بتواند به عنوان تقویت کننده، سویچ 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.

---



---

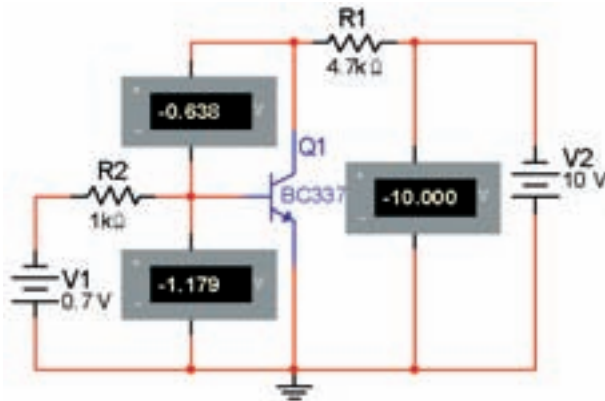
**سوال ۲:** آیا رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ در مدار شکل ۸-۴ صادق است؟ مقادیر جریان‌ها را با هم جمع کنید و در مورد رابطه توضیح دهید.

---

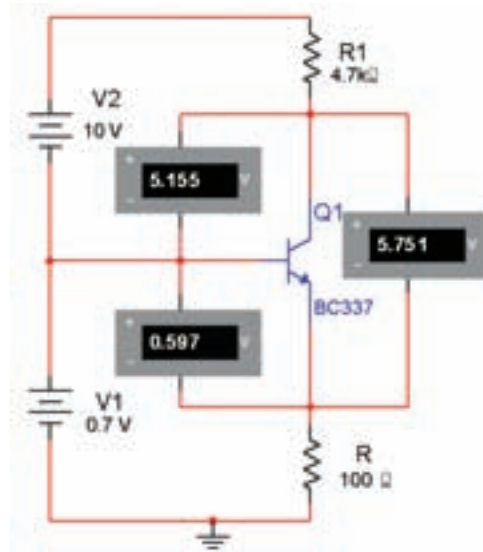


---

**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.



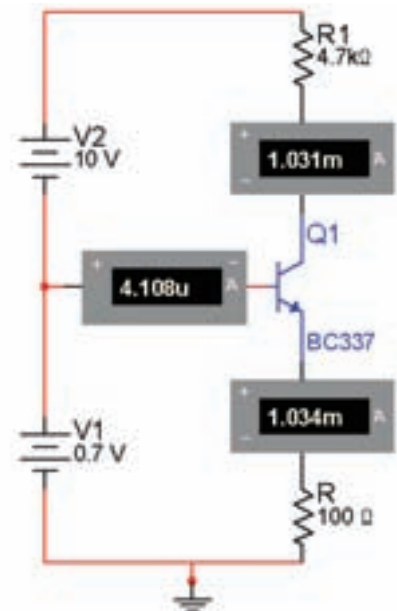
شکل ۹-۴ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق



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.

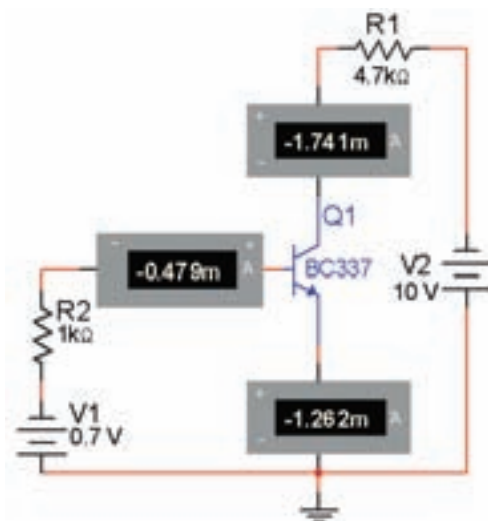


شکل ۸-۴ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور

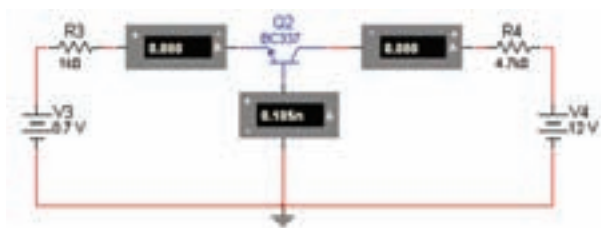
**سوال ۳:** آیا در مدار شکل ۴-۱۱ ترانزیستور در حالت هدایت قرار دارد؟ شرح دهید.

**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.

**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.

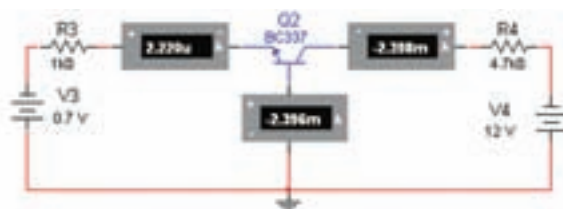


شکل ۴-۱۰ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور



شکل ۴-۱۲ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف

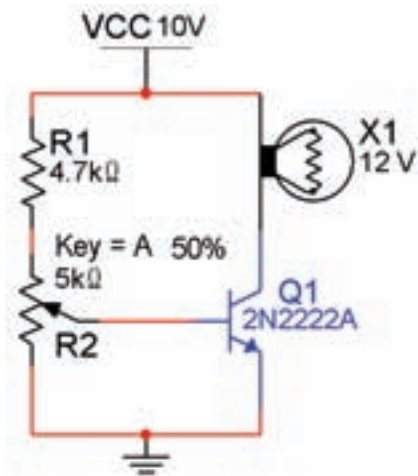
**۴-۲-۵** مدار شکل ۴-۱۱ را ببندید. در این مدار دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور نیز در بایاس موافق قرار دارد، رابطه‌ی نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



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 نمائید. 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 راه اندازی 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.

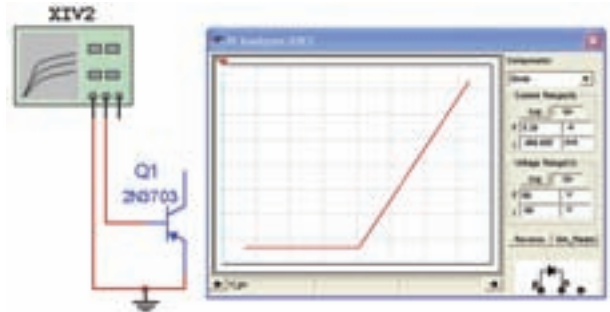
### ۴-۳-۳ آزمایش ۳: مشاهده منحنی‌های

#### 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 ولت‌آمپر وصل کنید و منحنی مشخصه ورودی را که مشابه منحنی دیود است مشاهده کنید.



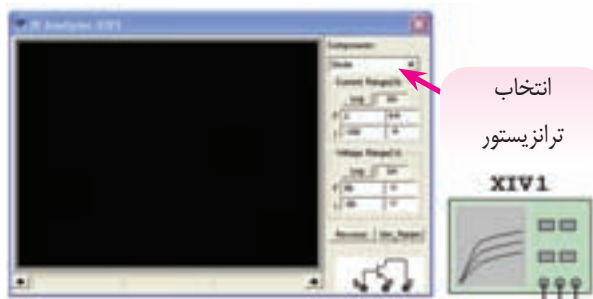
شکل ۴-۱۴ منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور

**توجه:** به جای استفاده از دستگاه تحلیل گر ولت‌آمپر

می‌توانید مشابه آنچه که در مورد دیود گفته شد، از دستگاه اسیلوسکوپ در شرایط  $X - Y$  استفاده کنید.

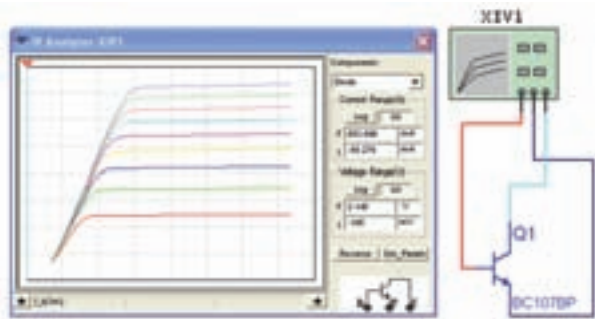
#### ۴-۳-۲ برای مشاهده منحنی مشخصه خروجی

ترانزیستور می‌توانید از دستگاه تحلیل گر ولت‌آمپر (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 ولت‌آمپر دیود و ترانزیستور

۴-۳-۳ یک ترانزیستور NPN را از قسمت قطعات انتخاب کنید و به دستگاه تحلیل گر ولت‌آمپر 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 ولت‌آمپر 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

دستگاه‌های اندازه‌گیری را حذف کرده‌ایم. برای حذف یا درج مشخصات لازم است روی دستگاه دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شکل ۱۷-۴ باز شود. در زبانه‌ی Display علامت  $\checkmark$  را در داخل اولین کادر (Use Schematic ...) حذف نمائید. سپس با حذف یا درج علامت  $\checkmark$ ، فقط اطلاعاتی را که نیاز دارید در کنار دستگاه باقی می‌ماند.

۴-۴-۲ در زبانه‌ی Display دستگاه ولت‌متر یا آمپر متر علامت  $\checkmark$  را در داخل هر یک از کادرها حذف کنید و بررسی نمائید چه اطلاعاتی از مشخصات دستگاه حذف می‌شود، توضیح دهید.

---



---



---

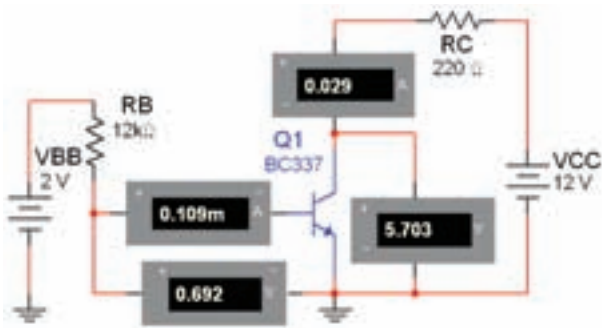


---



---

۴-۴-۳ مدار بایاسینگ ترانزیستور با دو منبع مستقل را مطابق شکل ۱۸-۴ 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 ۱۸-۴ 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 ۱۷-۴ 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.

---



---

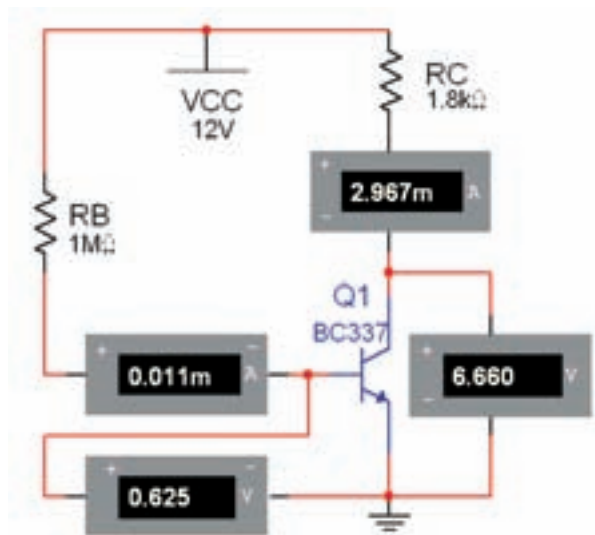


---

**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 بایاس بیس با یک منبع ولتاژ

$V_{BE} = \dots\dots\dots V$	$I_B = \dots\dots\dots mA$
$V_{CE} = \dots\dots\dots V$	$I_C = \dots\dots\dots mA$

**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.

---

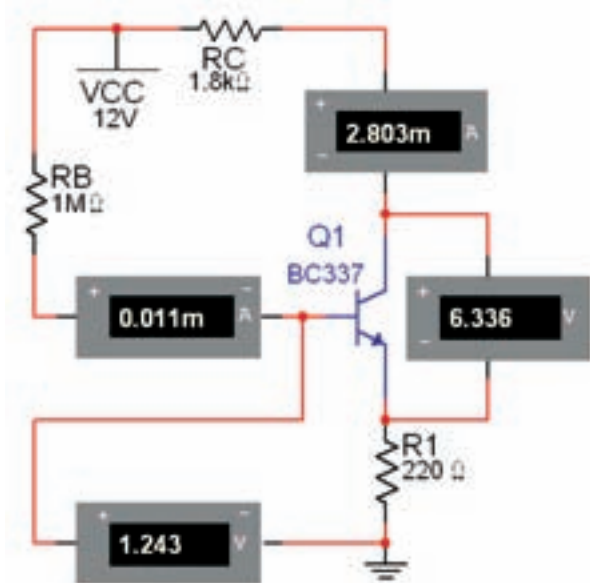


---



---

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 ببینید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.

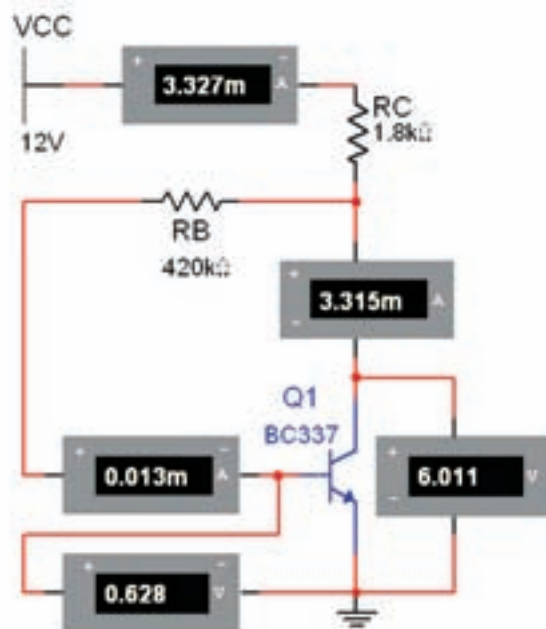


شکل ۲۱-۴ مدار بایاسینگ با فیدبک در امیتر

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$

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.

---



---

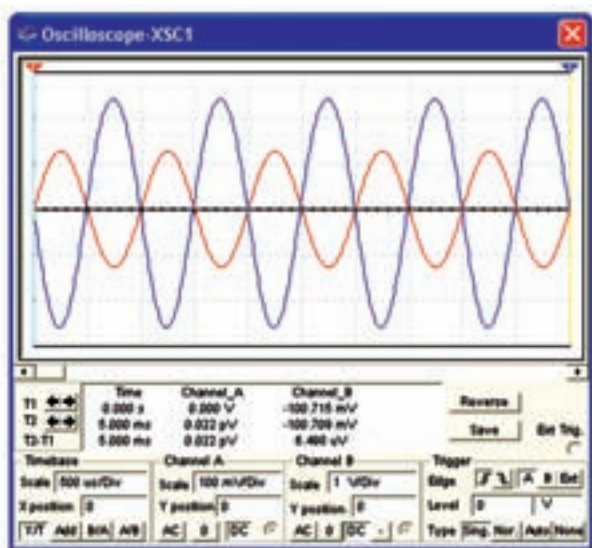
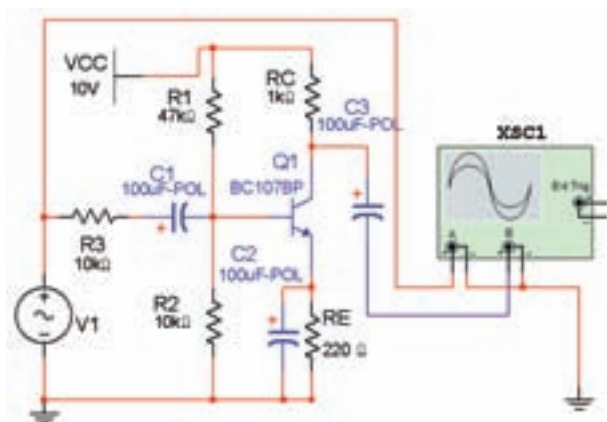


---

## ۴-۵ آزمایش ۵: مدار تقویت کننده‌ی امیتر مشترک

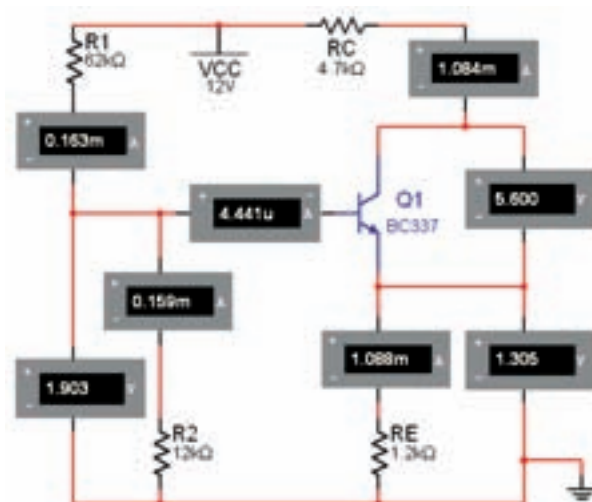
۴-۵-۱ برای تقویت ولتاژ یا جریان یک سیگنال الکتریکی لازم است مدار را از نظر ولتاژ DC (یکی از انواع بایاسینگ) به طور صحیح تغذیه کنیم، پس از بایاسینگ می‌توانیم با اعمال سیگنال به ورودی مدار، سیگنال تقویت شده از خروجی تقویت-کننده دریافت کنیم.

۴-۵-۲ مدار شکل ۴-۲۳ یک نمونه از تقویت کننده‌ی امیتر مشترک را نشان می‌دهد. مدار را ببینید و شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. فرکانس منبع  $V_1$  را برابر با ۱ kHz و دامنه‌ی آن را در حدی انتخاب کنید که تغییری (اعوجاجی) در شکل موج خروجی به وجود نیاید.



شکل ۴-۲۳ تقویت کننده‌ی امیتر مشترک و شکل موج‌های آن

(سرخود) است. مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی را مطابق شکل ۴-۲۲ ببینید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۲۲ مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی

$$V_{BE} = \dots\dots\dots V \quad I_B = \dots\dots\dots mA$$

$$V_{CE} = \dots\dots\dots V \quad I_C = \dots\dots\dots mA$$

$$V_B = \dots\dots\dots V \quad V_E = \dots\dots\dots mA$$

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

**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 پرپود کامل (T) سیگنال AC ورودی را تقویت می‌کند، آن را در یکی از کلاس‌های AB، B، A یا C بایاس (دسته بندی) 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.

---



---



---

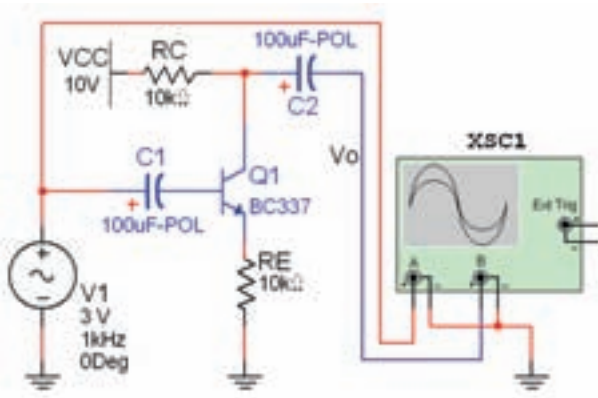
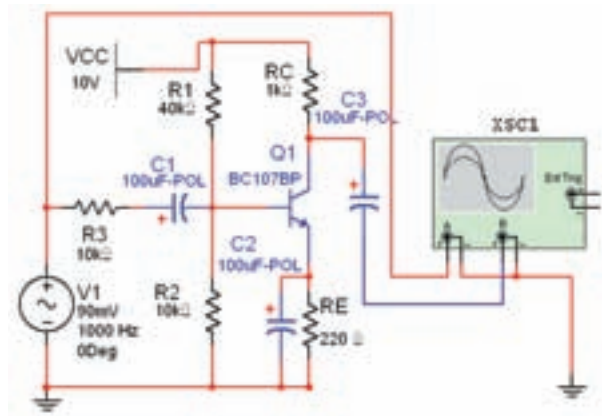
**سوال ۲۲:** آیا می‌دانید هر یک از کلاس‌های تقویت کننده‌ی چه میزان از سیکل ورودی را تقویت می‌کند؟

**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.

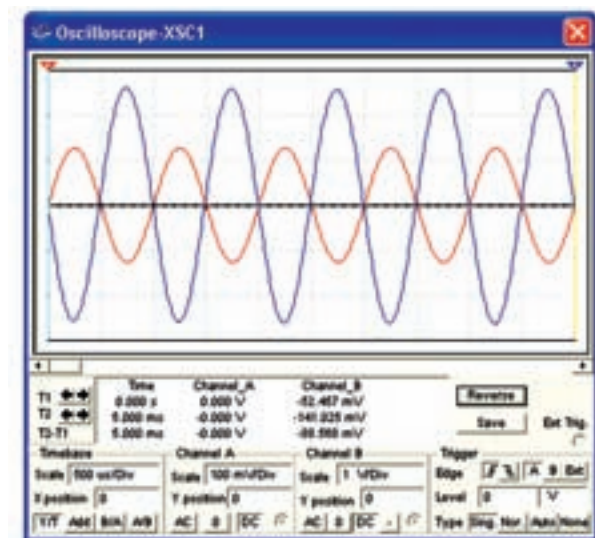
**سوال ۲۳:** تقویت کننده‌ی کلاس A در چه مواردی کاربرد دارد؟ توضیح دهید.

**۲-۶-۴** در تقویت کننده‌ی کلاس A، سیگنال الکتریکی از دوطرف مثبت و منفی، به یک اندازه تقویت می‌شود. مدار شکل ۲۴-۴ تقویت کننده‌ی 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.

**۳-۶-۴** در تقویت کننده‌ی 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.

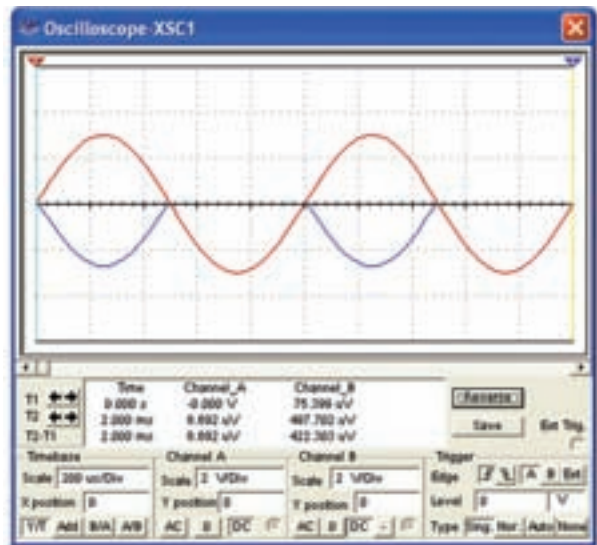
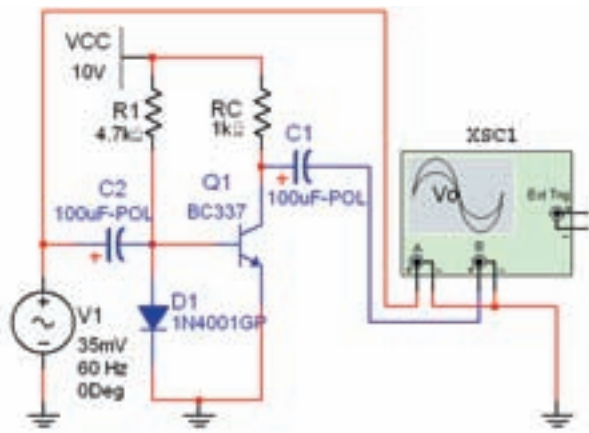


شکل ۲۵-۴- الف مدار تقویت کننده‌ی کلاس B

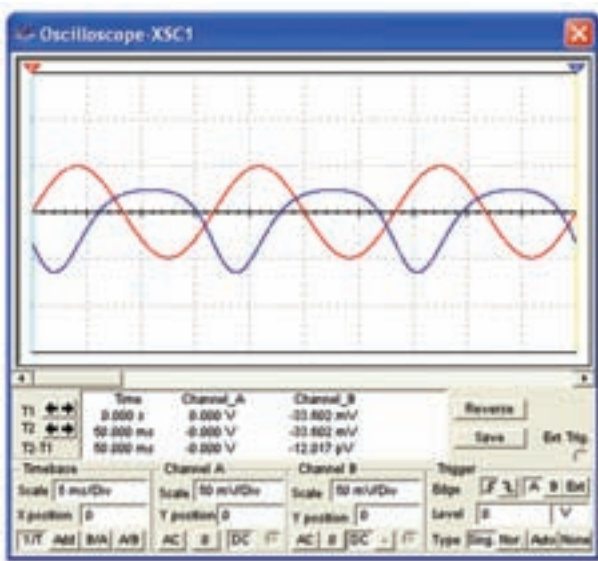


شکل ۲۴-۴ مدار تقویت کننده‌ی کلاس A





شکل ۲۵-۴- ب شکل موج مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس B سوال ۲۴: کاربرد تقویت‌کننده‌ی کلاس B را بنویسید.



شکل ۲۶-۴ مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس AB

۴-۶-۴ نقطه‌ی کار تقویت‌کننده‌ی کلاس AB بین کلاس‌های A و B قرار می‌گیرد. معمولاً دیود بیس امیتر تقویت‌کننده را در آستانه‌ی هدایت بایاس می‌کنند. در این صورت تقویت‌کننده‌ی 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 تقویت‌کننده‌ی 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 تقویت‌کننده‌ی 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.

---



---



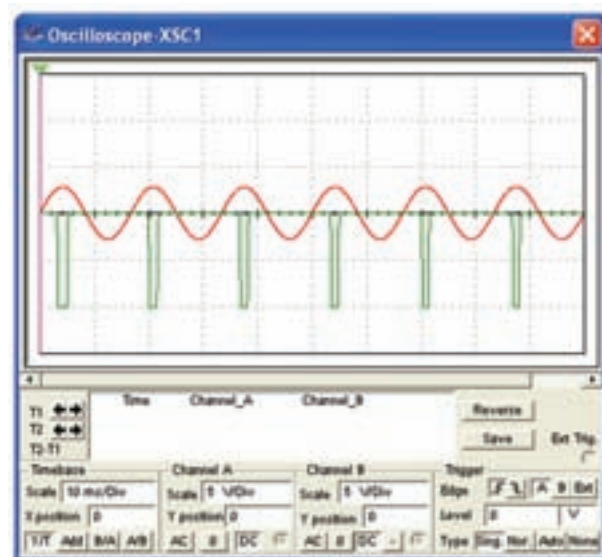
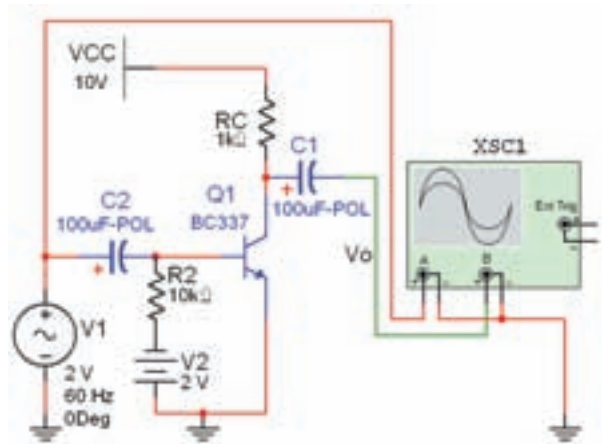
---



---

### ۷-۴-۷ آزمایش ۷: مقادیر حد در ترانزیستور

۱-۷-۴ 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.

---



---



---



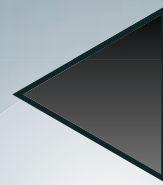
---



# 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 راه‌اندازی نرم‌افزار طراحی مدار چاپی

(منطبق بر کتاب کارگاه الکترونیک مقدماتی)

**هدف کلی: آموزش نحوه‌ی دانلود کردن، نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار Pad2Pad**

**هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند:**

- ۴- نرم‌افزار آزمایشی (Demo) طراحی مدار چاپی Pad2Pad را از طریق شبکه‌ی اینترنت دانلود کند.
- ۵- نرم‌افزار Pad2Pad را نصب کند.
- ۶- نرم‌افزار Pad2Pad را راه‌اندازی کند.
- ۷- نرم‌افزار را حذف (Uninstall) کند.

- ۱- با استفاده از یکی از موتورهای جست‌وجو در اینترنت، انواع مدارهای چاپی را شناسایی کند.
- ۲- چند نمونه نرم‌افزار طراحی مدار چاپی رایگان (Free) را که به صورت آزمایشی و با فعالیت‌های محدود عرضه می‌شود، دانلود کند.
- ۳- نمونه‌هایی از نرم‌افزارها را نصب و راه‌اندازی کند.

### ۱-۱-۱ آزمایش ۱: دانلود کردن نرم‌افزار طراحی

#### مدار چاپی

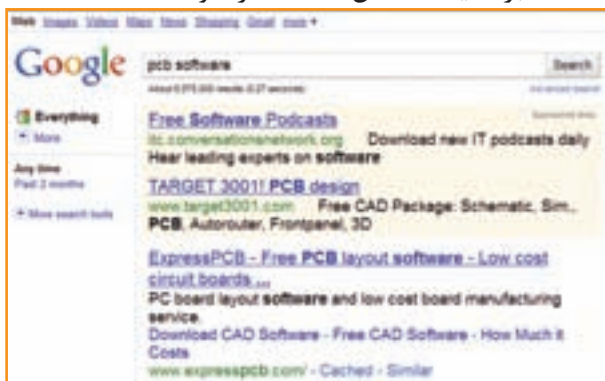
در این قسمت چگونگی دانلود کردن (Down Load) نمونه‌ی آزمایشی و با توانایی‌های محدود نرم‌افزار طراحی مدار چاپی را فرا خواهید گرفت.

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 جست‌وجوگر وب، مانند "Google" یا "MSN Microsoft" شوید. از آن جا که موتور جست‌وجوی گوگل متداول است ما نیز از آن استفاده کرده‌ایم.

۱-۱-۳ کلمات "PCB soft ware" را در پنجره‌ی جست‌وجو (Search) تایپ کنید.

۱-۱-۴ روی زبانه‌ی "Search" کلیک کنید. چند لحظه صبر کنید، تا شکل ۱-۱ ظاهر شود.



شکل ۱-۱ سایت‌های مرتبط با نرم‌افزار طراحی مدار چاپی (PCB)

**نکته‌ی مهم:** برخی از موسسات نمونه‌آزمایشی نرم‌افزار را از طریق Email ارسال می‌کنند.

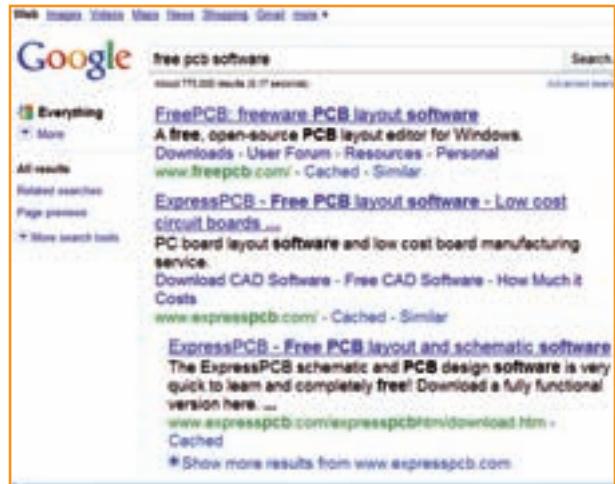
۱-۸-۱ در بین نرم‌افزارهای ارائه شده طبق شکل ۱-۳-۱ نرم‌افزار Pad2Pad را پیدا کنید و آن را فعال نمایید.



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.

۱-۵-۱ در صورتی که به جای "PCB Software"، کلمات "Free PCB Software" را تایپ کنید. پس از فعال کردن زبانه‌ی Search، شکل ۱-۲-۱ ظاهر می‌شود. در این حالت دسترسی شما به نرم‌افزار رایگان آسان‌تر صورت می‌گیرد.



شکل ۱-۲-۱ سایت‌هایی که نرم‌افزار رایگان ارائه می‌دهند

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 ۱-۳ روی عبارت "Pad2Pad Custom ...." یا طبق شکل ۱-۴ روی عبارت "Download Pad2Pad Free PCB..." یک بار کلیک کنید تا شکل ۱-۵ ظاهر شود.

۱-۱-۱۱ شکل ۱-۵ صفحه اصلی نرم افزار Pad2Pad را نشان می دهد. روی شکل سمت چپ که بالای عبارت "Download Free PCB Desig Software" نوشته شده است، کلیک کنید تا صفحه 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 ۱-۶ مشخصات سامانه‌ی مورد نیاز را معرفی می کند. مشخصات سامانه‌ی کامپیوتر خود را با مشخصات داده شده در شکل ۱-۶ مقایسه کنید و در صورتی که با سامانه‌ی پیشنهادی در شکل انطباق دارد یا از آن بالاتر است اقدام بعدی را انجام دهید.

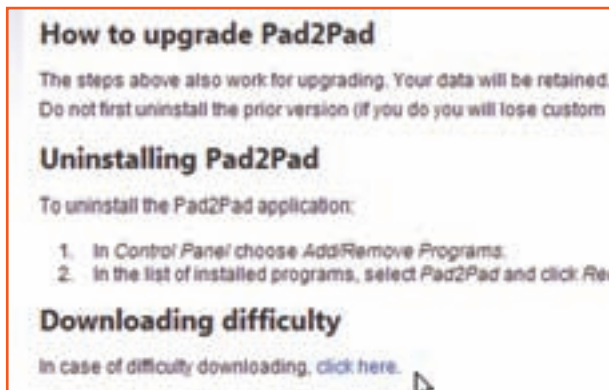


شکل ۱-۴ دسترسی مستقیم به نرم افزار Pad2Pad



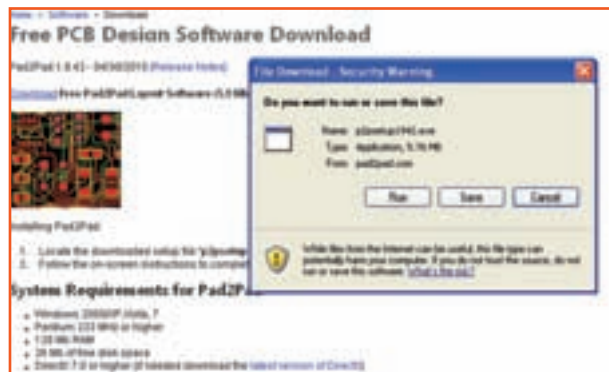
شکل ۱-۵ صفحه اصلی نرم افزار Pad2Pad

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

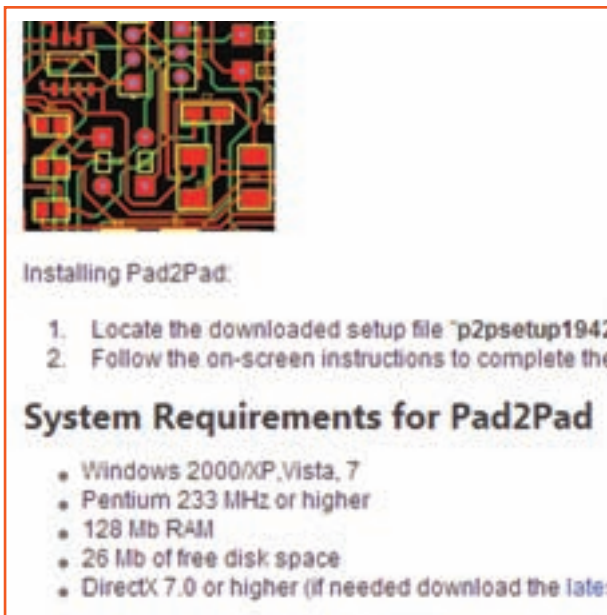
۱۴-۱-۱ در صورتی که مشکلی وجود نداشته باشد، با توجه به سرعت کامپیوتر و سرعت شبکه‌ی اینترنت بعد از مدتی شکل ۹-۱ ظاهر می‌شود که به شما اجازه‌ی دانلود یا ذخیره‌ی نرم‌افزار را می‌دهد.



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

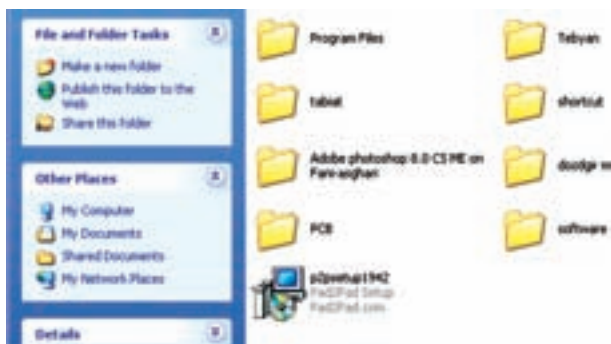
۱۲-۱-۱ پس از اطمینان از انطباق مشخصات کامپیوتر خود با مشخصات پیش‌نهادی روی کلمه‌ی Down Load طبق شکل ۷-۱ کلیک کنید تا برنامه‌ی نرم‌افزار دانلود شود



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 نمونه‌ی 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 نمونه‌ی آن را به طور دقیق فرا بگیرید، یادگیری سایر نمونه‌ها بسیار آسان خواهد شد.

**توجه:** ممکن است برای 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 حرفه‌ای آموزش دهیم، بلکه هدف فقط آشنایی و باز کردن راه در این مسیر است. در بازار ایران از نرم افزار پروتل 99SE به صورت حرفه‌ای استفاده می کنند. شما نیز می توانید پس از فراگیری این مبحث در صورت تمایل جهت ادامه‌ی 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 گزینه‌ی 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 گزینه‌ی 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

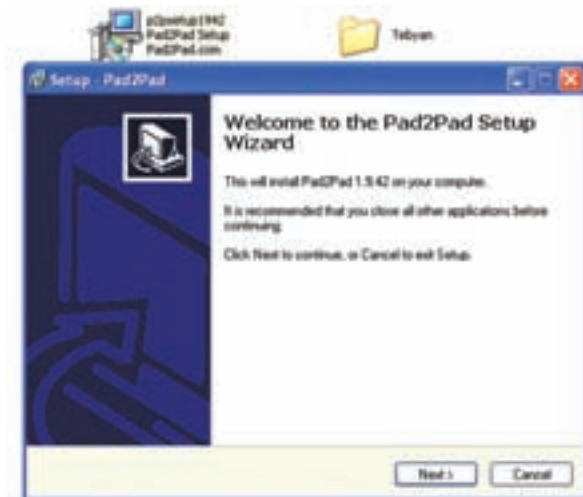
۱-۲-۴ زبانه‌ی Next را فعال کنید. در صورتی که نرم افزار Pad2Pad را روی کامپیوتر خود از قبل نصب کرده باشید، شکل ۱-۱۶ ظاهر می‌شود. در این صفحه به شما اعلام می‌شود که نرم‌افزار Pad2Pad در کدام درایو و کدام پوشه نصب شده است. هم‌چنین توصیه‌ی اکید می‌کند که

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

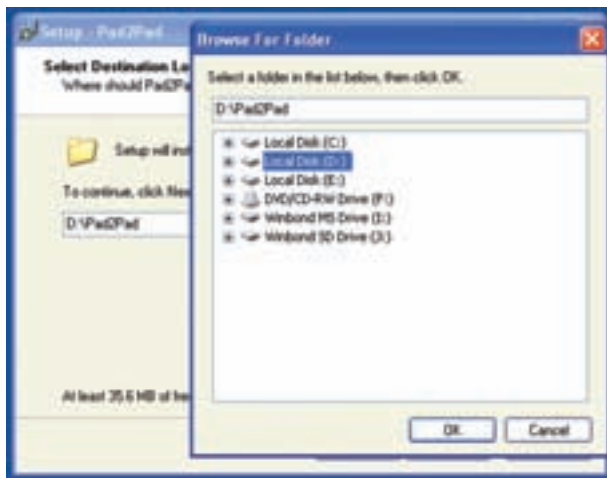
۱-۲-۲ روی زبانه‌ی Run کلیک کنید، صفحه‌ی نشان داده شده در شکل ۱-۱۴ باز می‌شود. در این صفحه موارد زیر وجود دارد.



شکل ۱-۱۴ اولین صفحه‌ی مربوط به نصب نرم‌افزار Pad2Pad

● شما نسخه‌ی Pad2Pad ۱,۹,۴۲ را نصب خواهید کرد.

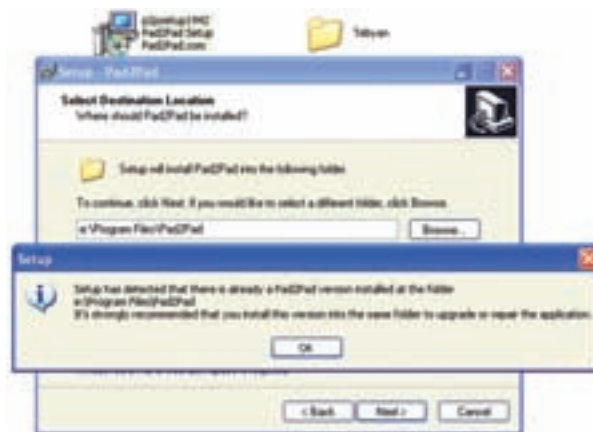
۱-۲-۷ چنانچه قبلاً برنامه‌ی نرم‌افزار Pad2Pad را در کامپیوتر خود نصب نکرده باشید یا برنامه‌ی نصب شده‌ی قبلی را حذف (Uninstall) کرده باشید، می‌توانید مسیر نصب را از طریق (Browse) تغییر دهید. برای این منظور با کلیک کردن روی زبانه‌ی Browse طبق شکل ۱-۱۸ پنجره‌ای باز می‌شود و شما می‌توانید مسیر جدید را انتخاب کنید، در شکل ۱-۱۸ مسیر موجود در شکل ۱-۱۷ را به D:\Pad2Pad تغییر داده‌ایم.



شکل ۱-۱۸ تغییر مسیر محل نصب نرم‌افزار

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 زبانه ی 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.

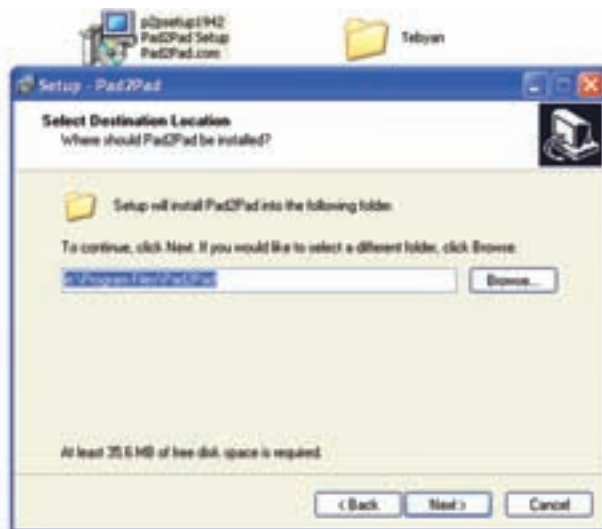
این نسخه از نرم‌افزار را در همان پوشه نصب کنید تا نرم‌افزار نصب شده‌ی قبلی ارتقاء یابد یا تعمیر شود.



شکل ۱-۱۶ اعلام نرم‌افزار نصب شده در کامپیوتر

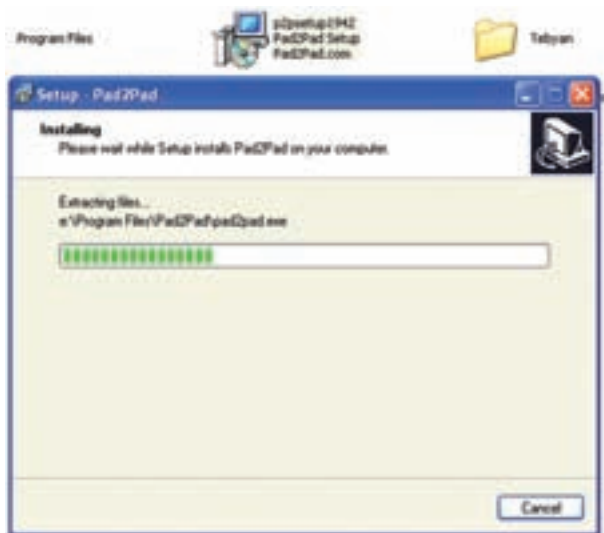
۱-۲-۵ یکی دیگر از راه‌های نصب این برنامه، حذف (Uninstall) برنامه‌ی قبلی است. چگونگی حذف (Uninstall) برنامه را در ادامه‌ی آموزش خواهیم داد.

۱-۲-۶ چنانچه در شکل ۱-۱۶ روی زبانه‌ی OK کلیک کنید، طبق شکل ۱-۱۷ نرم‌افزار مسیری را که برنامه‌ی قبلی در آن نصب شده است انتخاب خواهد کرد. با توجه به توصیه‌ی مدیریت نرم‌افزار مبنی بر عدم تغییر مسیر نصب، لازم است برنامه را در همان مسیر نصب کنید.



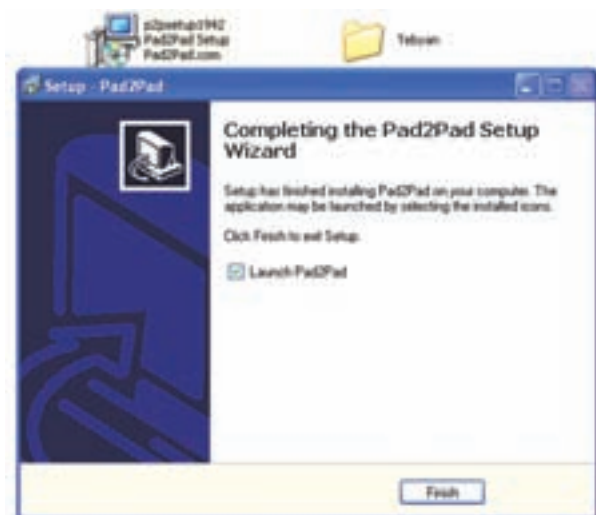
شکل ۱-۱۷ انتخاب مسیر نصب

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.

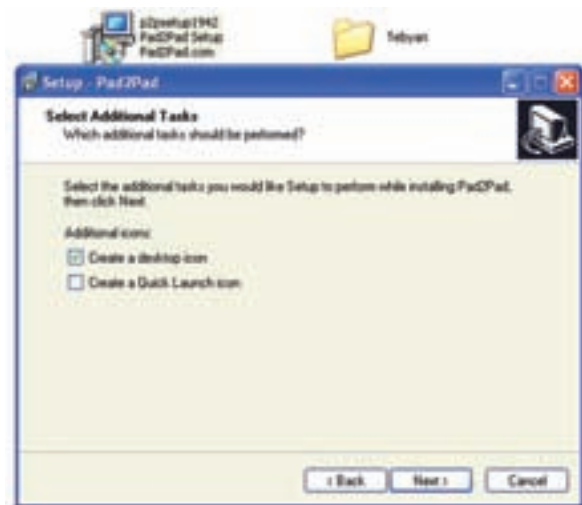


شکل ۲۱-۱ آغاز نصب برنامه در مسیر تعیین شده

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.

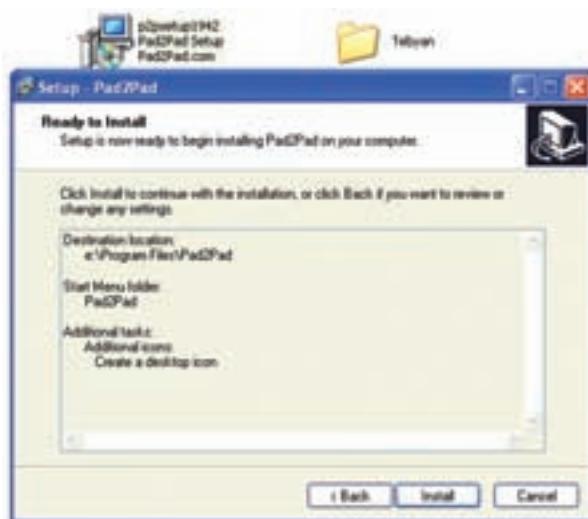


شکل ۲۲-۱ پایان نصب نرم‌افزار



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 (Uninstal) 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 → Uninstal Pad2Pad

شکل ۱-۲۵ این مسیر را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۵ حذف نرم افزار Pad2Pad از سامانهی کامپیوتر

۱-۳-۲ روی گزینهی 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 زبانهی Yes کلیک کنید.



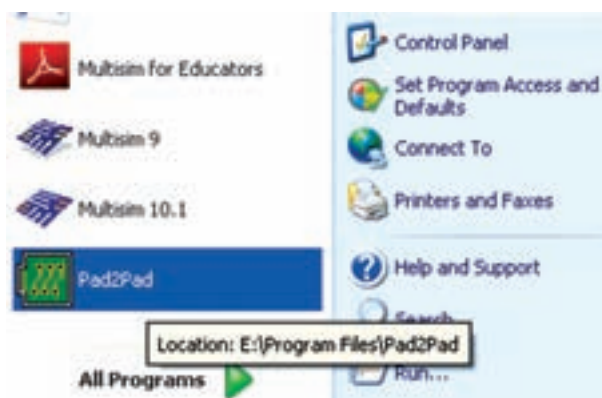
شکل ۱-۲۶ درخواست مجوز برای حذف برنامهی نرم افزار Pad2Pad از سامانهی کامپیوتر

۱-۳-۳ با کلیک کردن روی زبانهی 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.

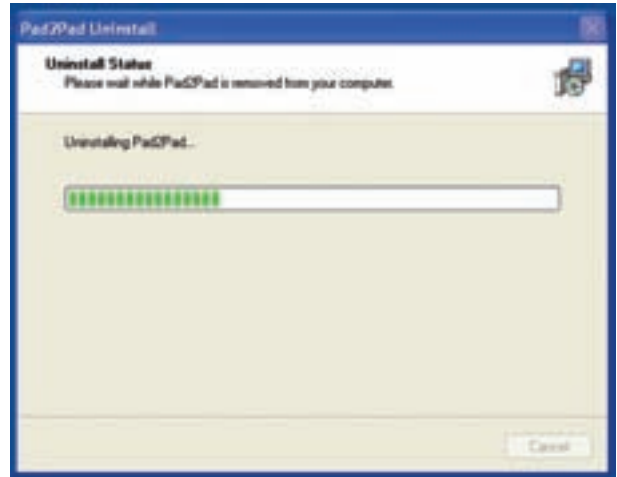


شکل ۱-۲۳ نماد اجرایی نصب نرم افزار طراحی مدار چاپی Pad2Pad

هم چنین در هنگامی که می خواهید نرم افزار را راه اندازی کنید، قبل از باز شدن صفحهی اصلی نرم افزار شکل ۱-۲۴ که نمونه ای از یک مدار چاپی آماده شده است را برای چند لحظه مشاهده می کنید.

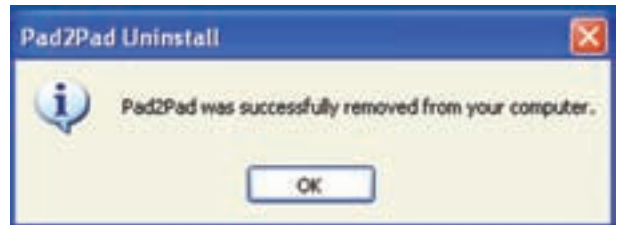


شکل ۱-۲۴ نمونه ای از مدار چاپی آماده شده



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

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود 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- فایل‌های موجود در نرم افزار را باز کند.
  - ۹- رنگ‌های مربوط به قسمت‌های 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.

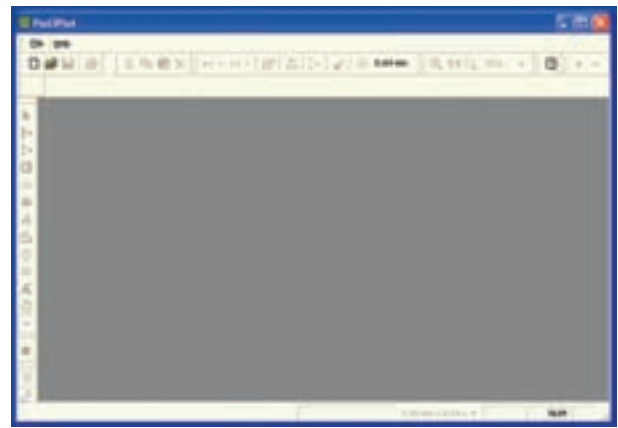
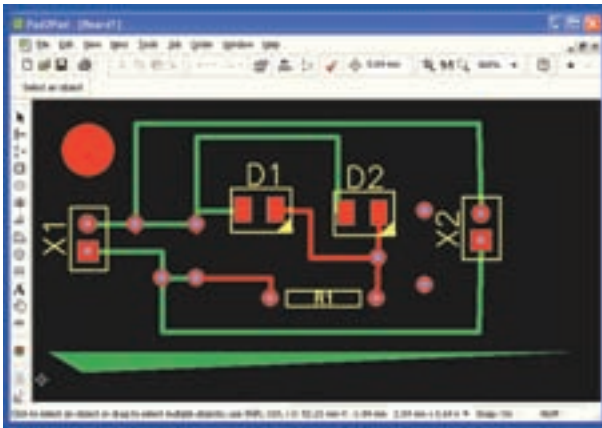
### ۲-۱-۱ آزمایش ۱: آشنایی مقدماتی با نوارها و

#### ابزارها

در این قسمت با نوارها و منوهای نرم افزار آشنا می‌شوید. با توجه به این نکته که نرم افزار به صورت نمایشی و آزمایشی است و محدودیت دارد و ممکن است تعدادی از نوارها و زبانه‌ها فعال نشوند.

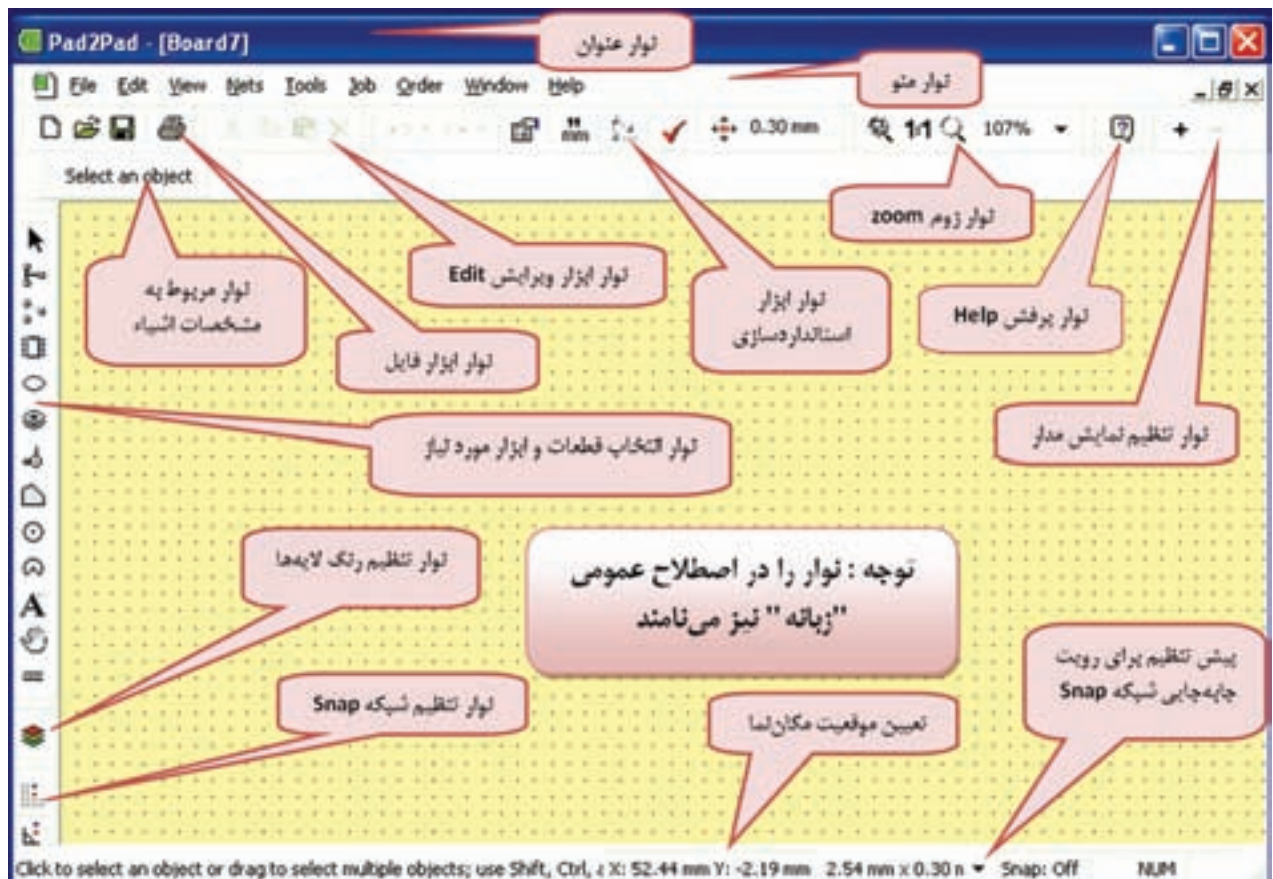
**توجه:** قسمت‌های ۲-۱-۱ تا پایان ۲-۱-۳ اجرایی

نیست و فقط جنبه‌ی آشنایی دارد و برای مطالعه است. قسمت‌های اجرایی از ۲-۱-۴ شروع می‌شود.



شکل ۲-۲ یک نمونه مدار چاپی ترسیم شده در نرم افزار همان طور که مشاهده می شود با باز شدن صفحه ی جدید یا یکی از مدارها، نوارهایی از قبیل عنوان، منو باز می شود.

شکل ۲-۱ صفحه ی اصلی نرم افزار Pad2Pad در صورتی که قبلاً مداری طراحی کرده و آن را بسته باشید، هنگام باز شدن صفحه ی اصلی طبق شکل ۲-۲ نقشه ی مدار چاپی روی صفحه ی اصلی نمایش داده می شود.



شکل ۲-۳ مشخصات تعدادی از نوارها



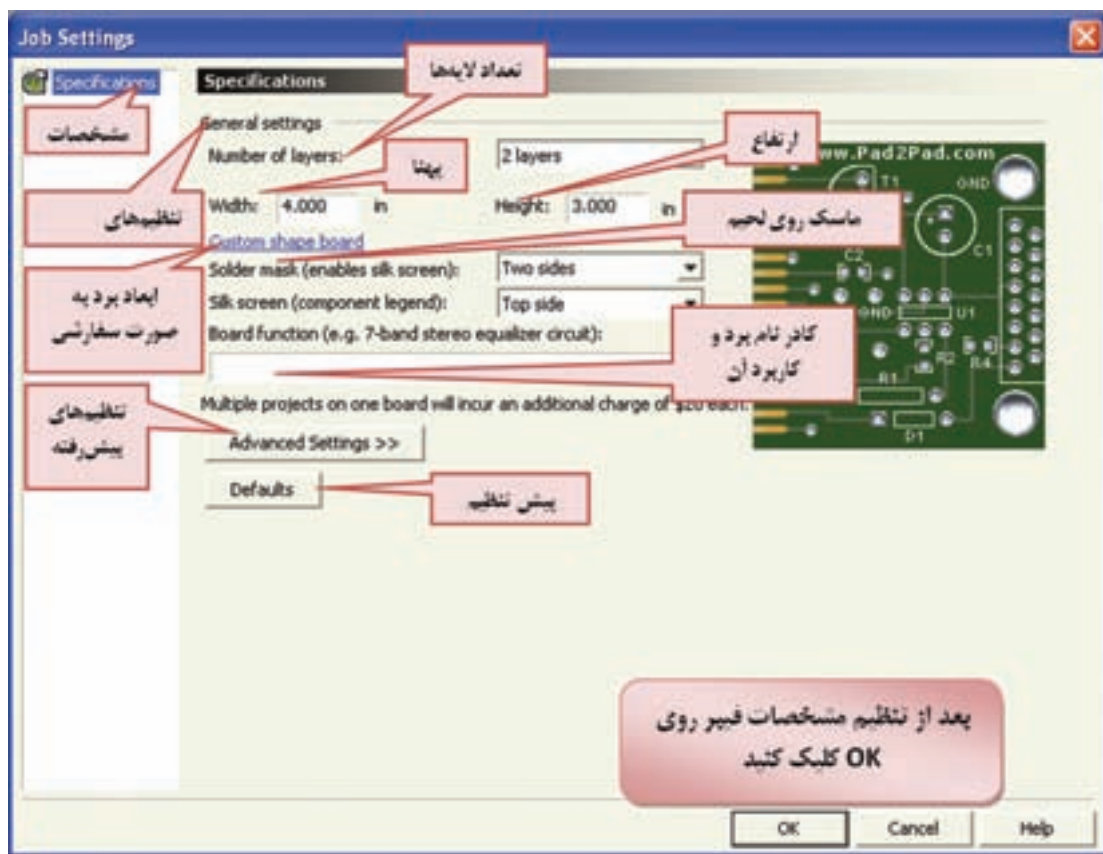
## ۲-۲ آزمایش ۲: باز کردن صفحه‌ی جدید و تعیین ابعاد فیبر

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 **New Job** باز می‌شود. نام این صفحه **Job setting** است. **۲-۴ Setting** به معنی اجرای تنظیمات مربوط به کاری است که می‌خواهیم انجام دهیم. در قسمت بالا و سمت چپ این صفحه با کلمه‌ی **Specification** مواجه می‌شوید که به معنی مشخصات است.

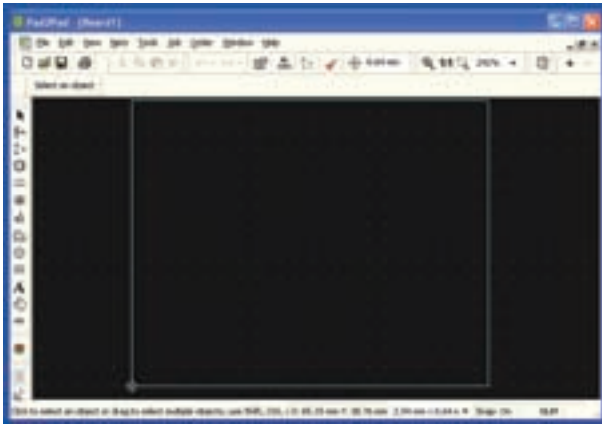
**نکته‌ی مهم:** در صورتی‌که در خلال کار با خطایی مواجه شدید و کار نرم‌افزار متوقف شد، بر اساس دستورات داده شده در مرحله‌ی ۱-۳ نرم‌افزار را حذف (Uninstall) کنید و مجدداً آن را نصب نمایید. علت توقف عملیات معمولاً به دلیل نمایشی بودن نرم‌افزار و محدودیت‌های آن است.

۲-۱-۳ معمولاً با باز کردن یک صفحه‌ی جدید یا یکی از مدارها، کلیده‌ی 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 زمینه‌ی 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 پیش بینی 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 پیش بینی 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 دل خواه خود به صورت دو لایه و چهار لایه طراحی کنید و آن‌ها را با نام‌های مختلف ذخیره نمایید.

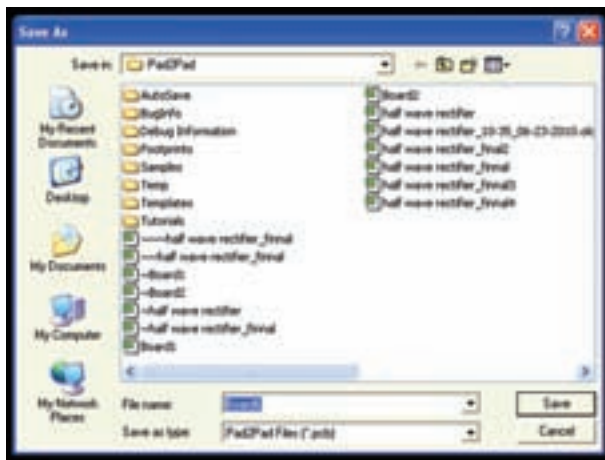
توجه داشته باشید که در هر مرحله باید یک فایل جدید از مسیر File → New باز کنید. در مورد نتایج حاصله توضیح دهید.

## 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

**توجه:** بعد از باز کردن پوشه، برای بازگشت به مرحله‌ی قبل روی علامت  $\Leftarrow$  یا علامت پوشه‌ای که روی آن فلش دارد کلیک کنید. در صورتی که فایل اجرایی را باز کردید، بعد از بستن آن کلیه‌ی پوشه‌ها و فایل‌ها بسته می‌شود و به حالتی می‌رود که نیاز به باز کردن فایل جدید است. در این حالت باید فایل جدید را از مسیر **File → Open** باز کنید.

**۲-۴-۵** در پوشه‌ی Templates تعدادی الگوی مدار چاپی خالی با ابعاد و شکل مشخص قرار دارد. شما می‌توانید از آن‌ها برای طراحی مدار چاپی استفاده کنید. در شکل ۲-۱۱ یک نمونه از این الگوها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۱ یک نمونه الگوی مدار چاپی که در پوشه‌ی Template قرار دارد.

**۲-۴-۶** در پوشه‌ی Tutorial تعدادی فایل وابسته وجود دارد. در این فایل‌ها تغییرات بسیار کمی امکان‌پذیر است. در صورتی که بخواهید آن‌ها را مورد استفاده قرار دهید، نیاز به دریافت مجوز از موسسه تولید کننده‌ی نرم افزار و خرید کامل آن را دارید.

**نکته:** برای بستن فایل نرم‌افزاری باز شده می‌توانید روی علامت  $\square$  که به رنگ طوسی و مشکی است کلیک کنید. در این حالت فقط فایل نرم‌افزار بسته می‌شود. چنانچه روی علامت  $\square$  که به رنگ قرمز و سفید است کلیک کنید. نرم‌افزار به طور کامل بسته می‌شود. در این حالت برای باز کردن نرم‌افزار باید روی نماد اجرایی آن کلیک کنید.

نمونه از این نقشه‌ها را در شکل ۲-۹ مشاهده می‌کنید. شکل ۲-۹-الف نقشه‌ی پایه‌ی مقاومت معمولی و شکل ۲-۹-ب نقشه‌ی پایه‌ی LED و شکل ۲-۹-ج نقشه‌ی یک سوکت یا ترمینال اتصال ۳۷ پایه را نشان می‌دهد.



ب- LED



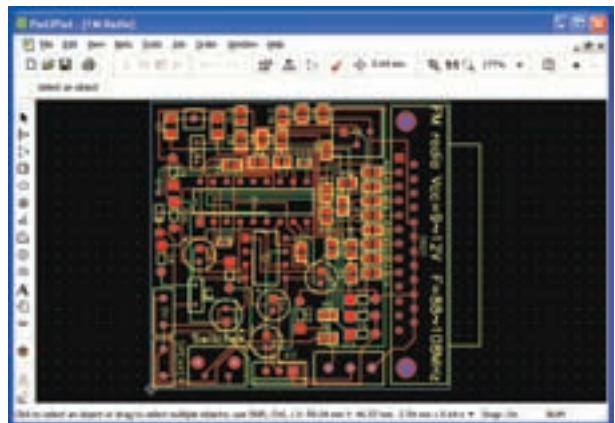
الف - مقاومت



ج - سوکت ۳۷ پایه

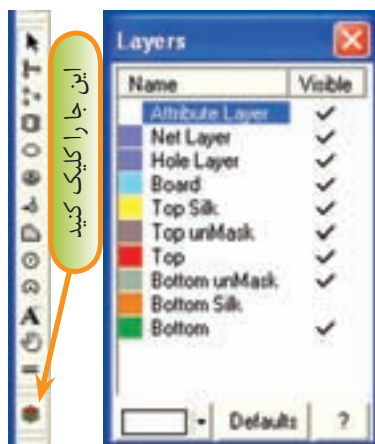
شکل ۲-۹ سه نمونه فوت پرینت

**۲-۴-۴** با کلیک کردن روی پوشه و دوبار کلیک کردن روی فایل می‌توانید فایل مربوط را باز کنید. در پوشه‌ی Sample تعدادی مدار عملی از قبیل لامپ دوچرخه Bikelamp، مدار چاپی دایره‌ای و رادیوی FM قرار دارد. در شکل ۲-۱۰ مدار رادیوی FM را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۰ یک نمونه مدار چاپی رادیوی FM که در پوشه‌ی Sample قرار دارد

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 (پیش فرض) 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 کلیه‌ی 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

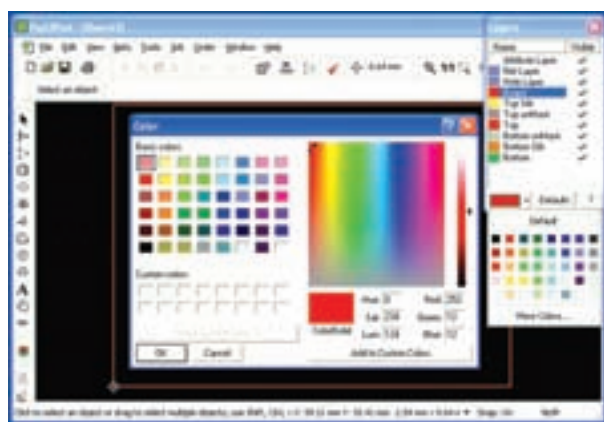
با کلیک کردن روی زبانه Default، شرایط رنگ لایه‌ها به حالت پیش فرض برمی‌گردد.

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 ۲-۱۳ 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 ۲-۱۵ تعیین رنگ دلخواه، با استفاده از گزینه‌ی more color

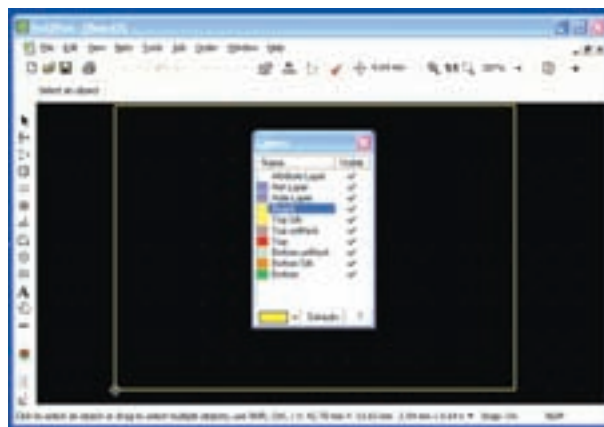
۲-۵-۶ درباره‌ی تغییر رنگ سایر قسمت‌ها در جای خود با توجه به نیاز، بحث خواهیم کرد.

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 ۱ Amp

ب- ابعاد ۳۲mm×۸۵mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ سبز فسفری، نام مدار Dimmer

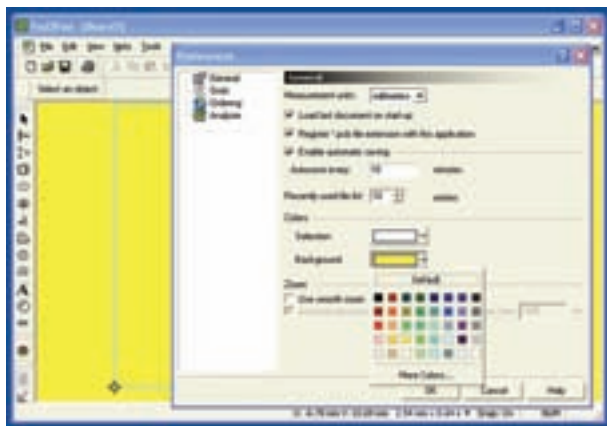
ج- ابعاد ۱۵mm×۲۵mm، حاشیه‌ی فیبر به رنگ کرم، نام مدار Power Supply



شکل ۲-۱۴ 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.

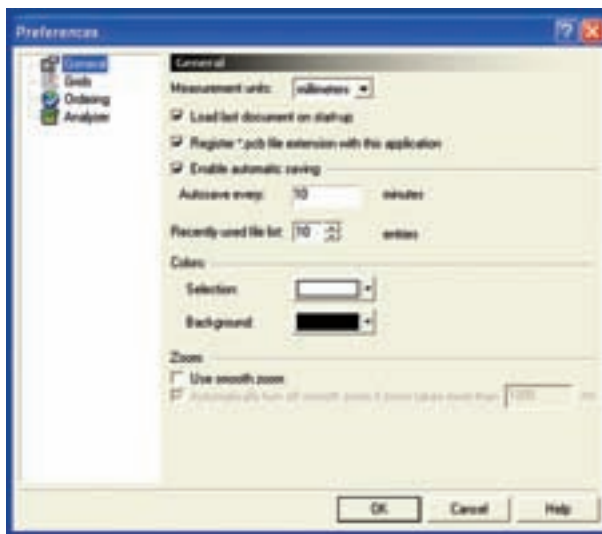
**تحقیق کنید:** آیا می‌توانید نام مدار را به فارسی بنویسید؟

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

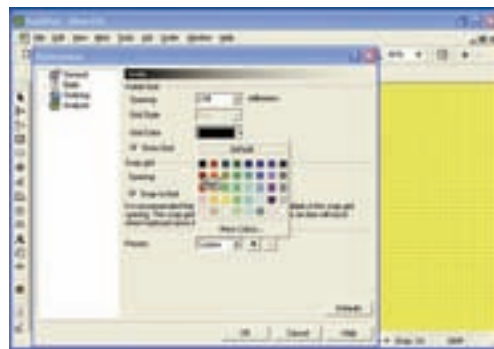
**۲-۶-۱** برای تغییر زمینه‌ی صفحه‌ی نرم‌افزار روی زبانه‌ی Edit کلیک کنید، سپس در منوی باز شده روی گزینه‌ی preference کلیک کنید. صفحه‌ای طبق شکل ۱۶-۲ باز می‌شود.



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

متر قرار دارد، یعنی در هر مرحله از جابه‌جایی قطعه در برابر هر حرکت، قطعه به اندازه  $0/64$  میلی‌متر جابه‌جا می‌شود. برای تنظیم‌های دقیق‌تر 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 ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شود، عدد Snap Grid به عنوان مثال  $0/2$ ،  $0/1$ ،  $0/5$  و  $0/02$  باشد.



شکل ۱۸-۲ تغییر رنگ نقاط شبکه

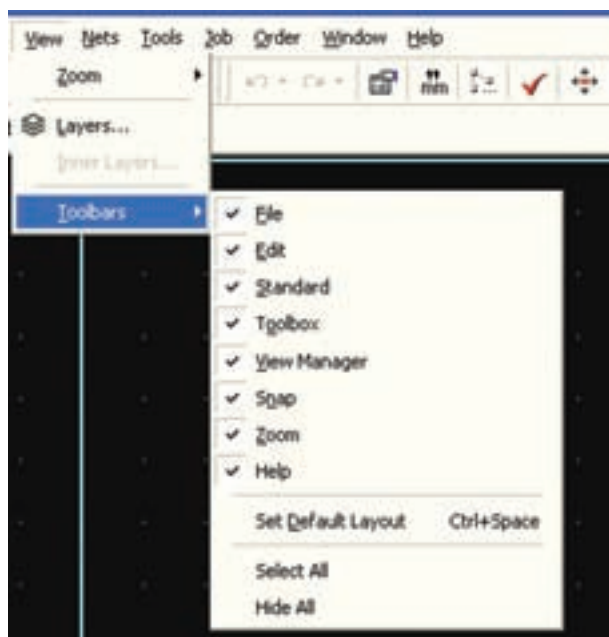
در شکل ۱۸-۲ فاصله‌های شبکه  $2/54$  میلی‌متر و رنگ آن سیاه تعریف شده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نقاط شبکه کاملاً قابل رویت است.

۲-۶-۴ به شکل ۱۸-۲ 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 ۱۹-۲ نقاط شبکه نشان داده نخواهد شد.

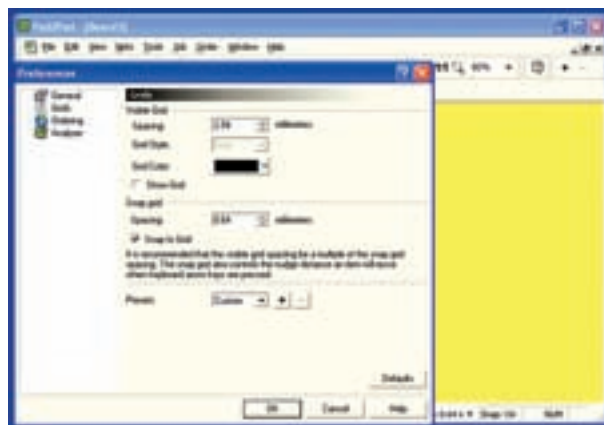
## ۲-۷ آزمایش ۷: فعال کردن نوارهای مختلف

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 ۲۰-۲).



شکل ۲۰-۲ باز کردن نوارهای مختلف



شکل ۱۹-۲ حذف نقاط شبکه

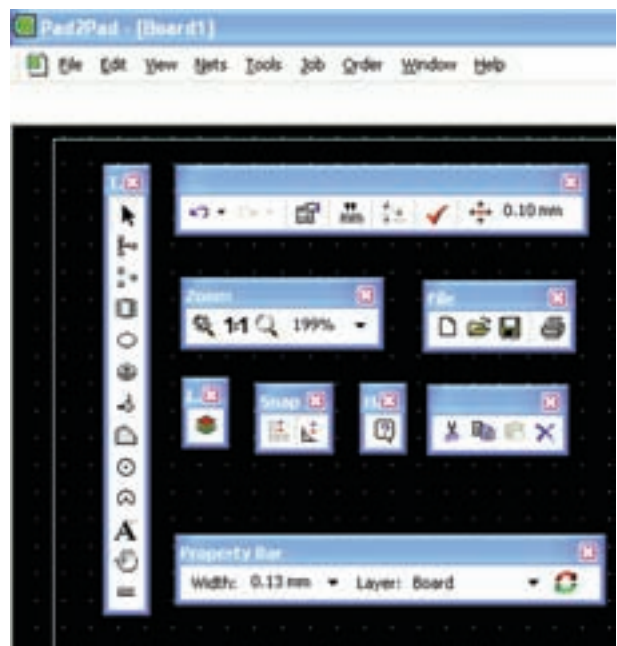
۲-۶-۵ در شکل‌های ۱۸-۲ و ۱۹-۲ گزینه‌ای به نام Snap Grid وجود دارد. این گزینه میزان جابه‌جایی خطوط و قطعات را به ازاء هر پله حرکت موشواره یا صفحه کلید تعیین می‌کند. هر قدر این عدد کوچک‌تر باشد جابه‌جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال در شکل ۱۹-۲ عدد Snap Grid روی  $0/64$  میلی



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

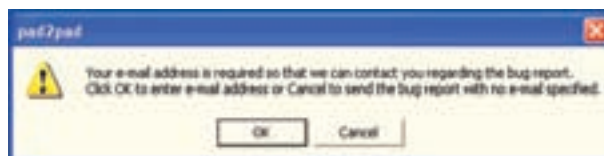
۲-۸-۱ همان‌طور که اشاره شد این نرم‌افزار یک نمونه‌ی آزمایشی است (Demo) و محدودیت دارد. اما نرم‌افزار وابسته نیست (Tutorial) و غالباً می‌توان مدت‌های زیادی از آن استفاده کرد. در صورتی که خطایی در اجرای عملیات داشته باشید از شما می‌خواهد از طریق اینترنت با موسسه‌ی مربوط تماس بگیرید و اگر این تماس برقرار 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 نرم-افزار 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:

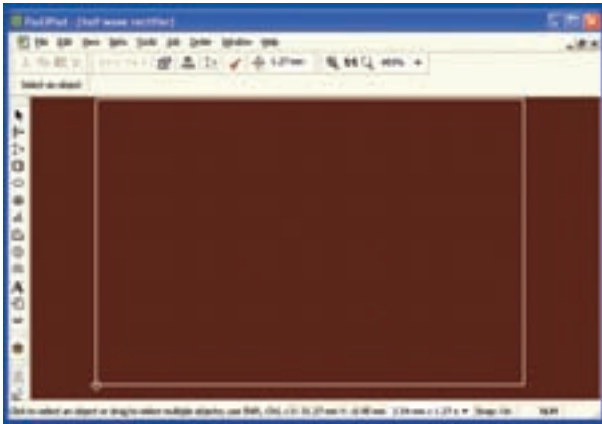
- ۱- ابعاد مناسب فیبر مدار چاپی را با توجه به نقشه‌ی فنی مدار انتخاب کند.
- ۲- قطعات مورد نیاز را از کتابخانه‌ی نرم‌افزار جست‌وجو و پیدا کند.
- ۳- قطعات را روی صفحه‌ی مدار چاپی انتقال دهد.
- ۴- نقطه‌ی Origin را شناسایی و انتخاب کند.
- ۵- مختصات (X-Y) نقاط مختلف را روی صفحه نسبت به نقطه‌ی Origin به دست 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



شکل ۳-۲- ذخیره سازی و بستن نرم افزار

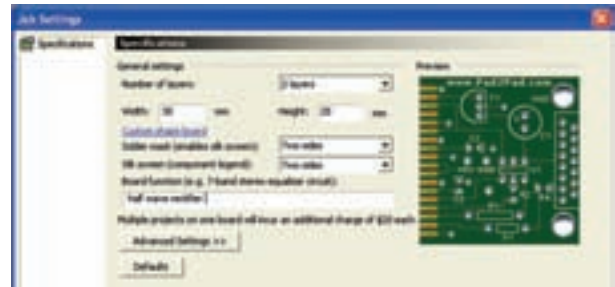
شکل ۳-۱-۸ با استفاده از نماد  که به رنگ خاکستری و با ضربدر مشکی است، طبق شکل ۳-۲ فایل مدار یک سوساز نیم موج را ببندید. استفاده از این نماد مانع بستن نرم افزار به طور کامل می شود و باز کردن فایل ها سریع تر صورت می گیرد.

شکل 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.

شکل ۳-۱-۱۰ همان طور که قبلاً ذکر شد، برای رنگ لایه‌ها از رنگ‌های پیش فرض استفاده می کنیم. شما می توانید رنگ لایه‌ها را به طور دل خواه 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 می شود.

## ۳-۲ آزمایش ۲: تعیین ابعاد و مختصات

شکل ۳-۲-۱ در پایین صفحه و سمت راست یک دایره‌ی کوچک وجود دارد که آن را نقطه‌ی مبدأ یا Origin می نامیم. 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 می شود. این ویژگی برای



شکل ۳-۱ انتخاب مشخصات فیبر مدار چاپی

شکل ۳-۱-۴ فیبر مدار چاپی را دو لایه در نظر می گیریم. هم چنین می خواهیم در قسمت لایه‌های زیر و روی مدار چاپی، برای قسمت‌های لحیم کاری شده ماسک یا پوشش داشته باشیم. لذا در زبانه‌ی Solder mask گزینه‌ی Two Sides یعنی دو طرف را انتخاب می کنیم.

شکل 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 برمی گزینیم.

شکل ۳-۱-۶ در تنظیم‌های پیش‌رفته (Advanced) می توانید رنگ مربوط به نقشه‌ی پایه‌ها و قطعات را تغییر دهید ولی رنگ‌های پیش فرض که در جدول لایه‌های رنگ مشخص شده است را می پذیریم.

شکل ۳-۱-۷ برای مدار نام یک سوساز نیم موج (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.

**نکته‌ی مهم:** با کلیک کردن روی هر نقطه‌ای از صفحه انتخاب مربوط به origin غیر فعال می‌شود.

در شکل ۳-۲-۴ مفهومی 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.

با استفاده از اعداد به دست آمده در شکل ۳-۲-۵ شما می‌توانید ضخامت لایه‌ی مس، طول خط، مختصات ابتدا و انتهای خط و زاویه‌ی شیء انتخاب شده را تعیین کنید. هم‌چنین 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 ننمائید.

با مراجعه به شکل ۳-۲-۶ 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  $Y$ ها 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.

در شکل ۳-۲-۲ 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.

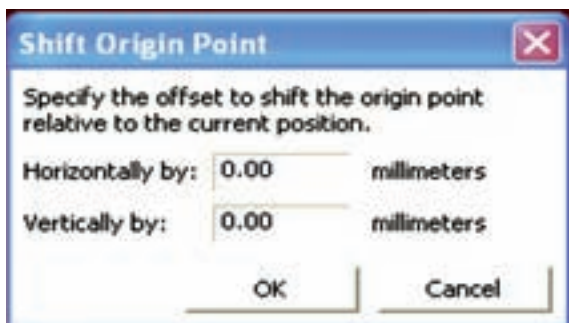
روی نقطه‌ی مبدأ کلیک کنید، طبق شکل ۳-۲-۳ خط قائم سمت چپ تغییر رنگ می‌دهد و در بالای صفحه و در نوار انتخاب یک شیء (Select an object) زبانه‌های جدیدی که در آن ابعادی قرار دارد، نمایان می‌شود.



شکل ۳-۴ مشخص کردن خط قائم حاشیه‌ی لبه‌ی سمت چپ فیبر مدار چاپی جهت تعیین ابعاد

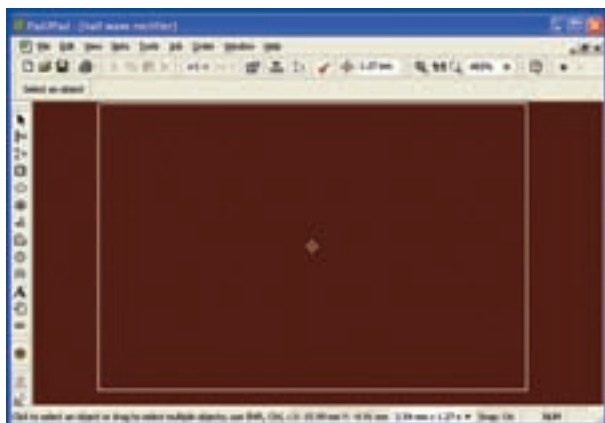


شکل ۳-۵ مشخصات زبانه‌های مربوط به نوار تعیین ابعاد



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.

طول بر حسب mm	X (mm)	Y (mm)	خط انتخابی
			خط افقی حاشیه‌ی بالا
			خط افقی حاشیه‌ی پایین
			خط قائم حاشیه‌ی سمت راست

### ۳-۳-۳ 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.

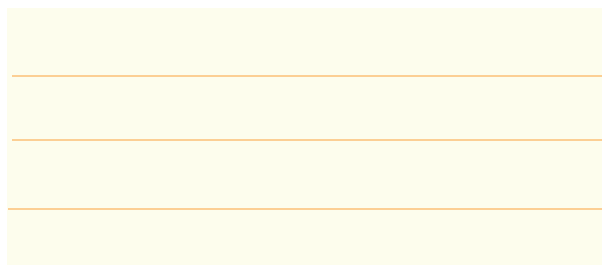
**توجه:** در صورتی که پس از تغییر رنگ بخواهید به رنگ‌های پیش فرض برگردید، روی زبانه‌ی Default (پیش فرض) کلیک کنید.

### ۳-۵ آزمایش ۵: معرفی نوار قطعات و ابزار

۳-۵-۱ در شکل ۳-۹-۳ الف در مقابل هر زبانه، کار آن را به طور خلاصه بیان کرده‌ایم و در شکل ۳-۹-۳ ب نوار قطعات و ابزار را ملاحظه می‌کنید. در صورتی که مکان‌نما را روی زبانه‌ی مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد

طول بر حسب mm	X (mm)	Y (mm)	خط انتخابی
			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.



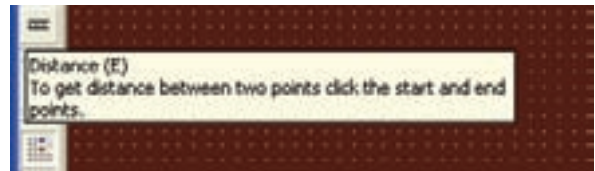
**نکته‌ی مهم:** برای حذف فعالیت‌های انجام شده از صفحه Ctrl + Z صفحه کلید یا علامت Undo (↶) که در بالای صفحه‌ی نرم‌افزار قرار دارد استفاده کنید. با هر بار کلیک کردن روی ↶ یا فعال کردن هم زمان Ctrl + Z، یکی از آخرین فعالیت‌های انجام شده حذف می‌شود.

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 ۳-۹-۳ ب عملکرد یکی از زبانه‌ها را به زبان انگلیسی ملاحظه می‌کنید.



الف - توضیح زبانه‌ها



ب- توضیح زبانه‌ی اندازه‌گیری فاصله‌ها به زبان انگلیسی  
شکل ۳-۹-۳ نوار قطعات و ابزار در نرم‌افزار Pad2Pad

## ۳-۶-۳ آزمایش ۶: آشنایی با نقشه‌ی قطعات

۳-۶-۱ ابزارهای نشان داده شده در شکل ۳-۹-۳ 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  $1N4001$ ، 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 زبانه‌ی انتخاب قطعه بر اساس ابعاد و پایه‌ها کلیک کنید. پنجره‌ی شکل ۳-۱۰ باز می‌شود. در این پنجره دو زبانه به شرح زیر وجود دارد.

- Footprint
- Component

با استفاده از این زبانه‌ها می‌توانید قطعات مورد نیاز را پیدا کنید.

۳-۶-۳ در صورتی که روی زبانه‌ی 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 کلیه‌ی نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی رایج بوده و در فارسی نیز کلمه‌ی "فوت پرینت" استفاده می‌شود.

۳-۵-۲ زبانه‌های 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 زبانه‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهیم. برای فراگیری عملکرد کامل نرم‌افزار نیاز به نرم‌افزار اصلی دارید و نرم‌افزار آزمایشی نمی‌تواند جوابگو باشد.



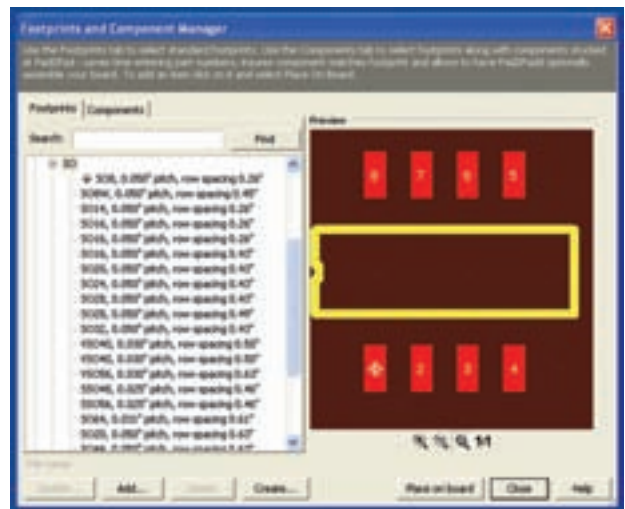


شما می‌توانید با توجه به نوشته‌های بالای صفحه در شکل ۱۰-۳ تصاویر استاندارد قطعات را بیابید. به عنوان مثال اگر کلمه‌ی دیود را در محل search (جست‌وجو) تایپ کنید و روی گزینه‌ی Find (پیدا کردن) کلیک کنید. "فوت پرینت" دیودی که در کتاب‌خانه‌ی نرم‌افزار وجود دارد ظاهر می‌شود. در شکل ۱۰-۳ فوت پرینت یک نمونه آی‌سی ۸ پایه را نرم‌افزار به صورت پیش فرض نشان داده است.

شکل ۱۱-۳ 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.

دسته‌ی اول SMTها یا قطعات نصب سطحی ۲-۷-۳ روی علامت + که کنار SMT قرار دارد کلیک کنید. زبانه باز می‌شود و زیر فهرست‌ها که شامل تعدادی قطعه است طبق شکل ۱۲-۳ مشاهده می‌گردد.



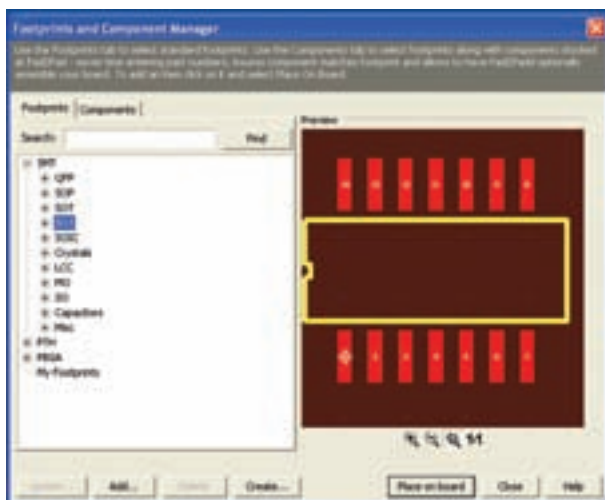
شکل ۱۰-۳ پنجره‌ی قطعات

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.

۲-۷-۷ آزمایش ۷: جست‌وجوی قطعه از طریق

## Footprint

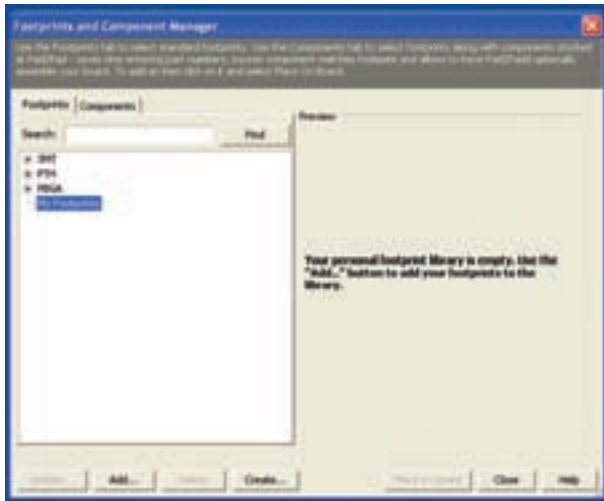
۲-۷-۱ روی زبانه‌ی فوت پرینت کلیک کنید. فهرستی از قطعات در سمت چپ ظاهر می‌شود. روی کلیه‌ی علامت‌های منفی (-) که در فهرست قطعات قرار دارد کلیک کنید تا شکل ۱۱-۳ ظاهر شود.



شکل ۱۲-۳ زیر فهرست SMT

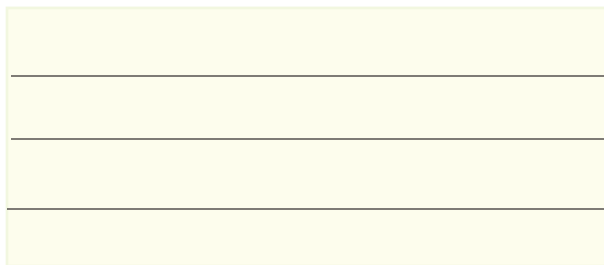
با باز کردن علامت مثبت بعدی فهرست قطعات ظاهر خواهد شد.

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.



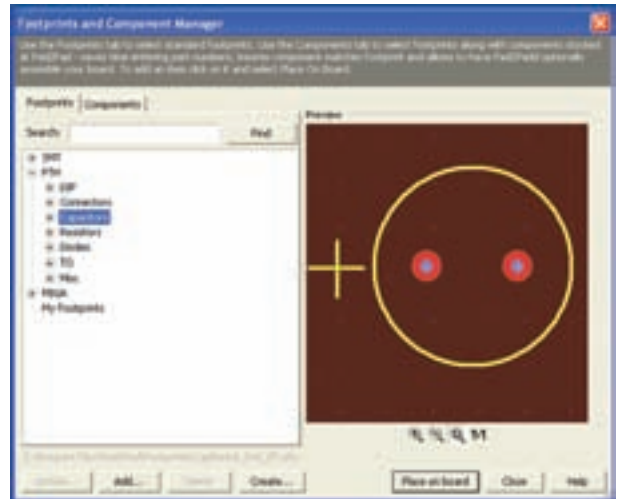
شکل ۳-۱۵ نمونه‌ای از My Footprint

۳-۷-۶ جست‌وجوی قطعات بر اساس فوت پرینت مثلاً TO5، SMT، SOT 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.

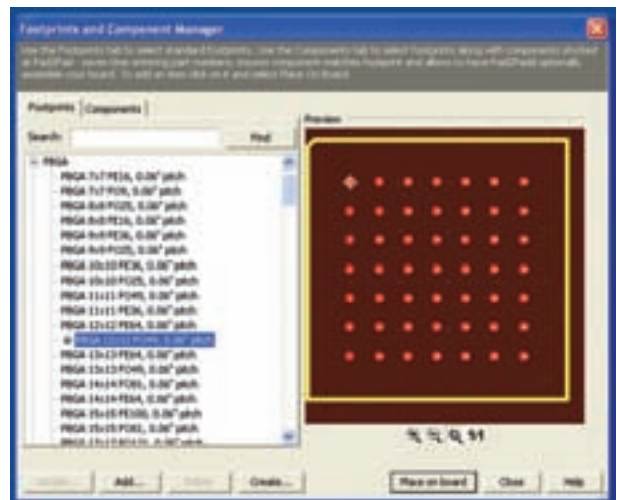
۳-۷-۲ دسته‌ی دوم قطعات PTH هستند. این قطعات شامل قطعات معمولی مانند آی‌سی‌های DIP، دیودها و ترانزیستورها می‌شوند. در شکل ۳-۱۳ فوت پرینت یک نمونه خازن الکترولیتی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۱۳ زیر فهرست قطعات PTH

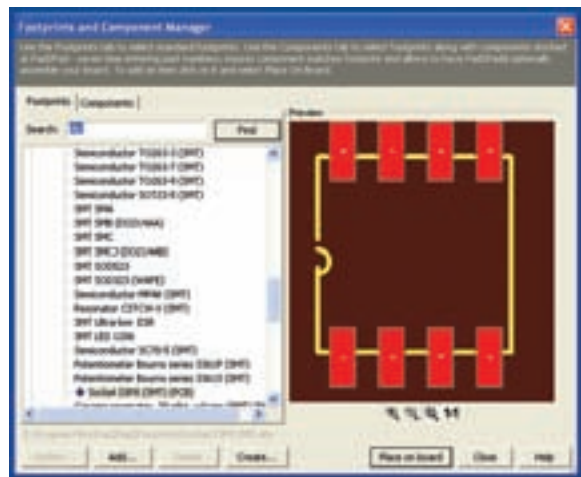
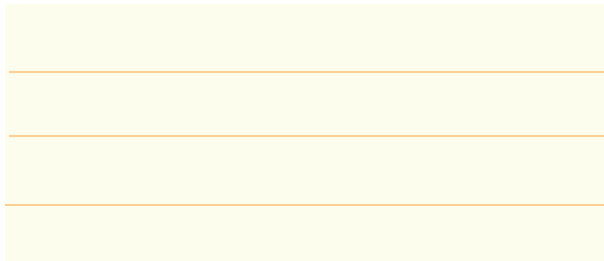
برای رسیدن به فهرست قطعات روی علامت مثبت (+) کلیک کنید.

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 پرینت قطعه‌ی PBGA

۳-۸-۳ در صورتی که در زبانه‌ی Search عبارت Resistor  $\frac{1}{4}$  W 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

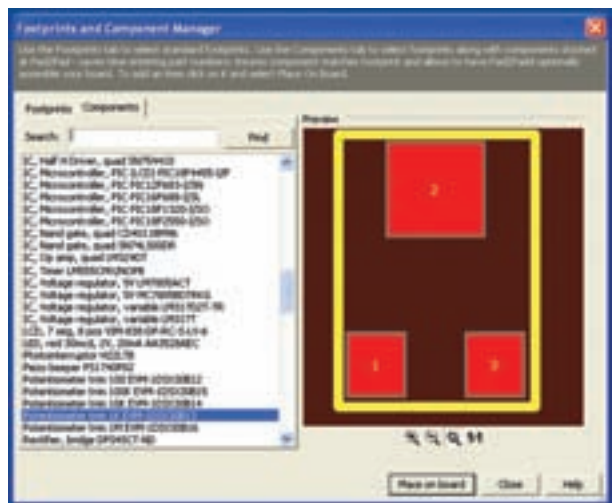
۳-۸-۱ در زبانه‌ی Component قطعات بر اساس نام دسته بندی می‌شوند. معمولاً در این فهرست علاوه بر "فوت پرینت" مشخصات فنی قطعات نیز تا حدودی داده می‌شود.

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\_IDSXY۰BB را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۳-۱۸ نمایش فوت پرینت مقاومت‌های  $\frac{1}{4}$  واتن 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.

### ۳-۹-۹: 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 موشواره 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، موشواره 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 موشواره 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 موشواره 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 موشواره، 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، پنجره‌ای باز می‌شود. روی گزینه‌ی Delete کلیک کنید، قطعه حذف می‌شود.

## ۳-۱۲ آزمایش ۱۲: طراحی مدار چاپی به صورت

### دستی

۳-۱۲-۱ 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.

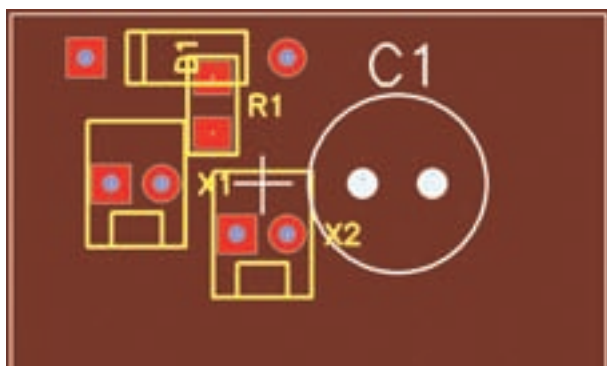
- خازن  $1000\mu\text{F}$  را از مسیر:

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

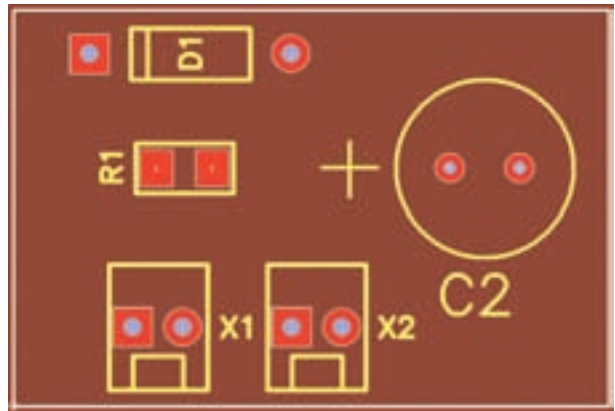
۳-۱۱-۳ در پنجره‌ی شکل ۳-۲۱، گزینه‌ای به نام Align به معنی مرتب کردن وجود دارد. با استفاده از این گزینه می‌توانید قطعات انتخاب شده را در بالا، پایین، راست یا چپ مرتب کنید.

### 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.



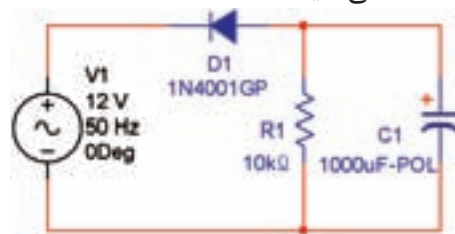
شکل ۲۳-۳ مرتب کردن قطعات

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.

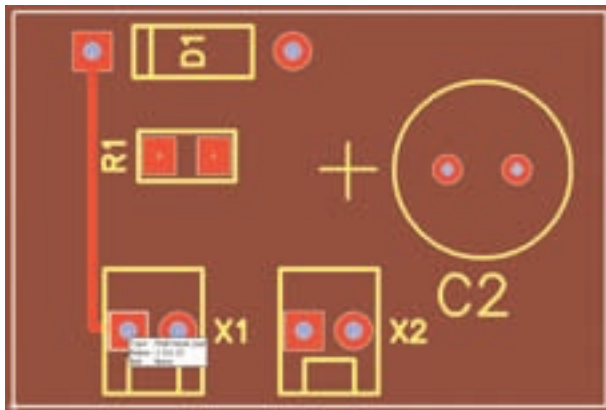
۳-۱۲-۵ برای ترسیم مسیره‌های مسی بین قطعات باید نقشه‌ی فنی مدار را داشته باشیم. این نقشه را در شکل ۲۴-۳ ملاحظه می‌کنید.



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.



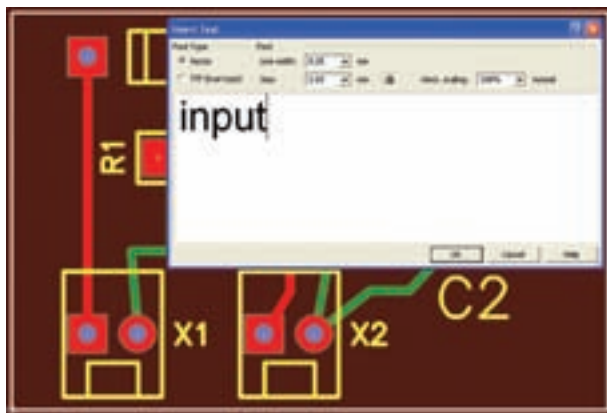
شکل ۲۵-۳ ترسیم نوار مسی

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.

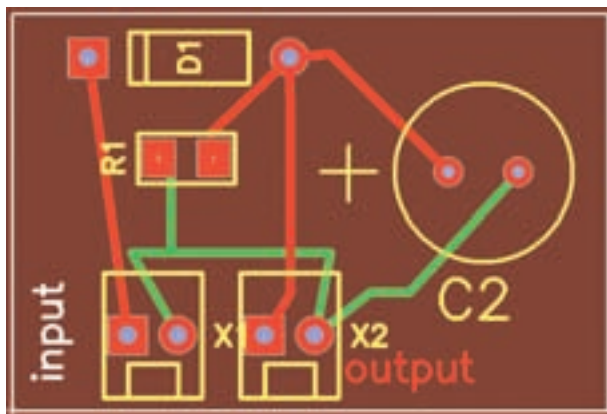
۳-۱۲-۸ در محل‌هایی که نوارهای مسی از روی هم عبور می‌کنند، می‌توانیم از لایه‌ی پایین مدار چاپی استفاده کنیم. برای این منظور در زبانه‌ی Layer یا علامت که در هنگام ترسیم نوارهای مسی در بالای صفحه

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.



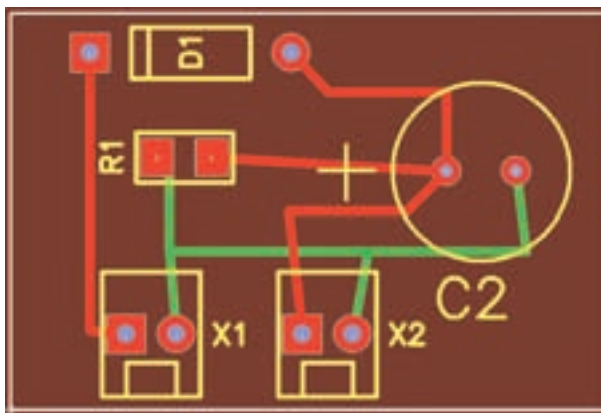
شکل ۳-۲۸ درج نوشته روی مدار چاپی

شکل ۳-۱۲-۱۲ نوشته‌ی مورد نظر را در صفحه تایپ می‌کنیم. معمولاً نرم‌افزار ابعاد مناسب نوشته را پیش‌نهاد می‌کند، ولی ما می‌توانیم پهناى 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. شکل ۳-۲۹، کلمات Input و Output روی فیبر نوشته شده است.



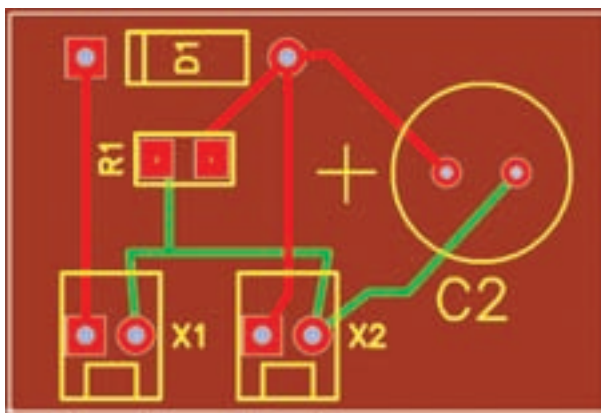
شکل ۳-۲۹ درج نوشته روی مدار چاپی

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

شکل ۳-۱۲-۹ در 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

شکل 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.

شکل 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.

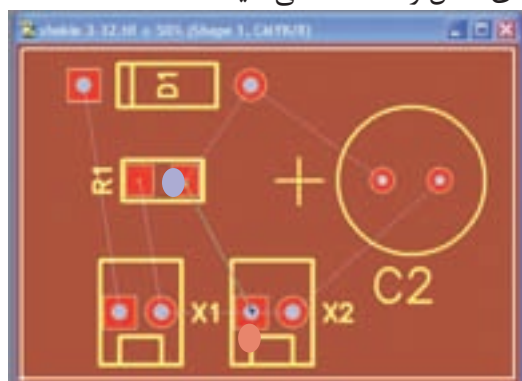


شکل ۳-۳۱ اعلام شماره‌ی شبکه

**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.

### ۳-۱۳-۳ 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

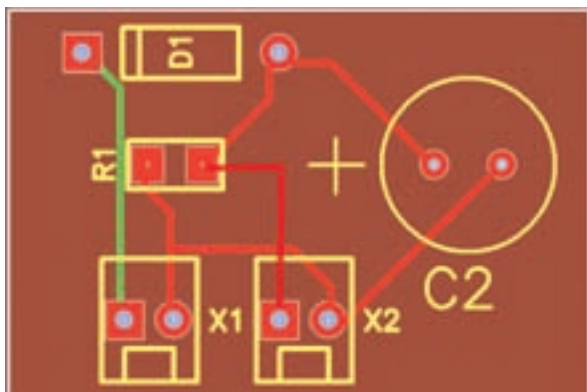




شکل ۳-۳۴ مشخصات فیبر مدار چاپی پس از مسیر یابی خودکار

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

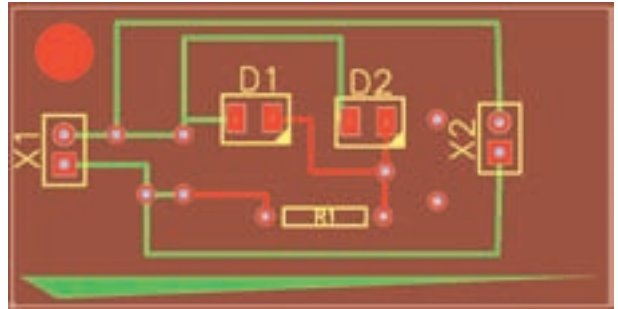
۳-۱۳-۶ بعد از این مرحله باید به نرم‌افزار اعلام کنیم تا مدار چاپی را ترسیم کند و مسیرهای مس را مشخص نماید. در نوار منو روی زبانه‌ی Tools کلیک کنید. در پنجره‌ی باز شده زبانه‌ی Route را فعال کنید. Route به معنی جاده و مسیر است. با انتخاب Route نرم‌افزار بهترین و کوتاه‌ترین مسیرها را برای مدار چاپی انتخاب 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

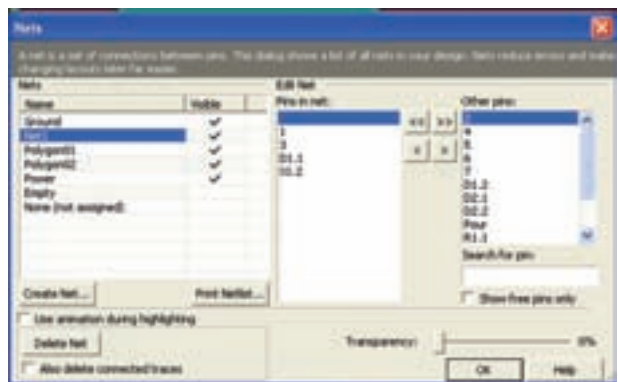
۳-۱۳-۷ با کلیک کردن روی OK در پنجره‌ی مسیریابی خودکار، نرم‌افزار به طور خود کار شروع به کار می‌کند و متناسب با حجم اطلاعات مدتی طول می‌کشد تا فیبر آماده شود. بعد از اتمام عملیات مشخصات فیبر مدار چاپی طبق شکل ۳-۳۴ اعلام می‌گردد.

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: سید محمود 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) <a href="http://WWW.expresspcb.com/">WWW.expresspcb.com/</a>  | n) <a href="http://WWW.4pcb.com/">WWW.4pcb.com/</a>   |
| b) <a href="http://WWW.Winqcad.com/">WWW.Winqcad.com/</a>  | o) <a href="http://WWW.Pad2Pad.com/">WWW.Pad2Pad.com/</a>                                     |
| c) <a href="http://WWW.diptrace.com/">WWW.diptrace.com/</a>  | p) <a href="http://WWW.electronics-lab.com/">WWW.electronics-lab.com/</a>                     |
| d) <a href="http://WWW.iranmicro.ir">WWW.iranmicro.ir</a>  | q) <a href="http://WWW.bestdownloadscentre.com/">WWW.bestdownloadscentre.com/</a>             |
| e) <a href="http://WWW.pcb-pool.com">WWW.pcb-pool.com</a>  | r) <a href="http://WWW.windowws7download.com/">WWW.windowws7download.com/</a>                 |
| f) <a href="http://WWW.freepcb.com/">WWW.freepcb.com/</a>  | s) <a href="http://WWW.software112.com/">WWW.software112.com/</a>                             |
| g) <a href="http://WWW.labcenter.com/">WWW.labcenter.com/</a>  | t) <a href="http://WWW.download3k.com/">WWW.download3k.com/</a>                               |
| h) <a href="http://WWW.newelectronics.co.uk">WWW.newelectronics.co.uk</a>                                    | u) <a href="http://WWW.freewarebox.com/">WWW.freewarebox.com/</a>                             |
| i) <a href="http://WWW.printedcircuitsboards.com/software/">WWW.printedcircuitsboards.com/<br/>software/</a> | v) <a href="http://WWW.freedownloadmanager.org/">WWW.freedownloadmanager.org/</a>             |
| j) <a href="http://WWW.freedownloadscenter.com/">WWW.freedownloadscenter.com/</a>                            | w) <a href="http://WWW.ni.com/multisim">WWW.ni.com/multisim</a>                               |
| k) <a href="http://WWW.newfreedownloads.com/">WWW.newfreedownloads.com/</a>                                  | x) <a href="http://WWW.interactiv.com">WWW.interactiv.com</a>                                 |
| l) <a href="http://WWW.electroniccircuitsdesign.com/">WWW.electroniccircuitsdesign.com/</a>                  | y) <a href="http://WWW.verdiem.com/Edison/download">WWW.verdiem.com/Edison/down-<br/>load</a> |
| m) <a href="http://WWW.top4download.com/">WWW.top4download.com/</a>  | z) <a href="http://WWW.Amazon.com">WWW.Amazon.com</a>   |



