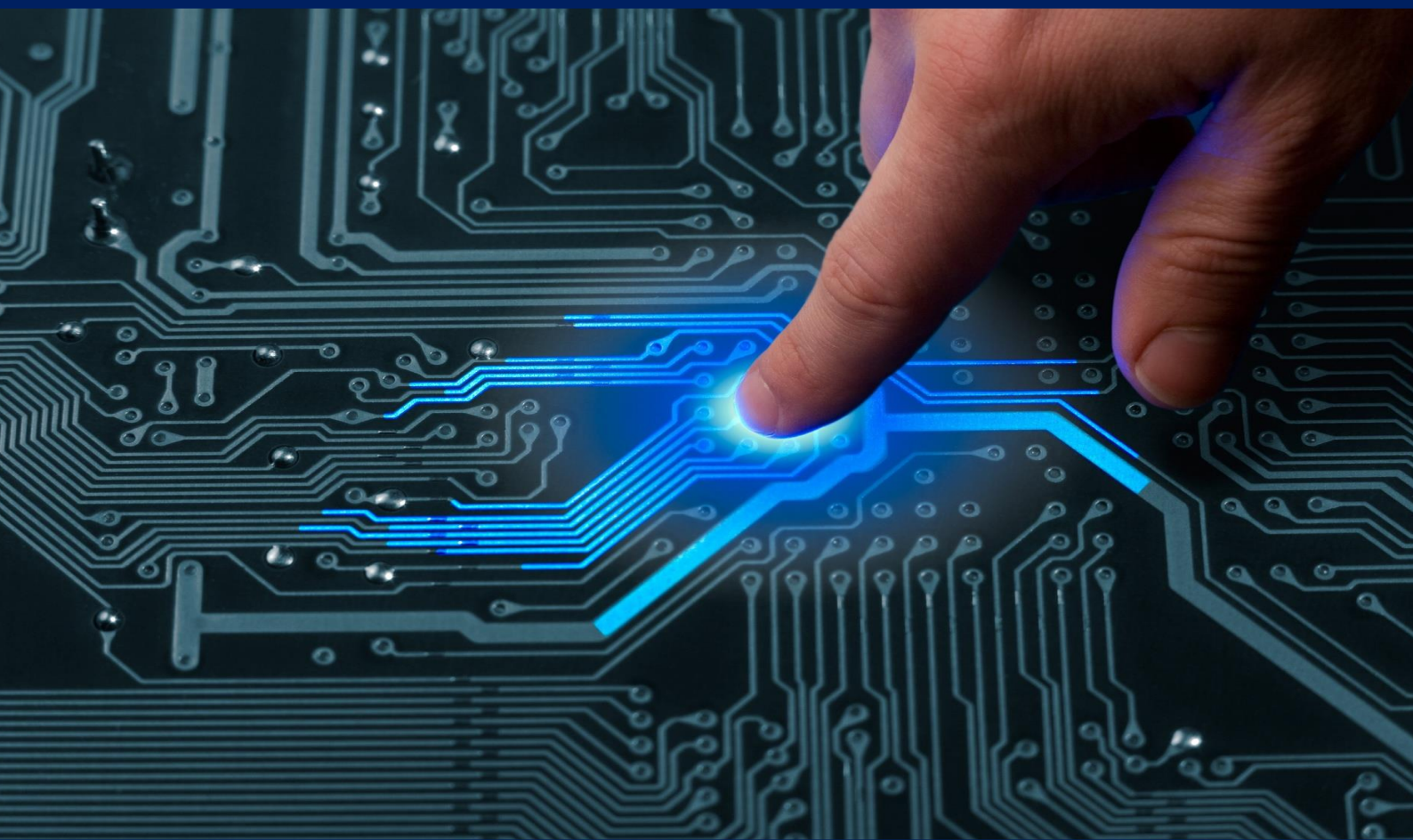


الکترونیک برای همه



نویسنده: داگ لاو

مترجم: منصور تقی زاده

به نام دانش و نه هیچ چیز دیگر

« الکترونیک برای همه »

نویسنده: داگ لاو

مترجم: منصور تقی زاده

راهنمایی به زبان ساده، کاربردی و

موثر برای همه

جلد اول

تقدیم به نیکولا تسلا

نیکولا تسلا:



بین تمام چیزها من کتاب‌ها را بیش از همه
دوست داشتم.

فهرست

مقدمه	۵
فصل یک: به دنیای الکترونیک خوش آمدید	۹
فصل دو: فهمیدن الکتریسیته	۲۰
فصل سه: ساختن آزمایشگاه	۳۴
فصل چهار: حفظ ایمنی	۵۰
فصل پنج: خواندن نمودارهای شماتیک	۶۲
فصل شش: ساخت پروژه‌ها	۷۳
فصل هفت: رازهای لحیم‌کاری موفق	۱۰۴
فصل هشت: اندازه‌گیری مدار با مالتی متر	۱۱۴
فصل نه: گرفتن امواج با اسیلوسکوپ (نوسان سنج)	۱۲۵
فصل ده: کار با مدارهای پایه	۱۳۵

مقدمه

به دنیای شگفت‌انگیز الکترونیک خوش آمدید!

از وقتی که بچه بودم، شیفته وسایل الکترونیکی شدم. وقتی ۱۰ ساله بودم، پدرم یک کیت آزمایش الکترونیکی از فروشگاه محلی رادیو شک برایم خرید. من هنوز آن را دارم؛ تصویر آن را در زیر می‌بینید.



خاطرات باورنکردنی با پدرم داشتیم، ما مدار به شکل سیگنال‌های پلیس، چراغ‌های چشمک‌زن، یک فرستنده رادیویی و حتی یک دستگاه تلگراف می‌ساختیم.

بهترین بخش این بود که می‌خواستم وقتی بزرگ شدم، شغلی در زمینه الکترونیک داشته باشم، که روزی دقیقاً بفهمم آن مقاومت‌ها، خازن‌ها، ترانزیستورها و مدارهای مجتمع چگونه کار می‌کردند و از این دانش برای طراحی تلویزیون یا کامپیوتر یا ماهواره ارتباطی استفاده کنم.

آن رویا کاملاً محقق نشد در عوض، وارد یک زمینه کاملاً مرتبط شدم: برنامه‌نویسی کامپیوتری. اما عشق من به لوازم الکترونیکی هرگز از بین نرفت و ۴۰ سال گذشته را صرف آزمایش وسایل الکترونیکی به عنوان یک علاقه‌مندی کرده‌ام.

این کتاب مقدمه‌ای بر الکترونیک برای افرادی است که همیشه شیفته الکترونیک بوده‌اند اما نتوانسته‌اند از آن به عنوان یک شغل استفاده کنند. در این صفحات، توضیحات واضح و مختصر از مهم‌ترین مفاهیمی که پایه و اساس تمام دستگاه‌های الکترونیکی را تشکیل می‌دهند، مانند طبیعت برق را پیدا خواهید کرد. تفاوت ولتاژ، آمپر و وات؛ و این که چگونه اجزای اساسی مانند مقاومت، خازن، دیودها و ترانزیستورها کار می‌کنند نیز مورد بحث قرار خواهند گرفت.

نه تنها با اهمیت دستگاه‌های الکترونیکی در زندگی روزمره آشنا می‌شوید، بلکه یاد می‌گیرید چطور مدارهای ساده‌ای بسازید که نه تنها دوستانتان را تحت‌تاثیر قرار دهند، بلکه واقعاً مفید باشند!

درباره این کتاب

این کتاب به عنوان مرجعی برای مهم‌ترین موضوعاتی در نظر گرفته شده‌است که باید در هنگام ساخت مدارهای الکترونیکی خودتان بدانید. این یک کتاب بزرگ است که از چند جلد تشکیل شده‌است، که ما در دفتر خانه دوست داریم آن‌ها را کتاب‌های کوچک بنامیم. هر یک از این کتاب‌های کوچک، اصول یک موضوع کلیدی برای کار با الکترونیک، مانند تکنیک‌های ساخت مدار، چگونگی کار قطعات الکترونیکی مانند دیودها و ترانزیستورها، یا استفاده از مدارهای یکپارچه را پوشش می‌دهد. این کتاب ادعا نمی‌کند که یک مرجع جامع برای هر یک از جزئیات در هر موضوع ممکن مربوط به الکترونیک باشد. در عوض، به شما نشان می‌دهد که چگونه بلند شوید و سریع بدوید تا وقت بیشتری برای انجام کارهایی که واقعاً می‌خواهید به آن‌ها بپردازید، داشته باشید. این کتاب که با استفاده از فرمت «یادگیری به زبان ساده» طراحی شده‌است به شما کمک می‌کند اطلاعاتی را که نیاز دارید بدون زحمت طاقت‌فرسا برای پیدا کردن آن به دست آورید.

هرگاه یک چیز بزرگ از چندین چیز کوچک‌تر تشکیل شده‌باشد، سردرگمی همیشه ممکن است رخ دهد. به همین دلیل است که این کتاب با نقاط دسترسی چندگانه طراحی شده‌است تا به شما کمک کند بدانید چه می‌خواهید.

قرار نیست این کتاب را از ابتدا تا انتها بردارید و بخوانید، انگار که یک رمان ارزان‌قیمت است. اگر ببینم که آن را در کنار ساحل می‌خوانید، من در صورت شما ماسه خواهم زد! ساحل برای خواندن رمان‌های عاشقانه یا اسرار قتل است، نه کتاب‌های الکترونیکی. با اینکه شما می‌توانید این کتاب را از ابتدا تا انتها بخوانید، اما باید آگاه باشید این کتاب مانند یک کتاب مرجع طراحی شده‌است.

به علاوه، مجبور نیست مطالب را حفظ کنید. این یک کتاب «نیاز به دانستن» است: وقتی نیاز دارید چیزی بدانید آن را بردارید. نیاز به یادآوری در مورد چگونگی محاسبه مقاومت بار صحیح برای یک مدار LED دارید؟ کتاب را بردارید. بعد از اینکه چیزی را که نیاز دارید پیدا کردید، کتاب را زمین بگذارید و زندگی‌تان را ادامه دهید. شما می‌توانید کلی پروژه را که در سراسر فصل‌های این کتاب پخش شده‌اند پیدا کنید. پروژه‌های بسیار ساده‌ای پیدا خواهید کرد که می‌توانید برای نشان دادن عملکرد مدارهای

معمولی بسازید. برای مثال، در فصل مربوط به ترانزیستورها، چندین پروژه ساده خواهید دید که کاربردهای معمول برای ترانزیستورها را نشان می‌دهند، مانند راه‌اندازی یک LED، ایجاد یک اسیلاتور، یا معکوس کردن یک ورودی.

من به شما پیشنهاد می‌کنم هر کدام از پروژه‌ها را در حین خواندن هر فصل بسازید. خواندن در مورد مدارهای الکترونیکی یک چیز است، اما برای اینکه بدانید یک مدار چگونه کار می‌کند، باید آن را بسازید و در عمل ببینید. اغلب پروژه‌ها به اندازه کافی ساده هستند که شما بتوانید آن‌ها را در عرض ۲۰ تا ۳۰ دقیقه بسازید، با این فرض که قطعات در دست دارید.

اگر به اندازه کافی خوش‌شانس باشید که به یک فروشگاه لوازم الکترونیکی دسترسی داشته باشید مشکلی در پیاده کردن پروژه‌ها نخواهید داشت. اگر می‌خواهید یکی از پروژه‌ها را در بعد از ظهر روز شنبه بسازید، می‌توانید با سرو صدا به فروشگاه لوازم الکترونیکی محلی خود بروید، قسمت‌هایی که نیاز دارید را بردارید، آن‌ها را به خانه ببرید و مدار را درست کنید. البته شما همچنین می‌توانید قطعات مورد نیاز خود را از هر فروشگاه دیگری خریداری کنید که قطعات الکترونیکی را انبار می‌کند و می‌توانید منابع زیادی برای خرید آنلاین قطعات پیدا کنید. در نهایت، بیشتر مدارهای الکترونیکی توصیف‌شده در این کتاب کاملاً ایمن هستند: آن‌ها با باتری‌های AA یا ۹V معمولی اجرا می‌شوند و در نتیجه با ولتاژهایی به اندازه کافی بزرگ برای آسیب زدن به شما کار نمی‌کنند. با این حال، گاهی با مدارهایی برخورد می‌کنید که با ولتاژهای بالاتر کار می‌کنند، که می‌تواند خطرناک باشد. هر پروژه‌ای که شامل ولتاژ خط باشد (یعنی اینکه به پریز برق وصل شود) باید به صورت بالقوه خطرناک در نظر گرفته شود و با بیش‌ترین دقت مدیریت شود. علاوه بر این، حتی مدارهای دارای عایق که از خازن‌های بزرگ استفاده می‌کنند نیز می‌توانند خطراتی را ایجاد کنند که سبب شوک دردناکی شود. زمانی که با لوازم الکترونیکی کار می‌کنید، با خطراتی به غیر از خطرات ناشی از برق نیز روبه‌رو خواهید شد. برخی مواد می‌توانند دارای حرارت بالا و خطرناک باشند. سیم‌ها تیز هستند و می‌توانند دست شما را ببرند یا به پوست صدمه بزنند. و قطعات کوچک زیادی وجود دارند که می‌توانند روی زمین بیفتند و با قرار گرفتن در دسترس کودکان و حیوانات به آن‌ها صدمه برسانند. بنابراین توجه داشته باشید که ایمنی یک موضوع بسیار مهم است.

لطفاً مراقب باشید! پروژه‌هایی که همگی مستقیماً با ولتاژ سطح خط (line-level) کار می‌کنند، باید خطرناک در نظر گرفته شوند. اگر تصمیم دارید یکی از این پروژه‌ها را بسازید باید دقت زیادی به خرج دهید، چون یک اشتباه می‌تواند شما یا فرد دیگری را بکشد.

این پروژه‌ها به عنوان نمونه‌های اولیه آموزشی ارائه می‌شوند که تنها در محدوده ایمن میز کار شما عمل می‌کنند، که در آن می‌توانید اتصالات برق را کنترل کنید تا هیچ‌کس در معرض ولتاژهای خطرناک قرار نگیرد.

در طول این کتاب، من فرضیات بسیار کمی در مورد آنچه که شما ممکن است در مورد موضوع الکترونیک بدانید، داشتم. گمان نمی‌کردم که شما تا به حال کلاس الکترونیک رفته باشید، مدار تشکیل داده باشید، یا در علوم پیشرفته یا ریاضیات به خوبی مهارت داشته باشید. در واقع، واقعا چیزهای خیلی کمی وجود دارند که من فرض کرده‌ام:

💡 شما در مورد دنیای جذاب الکترونیک کنجکاو هستید. برای مثال، اگر تا به حال فکر کرده‌اید که یک رادیو چگونه کار می‌کند یا چه چیزی یک کامپیوتر را ممکن می‌سازد، این کتاب برای شماست.

💡 دوست دارید چیزها را بسازید. بهترین راه برای یادگیری در مورد الکترونیک، انجام الکترونیک است. این کتاب پروژه‌های ساده زیادی برای شما دارد که دانش خود را با تجربه دست‌اول ایجاد و تقویت کنید.

💡 شما یک فضا برای کار و برخی ابزارهای اساسی دارید. حداقل به یک فضای کاری کوچک و ابزارهای پایه مانند پیچ‌گوشتی و وسیله برش سیم نیاز خواهید داشت.

💡 شما می‌توانید کمی پول خرج کنید تا قطعات مورد نیازتان را به دست آورید. با اینکه برخی از پروژه‌های بعدی در این کتاب به خرید اقلیمی نیاز دارند که ممکن است صد دلار یا بیشتر هزینه داشته باشند، اما بیشتر اجزایی که نیاز دارید را می‌توان تنها با چند دلار خریداری کرد.

با در دست داشتن این کتاب آماده هستید که به سمت سرگرمی هیجان‌انگیز الکترونیک بروید. مرور کنید و ببینید از کجا می‌خواهید شروع کنید. شجاع باشید! ماجراجو باشید! و مهم‌تر از همه، خوش باشید!

فصل یک: به دنیای الکترونیک خوش آمدید

فکر کردم سرگرم‌کننده است که کتاب را با یک داستان شروع کنم. در ژانویه ۱۸۸۰ توماس ادیسون نوع جدیدی از دستگاه را ثبت اختراع کرد که با عبور جریان الکتریکی از یک رشته با پوشش کربنی که در یک لوله شیشه‌ای مهر و موم شده قرار داشت، نور تولید می‌کرد. به عبارت دیگر ادیسون لامپ را اختراع کرد (دانشجویان تاریخ به شما خواهند گفت که ادیسون واقعاً لامپ را اختراع نکرده است؛ او فقط ایده‌های قبلی را بهبود بخشیده است).

ثبت اختراع لامپ ادیسون تایید شد، اما او هنوز کارهای زیادی برای تولید یک لامپ با قابلیت تجاری داشت. بزرگ‌ترین مشکل در طراحی او این بود که هر چه بیشتر از لامپ‌ها استفاده می‌کردید، کم‌نورتر می‌شدند. علت این بود که وقتی رشته‌های پوشیده شده با کربن در داخل لامپ داغ می‌شدند، ذرات کوچک کربن را بیرون می‌دادند که به داخل شیشه چسبیده بودند. این ذرات منجر به یک پوشش سیاه در داخل لامپ می‌شدند که جلوی نور را می‌گرفت.

ادیسون و تیم مهندسانش به شدت تلاش کردند تا راهی برای جلوگیری از این مشکل پیدا کنند. روزی، یک نفر از اعضای تیم متوجه شد که کربن سیاه فقط از یک سر رشته جدا شده است، نه از هر دو سر. اعضای تیم فکر می‌کردند که شاید نوعی بار الکتریکی از رشته خارج می‌شود. برای آزمایش این فرضیه، آن‌ها سیم سوم را به لامپ وارد کردند تا ببینند که آیا می‌تواند مقداری از این بار الکتریکی را بگیرد یا نه؛ که دیدند می‌تواند. خیلی زود دریافتند که جریان الکتریکی از رشته حرارت داده شده به سیم سوم جریان پیدا می‌کند و هر چه رشته داغ‌تر باشد جریان الکتریکی بیشتر می‌شود. این کشف، که به نام اثر ادیسون شناخته شد، آغاز تکنولوژی معروف به الکترونیک را نشان می‌دهد. این دستگاه که ادیسون در ۱۵ نوامبر ۱۸۸۳ آن را به ثبت رساند، اولین دستگاه الکترونیکی جهان است.

هنگامی که ادیسون این دستگاه را در سال ۱۸۸۳ به ثبت رساند، نمی‌دانست به چه چیزی منجر خواهد شد. اکنون، حدود ۱۳۰ سال بعد، تصور دنیایی بدون وسایل الکترونیکی دشوار است. وسایل الکترونیکی همه جا هستند. تعداد دستگاه‌های تلویزیون در ایالات متحده بیشتر از مردم است. دیگر کسی از فیلم برای عکس گرفتن استفاده نمی‌کند. دوربین‌ها به ابزار الکترونیکی تبدیل شده‌اند. و به ندرت پیش می‌آید که یک نوجوان را بدون هدفون در گوش‌هایش ببینید. زندگی بدون الکترونیک دشوار خواهد بود.

آیا تا به حال به این فکر کرده‌اید که چه چیزی باعث می‌شود این دستگاه‌های الکترونیکی تیک بزنند؟ در این فصل، برخی زمینه‌های مهم را بیان می‌کنم که به بقیه مطالب کتاب کمک خواهند کرد تا منطقی به نظر برسند. قطعاتی را بررسی می‌کنم که رایج‌ترین انواع دستگاه‌های الکترونیکی را تشکیل می‌دهند و نگاهی به مفهوم اصلی که زیربنای همه وسایل الکترونیکی است می‌اندازم: الکتریسیته.

قول می‌دهم که زیاد شما را با مفاهیم خسته‌کننده یا پیچیده فیزیک خسته نخواهم کرد، اما باید از ابتدا هشدار دهم: برای اینکه یاد بگیرید چگونه الکترونیک در سطحی کار می‌کند که به شما اجازه می‌دهد تا شروع به طراحی و ساخت دستگاه‌های الکترونیکی خودتان بکنید، باید حداقل یک ایده اساسی از برق داشته باشید؛ نه فقط کاری که می‌کند بلکه آنچه واقعاً هست. پس کلاه فکری خود را بر سر بگذارید و شروع کنید.

الکتریسیته چیست؟

قبل از این که حتی ساده‌ترین مفاهیم الکترونیک را درک کنید، ابتدا باید درک کنید که الکتریسیته چیست. هر چه باشد، هدف کلی الکترونیک گرفتن برق برای انجام کارهای مفید و جالب است. مفهوم الکتریسیته هم آشنا و هم مرموز است. همه ما می‌دانیم که الکتریسیته چیست و یا حداقل یک ایده کلی براساس تجربیات عملی داریم. به طور خاص، این نکات را در نظر بگیرید:

💡 ما از این که الکتریسیته از طریق سیم‌ها جریان می‌یابد (مثل جریان آب در یک لوله) آگاهیم. برق از نیروگاه‌های برق می‌آید که زغال‌سنگ می‌سوزانند، باد را می‌گیرند یا واکنش‌های هسته‌ای را مهار می‌کنند؛ الکتریسیته از نیروگاه‌های برق و با کابل‌های بزرگ معلق در هوا یا واقع در زمین به خانه‌های ما منتقل می‌شود. وقتی به خانه ما می‌رسد، از طریق سیم از میان دیوارها عبور می‌کند تا به خروجی‌های الکتریکی برسد. ما سیم‌های برق را به برق وصل می‌کنیم تا الکتریسیته را به دستگاه‌های الکتریکی که هر روز به آن‌ها وابسته هستیم مثل اجاق‌گاز و جاروبرقی برسانیم.

💡 از آن‌جا که هر ماه هزینه‌ای به شرکت برق پرداخت می‌کنیم می‌دانیم الکتریسیته رایگان نیست. اگر ما صورت‌حساب را پرداخت نکنیم، شرکت برق، برق ما را قطع می‌کند. بنابراین مطلعیم که برق ارزشمند است.

💡 می‌دانیم که الکتریسیته می‌تواند در باتری‌ها ذخیره شود، که شامل مقدار محدودی برق است که می‌توان از آن استفاده کرد. وقتی باتری‌ها از بین بروند، برق آن‌ها قطع می‌شود.

می دانیم که برخی از انواع باتری، مانند باتری‌های موجود در تلفن‌های همراه، قابل شارژ هستند، که به این معنی است که وقتی تمام الکتریسیته آن‌ها تخلیه می‌شود، برق بیشتری می‌تواند با وصل کردن آن‌ها به شارژر، که برق را از یک خروجی الکتریکی به باتری منتقل می‌کند، به آن‌ها برگردانده شود. باتری‌های قابل شارژ می‌توانند بارها و بارها پر و تخلیه شوند، اما در نهایت قابلیت شارژ مجدد را از دست می‌دهند و باید آن‌ها را با باتری‌های جدید جایگزین کنید.

🔦 همچنین می‌دانیم که الکتریسیته چیزی است که باعث می‌شود صاعقه و رعد و برق بزند. بنجامین فرانکلین این موضوع را با اجرای آزمایشی شامل یک بادبادک و یک کلید کشف کرد، که ما نباید در خانه تکرار کنیم.

🔦 می‌دانیم که الکتریسیته را می‌توان در مقیاس ولت اندازه‌گیری کرد. برق خانگی ۱۲۰ ولت (به اختصار ۱۲۰V) است. باتری‌های چراغ‌قوه ۱.۵ ولت هستند. باتری‌های اتومبیل ۱۲ ولت هستند.

🔦 همچنین می‌دانیم که الکتریسیته را می‌توان با وات اندازه‌گیری کرد. لامپ‌های رشته‌ای سنتی معمولاً ۶۰، ۷۵ یا ۱۰۰ وات (به اختصار ۱۰۰V) هستند. لامپ‌های فلورسنت فشرده مدرن (CFLها) تا حدی درجه‌بندی وات کوچک‌تر دارند. اجاق مایکروویو و خشک‌کن مو ۱۰۰۰ یا ۱۲۰۰ وات هستند. هرچه وات بیشتری داشته باشید، نور روشن‌تر می‌شود یا سریع‌تر پیتزای شما گرم می‌شود و موهایتان خشک می‌شود.

🔦 همچنین ممکن است بدانیم که راه سومی برای اندازه‌گیری الکتریسیته به نام آمپر وجود دارد. یک خروجی الکتریکی معمول خانگی ۱۵ آمپر (به اختصار ۱۵A) است.

🔦 حقیقت این است که بیشتر ما تفاوت بین ولت، وات و آمپر را نمی‌دانیم.

🔦 مطلعیم که یک نوع ویژه از الکتریسیته به نام «الکتریسیته ساکن» وجود دارد؛ الکتریسیته ساکن عدم تعادل بارهای الکتریکی در داخل یا روی سطح یک ماده است.

🔦 و در نهایت، می‌دانیم که برق می‌تواند بسیار خطرناک باشد. در واقع، به اندازه کافی خطرناک بود که برای تقریباً ۱۰۰ سال برق اجرای مجازات مرگ مورد استفاده قرار می‌گرفت. هر ساله صدها نفر در ایالات متحده به دلیل برق‌گرفتگی اتفاقی می‌میرند.

اما واقعاً الکتروسیپتته چیست؟

در بخش قبلی، چندین ایده را که بیشتر ما در مورد برق بر اساس تجربیات روزمره داریم، لیست کردم. اما واقعیت الکتروسیپتته چیزی بسیار متفاوت است. فصل ۲ به بررسی عمیق‌تر ماهیت برق اختصاص دارد، اما در این جا می‌خواهم با معرفی سه مفهوم بسیار اساسی برق به شما شروع کنم: بار الکتریکی، جریان الکتریکی و مدار الکتریکی.

بار الکتریکی به یک ویژگی اساسی ماده اشاره دارد که حتی فیزیکی‌دان‌هایی مانند استفان هاوکینگ نیز آن را درک نمی‌کنند. کافی است بگوییم که دو ذره کوچک که اتم‌ها را می‌سازند (پروتون‌ها و الکترون‌ها) حامل بار الکتریکی هستند. دو نوع بار وجود دارد: مثبت و منفی. پروتون‌ها بار مثبت و الکترون‌ها بار منفی دارند. بار الکتریکی یکی از نیروهای اساسی طبیعت است که جهان را با هم نگه می‌دارد. بار مثبت و منفی به طور مقاومت ناپذیری به سوی یکدیگر جذب می‌شوند. بنابراین، جذب الکترون‌های دارای بار منفی به پروتون‌های دارای بار مثبت، اتم‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد.

اگر یک اتم همان تعداد برابری پروتون و الکترون داشته باشد، بار مثبت پروتون‌ها بار منفی الکترون‌ها را متعادل می‌کند و خود اتم هیچ بار کلی ندارد. با این حال، اگر یک اتم یکی از الکترون‌های خود را از دست بدهد، اتم یک پروتون اضافی خواهد داشت که به آن بار مثبت خالص می‌دهد. وقتی اتم بار مثبت خالص دارد به دنبال یک الکترون می‌گردد تا بار متعادل خود را بازیابی کند. به طور مشابه، اگر یک اتم به نحوی یک الکترون اضافی را برگزیند، اتم بار منفی خالص دارد. وقتی این اتفاق می‌افتد، اتم به دنبال راهی برای رها شدن از شر الکترون اضافی است تا یک بار دیگر تعادل را احیا کند.

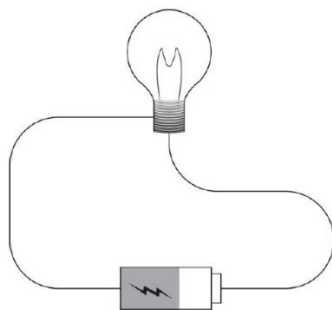
◀ خب، از نظر فنی اتم‌ها به دنبال هیچ چیزی نمی‌روند. آن‌ها چشم ندارند و هنگام کمبود الکترون یا فزونی آن ذهن‌هایی ندارند که مشکل داشته باشند. با این حال، جاذبه طبیعی بار منفی به بار مثبت باعث می‌شود اتم‌هایی که یک الکترون کم دارند به اتم‌هایی که دارای یک الکترون اضافی هستند جذب شوند. وقتی همدیگر را پیدا کنند، چیزی تقریباً جادویی اتفاق می‌افتد ... اتم دارای الکترون اضافی، الکترون خود را به اتم دارای کمبود می‌دهد. بنابراین بار نشان داده شده توسط الکترون از یک اتم به اتم دیگر حرکت می‌کند که ما را به دومین مفهوم مهم می‌رساند ...

جریان الکتریکی به جریان بار الکتریکی حمل شده توسط الکترون‌ها گفته می‌شود که از اتمی به اتم دیگر می‌پرند. جریان الکتریکی یک مفهوم بسیار آشنا است: وقتی شما یک کلید نور را روشن می‌کنید، جریان

الکتريکی از طريق سيم به نور تبديل می شود و اتاق فوراً روشن می شود. جريان الکتريکی در برخی از اتم ها راحت تر از ديگر اتم ها جريان دارد. اتم هایی که اجازه می دهند جريان به آسانی شارش يابد هادی ناميده می شوند، در حالی که اتم هایی که چنین اجازه ای نمی دهند عایق ناميده می شوند. سيم های الکتريکی هم از هادی ها و هم از عایق ها ساخته شده اند. داخل سيم یک هادی مانند مس یا آلومينيوم وجود دارد. هادی، کانالی را برای جريان الکتريکی که از آن عبور می کند، فراهم می کند. دور رسانا، لایه خارجی عایق مانند پلاستیک یا لاستیک وجود دارد.

عایق دو هدف دارد. اول این که مانع از تماس با سيم در هنگام جريان می شود در نتیجه شما را از دریافت ضربه زننده باز می دارد. اما مهم تر از همه این که عایق از تماس رسانا با سيم در داخل جلوگیری می کند. اگر به هادی ها اجازه تماس داده شود، نتیجه یک مدار کوتاه خواهد بود که ما را به سومين مفهوم مهم می رساند ...

مدار الکتريکی یک حلقه بسته متشکل از هادی ها و ديگر عناصر الکتريکی است که جريان الکتريکی می تواند از آن عبور کند. برای مثال، شکل یک مدار الکتريکی بسيار ساده را نشان می دهد که شامل سه عنصر است: یک باتری، یک لامپ و سيم الکتريکی که این دو را به هم متصل می کند.



همانطور که قبلاً گفتم، مدار نشان داده شده در شکل بسيار ساده است. مدارها می توانند بسيار پیچيده تر شوند که شامل ده ها، صدها یا حتی هزاران یا ميليون ها جزء مجزا است که همگی با هادی ها به طور دقيق هماهنگ شده اند به طوری که هر جز می تواند سهم خود را در هدف کلی مدار ایفا کند. اما همه مدارها باید از اصل اساسی یک حلقه بسته پیروی کنند.

تمام مدارها باید یک حلقه بسته ایجاد کنند که یک مسیر کامل از منبع ولتاژ (در این مورد، باتری) از طريق اجزای مختلفی که مدار را تشکیل می دهند (در این مورد، لامپ) و به منبع (دوباره، باتری) ایجاد کند.

الکترونیک چیست؟

یکی از دلایلی که من این فصل را با داستانی از توماس ادیسون آغاز کردم این بود که زمانی که کل رشته الکترونیک در سال ۱۸۸۳ اختراع شد، دستگاه‌های الکتریکی حداقل به مدت ۱۰۰ سال در اطراف بودند. برای مثال:

💡 بنجامین فرانکلین بیش از ۱۰۰ سال پیش درون طوفان بادبادک هوا می‌کرد.

💡 اولین باتری الکتریکی توسط فردی به نام الساندرو ولتا در سال ۱۸۰۰ اختراع شد. کمک ولتا به قدری مهم است که اصطلاح عمومی ولت برای او نام گذاری شده‌است. (برخی شواهد باستان‌شناسی وجود دارد که نشان می‌دهد امپراتوری باستانی اشکانی ممکن است باتری الکتریکی را در قرن دوم پیش از میلاد اختراع کرده باشد، اما اگر چنین باشد ما نمی‌دانیم آن‌ها از باتری خود برای چه استفاده کردند و اختراع آن‌ها برای ۲۰۰۰ سال فراموش شد).

💡 تلگراف الکتریکی در دهه ۱۸۳۰ اختراع شد و توسط ساموئل مورس در آمریکا مشهور شد او کد مورس مشهور را اختراع کرد که برای رمز گذاری حروف الفبا و اعداد به یک سری کلیک‌های کوتاه و بلند استفاده می‌شد که می‌توانست از طریق تلگراف منتقل شود. در سال ۱۸۶۶ یک کابل تلگراف بر روی اقیانوس اطلس قرار گرفت که امکان برقراری ارتباط فوری بین ایالات متحده و اروپا را فراهم کرد.

💡 بر خلاف باور عمومی، بنجامین فرانکلین اولین کسی نبود که در طوفان یک بادبادک هوا کرد. در سال ۱۸۵۰، او مقاله‌ای در مورد این ایده منتشر کرد. بعد گذاشت چند نفر دیگر آن را امتحان کنند. بعد از این که آن‌ها زنده ماندند، او خودش آزمایش را انجام داد و تمام اعتبار را بدست آورد. بنیامین فرانکلین فقط خیلی باهوش نبود؛ بلکه خیلی هم عاقل بود.

تمام این وسایل و بسیاری از وسایل رایج دیگر که امروزه استفاده می‌شوند مانند لامپ‌ها، جاروبرقی و ... به عنوان دستگاه‌های الکتریکی شناخته می‌شوند. پس تفاوت بین دستگاه‌های الکتریکی و دستگاه‌های الکترونیکی دقیقاً چیست؟

پاسخ این است که چگونه وسایل الکتریکی الکتریسیته را برای انجام کار خود دستکاری می‌کنند. وسایل الکتریکی انرژی جریان الکتریکی را می‌گیرند و آن را به روش‌های ساده به انرژی دیگر - به احتمال زیاد نور، گرما یا حرکت - تبدیل می‌کنند. برای مثال، لامپ‌ها انرژی الکتریکی را به نور تبدیل می‌کنند تا شما

بتوانید تا دیر وقت بیدار بمانید و این کتاب را بخوانید. عناصر گرم‌کننده در توستر انرژی الکتریکی را به گرما تبدیل می‌کنند تا شما بتوانید نان خود را بسوزانید و موتور جاروبرقی انرژی الکتریکی را به حرکت در می‌آورد که پمپ را به کار اندازد تا خرده‌های نان برشته سوخته را از روی فرش جمع کند.

در مقابل، دستگاه‌های الکترونیکی کارهای بیشتری انجام می‌دهند. به جای تبدیل انرژی الکتریکی به گرما، نور و یا حرکت، دستگاه‌های الکترونیکی برای دستکاری جریان الکتریکی و تبدیل آن به چیزهای مفید و جالب طراحی شده‌اند. همان اولین دستگاه الکترونیکی که در سال ۱۸۸۳ توسط توماس ادیسون اختراع شد، جریان الکتریکی عبوری از یک لامپ را طوری کنترل کرد که ادیسون بتواند ولتاژ یک مدار الکتریکی را کنترل کند و در صورت کم یا زیاد شدن ولتاژ به طور اتوماتیک افزایش یا کاهش دهد.

◀ اگر مطمئن نیستید که عبارت ولتاژ در این نقطه به چه معناست نگران نباشید. بعداً درباره ولتاژ یاد می‌گیرید.

یکی از رایج‌ترین کارهایی که دستگاه‌های الکترونیکی انجام می‌دهند، دستکاری جریان الکتریکی به گونه‌ای است که اطلاعات معنی‌دار را به اطلاعات فعلی اضافه می‌کند. برای مثال، دستگاه‌های صوتی الکترونیکی اطلاعات صوتی را به جریان الکتریکی اضافه می‌کنند تا بتوانید به موسیقی گوش دهید و یا با تلفن همراه صحبت کنید؛ و دستگاه‌های ویدئویی تصاویر را به جریان الکتریکی اضافه می‌کنند تا بتوانید فیلم‌های عالی‌ای را بارها و بارها تماشا کنید تا این که تمام دیالوگ‌ها را از بر شوید!

به یاد داشته باشید که تمایز بین وسایل الکتریکی و الکترونیکی کمی مبهم است. چیزی که قبلاً وسایل الکتریکی ساده‌ای بود، اغلب شامل برخی قطعات الکترونیکی در آن‌ها است. به عنوان مثال توستر شما ممکن است شامل یک ترموستات الکترونیکی باشد که تلاش می‌کند گرما را فقط در دمای مناسب نگه دارد تا نان کاملاً تولید کند (شاید هنوز هم نان شما را بسوزاند، اما حداقل سعی می‌کند این کار را نکند) و حتی پیچیده‌ترین دستگاه‌های الکترونیکی نیز قطعات الکتریکی ساده‌ای در خود دارند. برای نمونه، اگر چه کنترل از راه دور تلویزیون شما یک دستگاه الکترونیکی بسیار پیچیده است، اما شامل باتری است که وسیله الکتریکی ساده‌ای است.

با الکترونیک چه می‌توانید بکنید؟

نکته جالب در مورد الکترونیک این است که امروزه از آن برای انجام کارهایی استفاده می‌شود که چند سال پیش حتی قابل تصور هم نبودند.

البته، این بدان معناست که تنها در چند سال آینده ما دستگاه‌های الکترونیکی خواهیم داشت که هنوز حتی به آن‌ها فکر هم نشده است. در ادامه مروری کوتاه بر برخی از کارهای اساسی که می‌توانید با الکترونیک انجام دهید انجام شده است.

تولید صدا

یکی از رایج‌ترین کاربردهای الکترونیک ایجاد صدا است؛ اغلب به شکل موسیقی، اگر چه تمایز میان صدا و موسیقی اغلب قابل بحث است. دستگاه‌های الکترونیکی که صدا ایجاد می‌کنند اغلب به عنوان دستگاه‌های صوتی شناخته می‌شوند. این دستگاه‌ها امواج صوتی را به جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند و سپس ذخیره می‌کنند، تقویت می‌کنند و در غیر این صورت جریان را دستکاری می‌کنند و در نهایت جریان را به امواج صوتی که می‌شنوید تبدیل می‌کنند. بیشتر دستگاه‌های صوتی این سه قسمت را دارند:

◆ یک منبع، که ورودی سیستم است. منبع می‌تواند یک میکروفن باشد که وسیله‌ای است که امواج صوتی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. نوسانات جزئی در امواج صوتی به نوسانات جزئی در سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند. بنابراین سیگنال الکتریکی که از منبع می‌آید حاوی اطلاعات صوتی است. منبع ممکن است یک شکل ضبط‌شده از صدا باشد، مانند صدایی که بر روی یک سی‌دی یا در یک MP3 ضبط شده است.

◆ یک تقویت‌کننده که سیگنال الکتریکی کوچک را که از منبع می‌آید به سیگنال الکتریکی بسیار بزرگ‌تر تبدیل می‌کند که وقتی به گوینده یا هدفون فرستاده می‌شود، می‌تواند شنیده شود. برخی از تقویت‌کننده‌ها کوچک هستند، زیرا آن‌ها باید سیگنال را تنها به اندازه‌ای افزایش دهند که تنها توسط یک شنونده دارای هدفون شنیده شود. تقویت‌کننده‌های دیگر بسیار بزرگ هستند، چرا که آن‌ها باید به اندازه کافی سیگنال را افزایش دهند.

◆ بلندگوهایی که جریان الکتریکی را به صدایی تبدیل می‌کنند که می‌توانید بشنوید. بلندگوها ممکن است بزرگ باشند و یا ممکن است به اندازه کافی کوچک باشند که در گوش شما جا بگیرند.

تولید نور

یکی دیگر از کاربردهای معمول الکترونیک تولید نور است. ساده‌ترین مدارهای الکتریکی نور، LED هستند، که معادل الکترونیکی یک لامپ نور هستند.

LED مخفف دیود ساطع کننده نور است، اما در آزمایش نخواهد بود، حداقل برای این فصل نه. دستگاه‌های الکترونیکی ویدئو نه تنها برای ایجاد نقاط ساده نور، بلکه برای تکمیل تصاویری که می‌توانید به آن‌ها نگاه کنید، طراحی شده‌اند. بارزترین مثال، دستگاه‌های تلویزیون هستند که می‌توانند ساعت‌ها سرگرمی را فراهم کنند و در عوض درخواست کمی از شما کنند - فقط تعداد کمی از سلول‌های مغز شما. برخی از انواع دستگاه‌های الکترونیکی با نوری کار می‌کنند که شما نمی‌توانید ببینید. رایج‌ترین آن‌ها کنترل‌های از راه دور تلویزیون هستند که هر وقت شما یک دکمه را فشار می‌دهید نور مادون قرمز را به تلویزیون شما می‌فرستد. الکترونیک داخل کنترل از راه دور نور مادون قرمز را طوری دستکاری می‌کند که اطلاعات را از کنترل از راه دور به تلویزیون می‌فرستد، به آن می‌گویند که صدا را بالا ببرد، کانال‌ها را تغییر دهد یا تلویزیون را خاموش کند.

انتقال اطلاعات

رادیو به انتقال اطلاعات بدون سیم اشاره دارد. در اصل، رادیو به عنوان یک تلگراف بی‌سیم استفاده می‌شد و هیچ چیز را بیشتر از کلیک‌های قابل شنیدن پخش نمی‌کرد. سپس از رادیو برای انتقال صدا استفاده شد. در واقع، تا به امروز، اصطلاح رادیو معمولاً با پیام‌های فقط صوتی، چه به شکل موسیقی و چه به صورت رادیو همیشه محبوب ارتباط دارد. با این حال، انتقال اطلاعات ویدیویی، به عبارت دیگر تلویزیون، نیز مانند شبکه‌های بی‌سیم، تلفن‌های بی‌سیم و تلفن‌های همراه نوعی رادیو است.

محاسبه

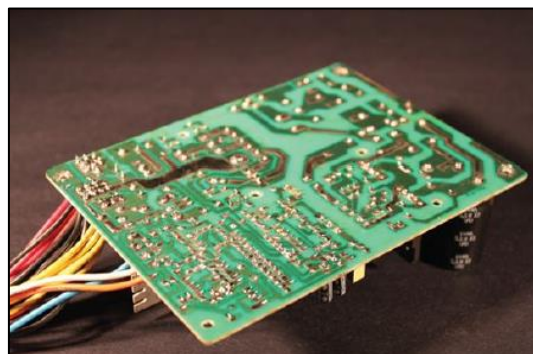
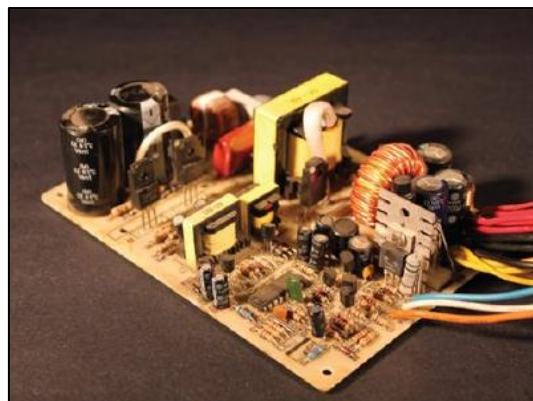
یکی از مهم‌ترین کاربردهای الکترونیک در ۵۰ سال گذشته، توسعه فن‌آوری کامپیوتر بوده است. تنها در چند دهه کوتاه، کامپیوترها از ماشین‌های محاسباتی ساده به ماشین‌هایی تبدیل شده‌اند که می‌توانند انسان‌ها را در بازی‌ها شکست دهند.

کامپیوترها پیشرفته‌ترین شکل از کل زمینه الکترونیک شناخته شده به عنوان الکترونیک دیجیتال هستند که به دستکاری داده‌ها در زبان دوتایی صفر و یک مربوط می‌شود.

نگاهی به درون وسایل الکترونیکی

آیا تا به حال یک دستگاه الکترونیکی را که دیگر کار نمی‌کند، مانند یک رادیو قدیمی یا دستگاه پخش ویدئو، کالبد شکافی کرده‌اید تا ببینید داخل آن چه شکلی است؟

داخل بیشتر دستگاه‌های الکترونیکی، شما یک برد مدار (یا کارت مدار؛ همه‌اش یکسان است) پیدا خواهید کرد، که یک برد تخت و نازک است و اجزایی الکترونیکی روی آن نصب شده است. در بیشتر موارد، یک طرف برد مدار با دستگاه‌های کوچکی که شبیه ساختمان‌های کوچک هستند، پر شده است. این‌ها اجزایی هستند که مدار الکتریکی را تشکیل می‌دهند: مقاومت‌ها، خازن‌ها، دیودها، ترانزیستورها و مدارهای مجتمع که کاری را انجام می‌دهند که این مدار باید انجام دهد. طرف دیگر با خطوط کوچکی از نقره یا مس که شبیه خیابان است نقاشی شده است. این‌ها مسیرهایی هستند که تمام اجزا را به هم متصل می‌کنند تا بتوانند با هم کار کنند. یک برد مدار الکترونیکی مانند شهری کوچک به نظر می‌رسد. به عنوان مثال، به برد مدار معمولی نشان داده شده در شکل نگاهی بیندازید. می‌بینید که دارای اجزای گوناگون و رایج الکترونیکی است. هم‌چنین در شکل بعدی می‌بینید که ساختار دارای رگه‌های نقره‌ای معمول از رساناها است که سطح بالایی اجزا را به هم متصل می‌کنند تا بتوانند کار مفیدی انجام دهند.



این اساس چیزی است که در این دو طرف کارت جریان اتفاق می‌افتد:

سمت دارای اجزای کارت - سمت حاوی ساختمان‌های کوچک - مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی را در خود جای داده است که تنها هدف آن‌ها در زندگی خم شدن، چرخش و پیچش جریان الکتریکی برای انجام کارهای جالب و مفید است.

برخی از این اجزا، جریان را محدود می‌کنند، مانند سرعت‌گیرها در جاده. برخی دیگر جریان را قوی‌تر می‌کنند. برخی مانند تابلوهای خیابانی یک طرفه کار می‌کنند که به جریان اجازه می‌دهند تنها در یک جهت جریان داشته باشد. برخی دیگر تلاش می‌کنند تا هر موج یا تغییر در جریان را هموار کنند که منجر به جریان روان ترافیک می‌شود.

سمت مدار کارت - سمت همراه با جاده‌ها - مسیرهای رسانا را برای جریان الکتریکی فراهم می‌کند تا از یک جزء به جزء دیگر به ترتیب خاصی جریان یابد. کل ترفند طراحی و ساخت مدارهای الکترونیکی این است که تمام اجزا را فقط به روش درست به هم متصل کنیم تا جریانی که از یک جزء خارج می‌شود به جزء بعدی منتقل شود. سمت مدار کارت، چیزی است که اجازه می‌دهد قطعات به صورت هماهنگ با یکدیگر کار کنند.

بسیار خوب، نمی‌توانم فصل اول این کتاب را بدون دادن اولین هشدار در مورد خطرات کار با الکترونیک تمام کنم. پس باید بدانید: تحت هیچ شرایطی با بی‌دقتی در دستکاری مدارهای الکترونیکی قدیمی غوطه‌ور نشوید تا زمانی که مطمئن شوید می‌دانید در حال انجام چه کاری هستید. اجزای کوچک روی یک کارت مدار مانند آنچه که در شکل نشان داده شد می‌تواند خطرناک باشد، حتی زمانی که از برق خارج شده؛ در واقع، دو قطعه استوانه‌ای بلند نزدیک لبه پشتی این کارت مداری، خازن نامیده می‌شوند که می‌توانند حاوی انرژی الکتریکی ذخیره‌شده باشند و آن هم می‌تواند یک شوک قوی و حتی کشنده را مدت‌ها پس از جدا کردن سیم برق به شما بدهد.

فصل دو: فهمیدن الکتریسیته

صراحتاً عنوان این فصل کمی بلند پروازانه است. قبل از این که بتوانید کارهای زیادی در زمینه الکترونیک انجام دهید که بسیار جالب است، باید درک پایه‌ای از این که برق چیست و چگونه کار می‌کند داشته باشید، بنابراین درک برق یک امر مهم است. اجازه ندهید این کار شما را دلسرد یا منصرف کند: حتی باهوش‌ترین فیزیکدانان دنیا واقعاً آن را درک نمی‌کنند.

در ابتدای این بخش، شما ماهیت برق را بررسی می‌کنید: چه چیزی است و چه چیزی باعث آن می‌شود. این بخش شما را به یاد کلاس علمی هفتم یا هشتم می‌اندازد چون شما درون اتم‌ها کاوش می‌کنید و در مورد پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها یاد می‌گیرید. به علاوه شما را با سه چیز آشنا می‌کند که اگر می‌خواهید در زمینه برق به طراحی و ساخت مدار بپردازید باید آن‌ها را بدانید: جریان، ولتاژ و توان.

غرق شدن در شگفتی برق

طبیعت دقیق الکتریسیته یکی از اسرار اصلی جهان است. اگرچه ما واقعاً نمی‌دانیم که الکتریسیته دقیقاً چیست، اما چیزهای زیادی در مورد این که الکتریسیته چه کار می‌کند و چگونه رفتار می‌کند می‌دانیم. با این که ممکن است عجیب به نظر برسد، اما اگر از استفاده از واژه الکتریسیته برای توصیف آن خودداری کنید، درک شما از الکتریسیته فوراً بهبود خواهد یافت. دلیلش این است که واژه الکتریسیته خیلی دقیق نیست. ما از واژه الکتریسیته برای اشاره به هر یک از چیزهای مختلف اما مرتبط استفاده می‌کنیم؛ هر کدام نام دقیق تری دارند، مانند بار الکتریکی، جریان الکتریکی، انرژی الکتریکی، میدان الکتریکی و غیره. همه این چیزها عموماً الکتریسیته نامیده می‌شوند.

الکتریسیته چیز خاصی نیست، بلکه پدیده‌ای است که چهره‌های مختلفی دارد. بنابراین برای جلوگیری از سردرگمی، سعی می‌کنم از کلمه الکتریسیته در بقیه این کتاب اجتناب کنم. در عوض، از واژه‌های دقیق‌تر مانند بار یا جریان استفاده می‌کنم.

من واقعاً از استفاده از کلمه پدیده در اینجا متنفرم چون خیلی علمی به نظر می‌رسد. احساس می‌کنم هر وقت کلمه پدیده را به زبان می‌آورم باید یک کراوات یا پاپیون بزنم. از ذهن خودم کمک گرفتم تا ببینم چیزی ساده‌تر از این هست که بتوانم از آن استفاده کنم. هیچ کدام از پیشنهادها به نظر نمی‌رسید که مناسب باشد، به جز کلمه «شگفتی». شگفتی جانشین بدی نیست.

وقتی آن را به کار می‌بریم، چیزی که ما آن را الکتریسیته می‌نامیم بسیار شگفت‌انگیز می‌گردد؛ واقعاً به عنوان یکی از بزرگ‌ترین شگفتی‌های جهان واجد شرایط است.

«هفت شگفتی جهان باستان» را به خاطر دارید که شامل هرم بزرگ جیزه، باغ‌های به دار آویخته بابل، معبد آرتیمیس، مجسمه زئوس در المپیا، آرامگاه هالیکارناسوس، غول رودس و فانوس دریایی اسکندریه بود؟ اگر قرار بود فهرستی به نام «عجایب هفتگانه جهان» تهیه کنیم، فکر می‌کنم باید شامل ماده، جاذبه، زمان، نور، زندگی، پیتزا و برق می‌شد.

کلمه الکتریسیته از کجا آمد؟

آیا فیلم پارک ژوراسیک را به یاد دارید، جایی که دانشمندان DNA دایناسورهای محبوس در داخل تکه‌های کهربا را کشف کردند؟ کهربا صمغ درخت فسیل شده است و نقش کلیدی در تاریخ دانش ما در مورد الکتریسیته ایفا می‌کند. از زمان یونانیان باستان، مردم می‌دانستند که اگر شما چوب کهربایی را با خز مالش دهید، کهربا می‌تواند برای بلند کردن مو بر روی سر شما استفاده شود و اشیا سبک‌وزن مثل پر به آن می‌چسبند. آن‌ها نمی‌دانستند که چرا این اتفاق افتاد، اما می‌دانستند که این اتفاق می‌افتد. واژه یونانی برای کهربا الکترون است. نسخه لاتین این کلمه الکتريکوس بود.

در اوایل قرن هفدهم، یک دانشمند انگلیسی به نام ویلیام گیلبرت شروع به مطالعه الکتریسیته کرد. او از این کلمات باستانی برای توصیف پدیده‌هایی که در حال بررسی آن‌ها بود استفاده کرد، از جمله واژه لاتین الکتريکوس. تاثیر کتاب گیلبرت، که به زبان لاتین نوشته شده بود، منجر به واژه الکتریسیته در زبان انگلیسی شد.

گشتن دنبال الکتریسیته

یکی از شگفت‌انگیزترین چیزها در مورد الکتریسیته این است که در واقع همه جا هست. منظورم این نیست که برق معمولی یا فراوان است، یا حتی این که دنیا مقدار زیادی برق دارد. در عوض، منظورم این است که الکتریسیته بخش اساسی همه چیز است.

برای اینکه بدانید منظورم چیست، یک تصور اشتباه رایج در مورد جریان برق را در نظر بگیرید. بیشتر ما فکر می‌کنیم که سیم‌ها برق را از جایی به جای دیگر حمل می‌کنند. وقتی ما جاروبرقی را به برق می‌زنیم و آن را روشن می‌کنیم، باور داریم که الکتریسیته وارد سیم جاروبرقی در خروجی برق می‌شود، از طریق سیم به جاروبرقی می‌رود و سپس موتور را به کار می‌اندازد تا جارو برقی خاک و موی سگ را بمکد.

اما این طور نیست. حقیقت این است که برق قبلاً در سیم بوده است. برق همیشه در سیم است، حتی وقتی جاروبرقی خاموش می شود یا سیم برق وصل نمی شود. این به این دلیل است که الکتروسیسته یک بخش اساسی از اتم های مس است که سیم برق را می سازند. هم چنین الکتروسیسته بخش اساسی اتم هایی است که عایق لاستیک را تشکیل می دهند که از شما در برابر برق گرفتگی در هنگام لمس کردن سیم برق محافظت می کند و این یک بخش اساسی از اتم ها است که نوک انگشت شما را تشکیل می دهند که لاستیک از لمس کردن سیم ها جلوگیری می کند. به طور خلاصه، الکتروسیسته بخش اساسی اتم هایی است که همه مواد را تشکیل می دهند. بنابراین، برای درک این که الکتروسیسته چیست، ما باید ابتدا به اتم ها نگاه کنیم.

نگاهی به داخل اتم

همانطور که احتمالاً در مدرسه یاد گرفته اید، تمام مواد از ذرات بسیار ریز غیرقابل باوری تشکیل شده اند که اتم نامیده می شوند. آن ها به قدری کوچک هستند که نقطه پایانی این جمله شامل چند تریلیون از آن ها می شود. درک اعداد به بزرگی تریلیون برای ما دشوار است.

کلمه اتم از یک مرد یونانی باستان به نام دموکریتوس گرفته شده است. بر خلاف آنچه شما ممکن است انتظار داشته باشید، کلمه اتم به معنای «خیلی کوچک» نیست بلکه به معنای «تقسیم نشدنی» است. اتم ها کوچک ترین بخش ماده هستند که بدون تبدیل آن به ماده متفاوتی نمی توان آن ها را تقسیم کرد. به عبارت دیگر، اگر شما اتم یک عنصر خاص را تقسیم کنید، قطعات حاصل دیگر همان چیز نیستند. به عنوان مثال، فرض کنید یک مشت عنصر پایه مانند مس دارید و آن را به دو قسمت تقسیم می کنید. حالا دو قطعه مس دارید. یکی از آن ها را کنار گذاشته و دیگری را نصف می کنید. دوباره، دو تکه مس دارید. شما می توانید این کار را ادامه بدهید و تکه مس خود را به یک نیمه کوچک تر تقسیم کنید. اما در نهایت به نقطه ای خواهید رسید که قطعه مس شما تنها شامل یک اتم مس است. اگر سعی کنید آن تک اتم مس را به نصف ببرید، قطعات حاصله مس نخواهند بود. در عوض، شما مجموعه ای از ذرات پایه را خواهید داشت که اتم ها را تشکیل می دهند. سه نوع از این ذرات وجود دارند که نوترون ها، پروتون ها و الکترون ها نامیده می شوند.

نوترون ها و پروتون ها در هر اتم در وسط اتم، در چیزی که هسته نامیده می شود، گرد هم می آیند. الکترون ها بیرون اتم می چرخند.

وقتی برای اولین بار در دوران کودکی درباره اتم‌ها یاد گرفتیم، فهمیدیم که الکترون‌ها به دور هسته می‌گردند؛ درست مانند سیاره‌ها که در منظومه شمسی دور خورشید می‌گردند. این قیاس واقعاً بدی است. امروزه دانش‌آموزان در مدارس مدل‌هایی برای اتم درست می‌کنند که یک نمونه از آن‌ها را در زیر می‌بینید.



حقیقت آن است که اتم ابری الکترونی، تشکیل شده از الکترون‌ها با بار الکتریکی منفی است که هسته اتم را احاطه کرده‌است؛ هسته نیز خود از پروتون که دارای بار مثبت است و نوترون که از لحاظ الکتریکی خنثی است تشکیل شده‌است. ابرهای الکترونی شکل‌ها و ویژگی‌های عجیب و غریبی دارند و به طور عجیبی، غیر ممکن است که دقیقاً بفهمیم یک الکترون در هر لحظه دقیقاً در کجا قرار دارد.

بررسی عناصرها

قبلاً چند بار از کلمه «عنصر» استفاده شد؛ یک عنصر نوع خاصی از اتم است که توسط تعداد پروتون‌ها در هسته‌اش تعریف می‌شود. برای مثال، اتم‌های هیدروژن تنها یک پروتون در هسته دارند، یک اتم با دو پروتون در هسته هلیوم است، اتم‌هایی با سه پروتون لیتیوم نامیده می‌شوند و غیره.

تعداد پروتون‌ها در هسته یک اتم عدد اتمی نامیده می‌شود. بنابراین عدد اتمی هیدروژن ۱، عدد اتمی هلیوم ۲، لیتیوم ۳ و غیره است. مس - عنصری که نقش مهمی در الکترونیک ایفا می‌کند - دارای عدد اتمی ۲۹ است و در نتیجه ۲۹ پروتون در هسته خود دارد.

در مورد نوترون‌ها و دیگر ذرات موجود در هسته‌اتم چطور؟ نوترون‌ها برای شیمییدان‌ها و فیزیکدانان بسیار مهم هستند. اما آن‌ها واقعاً نقش بزرگی در نحوه کار جریان برق ندارند، بنابراین ما می‌توانیم با اطمینان آن‌ها را در این فصل نادیده بگیریم. کافی است گفته شود که علاوه بر پروتون‌ها، هسته هر اتم (به جز هیدروژن) شامل نوترون‌ها است. در بیشتر موارد، چند نوترون بیشتر از پروتون وجود دارد.

سومین ذره که اتم‌ها را می‌سازد الکترون است. الکترون‌ها چیزی هستند که ما وقتی با برق کار می‌کنیم بیش از همه به آن علاقه داریم چون آن‌ها منبع جریان الکتریکی هستند. الکترون‌ها به طور باورنکردنی کوچک هستند؛ یک الکترون منفرد حدود ۲۰۰،۰۰۰ برابر کوچک‌تر از یک پروتون است. اگر یک الکترون به اندازه نقطه پایانی این جمله باشد، یک پروتون به اندازه یک زمین فوتبال خواهد بود.

اتم‌ها معمولاً تعداد الکترون با پروتون‌ها دارند در نتیجه اتم عنصر مس ۲۹ پروتون در هسته‌ای دارد که توسط ۲۹ الکترون احاطه شده‌است. وقتی اتم یک الکترون اضافی را دریافت می‌کند یا یک الکترون از دست می‌دهد، به خاطر خاصیت ویژه پروتون‌ها و الکترون‌ها پای «بار» به میان می‌آید.

دوتا از سه ذراتی که اتم‌ها را می‌سازند، الکترون‌ها و پروتون‌ها، ویژگی بسیار جالبی به نام بار الکتریکی دارند. اتم می‌تواند یکی از دو حالت مثبت یا منفی باشد. الکترون‌ها قطبیت منفی دارند در حالی که پروتون‌ها قطبیت مثبت دارند. مهم‌ترین چیزی که باید در مورد اتم بدانید این است که بارهای مخالف جذب و بارهای مشابه دفع می‌شوند. منفی مثبت و مثبت، منفی را جذب می‌کند اما منفی، منفی و مثبت، مثبت را دفع می‌کند. در نتیجه، الکترون‌ها و پروتون‌ها به سمت یکدیگر جذب می‌شوند، اما الکترون‌ها و پروتون‌های دیگر را دفع می‌کنند. جاذبه بین پروتون‌ها و الکترون‌ها چیزی است که الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم را در کنار هم نگه می‌دارد. این جاذبه باعث می‌شود که الکترون‌ها در مدار خود به دور پروتون‌ها در هسته بمانند. در این جا جزئیات روشن‌تر بیشتری در مورد اتم آورده شده‌است:

💡 بار یک خاصیت از نیروهای بنیادی طبیعت است که به الکترومغناطیس معروف است؛ سه نیروی دیگر جاذبه، نیروی قوی و نیروی ضعیف هستند.

💡 همان‌طور که در بخش قبل گفتیم، یک اتم به طور معمول تعداد الکترون یکسانی با پروتون دارد. علت آن این است که نیروی الکترومغناطیسی باعث می‌شود هر پروتون دقیقاً یک الکترون جذب کند. وقتی تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر باشد، خود اتم هیچ بار خالصی ندارد.

با این حال، ممکن است اتم یک الکترون اضافی بگیرد. وقتی این اتفاق می‌افتد اتم بار منفی خالصی به خاطر الکترون اضافی دارد. همچنین ممکن است اتمی یک الکترون را از دست بدهد که باعث می‌شود اتم بار مثبت خالص داشته باشد چون پروتون‌های بیشتری نسبت به الکترون‌ها دارد.

اگر حواستان جمع باشد احتمالاً از خود می‌پرسید چطور هسته یک اتم دچار فروپاشی و از هم گسیختگی نمی‌شود اگر شامل دو یا چند پروتون باشد که بار مثبت دارند. هر چه باشد، پروتون‌ها هم را دفع می‌کنند!

بله، آن‌ها این کار را می‌کنند، اما نیروی دافعه الکتریکی توسط نیروی بسیار قوی‌تری که به دلیل فقدان اصطلاح بهتر، نیروی قوی نامیده می‌شود، مغلوب می‌گردد. بنابراین نیروی قوی پروتون‌ها (و نوترون‌ها) را با وجود تمایل طبیعی پروتون‌ها به اجتناب از یکدیگر نگه می‌دارد.

💡 نیروی قوی بر الکترون‌ها تاثیر نمی‌گذارد، بنابراین شما هرگز الکترون‌های چسبیده به هم را طوری که درباره پروتون‌ها در هسته اتم رخ می‌دهد، نمی‌بینید. الکترون‌های یک اتم به خوبی از هم دور می‌مانند.

اگر کسی مایل باشد، می‌تواند نیروی قوی را به نیروی میهن پرستانه تشبیه کند که شهروندان یک ملت را، با وجود اختلافات آن‌ها، به هم پیوند می‌دهد. این نیرو است که یک کشور را با وجود این واقعیت که به نظر می‌رسد احزاب سیاسی آن از یکدیگر متنفر هستند، کنار هم نگه می‌دارد. بیایید امیدوار باشیم که نیروی قوی باقی بماند.

رساناها و عایق‌ها

برخی عناصر الکترون‌های بیرونی خود را خیلی محکم نگه نمی‌دارند. این عناصر اغلب الکترون از دست می‌دهند یا الکترون‌های اضافی می‌گیرند و بنابراین اکثراً از حالت خنثی خارج می‌شوند و یا به طور منفی یا مثبت باردار می‌شوند. چنین عناصری رسانا نامیده می‌شوند. بهترین رساناها فلزات نقره، مس و آلومینیوم هستند.

عناصر دیگر الکترون‌های خود را محکم نگه می‌دارند. در این عناصر، سخت است که یک الکترون را رها کنیم یا یک الکترون دیگر را به درون آن وارد کنیم. این عناصر تقریباً همیشه خنثی می‌مانند و نارسانا نامیده می‌شوند.

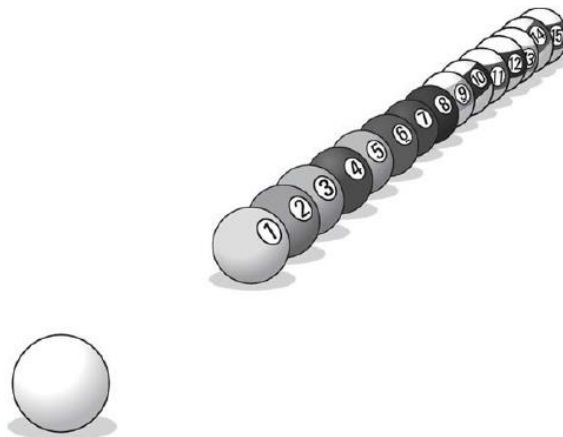
در یک رسانا، الکترون‌ها دائماً بین اتم‌های نزدیک به هم می‌چرخند. یک الکترون از یک اتم به نام اتم A به اتم مجاور می‌پرد که آن را اتم B می‌نامیم. این رخداد بار مثبت را در اتم A و بار منفی خالص را در اتم B ایجاد می‌کند. تقریباً بلافاصله الکترونی از اتم مجاور دیگر (مثلاً اتم C) روی اتم A می‌پرد؛ در این حالت اتم A خنثی و اتم C دارای بار منفی می‌شود. این دور زدن الکترون‌ها در یک رسانا به طور مداوم اتفاق می‌افتد. اتم‌ها در آشوب دائمی هستند، الکترون‌ها را می‌دهند و دریافت می‌کنند و به طور مداوم بار خالص خود را از مثبت به خنثی تغییر می‌دهند. حرکت الکترون‌ها کاملاً تصادفی است طوری که یک الکترون ممکن است به چپ بجهد، اما الکترون دیگر به راست بپرد. یکی بالا برود و دیگری پایین. حقیقت این است که اگر چه تمام الکترون‌ها در حال حرکت هستند، در مجموع آن‌ها هیچ جایی نخواهند رفت.

درک جریان

جریان الکتریکی زمانی اتفاق می‌افتد که تبادل تصادفی الکترون‌ها که به طور مداوم در یک رسانا رخ می‌دهد، سازمان دهی می‌شود و شروع به حرکت در یک جهت کند.

هنگامی که جریان از یک رسانا مانند سیم مسی عبور می‌کند، تمام الکترون‌هایی که قبلاً در حال حرکت بودند به طور تصادفی گرد هم می‌آیند و شروع به حرکت در یک جهت می‌کنند. یک اثر بسیار جالب اتفاق می‌افتد: الکترون‌ها تقریباً به طور آبی نیروی الکترومغناطیسی خود را از طریق سیم منتقل می‌کنند. خود الکترون‌ها تقریباً به آرامی حرکت می‌کنند - در حد چند میلی متر در ثانیه. اما چون هر الکترون یک اتم را ترک می‌کند و به اتم دیگر می‌پیوندد، آن اتم دوم بلافاصله یک الکترون را به اتم سوم می‌دهد که بلافاصله یک الکترون را به اتم چهارم و به همین ترتیب به تریلیون‌ها اتم واگذار می‌کند. نتیجه این است که حتی اگر تک تک الکترون‌ها به آرامی حرکت کنند، جریان خودش تقریباً با سرعت نور حرکت می‌کند. بنابراین، وقتی شما کلید برق را می‌زنید، نور فوراً همه جا را می‌گیرد. در این جا چند نکته دیگر آورده شده است که ممکن است به شما کمک کند ماهیت جریان را درک کنید:

💡 همانطور که در شکل نشان داده شده است، یک راه برای نشان دادن این اصل، قرار دادن ۱۵ توپ روی میز بلیارد در یک خط کاملاً مستقیم است.



اگر در یک طرف خط به توپ ضربه بزنید، توپ در طرف دیگر خط تقریباً با سرعت حرکت خواهد کرد. توپ‌های دیگر کمی حرکت می‌کنند، اما نه خیلی (با فرض این که شما آن‌ها را صاف کنید و به توپ ضربه بزنید). این شبیه چیزی است که در جریان الکتریکی اتفاق می‌افتد. اگر چه هر الکترون به آرامی حرکت می‌کند اما اثر موجی وقتی هر اتم یک الکترون به دست می‌آورد، صاعقه‌ای سریع است (به معنای واقعی کلمه!).

❗ تصادفی نیست که حرکت آب را نیز جریان می‌نامند. بسیاری از دانشمندان اولیه که ماهیت الکتریسیته را مورد بررسی قرار دادند بر این باور بودند که الکتریسیته نوعی مایع است و به همان شکل که آب در رودخانه جریان دارد در سیم‌ها جاری است.

❗ قدرت جریان الکتریکی با واحدی به نام آمپر اندازه‌گیری می‌شود که گاهی اوقات به صورت مخفف amp یا A استفاده می‌شود. آمپر چیزی بیش از اندازه‌گیری این نیست که چند حامل بار (در بیشتر موارد، الکترون‌ها) از یک نقطه مشخص در یک ثانیه عبور می‌کنند.

یک آمپر برابر با 6240000000000000000 الکترون در هر ثانیه است. این برابر با 6240 الکترون کوادریلیون در هر ثانیه است (این تعداد بسیار زیادی است، اما به یاد داشته باشید که الکترون‌ها فوق‌العاده کوچک هستند). بیشتر لامپ‌های رشته‌ای الکتریکی دارای جریان یک آمپر هستند. یک خشک‌کن مو از حدود ۱۲ آمپر استفاده می‌کند.

❗ جریان در مدارهای الکترونیکی معمولاً بسیار کوچک‌تر از جریان در دستگاه‌های الکتریکی مانند لامپ و خشک‌کن مو است. جریان در یک مدار الکترونیکی اغلب در حد میلی‌آمپر (mA) بیان می‌شود. جریان در معادلات الکتریکی اغلب با حرف I نشان داده می‌شود که مخفف Intensity (شدت) است.

درک ولتاژ

در حالت طبیعی، الکترون‌های یک رسانا مانند مس آزادانه از اتمی به اتم دیگر حرکت می‌کنند آن هم به طور کاملاً تصادفی؛ حال برای این که در یک جهت با هم حرکت کنند، تمام کاری که شما باید انجام دهید این است که به آن‌ها فشار وارد کنید. اصطلاح فنی این فشار نیروی محرکه الکتریکی است که به اختصار EMF یا E نامیده می‌شود.

ولتاژ چیزی بیشتر از تفاوت بار بین دو مکان نیست. برای مثال فرض کنید یک دسته کوچک از فلزات دارید که اتم‌های آن‌ها دارای بار منفی فراوان بوده و دسته دیگری دارید که اتم‌های آن‌ها دارای بار مثبت فراوانی هستند. به عبارت دیگر، اولین دسته الکترون‌های زیادی دارد و دسته دوم تعداد کمی دارد. بین این دو دسته یک ولتاژ وجود دارد. اگر آن دو دسته را به یک رسانا مانند سیم مسی متصل کنید، چیزی به نام مدار را ایجاد می‌کنید که جریان الکتریکی از آن عبور خواهد کرد. این جریان تا زمانی ادامه می‌یابد که تمام بارهای منفی اضافی در سمت منفی مدار به سمت مثبت حرکت کنند. وقتی این اتفاق افتاد، هر

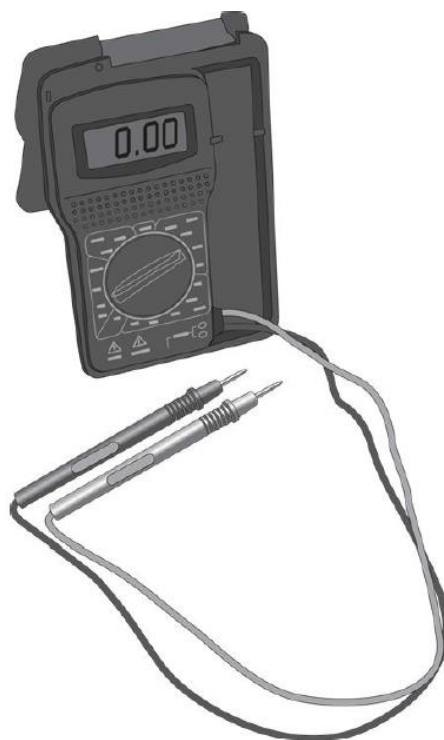
دو طرف مدار از لحاظ الکتریکی خنثی می‌شوند و جریان از حرکت باز می‌ماند. در این جا چند نکته دیگر برای تفکر در مورد ولتاژ آورده شده‌است:

💡 هر گاه اختلافی در بار بین دو مکان وجود داشته باشد، این احتمال وجود دارد که یک جریان بین دو مکان جاری شود اگر آن مکان‌ها توسط یک رسانا به هم متصل شوند. به دلیل این امکان، اصطلاح پتانسیل اغلب برای توصیف ولتاژ به کار می‌رود. بدون ولتاژ، هیچ جریانی وجود نخواهد داشت. بنابراین، ولتاژ پتانسیل جریان را ایجاد می‌کند.

💡 اگر جریان را بتوان با جریان آب درون یک شلنگ مقایسه کرد، ولتاژ را می‌توان با فشار آب در شیر آب مقایسه کرد. این فشار آب است که باعث می‌شود آب در شلنگ جریان پیدا کند.

💡 ولتاژ با واحدی به نام «ولت» که اختصاراً با V نمایش داده می‌شود اندازه گرفته می‌شود. ولتاژ یک خروجی برق استاندارد در ایالات متحده ۱۱۷ ولت و ولتاژ یک باتری چراغ‌قوه حدود ۱/۵ ولت است. این عدد برای باتری اتومبیل حدود ۱۲ ولت می‌باشد.

💡 می‌توانید با استفاده از دستگاهی به نام ولت‌متر، که دارای دو سیم تست است، میزان ولتاژ بین دو نقطه را کشف کنید. شکل زیر یک ولت‌متر را نشان می‌دهد (وسیله نشان داده شده در اصل مالتی‌متر نامیده می‌شود چون می‌تواند مواردی غیر از ولتاژ را نیز اندازه‌گیری کند).



⚡ ولتاژ می تواند مثبت یا منفی باشد، البته تنها وقتی که با چند نقطه مرجع مقایسه شود. به عنوان مثال، در یک باتری چراغ قوه، ولتاژ در پایانه مثبت نسبت به پایانه منفی $1/5+$ ولت است و در پایانه منفی نسبت به پایانه مثبت $1/5-$ ولت است.

◀ دوست داشتیم تعریف دقیق ولت را به شما بگوییم اما نمی توانیم - حداقل حالا نمی توانیم. تعریف ولت تا زمانی که درباره مفهوم توان، که در ادامه این فصل در بخش «درک توان» توضیح داده می شود، یاد نگیرید هیچ معنایی نخواهد داشت.

اگر چه جریان هنگامی که دو طرف مدار خنثی شده اند متوقف می شود، الکترون های مدار از حرکت باز نمی ایستند. در عوض، به سادگی به حرکت تصادفی طبیعی خود بر می گردند. الکترون ها همیشه در یک رسانا در حرکت اند و وقتی از یک ولتاژ فشار دریافت می کنند، در یک جهت حرکت می کنند. وقتی هیچ ولتاژی برای هل دادن آن ها وجود ندارد، به طور تصادفی حرکت می کنند. در معادلات الکتریکی، ولتاژ معمولاً با حرف E نشان داده می شود که نماد نیروی محرکه الکتریکی است.

◀ در ۱۵۰ سال اول و در بیشتر تحقیقات جدی در مورد ماهیت الکتریسیته، دانشمندان جهت جریان الکتریکی را برعکس آنچه امروز داریم تصور می کردند: آن ها فکر می کردند که جریان الکتریکی، جریان بارهای مثبت است و این که جریان الکتریکی از سمت مثبت یک مدار به سمت منفی جریان دارد. تا حدود سال ۱۹۰۰ بود که دانشمندان شروع به کشف ساختار اتم ها کردند. آن ها به زودی دریافتند که الکترون ها بار منفی دارند و جریان در واقع جریان این الکترون های باردار منفی است. به عبارت دیگر، کشف کردند که جریان در جهت مخالف آن چیزی است که از مدت ها پیش فکر می کردند قرار دارد. افکار قدیمی به سختی از بین می روند و تا به امروز بیشتر مردم جریان الکتریکی را از مثبت به منفی می دانند. این مفهوم جریان گاهی اوقات جریان متعارف نامیده می شود. مدارهای الکترونیکی مدرن تقریباً همیشه بر حسب جریان قراردادی توصیف می شوند، بنابراین فرض بر این است که جریان از مثبت به منفی جریان می یابد، حتی اگر واقعیت این باشد که الکترون ها در مدار در واقع در جهت مخالف جریان دارند.

مقایسه جریان مستقیم و متناوب

جریان الکتریکی که به طور مداوم در یک جهت جریان دارد جریان مستقیم یا DC نامیده می شود. الکترون ها در یک سیم حامل جریان مستقیم به آرامی حرکت می کنند، اما در نهایت از یک سر سیم به سر دیگر می روند، زیرا همچنان در یک جهت در حرکت اند.

ولتاژ در یک مدار جریان مستقیم باید ثابت یا حداقل ثابت باشد تا جریان در یک جهت ثابت بماند. بنابراین، ولتاژ ایجاد شده توسط یک باتری چراغ‌قوه در حدود ۱.۵ ولت ثابت می‌ماند. پایانه مثبت باتری همواره نسبت به پایانه منفی مثبت و پایانه منفی باتری همواره نسبت به پایانه مثبت منفی است؛ این ثابت چیزی است که الکترون‌ها را در یک جهت هل می‌دهد.

نوع رایج دیگر جریان متناوب جریان متناوب است که به اختصار AC نامیده می‌شود. در یک مدار جریان متناوب، ولتاژ به طور متناوب خودش را جمع و جور می‌کند. وقتی ولتاژ معکوس می‌شود، جهت جریان نیز تغییر می‌کند. در رایج‌ترین شکل جریان متناوب، که در بیشتر سیستم‌های توزیع برق در سراسر جهان استفاده می‌شود، ولتاژ به میزان ۵۰ یا ۶۰ بار در ثانیه تغییر می‌کند. در ایالات متحده، ولتاژ ۶۰ بار در ثانیه معکوس می‌شود.

جریان متناوب تقریباً در تمام سیستم‌های توزیع برق جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به این دلیل ساده که جریان AC زمانی که از طریق سیم در مسافت‌های طولانی منتقل می‌شود، بسیار کارآمدتر است. همه جریان‌های الکتریکی زمانی که برای مسافت‌های طولانی جریان می‌یابند، توان خود را از دست می‌دهند، اما مدارهای AC قدرت کمتری نسبت به مدارهای DC از دست می‌دهند. الکترون‌ها در یک مدار AC واقعاً همراه با جریان حرکت نمی‌کنند. در عوض، آن‌ها به نوعی می‌نشینند و به جلو و عقب حرکت می‌کنند. آن‌ها یک جهت را به مدت $1/60$ ثانیه حرکت می‌دهند و سپس جهت دیگر را به مدت $1/60$ ثانیه می‌گردند. حقیقت این است که آن‌ها واقعا به جایی نمی‌روند. برای روشن‌گری بیشتر در این جا چند واقعیت مفید و جالب دیگر در مورد جریان متناوب آورده شده است:

💡 یک اسباب‌بازی محبوب به نام گهواره نیوتن ممکن است به شما کمک کند بدانید جریان متناوب چگونه کار می‌کند.



این اسباب‌بازی شامل یک سری توپ فلزی است که هر یک با رشته‌ای از چهارچوب آویزان شده‌اند، به طوری که توپ‌ها فقط در یک خط مستقیم به یکدیگر برخورد می‌کنند. اگر توپ را از یک طرف خط دور از توپ‌های دیگر بکشید و سپس آن را رها کنید، آن توپ به سمت بقیه توپ‌ها بر می‌گردد، به انتهای یکی ضربه می‌زند و فوراً توپ را از طرف دیگر خط دور از گروه به جلو می‌راند. این توپ کمی تاب می‌خورد، بعد بر می‌گردد و به پایین تاب می‌خورد تا از انتهای دیگر به گروه ضربه بزند، که بعد اولین توپ را از گروه دور می‌کند. این حرکت متناوب، عقب و جلو، اگر اسباب‌بازی به دقت ساخته شود، به طور شگفت‌آوری طولانی است.

جریان متناوب به چنین طریقی عمل می‌کند. الکترون‌ها در ابتدا در یک جهت حرکت می‌کنند، اما سپس خود را معکوس می‌کنند و در جهت دیگر حرکت می‌کنند. حرکت عقب و جلو الکترون‌ها در مدار تا زمانی که ولتاژ به معکوس شدن خود ادامه دهد، ادامه می‌یابد.

💡 اگر می‌خواهید گهواره نیوتن را در عمل ببینید، به یوتیوب بروید و به دنبال گهواره نیوتن بگردید.

💡 برگشت ولتاژ در یک جریان متناوب معمولی آنی نیست. در عوض ولتاژ به آرامی از یک قطب به قطب دیگر تاب می‌خورد. بنابراین ولتاژ در یک مدار AC به طور مداوم در حال تغییر است. این رخداد از صفر شروع می‌شود، سپس برای کمی در جهت مثبت افزایش می‌یابد تا زمانی که به حداکثر ولتاژ مثبت خود برسد، و بعد تا زمانی که به صفر برسد، کاهش می‌یابد. در آن نقطه، در جهت منفی افزایش می‌یابد تا زمانی که به حداکثر ولتاژ منفی خود برسد، که در آن هنگام دوباره کاهش می‌یابد تا وقتی که به صفر برسد. سپس کل چرخه تکرار می‌شود. این حقیقت که مقدار ولتاژ در یک مدار AC همواره در حال تغییر است، بسیار مفید است.

درک توان

در ابتدای این فصل گفتم به سه مفهوم کلیدی اشاره می‌کنم که باید پیش از شروع کار با مدارهای خود در مورد برق بدانید. دو مورد اول یعنی جریان و ولتاژ در ابتدای فصل توضیح داده شدند. سومین قطعه این پازل، توان نام دارد. به بیان ساده، توان کاری است که توسط مدار الکتریکی انجام می‌شود. جریان الکتریکی به خودی خود چندان مفید نیست. فقط زمانی مفید است که انرژی حمل‌شده توسط جریان الکتریکی به شکل دیگری از انرژی مانند گرما، نور، صدا و یا امواج رادیویی تبدیل شود. به عنوان مثال، در یک لامپ رشته‌ای، ولتاژ جریان را از یک رشته عبور می‌دهد، که انرژی حمل‌شده توسط جریان را به

گرما و نور تبدیل می‌کند. توان با واحدی به نام وات (W) اندازه‌گیری می‌شود. تعریف وات ساده است: یک وات میزان کار انجام‌شده توسط مداری است که در آن یک آمپر جریان با یک ولت کار می‌کند. این رابطه معادله‌ای ساده را به وجود می‌آورد. وقتی این کتاب را شروع کردم به خودم قول دادم که تا جایی که ممکن است از تعداد کمی معادله استفاده کنم، اما می‌دانستم که باید حداقل تعدادی از معادلات اساسی را در آن بگنجانم. خوشبختانه این یکی خیلی ساده است: $P = E \times I$

به بیان دیگر توان (P)، مساوی است با ولتاژ (E) ضرب در جریان (I).

برای استفاده صحیح از این معادله باید دقت کنید که توان، ولتاژ و جریان را با استفاده از واحدهای استاندارد آن‌ها اندازه‌گیری کنید: وات، ولت و آمپر. به عنوان مثال، فرض کنید یک لامپ متصل به یک منبع تغذیه ۱۰ ولتی دارید، و یک دهم آمپر از طریق لامپ جریان می‌یابد. برای محاسبه توان (وات) لامپ، از فرمول زیر استفاده می‌کنید:

$$P = 10 \text{ V} \times 0.1 \text{ A} = 1 \text{ W}$$

بنابراین، لامپ یک وات کار می‌کند.

اغلب، شما ولتاژ و وات مدار را می‌دانید و می‌خواهید از این مقادیر برای تعیین مقدار جریان عبوری از مدار استفاده کنید. شما می‌توانید این کار را با برگرداندن معادله به این شکل انجام دهید:

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

به عنوان مثال، اگر می‌خواهید ببینید وقتی یک لامپ ۱۰۰ وات به یک خروجی الکتریکی ۱۱۷ ولتی متصل می‌شود چقدر جریان دارد، از فرمولی مانند این استفاده کنید:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{117 \text{ V}} = 0.855 \text{ A}$$

بنابراین جریان مدار ۰.۸۵۵ آمپر است.

در اینجا به چند نکته نهایی در مورد مفهوم توان اشاره می‌کنیم:

💡 اصطلاح «پراکندگی» اغلب در ارتباط با توان مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که انرژی حمل‌شده توسط جریان الکتریکی به شکل دیگری مانند گرما یا نور تبدیل می‌شود، گفته می‌شود که مدار، توان را پخش می‌کند.

💡 آیا متوجه شدید که جریان و ولتاژ با حروف I و E نمایش داده می‌شوند، نه حروف C یا V که ممکن است انتظار داشته باشید، اما توان با حرف P نمایش داده می‌شود؟ این طور به نظر می‌رسد که سازندگان قوانین فقط سعی می‌کنند همه را گیج کنند. شاید جدول زیر به شما کمک کند مسائل را مرتب کنید:

واحد	مخفف	مفهوم
amp(A)	I	جریان
volt(V)	EMF یا E	ولتاژ
watt(W)	P	توان

قبلاً گفتم تا زمانی که ندانید قدرت چیست نمی‌توانم ولت را تعریف کنم. حالا می‌توانید ببینید که تعریف یک ولت ساده است: یک ولت مقدار نیروی محرکه الکتریکی (EMF) لازم برای انجام یک وات کار در یک آمپر جریان است.

فرمول $P = E \times I$ برخی اوقات قانون ژول نیز نامیده می‌شود.

محاسبه توان مصرف‌شده توسط مدار اغلب بخش مهمی از طراحی مدار است. به همین دلیل است که قطعات الکتریکی مانند مقاومت، ترانزیستور، خازن و مدارهای مجتمع همگی دارای بالاترین نرخ توان هستند. به عنوان مثال، رایج‌ترین نوع مقاومت می‌تواند در حداکثر ۱/۴ وات پراکنده شود. اگر از مقاومت ۱/۴ واتی در مداری استفاده کنید که بیش از ۱/۴ وات توان را پراکنده کند، ممکن است مقاومت بسوزد.

فصل سه: ساختن آزمایشگاه

وقتی کودک بودم به تماشای فیلم فرانکشتاین علاقه داشتم. صحنه‌های محبوب من همیشه همان جایی بود که دکتر فرانکشتاین به آزمایشگاه رفته بود. آن آزمایشگاه‌ها پر از شگفت‌انگیزترین و عجیب‌ترین ابزارهای الکتریکی بود که تا به حال دیده شده‌است. دستیار دکتر دیوانه، ایگور، درست در لحظه مناسب یک کلید چاقو بزرگ را پرت می‌کرد و جرقه به هوا می‌رفت و صدای موزیک به اوج خود می‌رسید و آن موجود زنده شده و دکتر دیوانه فریاد می‌زد: «زنده است!» بهترین فیلم فرانک اشتاین که تا به حال ساخته شده‌است، فیلم اصلی فرانک اشتاین به کارگردانی جیمز وال و با بازی بوریس کارلوف است. دومین فیلم بلند فرانکشتاین ساخته شده در سال ۱۹۷۴ به کارگردانی مل بروکس و با بازی جین وایلدرا است. هر دوی آن‌ها صحنه‌های آزمایشگاهی خوبی دارند. در واقع، آیا می‌دانستید که در آزمایشگاه فرانکشتاین جوان از همان موادی استفاده می‌کند که در کتاب کلاسیک سال ۱۹۳۱ استفاده شد؟ نابه‌ای که این لوازم صحنه را خلق کرد کنت استراک‌فدن، یکی از پیشگامان جلوه‌های ویژه هالیوود بود. استراک‌فدن لوازم اولیه فرانکشتاین را برای چندین دهه در گاراژ خود نگه داشت. وقتی مل بروکس از او پرسید که آیا می‌تواند لوازم مورد نیاز برای فرانکشتاین جوان را قرض بگیرد، استراک‌فدن خوشحال شد.

برای ساخت مدارهای الکترونیکی اولیه به یک آزمایشگاه دانشمند دیوانه مانند آنچه که در فیلم‌های فرانکشتاین می‌بینید نیاز ندارید. با این حال، شما باید یک محل کار ساده‌تر برای خودتان بسازید و باید آن را به یک مجموعه اولیه از ابزارها و نیز برخی اجزای الکترونیکی پایه برای کار کردن مجهز کنید.

با این حال، مهم نیست که محیط کاری شما چقدر متعادل است، شما می‌توانید آن را آزمایشگاه دانشمند دیوانه خود بنامید. به هر حال، اغلب دوستانتان وقتی شروع به ساختن ابزارهای الکترونیکی خود می‌کنید، فکر می‌کنند که شما کمی دیوانه و کمی نابه‌هستید.

در این بخش شما را با چیزهایی آشنا می‌کنم که باید پیش از شروع ساخت مدارهای الکترونیکی به دست بدانید. البته مجبور نیست همه چیز را یک جا بخرید. شما می‌توانید با یک مجموعه ساده از ابزارها و یک فضای کوچک برای کار شروع کنید. زمانی که مهارت‌های الکترونیکی خود را پیشرفت می‌دهید، می‌توانید ابزار و تجهیزات بیشتری را با تغییر نیازهایتان به دست آورید.

ایجاد آزمایشگاه

اول، باید محل خوبی برای کار کردن ایجاد کنید. شما می‌توانید یک میز کوچک خیالی در گاراژ یا اتاق اضافی درست کنید، اما اگر این فضای زیاد را نداشته باشید می‌توانید یک آزمایشگاه عجیب و ساده را در هر جایی قرار بدهید. تنها چیزی که نیاز دارید جایی برای قرار دادن میز و صندلی است. من بیشتر لوازم الکترونیکی‌ام را در یک اتاق اضافی در خانه‌ام انجام می‌دهم، که همچنین به عنوان یک محل نمایش برای برخی از لوازم هالووین که در طول سال‌ها برای خانه جن‌زده‌ام ساخته‌ام نیز هست. شکل زیر آزمایشگاه مرا نشان می‌دهد.



در این جا مواد تشکیل دهنده ضروری هر فضای کاری خوب برای فعالیت الکترونیکی آورده شده‌است:

فضای کافی: شما باید فضای کافی برای کار خود داشته باشید. زمانی که تازه شروع به کار می‌کنید، محیط کار شما می‌تواند کوچک باشد - شاید تنها ۲ یا ۳ فوت در گوشه گاراژ. اما با پیشرفت مهارت‌هایتان، به فضای بیشتری نیاز خواهید داشت.

💡 بسیار مهم است که محلی که برای محل کار خود انتخاب می‌کنید، ایمن باشد، به خصوص اگر بچه‌های کوچکی در اطراف خود داشته باشید. محل کار شما پر از خطرات خواهد بود - چیزهایی که می‌توانند باعث ایجاد شوک، سوختگی و بریدگی شوند و همچنین چیزهایی که تحت هیچ شرایطی نباید خورده شوند. دستان کوچک به شدت کنجکاو هستند و کودکان مستعد گذاشتن هر ماده خطرناکی در دهانشان هستند. بنابراین مطمئن شوید که همه چیز را به طور ایمن دور از دسترس و به طور ایده‌آل پشت یک در بسته نگه دارید.

💡 نورپردازی خوب: نورپردازی ایده‌آل باید به جای این که از طرف یا پشت شما باشد، بالای سر باشد.

در صورت امکان، یک لامپ فلورسنت ارزان قیمت بخرید و آن را مستقیماً بر روی محل کار خود آویزان کنید. اگر نقطه انتخابی تان اجازه نمی‌دهد تا چراغ‌ها را از بالای سر آویزان کنید، بهترین شرط بعدی یک چراغ رومیزی است که بالای سر تاب می‌خورد، تا نور را مستقیماً بر روی کار خود بیاورید.

💡 یک میز کار محکم: در ابتدا شما می‌توانید با چیزی به سادگی میز کار و یا یک میز کوچک تاشو کار کنید. با این حال، در نهایت چیزی ماندگارتر و مهم‌تر می‌خواهید. شما می‌توانید یک میز کار عالی از یک در قدیمی که بالای یک جفت قفسه پرونده‌های قدیمی قرار دارد بسازید، یا می‌توانید صبح روز شنبه در جستجوی یک میز اداری ارزان اما محکم سری به فروشگاه بزنید.

اگر تنها گزینه شما برای میز کار میز آشپزخانه‌تان است، به فروشگاه سخت‌افزار جعبه بزرگ محلی خود بروید و یک قطعه تخته چند لایه ۲۴ اینچی بخرید. این کار به عنوان یک سطح کار جامد خوب عمل خواهد کرد تا زمانی که بتوانید یک میز کار واقعی به دست آورید.

💡 صندلی راحت: اگر میز کار شما یک میز تاشو یا میز تحریر است، بهترین صندلی یک صندلی اداری خوب است. با این حال، بسیاری از نیمکت‌ها بلندتر از ۴ تا ۶ اینچ از ارتفاع میز قرار دارند. این به شما این امکان را می‌دهد که به راحتی در حالت ایستاده کار کنید. اگر میز کار شما بلند است، باید یک صندلی با ارتفاع مناسب داشته باشید. شما می‌توانید یک سه‌پایه را از یک مغازه ابزار فروشی بخرید یا می‌توانید به یک فروشگاه برای یک چهار پایه ارزان مراجعه نمایید.

💡 مقدار زیادی برق: بدیهی است که به هنگام ساخت پروژه‌های الکترونیکی به یک منبع برق در آن نزدیکی نیاز خواهید داشت. یک خروجی الکتریکی ۱۵ آمپر استاندارد ظرفیت جریان کافی را فراهم خواهد کرد، اما احتمالاً خروجی الکتریکی کافی برای نیازهای شما مهیا نخواهد ساخت. آسان‌ترین راه برای برآورده کردن این نیاز، خرید چند نوار توان با چند خروجی و قرار دادن آن‌ها در مکان‌های مناسب در پشت و یا در دو طرف محل کارتان است.

💡 تعداد زیادی انبار: شما به مکانی برای انبار کردن ابزار، لوازم و قطعات خود نیاز دارید. انبار ایده‌آل برای ابزارهای دستی، یک قفسه نصب‌شده بر روی دیوار درست پشت میز کار شماست. سپس می‌توانید از قلاب‌ها برای آویزان کردن ابزار خود استفاده کنید. برای ابزارهای بزرگ‌تر، مانند مته یا اره، قفسه‌های توکار بهترین هستند.

برای بخش‌های کوچک، جعبه‌های ذخیره‌سازی چندبخشی مانند آن‌هایی که در شکل نشان داده شده‌اند، بهترین هستند. من پیشنهاد می‌کنم که یک یا دو عدد از آن‌ها را برای ذخیره تمام اجزای کوچک مانند مقاومت‌ها، دیودها، خازن‌ها، ترانزیستورها و ... به دست آورید.

هم چنین ایده خوبی است که چند ظرف ذخیره‌سازی کوچک و کم‌عمق را دم دست نگه دارید. این‌ها به ویژه برای ذخیره بخش‌هایی برای پروژه‌ای که بر روی آن کار می‌کنید، مفید هستند. این کار به شما کمک می‌کند که ابزار خود را در یک سطل کم‌عمق نگه دارید به جای این که آن‌ها را پراکنده و نامرتب در کل محل کار خود داشته باشید.



شکل: جعبه‌های ذخیره‌سازی چند محفظه‌ای برای ذخیره‌سازی اجزای کوچک ایده‌آل هستند.

همانند هر سرگرمی دیگر، الکترونیک ابزارها و لوازم خاص خود را دارد. خوشبختانه، لازم نیست فوراً به فروشگاه هجوم برده و همه چیز را یک‌جا بخرید. اما هر چه بیشتر درگیر سرگرمی شوید، بیشتر می‌خواهید در طیف گسترده‌ای از ابزارها و لوازم با کیفیت سرمایه‌گذاری کنید. موارد زیر برخی از چیزهای ضروری که باید در اختیار داشته باشید را شرح می‌دهند.

ابزارهای دستی اساسی

برای شروع، به یک مجموعه ابتدایی از ابزارهای دستی احتیاج دارید. به طور خاص، به این موارد نیاز دارید:

💡 آچار پیچ‌گوشتی: بیشتر کارهای الکترونیکی نسبتاً کوچک و خرد هستند، بنابراین شما به پیچ‌گوشتی بزرگ و سنگین نیاز ندارید. اما باید تعدادی آچار پیچ‌گوشتی کوچک و متوسط، هم تیغه صاف و هم سر-فیلیپس تهیه کنید.

💡 انبردست: گاهی اوقات از انبردست استاندارد استفاده می‌کنید، اما در اکثر کارهای الکترونیکی، به جای آن به انبردست بینی-سوزنی وابسته هستید، که به ویژه در کار با سیم لازم هستند؛ آن‌ها را خم و پیچ می‌دهند، آن‌ها را در سوراخ هل می‌دهند و سایر موارد. اغلب انبردست‌های بینی-سوزنی لبه برش دارند که به شما اجازه می‌دهد از آن‌ها به عنوان برش دهنده سیم استفاده کنید. برای کار با قطعات کوچک از انبردست کوچک و برای کارهای بزرگ‌تر از ابزارهای بزرگ استفاده کنید.

💡 برش دهنده سیم: اگر چه شما می‌توانید از انبردست برای بریدن سیم استفاده کنید، اما باید توجه داشت که چند نوع سیم در اختیار دارید. یک برش‌دهنده سیم برای بریدن سیم ضخیم و یک ابزار کوچک‌تر برای بریدن سیم کوچک تهیه کنید.

💡 سیم لخت‌کن: برای حذف عایق سیم‌ها و لایه‌ها از سیم لخت‌کن استفاده می‌شود. برای جلوگیری از آسیب زدن به سیم‌های خود هنگام جدا کردن آن‌ها، به شما پیشنهاد می‌کنم یک ابزار ارزان خریداری کنید.



◀ چیزی که بابتش پرداخت می‌کنی را به دست می‌آوری. وقتی صحبت از ابزار به میان می‌آید، شعار قدیمی «شما چیزی را که برای آن پول می‌دهید دریافت می‌کنید» به طور کلی درست است. ابزارهای خوبی که از بهترین مواد تولید می‌شوند و با بهترین کیفیت عرضه می‌شوند گران‌تر هستند و این طبیعی است. دامنه قیمت می‌تواند قابل توجه باشد. به راحتی می‌توانید ۲۰ یا ۲۵ دلار برای سیم‌چین‌های مناسب هزینه کنید و یا می‌توانید سیم‌های ارزان قیمت را به قیمت ۳ یا ۴ دلار بخرید.

دو اشکال اصلی برای ابزارهای ارزان وجود دارد. اول، دوام نمی‌آورند. یک ابزار ارزان زود از بین می‌رود و فرسوده می‌شود. اشکال دوم ابزارهای ارزان نتیجه اولین عیب آن‌هاست: وقتی ابزارها فرسوده می‌شوند، تمایل دارند به موادی که از آن‌ها استفاده می‌کنید آسیب بزنند. به عنوان مثال، محکم کردن یک پیچ با

آچار پیچ‌گوشتی فرسوده می‌تواند پیچ را جدا کند. به همین ترتیب تلاش برای شل کردن یک مهره با آچار کهنه می‌تواند آن را از جا بکند. برخی شرایط وجود دارند که من در آن‌ها خرج کردن پول برای ابزارهای ارزان را تایید می‌کنم. یکی این است که کارتان حرفه‌ای نبوده و جنبه‌آشنایی و سرگرمی داشته باشد؛ همیشه می‌توانید با ابزارهای ارزان شروع کنید و سپس آن‌ها را یکی پس از دیگری با ابزارهای گران‌قیمت جایگزین کنید چون تجربه، اعتماد به نفس، عشق به سرگرمی و بودجه شما افزایش می‌یابد. یک دلیل خوب دیگر برای خرید ابزارهای ارزان‌قیمت می‌تواند این باشد که شما (مانند من) حواس‌پرت هستید و نگرانید ابزارهای گران‌قیمت خود را گم کرده یا از دست بدهید. اگر می‌خواهید هر چند ماه یک‌بار ابزارها را تعویض کنید، به خاطر این که آن‌ها را از دست می‌دهید، خرید ابزارهای گران‌قیمت هیچ فایده‌ای ندارد!

عینک‌های ذره‌بینی

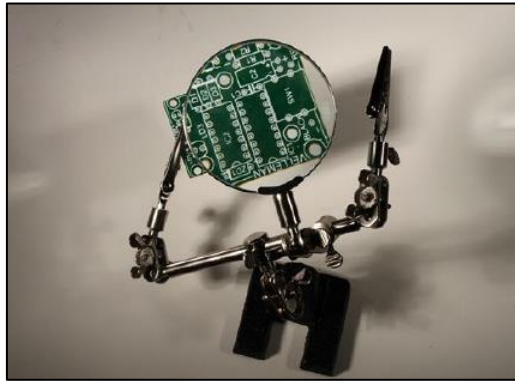
یکی از مفیدترین مواردی که می‌توانید در انبار ابزار خود داشته باشید یک ذره‌بین خوب است. هر چه باشد، وسایل الکترونیکی کوچک هستند. مقاومت‌ها، دیودها و ترانزیستورها کاملاً کوچک هستند. در واقع، من پیشنهاد می‌کنم که حداقل سه نوع لنز بزرگ در دست داشته باشید:

- ❗ یک ذره‌بین دستی برای بررسی اتصالات لحیم، برچسب‌های قطعات کوچک و غیره.
- ❗ یک ذره‌بین که روی یک پایه قرار دارد تا شما بتوانید کار خود را پشت شیشه انجام دهید.
- ❗ عینک‌های براق، که ذره‌بین کاملاً بدون دخالت دست برای کارهای ظریف فراهم می‌کنند.



دست سوم و گیره

دست سوم یک ابزار رایج میان طرفداران است. این یک پایه کوچک است که چند گیره دارد که برای نگه داشتن کارتان از آن‌ها استفاده می‌کنید، در نتیجه دست‌هایتان را برای انجام کارهای ظریف آزاد می‌کنید. اغلب ابزارهای دست سوم شامل یک ذره‌بین هستند.



رایج‌ترین کاربرد برای دست سوم در الکترونیک لحیم‌کاری است. شما از گیره‌ها برای نگه داشتن قسمت‌هایی که می‌خواهید لحیم شوند، استفاده می‌کنید. دست سوم اغلب برای مونتاژ پروژه‌های کوچک مفید است، اما فاقد صلاحیت لازم برای پروژه‌های بزرگ‌تر است.

در هنگام انتخاب گیره به موارد زیر دقت کنید:

- 💡 پایه: گیره‌ای بردارید که پایه آن متناسب با میز کار باشد. سه نوع پایه رایج وجود دارد.
- ◆ پایه دارای سوراخ‌هایی باشد که شما بتوانید از آن‌ها پیچ و مهره عبور داده و گیره را به میز کار خود وصل کنید. این پایدارترین نوع است اما لازم است که سوراخ در میز کار خود ایجاد کنید.
- ◆ پایه یک گیره دارد که می‌توانید آن را محکم کنید تا پایه را در بالا و پایین میز کار خود ثابت کنید. این پایه‌ها نسبتاً پایدار هستند اما تنها می‌توانند نزدیک لبه میز کار شما قرار گیرند.
- ◆ پایه جاروبرقی: پایه دارای یک آب‌بند لاستیکی و اهرمی است که شما برای ایجاد خلأ بین آب‌بند و بالای میز کار می‌کشید. این پایه‌ها قابل‌حمل‌ترین هستند اما تنها زمانی خوب کار می‌کنند که سطح میز کار شما صاف باشد.

💡 حرکت: گیره‌ای بردارید که حرکت زیادی داشته باشد تا بتوانید کار خود را در موقعیت‌های مختلف انجام دهید. دقت کنید که هنگام تنظیم پایه آن را درست قرار دهید.

🔦 حفاظت: دقت کنید که گیره‌ها روکش لاستیکی داشته باشند تا از ابزار محافظت شود.

هویه

لحیم‌کاری یکی از روش‌های اصلی برای مونتاژ مدارهای الکترونیکی است. هدف از لحیم‌کاری ایجاد یک اتصال دائمی بین دو هادی - معمولاً بین دو سیم یا بین یک سیم و یک سطح هادی در یک برد مدار چاپی - است. روش اصلی لحیم‌کاری اتصال فیزیکی دو قطعه برای لحیم‌کاری است و سپس آن‌ها را با یک هویه حرارت می‌دهند تا زمانی که به اندازه کافی گرم شوند و لحیم ذوب شود (یک فلز ویژه ساخته شده از سرب و قلع که نقطه ذوب پایینی دارد)، سپس لحیم‌کاری را بر روی قطعات حرارت داده شده اعمال می‌کنند تا ذوب شده و بر روی قطعات جاری گردد. وقتی لحیم سرد می‌شود، دو هادی را سفت می‌کند و به هم می‌چسباند. برای لحیم‌کاری موفق به سه چیز نیاز دارید:

🔦 هویه: یک ابزار دستی کوچک که می‌تواند لحیم را ذوب کند. یک هویه برای شروع کار خوب است. هرچه بیشتر با وسایل الکترونیکی سر و کار داشته باشید، می‌خواهید روی هویه بهتر سرمایه‌گذاری کنید که کنترل دمایی دقیق تری دارد و از لحاظ داخلی پایه و اساس دارد.

🔦 لحیم: فلز نرمی که ذوب می‌شود تا پیوند بین هادی‌ها ایجاد کند.

🔦 پایه لحیم‌کاری: برای قرار دادن هویه در زمانی که لحیم‌کاری نمی‌کنید. بعضی از هویه‌ها همراه خود پایه دارند، اما ارزان‌ترین هویه‌های موجود نیستند.



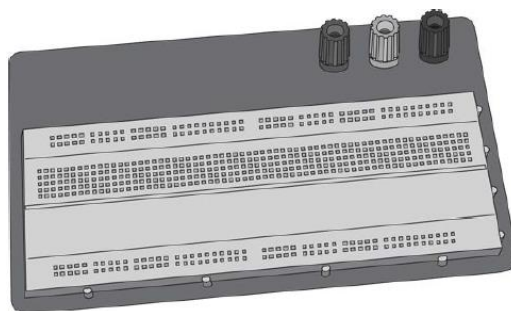
مالتی متر

در فصل دو دیدید که می‌توان با مالتی متر ولتاژ را اندازه گرفت. باید بدانید می‌توان از مالتی متر برای اندازه‌گیری بسیاری از مقادیر دیگر که در الکترونیک مهم هستند، استفاده کرد. علاوه بر ولتاژ، دو اندازه‌گیری رایج که باید انجام دهید، جریان و مقاومت هستند. پس به جای استفاده از سه ابزار مختلف

برای انجام این اندازه‌گیری‌ها، معمول است که از یک ابزار واحد به نام مالتی متر استفاده شود.

نمونه تابلویی بدون اتصال

این وسیله برای آزمایش طرح‌های مدار ضروری است. نمونه تابلویی بدون اتصال صفحه‌ای است که سوراخ‌هایی دارد که در آن می‌توانید سیم یا قطعات الکترونیکی مانند مقاومت، خازن، ترانزیستور و غیره را برای ایجاد یک مدار الکترونیکی کامل بدون لحیم‌کاری قرار دهید. وقتی کار مدار تمام شد، می‌توانید آن را جدا کنید، و سپس از صفحه و سیم‌ها و قطعات برای ایجاد یک مدار کاملاً متفاوت استفاده کنید. شکل زیر این وسیله را نشان می‌دهد:



چیزی که باعث می‌شود این تابلو بسیار مفید واقع شود این است که حفره‌های موجود در آن در واقع اتصالات بدون اساسی هستند که به طور داخلی در یک الگوی خاص به یکدیگر متصل شده‌اند. وقتی کار کردن با این ابزار را شروع کنید، هیچ مشکلی در درک نحوه کار آن نخواهید داشت. باید حداقل یکی از این تابلوها را داشته باشید.

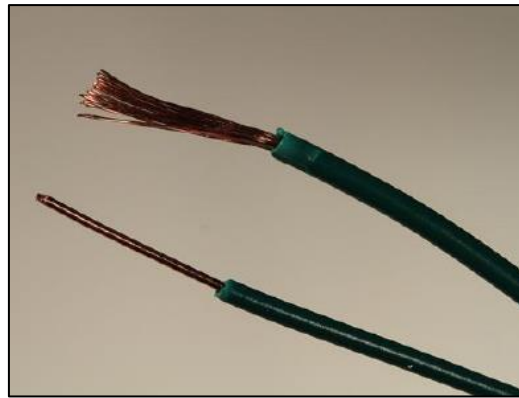
سیم

یکی از مهم‌ترین اقلامی که باید در آزمایشگاه خود داشته باشید سیم است که یک هادی است و معمولاً از مس ساخته می‌شود اما گاهی اوقات از آلومینیوم و یا فلزات دیگر تهیه می‌گردد. هادی معمولاً با لایه بیرونی عایق پوشانده می‌شود. در بیشتر سیم‌ها، عایق از پلی‌اتیلن ساخته شده است که همان ماده‌ای است که برای ساخت کیسه‌های پلاستیکی به کار می‌رود. سیم‌ها دو نوع اساسی دارند:

سیم سخت: ساخته شده از یک قطعه فلز

سیم خاردار: ساخته شده از یک مشت سیم کوچک که با هم بافته شده‌اند

شکل هر دو نوع سیم را نشان می‌دهد تا بتوانید تفاوت را ببینید.



انواع اتصالات ترمینال آسان تر است. همچنین لحیم کردن سیم سخت آسان تر است. زمانی که سعی می‌کنید سیم خاردار را محکم کنید، به طور اجتناب‌ناپذیر یکی از رشته‌های کوچک از بقیه رشته‌ها جدا می‌شود که می‌تواند پتانسیل یک مدار کوتاه را ایجاد کند. از طرف دیگر، سیم خاردار انعطاف‌پذیرتر از سیم سخت است. اگر به اندازه کافی سیم سخت را خم کنید، نهایتاً آن را می‌شکنید. اغلب سیم‌هایی که شل می‌شوند از نوع خاردار هستند.

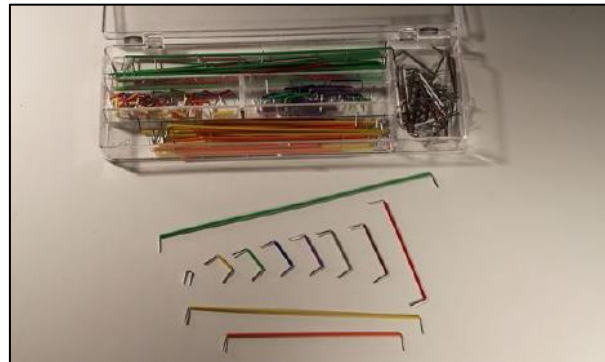
سیم‌ها اندازه‌های مختلفی دارند که با درجه سیم مشخص می‌شود و عموماً در داخل یا روی بسته‌بندی ذکر می‌گردد. به طرز عجیبی، هر چه درجه بزرگ‌تر باشد، سیم کوچک‌تر خواهد بود. برای اغلب پروژه‌های الکترونیک، به سیم با درجه ۲۰ یا ۲۲ نیاز دارید. زمانی که با برق خانگی کار می‌کنید، باید از سیم‌های بزرگ (معمولاً درجه ۱۴ یا ۱۶) استفاده کنید.

در نهایت، ممکن است متوجه شده باشید که عایق اطراف سیم رنگ‌های مختلفی دارد. رنگ تاثیری بر نحوه کار سیم ندارد، اما استفاده از رنگ‌های مختلف برای نشان دادن هدف سیم معمول است. برای مثال، در مدارهای DC استفاده از سیم قرمز برای اتصالات ولتاژ مثبت و سیم سیاه برای اتصالات منفی معمول است.

برای شروع پیشنهاد می‌کنم انواع مختلفی از سیم‌ها را بخرید - حداقل چهار رول: ۲۰ درجه سخت، ۲۰ درجه خاردار، ۲۲ درجه سخت و ۲۲ درجه خاردار. اگر بتوانید مجموعه‌ای از رنگ‌ها را پیدا کنید، بهتر است.

علاوه بر سیم‌های مذکور ممکن است بخواهید سیم‌های آماده را نیز انتخاب کنید که از قبل برش داده شده‌اند و برای استفاده روی تخته‌های بدون لحیم خم شده‌اند. شکل مجموعه‌ای از این سیم‌ها را نشان

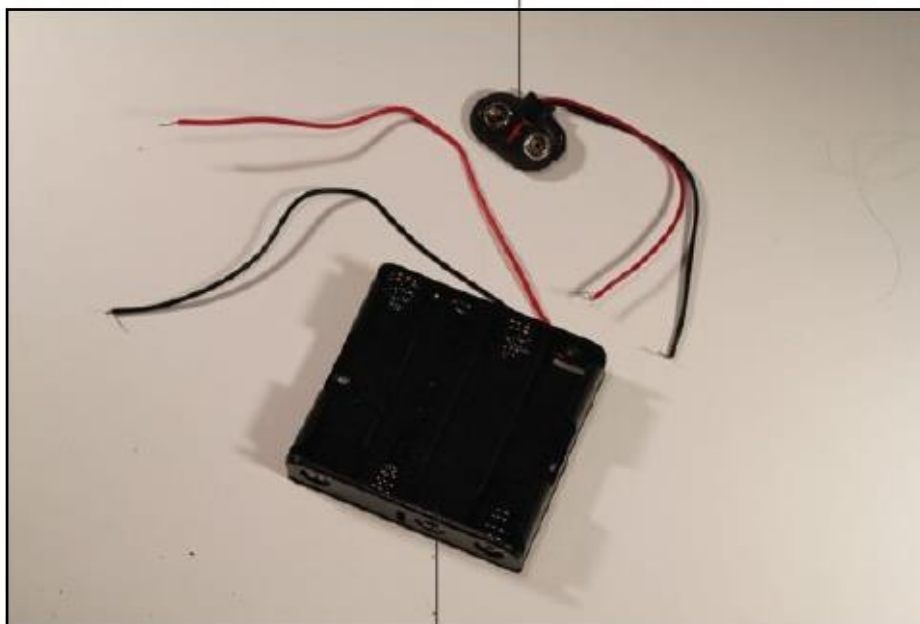
می دهد.



باتری

باتری را فراموش نکنید! بیشتر مدارهای تحت پوشش این کتاب از باتری‌های AA یا ۹ ولت استفاده می‌کنند، بنابراین به آن‌ها نیاز پیدا خواهید کرد. اگر بخواهید می‌توانید از باتری‌های قابل شارژ استفاده کنید. آن‌ها در ابتدا هزینه بیشتری دارند، اما وقتی آن‌ها شارژ خود را از دست می‌دهند، لازم نیست آن‌ها را جایگزین کنید. اگر از قابلیت شارژ مجدد استفاده کنید، به شارژر باتری نیز نیاز خواهید داشت. برای اتصال باتری‌ها به مدارها، باید چند باتری AA خریداری کنید. یکی از نگه‌دارنده‌های باتری که دو باتری و دیگری که چهار تا دارد بگیرد. همچنین باید چند گیره باتری ۹ ولت بگیرید. ابزارهای مذکور را در شکل زیر می‌بینید.

گیره باتری ۹ ولت



نگه‌دارنده باتری AA

چیزهای دیگری که باید به آنها رسیدگی کنید

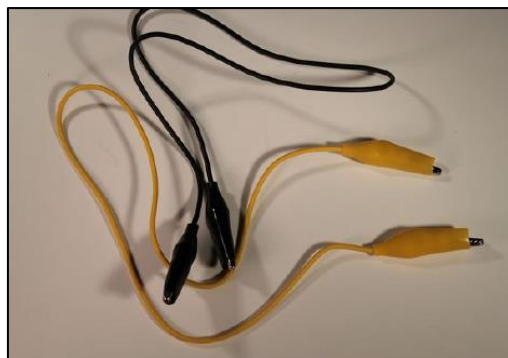
علاوه بر تمام چیزهایی که تا کنون لیست کرده‌ام، در این جا چند مورد دیگر وجود دارد که ممکن است هر چند وقت یک بار به آنها نیاز داشته باشید:

💡 نوار الکتریکی: یک یا دو نوار الکتریکی سیاه ساده بردارید. اغلب از آن برای پیچیدن دور اتصالات موقت استفاده می‌کنید تا آنها را کنار هم نگه دارید و از کوتاه کردنشان جلوگیری کنید.

💡 هوای فشرده: یک قوطی کوچک هوای فشرده می‌تواند به کار آید تا گرد و غبار را از یک تخته یا اجزای مدار قدیمی پاک کند.

💡 کیسه‌های زیپی: این کیسه‌های پلاستیکی کوچک برای نگهداری موقتی (یا دائمی) سیم و چیزهای دیگر به کار می‌روند.

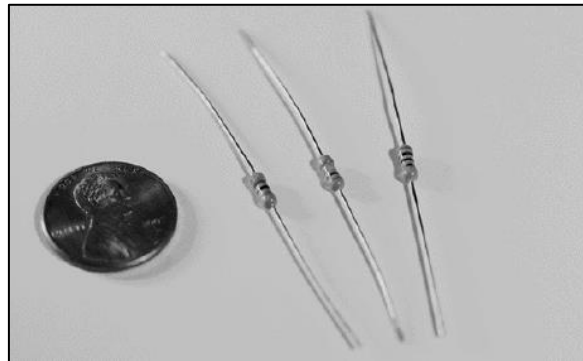
💡 سیم‌های گیره‌دار: سیم‌های کوتاهی اند که بر روی آنها گیره‌ای متصل شده است و از آنها برای ایجاد ارتباط سریع بین اجزا برای اهداف آزمایشی استفاده می‌شود. نمونه‌ای از آنها را در زیر مشاهده می‌کنید.



علاوه بر تمام ابزارها و تجهیزاتی که تا کنون در این بخش توضیح داده‌ام، باید مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی ارزان نیز برای شروع به کار با مدارها به شما معرفی کنم. مجبور نیستید همه چیز را یک باره بخرید، اما خوب است حداقل قسمت‌های اولیه را قبل از جلو رفتن تهیه کنید. شما می‌توانید بسیاری از این اجزا را شخصاً در هر فروشگاه لوازم و ابزارهای الکترونیکی خریداری کنید. اگر به اندازه کافی خوش‌شانس باشید که یک فروشگاه لوازم الکترونیکی تخصصی پیرامون خود داشته باشید، می‌توانید قطعات را با قیمتی مناسب تهیه فرمایید.

مقاومت ها

مقاومت جزئی است که در برابر جریان مقاومت می کند. این یکی از اساسی ترین اجزای مورد استفاده در مدارهای الکترونیکی است. در واقع در این کتاب حتی یک مدار هم پیدا نمی شود که حداقل یک مقاومت نداشته باشد. شکل سه مقاومت را در کنار یک سکه نشان می دهد بنابراین می توانید بفهمید تا چه حد کوچک هستند.



مقاومت ها در مقادیر مختلف مقاومت (میزان مقاومت آن ها در برابر جریان، اندازه گیری شده در واحدهای موسوم به اهم و تعیین شده توسط نماد Ω) و درجه بندی توان (میزان توان آن ها، اندازه گیری شده به وات) موجود هستند.

تمام مدارهای این کتاب می توانند از مقاومت های مجاز برای یک و نیم وات استفاده کنند؛ به گستره وسیعی از مقادیر مقاومت نیاز خواهید داشت. توصیه می کنم حداقل ۱۰ مورد از ۱۲ مقاومت زیر را بخرید:

470 Ω 4.7 k Ω 47 k Ω 470 k Ω
 1 k Ω 10 k Ω 100 k Ω 1 M Ω
 2.2 k Ω 22 k Ω 33 k Ω 220 k Ω

می توانید با خرید بسته ای که شامل تعداد زیادی مقاومت است، در هزینه ها صرفه جویی کنید.

خازن ها

در کنار مقاومت ها، خازن ها احتمالاً دومین جزء رایج در مدارهای الکترونیکی هستند. خازن وسیله ای است که می تواند به طور موقت بار الکتریکی را ذخیره کند. خازن ها انواع مختلفی دارند که رایج ترین آن ها دیسک سرامیکی و الکترولیتی هستند. مقدار ظرفیت خازن داده شده معمولاً در واحد میکروفاراد یا به اختصار μF اندازه گیری می شود.

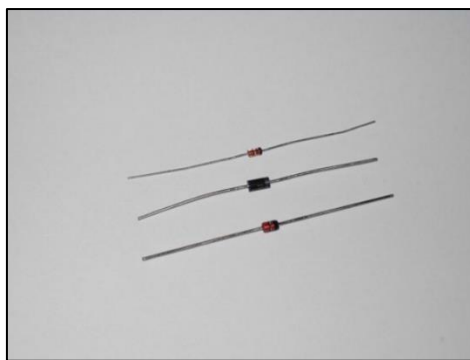
به عنوان یک مجموعه اولیه از خازن‌ها، پیشنهاد می‌کنم که حداقل پنج تا از خازن‌های زیر را تهیه کنید:

خازن دیسک سرامیکی: ۰/۰۱ و ۰/۱ میکروفاراد

خازن الکتrolیتی: ۱، ۱۰، ۱۰۰، ۲۲۰ و ۴۷۰ میکروفاراد

دیودها

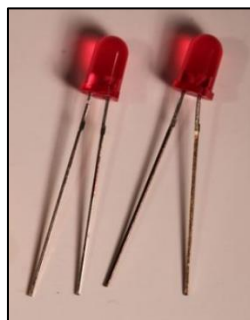
یک دیود ابزاری است که اجازه می‌دهد جریان تنها در یک جهت وجود داشته باشد. شکل، مجموعه‌ای از انواع مختلف دیودها را نشان می‌دهد.



یک دیود دو ترمینال (پایانه) دارد که آند و کاتد نامیده می‌شوند. جریان تنها زمانی از دیودی عبور می‌کند که ولتاژ مثبت به آند و ولتاژ منفی به کاتد اعمال شود. اگر این ولتاژها معکوس شوند، جریان برقرار نخواهد شد. در حال حاضر، پیشنهاد می‌کنم که حداقل پنج عدد از دیودهای اصلی معروف به 1N4001 را تهیه کنید.

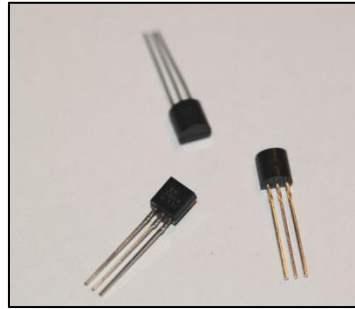
دیودهای ساطع‌کننده نور

دیود ساطع‌کننده نور (یا LED) نوع ویژه‌ای از دیود است که نور را هنگام عبور جریان از خود ساطع می‌کند. اگر چه انواع مختلفی از LED وجود دارد، پیشنهاد من این است که با خرید پنج دیود قرمز شروع کنید.



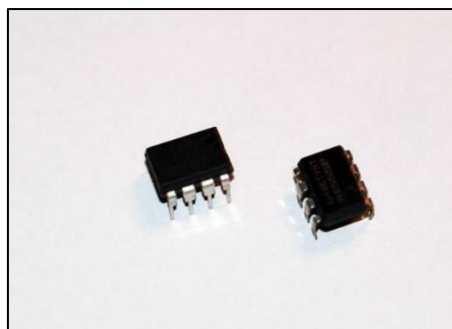
ترانزیستورها

ترانزیستور وسیله‌ای سه ترمینالی است که در آن یک ولتاژ اعمالی به یکی از ترمینال‌ها (به نام پایه) می‌تواند جریان عبوری از دو ترمینال دیگر (به نام جمع‌کننده و ساطع‌کننده) را کنترل کند. ترانزیستور یکی از مهم‌ترین دستگاه‌ها در الکترونیک است. در حال حاضر، تنها چند ترانزیستور $2N3904$ NPN تهیه کنید.



مدارهای یکپارچه

مدار یکپارچه جزئی خاص است که شامل یک مدار الکترونیکی، کامل شده با ترانزیستورها، دیودها و دیگر عناصر است که از نظر نوری بر روی قطعه کوچکی از سیلیکون حک شده است. مدارهای یکپارچه بلوک‌های سازنده دستگاه‌های الکترونیکی مدرن مانند کامپیوترها و تلفن‌های همراه هستند. برای شروع باید حداقل دو نوع مختلف از مدارهای یکپارچه را انتخاب کنید.



یک چیز پایانی

البته به چیز دیگر هم هست که به آزمایشگاه دانشمند دیوانه برای کامل بودن بدن نیاز دارد. آن مورد آخر نشانه‌ای است که به درستی به دوستان و خانواده شما هشدار می‌دهد که شما واقعاً یک دانشمند دیوانه هستید. شما اجازه صریح من را برای تهیه فوتوکپی از علامت نشان داده شده در شکل دارید و باید آن را در یک نقطه برجسته نزدیک میز کار خود قرار دهید.



نوشته روی علامت: هشدار! آزمایشگاه دانشمند دیوانه

مطمئن شوید که به درستی به دوستان و خانواده خود هشدار داده‌اید.

فصل چهار: حفظ ایمنی

وقتی بچه بودم، به دوستی به نام بری که سیم پیچ تسلا را ساخته بود کمک کردم. منظورم از «کمک» این است که در گاراژ او نشستیم و در حالی که او با دقت هزاران دور سیم مسی لخت را دور یک بطری شیر شیشه‌ای بزرگ پیچیده بود، آن را با چندین لایه رنگ نقاشی کردم و توپ برنجی متصل به بالای سیم پیچ را صیقل دادم. کاملاً مطمئن هستم که بدون من نمی‌توانست این کار را بکند.

وقتی این کار انجام شد، ما آن را راه‌اندازی کردیم و از کاری که می‌توانست انجام دهد شگفت‌زده شدیم. باورم نمی‌شد که پدر و مادر بری به او اجازه داده باشند چنین چیزی در گاراژ خانه بسازد. سیم‌پیچ تسلا دارای مخاطرات جدی است که آن زمان ما اطلاعاتی از مخاطرات نداشتیم! این مخاطرات عبارتند از:

💡 **برق گرفتگی به دلیل ولتاژ بسیار بالا.** در هنگام کار با سیم‌پیچ تسلا معمولاً از لباس‌های مخصوص با اتصال به زمین استفاده می‌شود. اگر شما در میدان الکتریکی ثانویه وارد شوید، بدن شما هم به عنوان خازن و هم به عنوان رسانا عمل می‌کند و جریان بیشتری از شما عبور می‌کند.

💡 **سیم‌پیچ‌های تسلا می‌توانند باعث ایجاد پدیده کرونا (Corona) شوند.** جرقه‌ها و پدیده کرونا باعث ایجاد گاز اوزون و اکسید نیتروژن می‌شود. اوزون گازی سمی است، همچنین ترکیب اکسید نیتروژن با بخار آب موجود در ریه شما می‌تواند اسید تولید کند و به سلامتی شما آسیب جدی برساند. معمولاً سیم‌پیچ‌های تسلا در فضای باز و یا آزمایشگاه‌های دارای تهویه مناسب تست می‌شوند.

💡 **سیم‌پیچ تسلا حتی می‌تواند فرکانس‌های مزاحم با توان بالا تولید کند،** چون مثل یک آنتن عمل می‌کند.

آنچه می‌دانم این است که پدر و مادر من اجازه نمی‌دادند چنین چیزی در گاراژ خانه بسازم!

هیچ کدام از پروژه‌های الکترونیکی توصیف‌شده در این کتاب به اندازه سیم‌پیچ تسلا خطرناک نیستند. در واقع اکثر آن‌ها بی‌خطرند. با این وجود، مهم است به یاد داشته باشید که هر وقت با برق کار می‌کنید، با چیزی کار می‌کنید که به طور بالقوه بسیار خطرناک است. احتمال شوک الکتریکی همیشه که دارید با برق کار می‌کنید وجود دارد اما خطرات احتمالی دیگری نیز وجود دارند. احتمالاً به چشم خود شلیک نخواهید کرد، اما اگر مراقب نباشید، ممکن است آتش روشن کنید یا به خودتان یا کس دیگری آسیب بزنید.

پس هدف از این فصل، ایمن نگه داشتن شما در حین آزمایش با لوازم الکترونیکی است. لطفاً آن را خوب بخوانید و خواهشاً هر نصیحتی را که به شما می‌کنم گوش کنید.

مواجه شدن با خطرات واقعی الکتریکی

هیچ راهی برای فرار از این واقعیت ساده وجود ندارد که یک شوک الکتریکی، اگر به اندازه کافی قوی باشد، می‌تواند شما را بکشد. بنابراین هر زمان که با برق کار می‌کنید باید مطمئن باشید که تمام احتیاط‌ها را به کار می‌برید تا از این که در معرض شوک به اندازه کافی قوی برای آسیب قرار بگیری اجتناب کنید. در ایالات متحده سالانه بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ نفر به دلیل برق‌گرفتگی جان خود را از دست می‌دهند. بسیاری از آن‌ها مربوط به حوادث صنعتی یا آب و هوا هستند که در آن‌ها افراد با خطوط انتقال توان تماس پیدا می‌کنند. به هر حال اکثر آن‌هایی که در خانه اتفاق می‌افتند کاملاً قابل اجتناب هستند. در بخش‌های بعدی، دستورالعمل‌های ویژه‌ای برای جلوگیری از برق‌گرفتگی اتفاقی به شما می‌دهم.

جریان الکتریکی خانگی می‌تواند شما را بکشد!

بسیاری از افراد بر این باورند که جریان ۱۲۰ ولت جریان متناوب در سیم‌های برق خانگی برای کشتن کافی نیست. پس بیایید با یک واقعیت شروع کنیم: الکتریسیته در سیستم سیم‌کشی خانه شما به اندازه کافی قوی است که بتواند کسی را بکشد.

شما عمدتاً در دو محل در معرض جریان الکتریکی خانگی قرار دارید: در خروجی‌های الکتریکی و در پریزهای لامپ در لوازم روشنایی. در نتیجه، باید هر زمان که چیزی را به پریز برق وصل می‌کنید یا از پریز برق بیرون می‌آورید، خیلی مراقب باشید و هر زمان که یک لامپ را عوض می‌کنید احتیاط کنید. به طور خاص، باید این اقدامات احتیاطی را دنبال کنید:

💡 هرگز وقتی کلید برق روشن است لامپ را عوض نکنید. اگر می‌خواهید لامپ را عوض کنید کلید برق را خاموش کنید و یا اگر وسیله برقی‌ای را دستکاری می‌کنید حتماً آن را از پریز بیرون بکشید.

💡 اگر سیم رابط به هر شکل فرسوده و یا آسیب‌دیده باشد، آن را دور بیندازید. هنگامی که عایق سیم رابط شروع به از بین رفتن می‌کند، خطر شوک بسیار واقعی است.

💡 هرگز زمانی که مدار برق‌دار است کار سیم‌کشی الکتریکی را انجام ندهید. اگر اصرار دارید که سوئیچ‌های چراغ و یا خروجی‌های الکتریکی خود را تغییر دهید، همیشه برق را قطع کنید. هر ساله بسیاری از مردم

جان خود را به این دلیل از دست می دهند که فکر می کنند می توانند به اندازه کافی مراقب باشند.

💡 اگر دستگاهی برق دارد، قبل از این که روی آن کار کنید آن را از برق بکشید.

💡 زمانی که با مدارهای AC کار می کنید، اقدامات احتیاطی بیشتری انجام دهید.

آیا درست است که جریان، و نه ولتاژ، می کشد؟

یک گفته قدیمی وجود دارد مبنی بر این که «این جریان است که می کشد، نه ولتاژ» اگرچه این بیانیه ممکن است از نظر فنی درست باشد، اما به طرز خطرناکی گمراه کننده است؛ در واقع، از یک سوء تفاهم اساسی در مورد این که جریان و ولتاژ چه هستند، ناشی می شود. عدم درک رابطه بین جریان و ولتاژ می تواند باعث ایجاد ریسک های خطرناکی شود. خطر شوک الکتریکی زمانی رخ می دهد که جریان از بخش های حیاتی بدن شما به ویژه قلب شما عبور کند. برای متوقف کردن قلب، تنها به چند میلی آمپر جریان نیاز است. با جریان ۱۰ میلی آمپر ماهیچه های تان منقبض می شوند و باعث می شود که اگر یک سیم دارای برق در دست دارید، رها کردن آن غیرممکن شود. جریان حدود ۱۵ mA، ماهیچه های سینه را منقبض کرده و تنفس را غیر ممکن می سازد. جریان ۶۰ میلی آمپر می تواند قلب را از کار بیندازد. تنها چند لحظه برای رخ دادن این اثرات طول می کشد. پس بله، این جریانی است که از بدن شما می گذرد و می تواند شما را بکشد. اما جریان از ولتاژ جدا نشدنی است.

جریان نمی تواند بدون ولتاژ اتفاق بیفتد و هر چه ولتاژ بیشتر باشد، جریان بیشتر خواهد بود. در نتیجه، گرفتن یک شوک کشنده از سه ولت بسیار دشوار است، حتی اگر خیس باشید و بر روی بتون بایستید. اما تحت این شرایط، ۳۰ ولت ممکن است برای ایجاد یک شوک دردناک و مخرب کافی باشد. گفتن «این جریان است که می کشد، نه ولتاژ» به نوعی شبیه گفتن «کمبود اکسیژن که باعث غرق شدن می شود نه آب» است.

حتی ولتاژهای نسبتاً کوچک هم می توانند به شما آسیب برسانند

بیشتر پروژه ها در این کتاب با باتری های AA کار می کنند، که معمولاً دو یا چهار عدد از آنها به یکدیگر گره خورده اند تا در مجموع سه یا شش ولت تولید کنند. این ولتاژ برای آسیب جدی کافی نیست. حتی اگر با سه یا شش ولت یکه بخورید، احتمالاً به سختی احساسش می کنید. با این حال، ممکن است با ولتاژهای حتی کم تر از سه یا شش ولت به خودتان آسیب برسانید.

اگر به طور تصادفی یک مدار کوتاه بین دو قطب باتری ایجاد کنید، مقدار زیادی جریان خیلی سریع شارش پیدا خواهد کرد. این کار به احتمال زیاد باعث می‌شود که سیم اتصال دو سر باتری بسیار داغ شود و خود باتری نیز ممکن است گرم شود. گرما می‌تواند به اندازه کافی برای ایجاد یک سوختگی دردناک کافی باشد.

اگر جریان کنترل نشود، احتمال انفجار باتری نیز وجود دارد. باور کنید اگر این اتفاق بیفتد نمی‌خواهید در آن نزدیکی باشید. شما که واقعاً نمی‌خواهید به اورژانس بروید تا تکه‌های باتری منفجر شده را از چشمانتان بیرون بکشند؟ از رعایت توصیه‌های زیر شانه خالی نکنید:

💡 تا زمانی که مدار تکمیل نشده آن را به برق متصل نکنید و کار را برای اطمینان از این که همه چیز به درستی متصل شده‌است، مرور کنید.

💡 اتصالات مدارها را هنگام اتصال به برق دستکاری نکنید. همیشه قبل از این که میز کار را ترک کنید، باتری‌ها را بردارید.

💡 به طور متناوب باتری‌ها را با انگشت خود لمس کنید تا مطمئن شوید که داغ نیستند. اگر دارند گرم می‌شوند، برشان دارید و مدار را بررسی کنید تا مطمئن شوید که دچار اشتباه سیم‌کشی نشده اید.

💡 اگر بوی سوختگی را حس می‌کنید، باتری را برداشته و مدار را بررسی کنید.

💡 همیشه برای مراقبت از خود در برابر انفجار باتری‌ها، از محافظ چشم استفاده کنید. (در شرایط نامناسب، اجزای دیگر نیز می‌توانند منفجر شوند!)

امن ماندن با خشک ماندن

همه ما شاهد جنایاتی بوده‌ایم که در درام‌های جنایی تلویزیونی با پرتاب یک دستگاه الکتریکی متصل به برق مانند خشک‌کن مو در وان حمام در حالی که قربانی در حال حمام کردن بوده، رخ داده است. همیشه در این فکر بودم که این اتفاق واقعاً چند بار می‌افتد و چقدر احتمال دارد کشنده باشد. به عنوان مثال، مدارشکن (نوعی کلید خودکار است که برای محافظت از یک مدار الکتریکی در مقابل خطرات ناشی از اضافه بار یا اتصال کوتاه طراحی شده‌است) با چه سرعتی وارد عمل می‌شود و توان را در خشک‌کننده مو متوقف می‌کند؟ آیا دستگاه‌های مخصوص حفاظت GFCI که در تمام حمام‌ها مورد نیازند به صورت مناسب و به موقع برای خشک‌کن مو کار می‌کنند؟

البته هیچ وقت نمی‌خواستم یک آزمایش واقعی انجام بدهم تا حقیقت را بفهمم – و شما هم نباید تحت هیچ شرایطی انجام دهید. آب و برق ترکیب بسیار بدی هستند چون آب یک رسانای عالی الکتریسیته است و همه جا جریان دارد. به طور دقیق، آب خالص غیر آلوده در واقع یک عایق است. اما آب خالص بسیار نادر است. بیشتر آب‌ها حاوی مواد آلاینده هستند و این مواد آب را به یک رسانای عالی تبدیل می‌کنند. در نتیجه باید هنگام کار با جریان الکتریکی از آب اجتناب کنید. در اینجا چند نکته برای رعایت ایمنی از طریق خشک ماندن آورده شده است:

💡 اطمینان حاصل کنید کف زمین خشک است. در جایی که کف زمین مرطوب است بر روی وسایل الکترونیکی کار نکنید.

💡 مواظب رطوبت بالا باشید، به خصوص اگر پروژه‌تان دارای فرایند تبدیل به آب باشد.

💡 پیش از کار با جریان الکتریکی، دستان خود را خشک کنید. حتی مقدار کمی عرق روی دست می‌تواند مقاومت طبیعی بدن را کاهش دهد و خطر شوک‌های الکتریکی از ولتاژهای پایین‌تر را برجسته کند.

گاهی ولتاژ در مکان‌های غیر منتظره پنهان می‌شود

یکی از بزرگ‌ترین خطرات شوک در زمینه الکترونیک از ولتاژهایی ناشی می‌شود که شما انتظار نداشتید با آن‌ها مواجه شوید. به راحتی می‌توانید مراقب ولتاژهایی مانند منبع تغذیه یا باتری باشید، اما برخی از مدارهای الکترونیکی برای تقویت ولتاژ طراحی شده‌اند. بنابراین حتی اگر مدارتان روی باتری‌های ۶ ولتی اجرا شود، ممکن است ولتاژهای بسیار بیشتری در نقاط خاصی از مدار وجود داشته باشند.

علاوه بر این، برخی از وسایل الکتریکی می‌توانند واقعاً بار الکتریکی را مدت‌ها پس از قطع برق مدار ذخیره کنند. بدنام‌ترین وسیله با این مشخصه خازن است که به طور متناوب بارهای الکتریکی را ذخیره کرده و سپس آن‌ها را آزاد می‌کند. بنابراین، باید نسبت به هر مداری که حاوی خازن‌ها باشد، محتاط باشید – به خصوص اگر خازن‌ها بزرگ باشند. خازن‌های سرامیک – خازن‌های دیسکی، که معمولاً کوچک‌تر از یک قطعه دومینو هستند، بار زیادی را ذخیره نمی‌کنند. با این حال، اگر مدار شما خازن‌هایی به اندازه باتری دارد، هنگام کار در اطراف آن‌ها باید بسیار مراقب باشید. این خازن‌ها می‌توانند بار زیادی را پس از قطع برق ذخیره کنند.

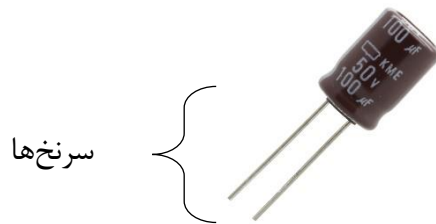
در ادامه چند نکته ایمنی در رابطه با خازن‌ها آورده شده است.

❗ یکی از رایج‌ترین مکان‌ها برای یافتن خازن‌های بزرگ در مدار تغذیه‌کننده از توان است. هر دستگاه الکترونیکی که به پریز برق خانگی متصل می‌شود دارای یک مدار تغذیه‌کننده از توان است که ممکن است شامل یک خازن بزرگ باشد. مراقب این خازن‌ها باشید. در واقع، اگر مدار تغذیه‌کننده از توان در داخل جعبه بسته‌ای قرار داشته باشد، جعبه را باز نکنید. اگر فکر می‌کنید چنین مداری دارای مشکل است به جای دستکاری کاملاً آن را با عوض کنید.

❗ یک مکان معمول دیگر برای پیدا کردن خازن‌های ولتاژ بالا در یک دوربین فلش است. حتی اگر باتری تنها یک و نیم ولتی باشد، خازن ممکن است ۳۰۰ V یا بیشتر را در خود نگه دارد.

❗ قبل از کار بر روی مداری که شامل یک خازن است، همیشه خازن را ابتدا تخلیه کنید. می‌توانید با کوتاه کردن سرخ‌های کوچک با تیغه پیچ‌گوشتی، آن‌ها را تخلیه کنید. مطمئن شوید که تنها دسته عایق آچار پیچ‌گوشتی را در زمان کوتاه کردن سرخ‌ها لمس می‌کنید نه بخش دیگری از مدار را.

❗ خازن‌های بزرگ‌تر باید با اتصال سرخ‌های خود به یک لامپ یا مقاومت بزرگ تخلیه شوند.



اگر در تخلیه خازن‌های بزرگ وارد نیستید از آن پرهیز کنید.

شوک الکتریکی تنها خطری نیست که هنگام کار با وسایل الکترونیکی با آن مواجه خواهید شد. بندهای زیر برخی از خطرات دیگر که ممکن است با آن‌ها مواجه شوید را خلاصه کرده و اقدامات احتیاطی که باید برای به حداقل رساندن آن‌ها انجام دهید را شرح می‌دهد:

❗ لحیم‌کاری، خطر آتش‌سوزی آشکاری را به همراه دارد. اگر هویه شما به اندازه کافی گرم است که سبب ذوب شود، همچنین به اندازه کافی گرم است که مواد قابل احتراق مانند کاغذ، عایق سیمی و غیره را نیز مشتعل کند. از این رو:

همیشه زمانی که هویه روشن است، حواستان را جمع کنید. هویه را تا زمانی که به آن نیاز ندارید به برق وصل نکنید و وقتی لحیم‌کاری تمام شد آن را از برق بکشید.

هرگز هویه را روی میز کارتان قرار ندهید؛ به جای آن از پایه استفاده کنید تا هویه را در حالی که داغ است به طور ایمن نگه دارید. شکل یک هویه را نشان می‌دهد که در پایه ساده قرار دارد.



مراقب سیم برق لحیم کاری باشید. واضح است که باید از سوزاندن سیم با هویه خودداری کنید. من خودم یک‌بار وقتی که با بی‌دقتی هویه را کنار گذاشتم این کار را کردم و مستقیماً آن را با سیم‌ها تماس دادم. خوشبختانه قبل از این که هویه قسمت زیادی از عایق سیم را ذوب کند متوجه اشتباهم شدم. دقت کنید که هویه به طور ایمن از لوازم و اثاثیه شما دور باشد تا در حین کار آن را به زمین نیندازید و باعث آتش‌سوزی نشوید.

دقت کنید که وقتی لحیم می‌کنید از محافظ چشم استفاده کنید. وقتی که لحیم ذوب می‌شود، گاهی در حال جوش و خروش است و مقدار زیادی از مواد داغ را در هوا می‌پراکند.

💡 همچنین الکترونیک و به ویژه لحیم کاری می‌تواند یک خطر شیمیایی ایجاد کند. وقتی لحیم کاری می‌کنید مقدار کمی سرب در هوا آزاد می‌شود. از این رو:

همیشه در یک مکان با تهویه خوب کار کنید.

دستان خود را بعد از کار با لحیم و یا هر وسیله الکترونیکی دیگر قبل از لمس صورت، دهان، بینی و یا چشم‌ها بشویید. مقدار کمی سرب و دیگر مواد سمی به دست شما می‌رسد. بهترین کار این است که آن‌ها را به طور مرتب بشویید تا از ورود هر نوع ماده خطرناک به بدن جلوگیری کنید.

ابزار لحیم کاری خود را دور از دسترس کودکان نگاه دارید. بچه‌ها و حیوانات خانگی عاشق این هستند که چیزها را در دهانشان بگذارند. اگر قطعات لحیم کاری و یا قطعات الکترونیکی کوچک مانند مقاومت‌ها یا دیوهایی که روی میز کارتان قرار دارند را به حال خود رها کنید، کودکان و یا حیوانات خانگی ممکن است تصمیم بگیرند که یک وعده غذایی از آن‌ها درست کنند، بنابراین چنین چیزهایی را به طور ایمن

در جعبه‌ها یا کابینت‌ها نگهداری کنید و در صورت امکان کل محل کار خود را به طور ایمن و پشت درهای بسته نگه دارید.

💡 کار کردن با ابزارهای تیز مانند چاقو، تیغه و ... خطر آسیب برش را ایجاد می‌کند. از این رو:

قبل از بریدن خوب حواستان را جمع کنید. مطمئن شوید که دقیقاً می‌دانید کجا را خواهید برید و از موقعیت انگشتان و دست آگاهید.

بگذارید ابزار کار برش را انجام دهد. در هنگام استفاده از ابزار نیز نیروی فراتر از ظرفیت قابل تحمل بدان وارد نکنید.

ابزار خود را تیز نگه دارید. کار کردن با ابزارهای خسته‌کننده باعث می‌شود که شما از نیروی اضافی استفاده کنید، که اغلب منجر به سر خوردن ابزار و آسیب دیدن می‌شود.

وسایل زینتی مانند حلقه، ساعت مچی و گردن‌بند را قبل از شروع کار کنار بگذارید - به خصوص اگر با ابزارهای مرتبط با توان کار می‌کنید.

هر وقت در حال بریدن، اره کردن و یا دریل کردن هستید از عینک ایمنی استفاده کنید. تکه‌های کوچک و یا تیغه‌ها به راحتی می‌توانند جدا شوند و به صورت شما برخورد کنند. سیم‌های مسی و مته‌های شکسته دریل را به فهرست چیزهایی که نمی‌خواهید با چشمانتان برخورد کنند اضافه کنید.

تجهیزات ایمنی

با وجود هر احتیاطی که ممکن است انجام بدهید، احتمال دارد گاهی حادثه‌ای ناگوار روی دهد. به غیر از جلوگیری از وقوع حادثه در وهله اول، بهترین استراتژی برای مقابله با یک حادثه، آماده شدن برای آن است، بنابراین توصیه می‌کنم هر زمان که با وسایل الکترونیک کار می‌کنید، موارد زیر را در نزدیکی خود داشته باشید:

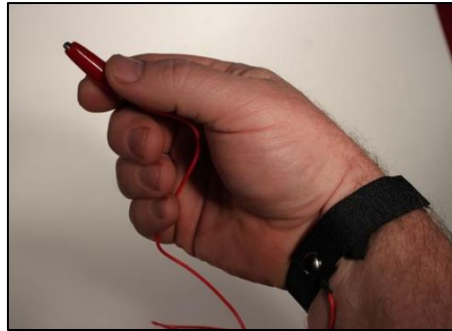
کپسول آتش‌نشانی: با این وسیله می‌توانید به سرعت هر آتشی را که ممکن است قبل از خارج شدن از دسترس شعله‌ور گردد خاموش کنید.

جعبه کمک‌های اولیه: برای درمان بریدگی‌ها و خراش‌های کوچک و همچنین سوختگی‌های جزئی. این کیت باید شامل باند، کرم آنتی‌باکتریال و یا اسپری و پماد سوختگی باشد.

تلفن: با تلفن در صورتی که مشکلی پیش بیاید می‌توانید برای کمک گرفتن تماس بگیرید.

دوست: اگر پروژه شما با جریان خانگی (۱۲۰ ولت) کار کند، یک دوست می‌تواند در هنگام برق‌گرفتگی نجاتتان دهد.

◀ الکتریسیته ساکن عدم تعادل بارهای الکتریکی در داخل یا روی سطح یک ماده است. بار الکتریکی تا زمانی که قادر به حرکت با استفاده از یک جریان یا تخلیه الکتریکی نباشد، در جای ثابت خود الکتریسیته ساکن است. الکتریسته ساکن در مقایسه با جریان الکتریکی است که جریان از طریق سیم یا دیگر هادی‌های انتقال انرژی منتقل می‌شود. بار الکتریکی ساکن هر زمان که دو سطح تماس داده شده و جدا شوند و حداقل یکی از سطوح دارای مقاومت بالا در برابر جریان الکتریکی (و در نتیجه یک عایق برق) باشد پدید می‌آید. اثرات الکتریسیته ساکن برای اکثر مردم آشنا هستند چرا که مردم می‌توانند جرقه الکتریکی را حس کرده، بشنوند یا حتی ببینند. جرقه الکتریکی خنثی شدن بار اضافی است که می‌تواند از طریق تماس با یک هادی الکتریکی (برای مثال یک مسیر به زمین) یا چیزی با بار مخالف زیاد اتفاق بیفتد. پدیده آشنای یک شوک استاتیک - مخصوصاً تخلیه الکترواستاتیک - ناشی از خنثی سازی بار می‌باشد. بدن شما اغلب حامل بار استاتیک است که می‌تواند به علل مختلفی ایجاد شود. رایج‌ترین علت اصطکاک است که از چیزهای ساده مانند راه رفتن بر روی فرش ناشی می‌شود. هم چنین لباس‌های شما می‌توانند بارهای استاتیک را دریافت کنند و معمولاً زمانی که آن‌ها را در یک خشک‌کن به این طرف و آن طرف پرت می‌کنید، این کار را انجام می‌دهند. بار ساکن انباشته در بدن معمولاً در طول زمان خود را تخلیه می‌کند. با این حال، اگر به یک هادی - مانند دستگیره برنجی در - دست بزنید، وقتی که شارژ می‌شوید، بار به سرعت خود را با بروز یک شوک آزار دهنده نشان می‌دهد. اگر هادی (رسانا) به جای دستگیره برنجی در، یک جزء الکترونیکی حساس مانند ترانزیستور یا مدار مجتمع باشد، تخلیه می‌تواند آزار دهنده باشد. می‌تواند قسمت‌های داخلی اجزا را از بین برده و آن را برای پروژه‌های شما بی‌فایده کند. به همین دلیل، زمانی که بر روی پروژه‌های الکترونیکی کار می‌کنید، بهتر است از وسایل خود در برابر تخلیه ایستا محافظت کنید. راحت‌ترین راه برای انجام این کار این است که مطمئن شوید قبل از شروع کار به درستی تخلیه را انجام داده‌اید. اگر یک میز کار فلزی و یا یک ابزار فلزی بزرگ مانند دریل دارید، به راحتی بعد از نشستن بر روی صندلی و قبل از شروع کار به آن دست بزنید. همان‌طور که در شکل نشان داده شده‌است، یک روش قابل‌اعتمادتر برای محافظت از لوازم خود در برابر تخلیه استاتیک، قرار دادن یک نوار ضد استاتیک خاص بر روی میچ است.



مچ‌بند را محکم ببندید تا خوب و محکم در تماس با پوست دور مچ تان باشد. سپس گیره‌ها را به یک سطح فلزی مانند دستگاه دریل وصل کنید.

برای به دست آوردن بهترین نتایج، گیره روی نوار ضد استاتیک مچ‌بند باید به طور مناسب متصل گردد.

حذف الکتريسيته ساکن در خانه

سه راه برای از بین بردن این پدیده در منزل وجود دارد:

💡 استفاده از مرطوب کننده‌های محیط: الکتريسيته ساکن در مکان های خشک، بیشتر از سایر قسمت‌ها به وجود می‌آید؛ به خصوص در فصل زمستان و زمانی که اختلاف دمای داخل منزل با خارج زیاد است. استفاده از دستگاه‌های مرطوب کننده هوا، راهکار خوبی در این زمینه است؛ می‌توانید خودتان نیز در منزل یک مرطوب کننده دستی بسازید. کافی است یک ظرف پر از آب را روی حرارت قرار دهید تا با بخار آب، فضا مرطوب شود. وجود گل و گیاه در اطراف منزل نیز تا حدودی بر رطوبت هوا می‌افزاید و بنابراین در کاهش این پدیده موثر است.

💡 استفاده از اسپری‌های ضد الکتريسيته ساکن: استفاده از این اسپری‌ها، به صورت ویژه برای فرش و موکت توصیه می‌شود و سبب کاهش الکتريسيته ساکن از روی فرش و پوشش زیر پا می‌گردد. برخی از کارخانه‌های تولید کننده فرش، این اسپری‌ها را تولید و همراه با فرش عرضه می‌کنند. برخی نیز در ساختار فرش‌های تولید شده، از مواد ضد الکتريسيته استفاده می‌کنند. خود شما نیز می‌توانید این اسپری‌ها را به صورت دستی تهیه کنید. برای این کار کافی است یک فنجان پر مایع نرم کننده را داخل ظرف پر از آب بریزید و با نسبت برابر، آن را روی فرش‌ها اسپری نمایید.

💡 ماساژ مبلمان و صندلی ماشین با دستمال: با یک دستمال خشک، صندلی خودرو و سایر صندلی‌ها را بمالید و این کار را تا زمان خالی کردن بارهای اضافی از هر قسمت انجام دهید.

از بین بردن الکتریسیته ساکن از بدن

در ادامه علت برق گرفتگی بدن و سه راه برای حذف الکتریسته ساکن از بدن را می خوانید:

💡 مرطوب نگه داشتن سطح پوست: استفاده از کرم های مرطوب کننده و لوسیون های بدن به خصوص بعد از استحمام، در کاهش الکتریسیته ساکن و از بین بردن برق بدن موثر است.

💡 تعویض جنس لباس ها: اگر از لباس های پلاستیکی، پلی استر و نایلونی استفاده می کنید، بهتر است که از این پس جنس لباس خود را تغییر دهید و از کتان و نخ استفاده کنید.

💡 استفاده از کفش های مناسب: جنس کفش در پراکنده کردن الکتریسیته ساکن موثر است. بر این اساس کفش های چرمی بیشتر از کفش های دیگر مثل کفش های پلاستیکی، الکتریسیته را ساکن کرده و در خود ذخیره می کنند و این یکی از علل جرقه زدن و برق داشتن بدن می باشد. بهتر است تا حد ممکن در منزل بدون کفش یا دمپایی پلاستیکی راه بروید.

◆ از بین بردن الکتریسیته ساکن حین شستن لباس ها: چهار راه برای از بین بردن الکتریسیته ساکن لباس در حین شست و شو وجود دارد.

💡 استفاده از بیکینگ پودر حین شستن لباس ها: استفاده از یک تا دو قاشق چای خوری بیکینگ پودر برای تعدا کم لباس ها، یک چهارم فنجان بیکینگ پودر برای حجم متوسطی از لباس ها و یک دوم فنجان برای لباس های بیشتر، علاوه بر حذف الکتریسیته ساکن، سبب نرمی و لطافت لباس ها می شود.

💡 استفاده از سرکه حین شست و شو: استفاده از یک چهارم پیمانه یا فنجان سرکه، سبب نرمی و از بین بردن الکتریسیته ساکن می شود.

💡 استفاده از لیف مرطوب: در ۱۰ دقیقه پایانی شست و شوس لباس ها در ماشین لباس شویی که مرحله خشک کردن آغاز می شود، برای گرفتن الکتریسیته لباس یک لیف حمام مرطوب به آن اضافه کنید. این کار سبب افزایش رطوب محیط و کاهش الکتریسیته می شود.

💡 تکان دادن لباس ها: بلافاصله بعد از خشک شدن لباس ها، آن ها را تکان دهید تا الکتریسیته جمع شده در یک نقطه، تخلیه شود.

◆ ترفند هایی برای از بین بردن الکتریسیته ساکن در بدن انسان

با روش هایی که گفته شد ، سعی داریم از ایجاد الکتریسیته ساکن یا همان برق گرفتگی مشهور بدن جلوگیری کنیم و یا آن را انتقال دهیم. حال اگر این الکتریسیته در لباس یا روی بدن شما ایجاد شده است، با سه راه حلی که معرفی می کنیم، می توانید سریع تر آن را تخلیه کنید.

💡 وصل کردن سنجاق به لباس ها: روی بخش یقه لباس ها یا درز و شکاف پایین شلوارها، یک سنجاق وصل کنید تا الکتریسیته تجمع یافته تخلیه شود.

💡 استفاده از چوب لباسی فلزی برای لباس: وصل کردن لباس ها روی چوب لباسی فلزی یا قرار دادن آن ها روی یا زیر لباس، در کاهش و تخلیه و از بین بردن الکتریسیته ساکن مو، بدن و.. موثر است.

💡 حمل یک وسیله فلزی به همراه سایر وسایل: همیشه در میان وسایلتان یا داخل جیب، یک چیز فلزی نظیر سکه به همراه داشته باشید. این کار از جمع شدن الکتریسیته جلوگیری می کند.

توجه به نکات زیر در کاهش الکتریسیته ساکن به شما کمک می کند:

وقتی الکتریسیته ساکن در بخشی از بدن وجود داشته باشد، برخورد با هر نقطه سبب ایجاد شوک یا جرقه می شود ؛ برای تخلیه بدن، می توانید بخش های غیر حساسی نظیر دست و آرنج را روی سطح دیوار بتنی بکشید.

مواد فرار را از اماکنی که بیشتر در معرض تجمع الکتریسیته قرار دارند، دور کنید.

حین سوخت گیری گاز، مسافران را پیاده کنید و اجازه ندهید کسی داخل ماشین باشد؛ این کار از ایجاد تعامل میان الکتریسیته ساکن موجود در بدن یا روی لباس افراد با سوخت ماشین، جلوگیری می کند.

زمانی که از اسپری حاوی مرطوب کننده روی سطح فرش ها استفاده می کنید، مطمئن باشید که سطح کاملاً خشک شده باشد و سپس روی آن راه بروید.

حین حمل مواد و وسایل قابل اشتعال، حتماً بدن باید عاری از الکتریسیته ساکن باشد.

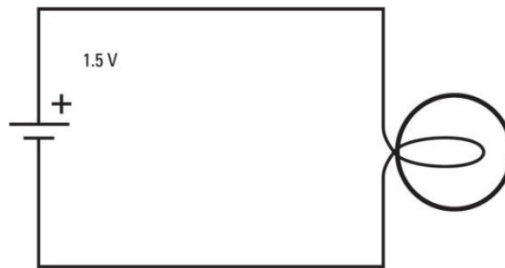
فصل پنج: خواندن نمودارهای شماتیک

من عاشق نقشه‌ها هستم. من نقشه‌های بزرگی از تمام کشورها و شهرها، نقشه‌های پیاده‌روی، نقشه‌های پارک‌ها و موزه‌ها و حتی نقشه‌های مترو دارم. نقشه‌های مورد علاقه من نقشه‌های جغرافیایی مناطقی هستند که در آن‌ها به سفرهای یک هفته‌ای با کوله‌پشتی می‌روم. این نقشه‌ها نه تنها مسیرهایی که من طی کرده‌ام را نشان می‌دهند، بلکه خطوط ارتفاعی نیز دارند که نشان‌دهنده هر گام دشواری است که من در بالا بردن کوله‌پشتی ۵۰ پوندی‌ام برداشته‌ام. نداشتن نقشه باعث سردرگمی است. بدون نقشه نمی‌توان به مقصد رسید.

الکترونیک دارای شکلی از نقشه‌هایی است که نمودارهای شماتیک نام دارند. نمودارهای شماتیک نشان می‌دهند که چگونه تمام قسمت‌های مختلفی که یک مدار الکترونیکی را تشکیل می‌دهند به هم متصل می‌شوند. درست همان‌طور که نقشه‌ها از نمادها برای نشان دادن ویژگی‌هایی مانند شهرها، پل‌ها و راه‌آهن‌ها استفاده می‌کنند، نمودارهای شماتیک از نمادهای خاصی برای نشان دادن بخش‌های مختلف یک مدار مانند باتری‌ها، مقاومت‌ها و دیودها، و مانند نقشه‌ها استفاده می‌کنند، نمودارهای شماتیک اصولی دارند که تقریباً همیشه مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای نمونه، ولتاژهای مثبت تقریباً همیشه در بالای نمودار شماتیک نشان داده می‌شوند، درست همان‌طور که شمال همیشه در بالای یک نقشه نشان داده می‌شود. در این بخش با نمادهای به کار رفته در نمودارها و قراردادهای آن‌ها آشنا می‌شوید.

معرفی یک نمودار شماتیک ساده

من در زمان خودم کتاب‌های برنامه‌نویسی کامپیوتر زیادی خوانده‌ام و چند کتاب هم نوشته‌ام. در یک کتاب برنامه‌نویسی کامپیوتری، اولین برنامه کامل کامپیوتری که معمولاً نشان داده می‌شود، برنامه‌ای به نام «Hello World!» است، برنامه‌ای که به سادگی متن «Hello World!» را نمایش می‌دهد. این تقریباً ساده‌ترین برنامه کامپیوتری است که می‌تواند نوشته شود. این روش هیچ کار مفیدی انجام نمی‌دهد، اما یک نقطه شروع عالی برای یادگیری نحوه نوشتن برنامه‌های کامپیوتری است. شکلی که در ادامه آمده یک نمودار شماتیک را نشان می‌دهد که معادل الکترونیکی برنامه «Hello World!» است. این نمودار در اصل ساده‌ترین نمودار شماتیک ممکن است که در واقع کاری انجام می‌دهد: یک لامپ روشن می‌کند. در نتیجه نشان می‌دهد که مدار به درستی کار می‌کند.



این نمودار شامل دو نماد است که دو جزء را در مدار نشان می‌دهند: یک باتری ۱.۵ ولت و یک لامپ رشته‌ای. خط‌هایی که این دو جز را به هم متصل می‌کنند نشان‌دهنده رساناها هستند که می‌توانند به صورت سیم یا رد مس در یک برد مدار چاپی باشند. در مدار نشان داده شده در این طرح کلی، سمت مثبت باتری با یک سمت سیم به لامپ و سر دیگر سیم از طرف لامپ به سمت منفی باتری متصل می‌شود. هنگامی که این اتصالات ایجاد شدند، جریان از باتری به لامپ، از طریق رشته لامپ برای تولید نور، و سپس به باتری جریان خواهد یافت.

نمودارهای شماتیک همیشه جریان مرسوم را نشان می‌دهند، که همان‌طور که در فصل ۲ یاد گرفتید، به این معنی است که جریان از مثبت به منفی برقرار می‌گردد. بنابراین، جریان از پایانه مثبت باتری از طریق لامپ جریان می‌یابد و سپس به پایانه منفی باتری برمی‌گردد.

در واقع، جریان متعارف مخالف جریان واقعی الکترون‌ها در مدار است. سمت منفی باتری، بیشتر ذرات باردار منفی (الکترون‌های اضافی) دارد در حالی که سمت مثبت، بیشتر ذرات باردار مثبت (الکترون‌های از دست رفته) دارد. در نتیجه بار الکتریکی از سمت منفی باتری، از طریق لامپ و دوباره به سمت مثبت جریان می‌یابد (برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد تفاوت بین جریان واقعی و جریان متداول، به فصل ۲ کتاب مراجعه کنید). وقتی جریان از لامپ عبور می‌کند، مقاومت رشته لامپ باعث می‌شود که جریان رشته‌ها را گرم کند، که به نوبه خود باعث می‌شود رشته‌ها نور مرئی منتشر کنند.

چیدن مدار

یکی از مهم‌ترین چیزهایی که در مورد یک نمودار شماتیک باید بدانید این است که چیدمان اجزا در نمودار لزوماً با آرایش فیزیکی قطعات در مدار در زمانی که واقعاً مدار را می‌سازید، مطابقت ندارد. برای مثال، در مدار نشان داده شده در شکل قبل باتری در سمت چپ مدار و لامپ در سمت راست قرار دارند. همچنین باتری طوری نشان داده شده که پایانه مثبت در بالا و پایانه منفی در پایین باشد. با این حال، این بدان معنا نیست که این مدار باید به این شکل ساخته شود.

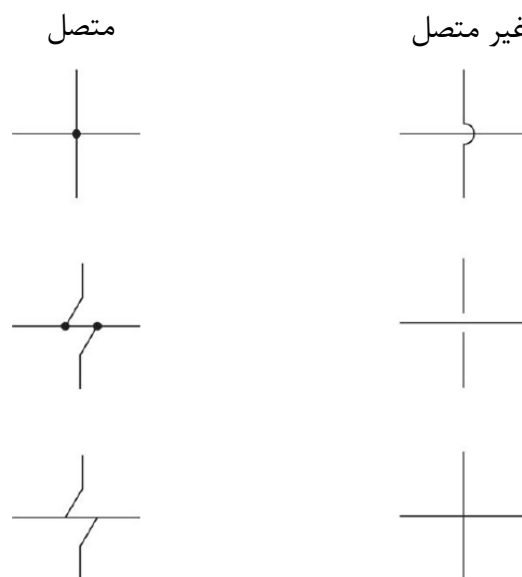
اگر بخواهید می‌توانید لامپ را در سمت چپ و باتری را در سمت راست قرار دهید، یا می‌توانید باتری را در بالا و لامپ را در پایین قرار دهید.

آرایش فیزیکی مدار تا زمانی که اتصالات اجزا همان طور که در طرح کلی نشان داده شده‌است، باقی بمانند، اهمیتی ندارد. بنابراین، در این مثال، مهم نیست که شما چگونه اجزا را به صورت فیزیکی مرتب می‌کنید، باید پایانه مثبت باتری را به یک طرف لامپ و پایانه منفی را به طرف دیگر متصل کنید.

از آنجا که تنها دو جزء و دو رسانا در مدار نشان داده شده در شکل قبل وجود دارد، برهم زدن اتصالات بسیار دشوار خواهد بود. با این حال، در یک مدار پیچیده‌تر با ده‌ها جزء و ده‌ها اتصال، طراحی مدار و حصول اطمینان از تطابق دقیق تمام اتصالات با اتصالات نشان داده شده در طرح کلی می‌تواند یک چالش باشد. هر اتصال باید به دقت بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که درست است.

متصل یا غیر متصل

یکی از اهداف در هنگام رسم نمودار مدار، ساده نگه داشتن آن است. با این حال، خطوط در همه جا به جز ساده‌ترین نمودارهای شماتیک، در برخی جاها نیاز به عبور از یکدیگر دارند. وقتی آن‌ها این کار را انجام می‌دهند، بسیار مهم است که شما بتوانید تشخیص دهید که آیا خطوط متقاطع نشان دهنده اتصالات واقعی بین هادی‌ها (رساناها) هستند و یا صرفاً خطوط متقاطعی‌اند که در واقعیت متصل نمی‌شوند. متأسفانه، یک استاندارد روشن و جهانی وجود ندارد که نشان دهد چگونه خطوط متقاطع نشان دهنده یک اتصال هستند. شکل زیر برخی از روش‌های نشان دادن سیم‌های متقاطع دارای اتصال یا فاقد آن را نشان می‌دهد.



سه مثال در سمت چپ شکل نشان می‌دهند که اتصالات چگونه نشان داده می‌شوند. مثال سمت چپ بالا رایج‌ترین روش برای نشان دادن یک اتصال را نشان می‌دهد: با قرار دادن یک نقطه مشخص در جایی که سیم‌ها عبور می‌کنند. هر زمان که شما نقطه‌ای را می‌بینید که در محل آن دو خط یکدیگر را قطع می‌کنند، متوجه می‌شوید که دو خط یک اتصال را تشکیل می‌دهند.










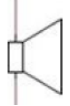

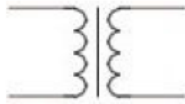



در دو سبک اتصال نشان داده‌شده در مثال‌های سمت چپ میانی و سمت چپ پایین در شکل، خطوط زاویه عمودی دارند تا از گرد هم آمدن در یک نقطه روی خط افقی جلوگیری کنند. با نقطه یا بدون آن، نقطه تقاطع به وضوح در هر دو مثال نشان داده شده‌است.

سه مثال در سمت راست شکل نشان می‌دهند که خطوط چگونه عبور می‌کنند اما برای تشکیل اتصالات به هم متصل نمی‌شوند. در دو مثال راست و بالا، یک خط از روی خط دیگر پرش می‌کند، و یکی از خطوط در نقطه‌ای که از روی خط دیگر عبور می‌کند، شکسته می‌شود.

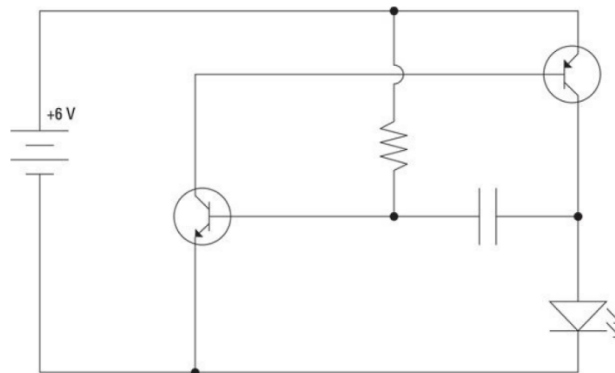
مثال گوشه سمت راست پایین شکل کمی مبهم است. این جا خطوط یکدیگر را از هم جدا می‌کنند. با این حال، هیچ جهش یا شکستی برای نشان دادن این که هیچ نقطه اتصالی وجود ندارد و هیچ نقطه‌ای برای نشان دادن این که یک اتصال باید وجود داشته باشد، وجود ندارد. بالأخره یک تقاطع این جا هست یا نه؟ پاسخ این است که در بیشتر موارد، نه. با این حال، شما باید بقیه نمودار را بررسی کنید تا مطمئن شوید. اگر مکان‌های دیگری را در نمودار پیدا کنید که در آن عدم تقاطع با یک جهش یا یک شکست نشان داده می‌شود، خطوط متقاطع بدون جهش یا شکست ممکن است در واقع یک اتصال را نشان دهند. برای اجتناب از ابهام، نمودارهای شماتیک در این کتاب همیشه با یک نقطه جهت نشان دادن نقطه اتصال و با جهش برای نشان دادن عدم اتصال نمایش داده می‌شوند. لذا هرگز نخواهید دید که محل عبور دو خط از روی هم فاقد نقطه یا جهش باشد.

نگاهی به نمادهای رایج

مدار نشان داده‌شده پیشین تنها دو جز داشت: یک باتری و یک لامپ. بیشتر مدارهای الکترونیکی اجزای اضافی خواهند داشت. صدها نوع مختلف از اجزای الکترونیکی وجود دارد و هر کدام دارای نمودار شماتیک منحصر به فرد خود هستند. خوشبختانه شما باید تنها چند نماد اصلی را بدانید تا بتوانید شروع به کار کنید. این نمادها در جدول خلاصه شده‌اند. (توجه داشته باشید که وقتی در یک نمودار مدار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نمادها اغلب چرخانده می‌شوند).

نماد	توضیح
	باتری
	خازن
	دیود
	اتصال زمینی
	سیم پیچ
	لامپ
	دیود ساطع کننده نور
	مقاومت
	اتصال ولتاژ منبع
	بلندگو
	سوئیچ (کلید)
	ترانسفورمر
	ترانزیستور (NPN)
	ترانزیستور (PNP)
	مقاومت متغیر (پتانسیومتر)

شکل زیر یک نمودار شماتیک را نشان می‌دهد که شامل تعدادی از این اجزا است. نگران نباشید - لازم نیست همین الان این نمودار را درک کنید. فقط می‌خواهم که ایده‌های کلی از نمودار و نحوه خواندن آن به دست آورید.



همانطور که می‌بینید، مدار نشان داده شده شامل شش جزء است. این اجزاء از چپ به راست عبارت‌اند از: باتری ۶ ولتی، ترانزیستور NPN، مقاومت، خازن، ترانزیستور PNP (بالا، راست)، دیود ساطع کننده نور. در طول این کتاب، من از این نمادها و دیگر نمادها در نمودارهای شماتیکی که مدارها را توصیف می‌کنند، استفاده می‌کنم. هر وقت برای اولین بار از یک نماد استفاده کردم، توضیح می‌دهم که چیست و چگونه عمل می‌کند.

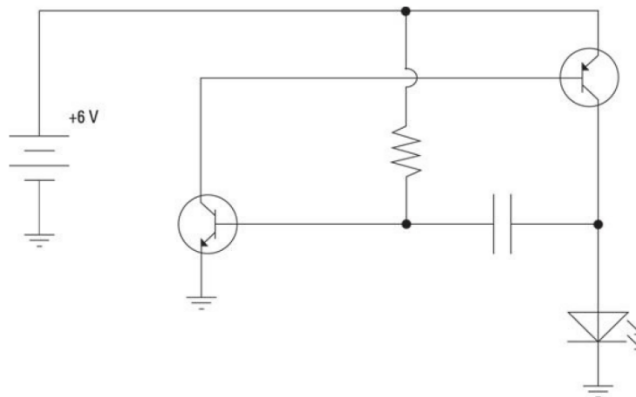
ساده کردن اتصالات زمین و توان

در بسیاری از مدارهای الکترونیکی، توزیع اتصالات ولتاژ یکی از پیچیده‌ترین جنبه‌ها است. برای مثال، حدود نیمی از اتصالات موجود در نمودار شماتیک پیشین برای نشان دادن اتصال مقاومت، ترانزیستورها، و LED به ترمینال مثبت یا منفی باتری استفاده می‌شوند.

در یک مدار پیچیده‌تر، ممکن است ده‌ها یا حتی صدها اتصال توان وجود داشته باشد. اگر تمام خطوط نشان‌دهنده این اتصالات به سمت پایانه مثبت یا منفی نماد باتری کشیده می‌شدند، نمودارهای شماتیک پر از خطوط می‌گشتند. اغلب مدارها مسیر مشترکی دارند که به وسیله آن جریان به منبع خود باز می‌گردد. در شکل قبل، رسانا در پایین نمودار است که جریان را از LED و مقاومت جمع‌آوری کرده و به باتری برمی‌گرداند. این رسانا برای تکمیل مدار لازم است تا جریان بتواند در یک حلقه کامل از باتری از طریق اجزای مختلف جریان یابد و سپس به باتری بازگردد.

این مسیر بازگشت مشترک اغلب زمین نامیده می‌شود و می‌تواند با نمادی که در جدول نشان داده شد،

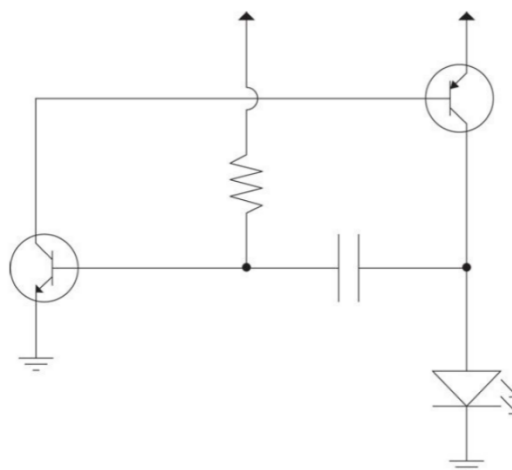
بیان گردد. شکل زیر یک نمودار شماتیک را نشان می‌دهد که از سه نماد اتصال زمینی برای نشان دادن مسیری استفاده می‌کند که با آن جریان به باتری باز می‌گردد.



علاوه بر یک مسیر زمینی مشترک، اغلب مدارها دارای یک مسیر ولتاژ مشترک هستند. در مورد مدار نشان داده شده در دو شکل پیشین، مسیر ولتاژ مشترک از باتری به مقاومت و به ترانزیستور دوم می‌رود. این مسیر می‌تواند با نشانه‌هایی که نشان‌دهنده منابع ولتاژ هستند و در هر جایی که ولتاژ در مدار مورد نیاز است ظاهر می‌شوند، جایگزین شود.

نماد منبع ولتاژ یا یک دایره باز و یا یک فلش است. مقدار ولتاژ همیشه در کنار دایره یا فلش نشان داده می‌شود. وقتی نماد منبع ولتاژ در نمودار شماتیک استفاده می‌شود، نماد باتری (یا دیگر منابع تغذیه در صورتی که مدار با باتری کار نکند) حذف می‌شود. در عوض، وجود علائم منبع ولتاژ دلالت بر این دارد که ولتاژ به وسیله یک باتری یا وسیله دیگری مانند سلول خورشیدی یا منبع تغذیه متصل به یک خروجی الکتریکی تامین می‌شود.

شکل زیر یک نمودار شماتیک برای همان مداری است که در دو شکل قبل نشان داده شده است، اما با نمادهای منبع ولتاژ به جای نماد باتری.

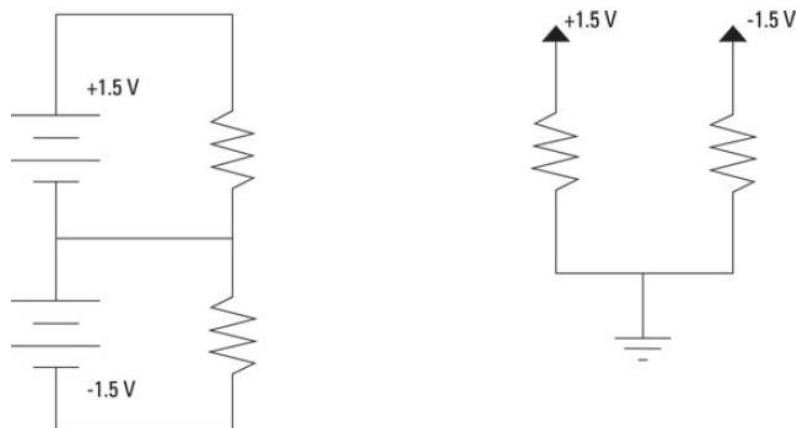


همان طور که می بینید، $+6$ ولت در دو نقطه مدار مورد نیاز است: در مقاومت و در ترانزیستور دوم. این مدار از نظر عملکردی مشابه دو مدار قبلی است.

اگر چه مدار نشان داده شده در شکل دارای یک منبع ولتاژ مثبت و زمین منفی است، اما همیشه این طور نیست. می توانید از نماد منبع ولتاژ برای اشاره به ولتاژ منفی استفاده کنید. در این حالت، زمین ولتاژ مثبت را به منبع برمی گرداند.

در برخی موارد، ممکن است مدار به هر دو ولتاژ مثبت و منفی در جاهای مختلف درون خود نیاز داشته باشد. از فصل ۲ به یاد دارید که ولتاژ همیشه با توجه به دو نقطه در مدار اندازه گیری می شود. بنابراین، ولتاژ همیشه نسبی است. برای مثال، قطب مثبت باتری AAA نسبت به قطب منفی $+1/5$ ولت است. در عین حال قطب منفی باتری نسبت به قطب مثبت $-1/5$ ولت است.

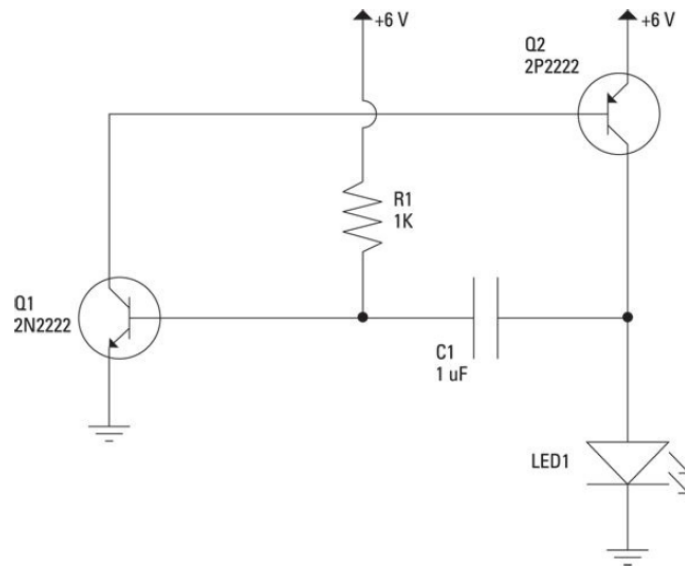
حالا فرض کنید که دو باتری AAA را از انتها به هم متصل می کنید. سپس، ولتاژ در پایانه مثبت باتری اول نسبت به ولتاژ در پایانه منفی باتری دوم $+3$ ولت خواهد بود. اما، ولتاژ در قطب مثبت باتری اول نسبت به نقطه بین باتری ها $+1/5$ ولت و ولتاژ در قطب منفی باتری دوم نسبت به نقطه بین باتری ها $-1/5$ ولت خواهد بود. شکل زیر نشان می دهد که چگونه این ترتیب را می توان در نمودار شماتیک با یک جفت مقاومت متصل به هر باتری تا نقطه میانی ترسیم کرد. نمودار سمت چپ باتری ها و اتصالات آن ها را نشان می دهد. نمودار سمت راست همان مدار را با استفاده از نمادهای منبع ولتاژ و زمین نشان می دهد.



برچسب زدن به اجزا در نمودار شماتیک

یک نماد معمولاً به تنهایی اطلاعات کافی برای شناسایی کامل یک جزء الکترونیکی در یک نمودار شماتیک نیست. معمولاً اطلاعات بیشتر شامل متنی است که در مجاورت نماد قرار گرفته است، همانطور که در

شکل زیر نشان داده شده است.



این اطلاعات اضافی معمولاً شامل موارد زیر است:

◆ شناساگر مرجع: هر جزء معمولاً با حرفی برچسب گذاری می‌شود که نوع جزء را توسط یک عدد مشخص می‌کند و در شناسایی هر جزء از همان نوع کاربرد دارد. به عنوان نمونه، اگر یک مدار دارای چهار مقاومت باشد، مقاومت‌ها به صورت R1، R2، R3 و R4 شناسایی می‌شوند. رایج‌ترین حروف استفاده‌شده عبارتند از R برای مقاومت، C برای خازن، L برای واسطه القاء، D برای دیود، LED برای دیود ساطع‌کننده نور، Q برای ترانزیستور، SW برای سوئیچ (کلید) و IC برای مدار یکپارچه.

◆ عدد بخش یا مقدار: برای اجزایی مانند مقاومت‌ها و خازن‌ها، مقدار در واحد اهم (برای مقاومت‌ها) و میکروفاراد (برای خازن‌ها) داده می‌شود. بنابراین یک مقاومت ۴۷۰ اهمی عدد ۴۷۰ و یک خازن ۱۰۰ میکروفارادی عدد ۱۰۰ را در کنار خود خواهد داشت. حروف K و M برای نشان دادن هزار و میلیون استفاده می‌شوند. برای مثال ۱۰۰۰۰ مساوی با ۱۰K خواهد بود.

قطعاتی مانند دیود، ترانزیستور و مدار مجتمع دارای مقدار نیستند؛ در عوض، شماره قطعات سازنده را دارند. بنابراین، ممکن است عددی مانند ۱N۴۰۰۱ (برای یک دیود)، ۲N۲۲۲۲ (برای یک ترانزیستور) یا ۵۵۵ (برای یک مدار مجتمع، IC) را در کنار یکی از این اجزاء پیدا کنید.

در برخی موارد، عدد بخش یا مقدار از نمودار حذف می‌شود و در عوض در فهرست بخش‌های مجزایی قرار می‌گیرد که مقدار یا تعداد هر بخش ارجاعی را که در طرح کلی ظاهر می‌شود، مشخص می‌کند.

سپس، برای پیدا کردن مقدار یا بخشی از یک جزء خاص، شما با شناساگر مرجع آن در لیست اجزاء به آن قطعه نگاه می‌کنید.

نمایش مدارهای مجتمع در نمودار شماتیک

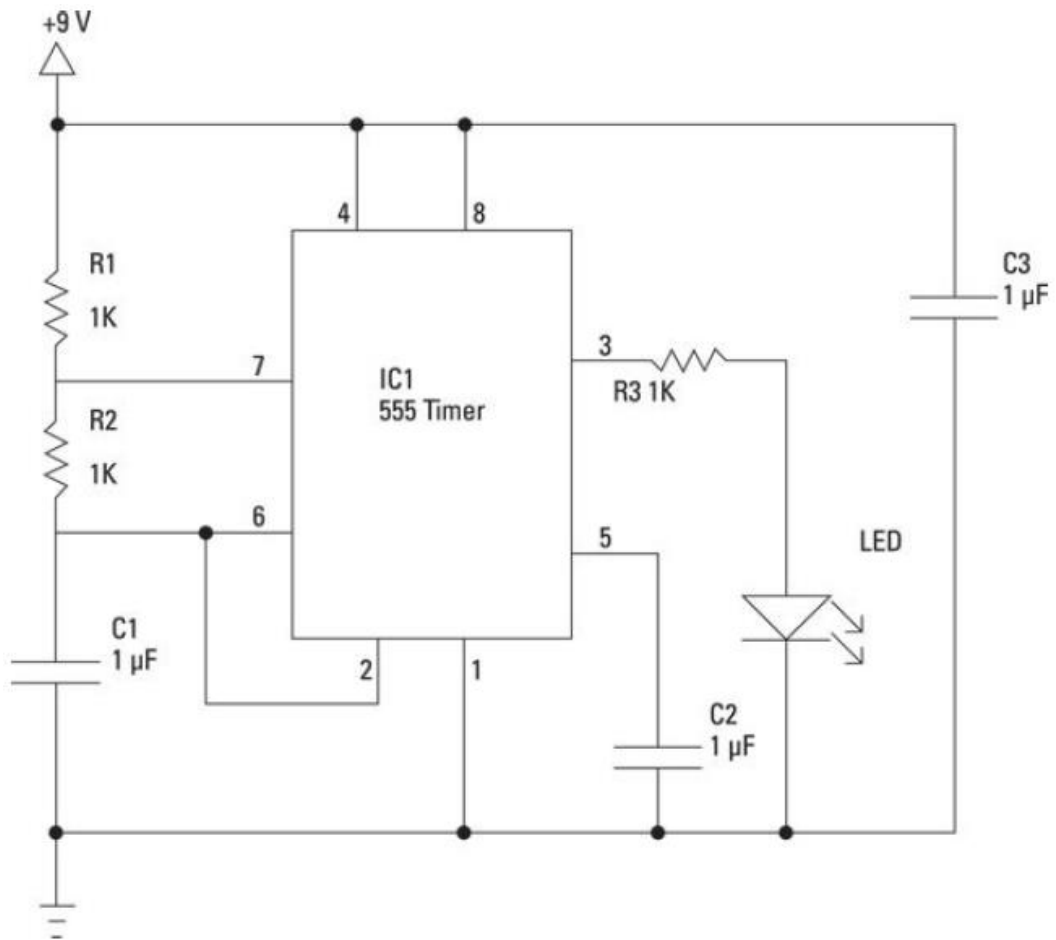
یک نماد مهم که در جدول نمادها نشان داده نمی‌شود، نماد IC (مدار مجتمع یا یکپارچه) است. IC ها مجموعه‌های کوچکی هستند که معمولاً دارای سرنخ‌های چندگانه به نام پین‌ها (pins) هستند که به بخش‌های مختلف مدار موجود در مونتاژ متصل می‌شوند. برخی از IC ها تعداد شش یا هشت پین دارند؛ برخی دیگر ده‌ها یا حتی صدها پین دارند. این پین‌ها شماره‌گذاری شده‌اند و با پین ۱ شروع می‌شوند. هدف از این کار، ایجاد اتصال بین پین‌های صحیح در مدار برای عملکرد صحیح آن می‌باشد. اگر به پین‌های اشتباه متصل شوید، مدار شما کار نخواهد کرد و ممکن است به IC آسیب بزنید.

رایج‌ترین روش برای به تصویر کشیدن یک مدار مجتمع در یک نمودار شماتیک، یک مستطیل ساده با سرنخ‌هایی است که از آن بیرون می‌آیند تا پین‌های مختلف را به تصویر بکشند. چیدمان پین‌ها در نمودار شماتیک لزوماً با چیدمان فیزیکی پین‌ها بر روی خود IC مطابقت ندارد. در عوض پین‌ها برای ایجاد ساده‌ترین مسیرهای مداری در نمودار قرار گرفته‌اند. پین‌های موجود در نمودار شماره‌گذاری شده‌اند تا پین مناسب برای استفاده را نشان دهند (شکل زیر را مشاهده کنید).



برای مثال، شکلی که در ادامه آمده یک نمودار شماتیک را نشان می‌دهد که از یک IC معروف به نام timer ۵۵۵ برای ایجاد یک فلاش LED استفاده می‌کند. این ۵۵۵ دارای هشت پین است و می‌توانید ببینید که طرح کلی آن نیازمند ارتباط در هر هشت پین است. با این حال، پین‌ها در نمودار به شیوه‌ای مرتب شده‌اند که اتصال ایجاد شده به پین‌ها را ساده می‌کند. در یک ۵۵۵ واقعی، پین‌ها به صورت عددی در هر دو طرف IC چیده می‌شوند، با پین‌های ۱ تا ۴ در یک طرف و پین‌های ۵ تا ۸ در طرف دیگر.

◀ در مورد جزئیات عملکرد این مدار نگران نباشید. تنها هدف من از گنجاندن آن در این جا این است که ببینید چگونه مدارهای مجتمع در یک نمودار شماتیک نشان داده شده‌اند.



شکل: مداری که از یک مدار مجتمع استفاده می کند.

فصل شش: ساخت پروژه‌ها

یوگی بررا گفته‌است: «از لحاظ تئوری، هیچ تفاوتی بین نظریه و عمل وجود ندارد. اما از لحاظ عملی تفاوتی وجود دارد.»

بیشتر این کتاب نظری است - چگونگی کار جریان الکتریکی، نحوه کار اجزای الکترونیکی مانند مقاومت‌ها، خازن‌ها و ترانزیستورها، نحوه کار منطق دیجیتال و غیره. اما بخش جالب الکترونیک همان ساختن چیزها است. دلیل یادگیری تمام این مسائل تئوری این است که شما بتوانید هنر را با ساختن مدارها و استفاده از آن‌ها تمرین کنید.

در طول کتاب، من توضیحات نظری در مورد این که چگونه انواع مختلف اجزای الکترونیکی با پروژه‌های ساخت‌وساز ساده کار می‌کنند که شما می‌توانید برای نشان دادن تئوری در استفاده واقعی بسازید را مطرح می‌کنم. در این فصل تکنیک‌های ساخت‌وساز پایه مورد نیاز برای ساخت این پروژه‌ها را یاد می‌گیرید. به طور خاص، می‌آموزید که چگونه یک نمونه اولیه از یک مدار را با استفاده از یک دستگاه دستی به نام «نمونه تابلویی بدون اتصال» ایجاد کنید. سپس تکنیک‌های مختلفی را برای ایجاد یک نسخه دائمی از مدار یاد می‌گیرید که در آن اجزا و تمام اتصالات مدار در یک تابلو به هم متصل شده‌اند. در نهایت، یاد می‌گیرید چگونه تابلو مدار خود را در یک جعبه پروژه یا یک محفظه دیگر قرار دهید.

در این فصل به فرآیند ساخت یک پروژه کاملاً پیچیده الکترونیکی می‌پردازیم. با اینکه اگر بخواهید می‌توانید این کار را انجام دهید، اما من انتظار ندارم در حین خواندن این فصل پروژه را بسازید. در عوض، می‌خواهم برای فرآیند ساخت یک پروژه غیر بدیهی از ابتدا تا انتها قدرتان مطالب کتاب باشید.

نگاهی به فرآیند ساخت یک پروژه الکترونیکی

پروژه‌های الکترونیکی مانند آن‌هایی که در این کتاب یاد می‌گیرید معمولاً گام‌هایی کلی را از ابتدا تا انتها دنبال می‌کنند:

۱. تصمیم بگیرید چه چیزی می‌خواهید بسازید.

قبل از این که بتوانید یک پروژه الکترونیکی را طراحی کنید یا بسازید، باید یک ایده کلی داشته باشید و که از پروژه چه انتظاری دارید، می‌خواهید چه شکلی به نظر برسد و چگونه انسان‌ها با آن تعامل خواهند

داشت.

۲. مدار را طراحی کنید.

زمانی که تصمیم گرفتید چه می‌خواهید بسازید، باید یک مدار الکترونیکی طراحی کنید که این کار را انجام دهد. نتیجه نهایی این مرحله یک نمودار شماتیک است.

۳. یک نمونه اولیه بسازید.

قبل از این که زمان و مواد لازم برای ساخت یک مدار دائمی را صرف کنید، ایده خوبی است که ابتدا یک نمونه اولیه بسازید، که به شما اجازه می‌دهد به سرعت مدار را تست کنید تا مطمئن شوید که جواب می‌دهد یا نه.

۴. یک مدار دائمی ایجاد کنید.

زمانی که نمونه اولیه شما کار کرد، می‌توانید نسخه دائمی مدار را بسازید. معمولاً نسخه دائمی را با لحیم‌کاری قطعات بر روی تابلو مدار چاپی ایجاد می‌کنید.

۵. پروژه را تمام کنید.

برای پایان دادن به پروژه، شما تابلو مدار را همراه با دیگر اجزای ضروری مانند باتری، سوئیچ‌ها یا دیودهای ساطع‌کننده نور در یک محفظه مناسب نصب می‌کنید.

باقی بخش‌های این فصل هر یک از این مراحل را با جزئیات بیشتر توضیح می‌دهند.

چشم‌انداز پروژه‌تان

قبل از این که غرق طراحی و ساخت پروژه خود شوید، باید به عقب رفته و به تصویر بزرگ نگاه کنید. اول، باید مطمئن شوید که ایده خوبی برای پروژه خود دارید. چرا می‌خواهید آن را بسازید؟ چه خواهد کرد، چه کسی از آن استفاده خواهد کرد و چرا؟

به عنوان مثال، هر ساله دوست دارم در هالووین چیزی بسازم تا با آن بقیه را بترسانم. چند سال پیش، من هیولایی را ساختم که وقتی مردم به سمتش می‌رفتند جیغ و فریاد می‌کردند. این هیولا درون جعبه‌ای قرار داشت که به صورت فنری و ناگهانی از درون جعبه بیرون می‌آمد و مردم را می‌ترساند. شکلی که در ادامه آمده این هیولا را نشان می‌دهد. حرفم را باور کنید؛ این هیولا آدم‌های زیادی را ترسانده!



برای کنترل جک در جعبه به نوعی مدار الکترونیکی نیاز داشتیم. در ابتدا، مطمئن نبودم دقیقاً چه نوع مداری نیاز دارم، اما می دانستم که به یک مدار نیاز دارم. وقتی یک ایده کلی برای یک پروژه داشته باشید، می توانید جزئیات آن را مشخص کنید. باید به سوالاتی مانند این پاسخ دهید:

💡 رابط کاربری آن چه خواهد بود؟ یعنی، یک فرد چه طور با دستگاه کار خواهد کرد تا آن را به انجام آنچه قرار است انجام دهد برساند؟

💡 آیا دستگاه مستقل خواهد بود، یا با دستگاه های دیگر تعامل خواهد داشت؟

💡 آیا با باتری کار می کند، یا برای به دست آوردن قدرتش به پریز برق متصل می شود یا با انرژی خورشیدی کار می کند؟

💡 چقدر بزرگ خواهد بود؟ آیا لازم است آن قدر کوچک باشد که در جیب جا بگیرد؟

هیولای هالووین یک پروژه بسیار بفرنج است که استفاده از آن به عنوان مثال در ابتدای کتاب بسیار پیچیده است. بنابراین، پروژه ای ساده تر را در نظر بگیرید: تصمیم گیرنده الکترونیکی. آیا تا به حال به انداختن سکه جهت تصمیم گیری برای مشکل متوسل شده اید؟ برای این پروژه، شما یک نسخه الکترونیکی از پرتاب سکه ایجاد می کنید. به جای این که سکه را در هوا بچرخانید تا ببینید که آیا بر روی زمین می افتد یا نه، شما یک دستگاه الکترونیکی می سازید که پرتاب سکه را انجام می دهد. به این ترتیب حتی زمانی که پول ندارید هم می توانید تصمیم بگیرید. مشخصات پروژه پرتاب سکه به شرح زیر است:

این دستگاه دو شاخص LED برای نشان دادن رو و پشت سکه خواهد داشت.

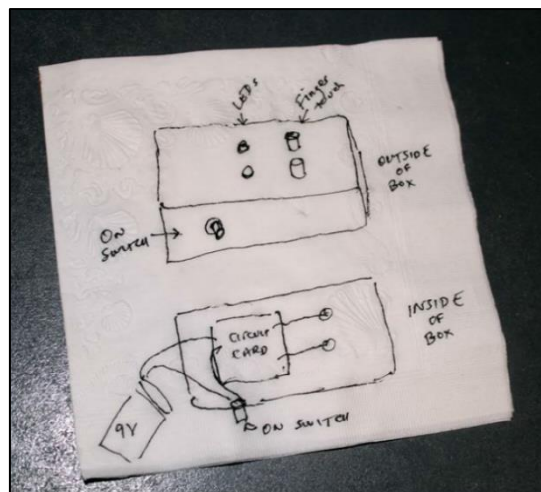
همچنین دو اتصال فلزی کوچک دارد که کاربر می تواند آن ها را با انگشت خود لمس کند. زمانی که کاربر هر دوی آن ها را لمس کند، LED ها شروع به چشمک زدن می کنند و به طور متناوب به عقب و جلو حرکت می کنند، بسیار شبیه به وقتی که شما سکه را به هوا پرتاب می کنید.

هنگامی که کاربر انگشتش را از دو سطح تماس فلزی برمی دارد، یکی از دو نور روشن باقی می ماند، که نشان می دهد نتیجه پرتاب سکه رو یا پشت است. این که کدام نور روشن بماند در اصل تصادفی خواهد بود.

برای حفظ عمر باتری، دستگاه یک دکمه فشار روشن / خاموش خواهد داشت. کاربر باید دکمه push را فشار دهد تا دستگاه کار کند. وقتی دکمه آزاد می شود، دستگاه خاموش می شود.

دستگاه با باتری کار می کند و در یک محفظه کوچک قرار می گیرد که به اندازه کافی کوچک است که در دست شما نگه داری شود.

زمانی که جزئیات پروژه خود را بیان می کنید، ممکن است بخواهید شروع به رسم نمودارها کنید تا نشان دهید چه طور به نظر خواهد رسید. شکل زیر یک طرح دستی را نشان می دهد که من برای توسعه سکه الکترونیکی ایجاد کرده ام.



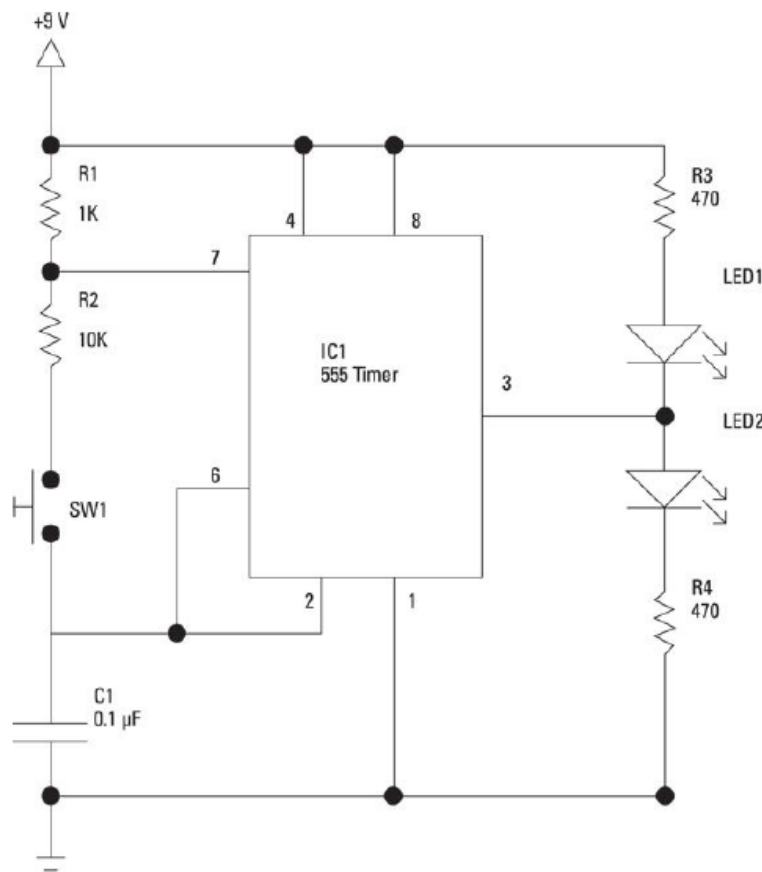
طراحی مدار

وقتی ایده ای برای پروژه داشته باشید، گام بعدی طراحی مداری است که نیازهای پروژه را برآورده کند. در ابتدا، طراحی مدارهای خود را بسیار دشوار خواهید یافت، بنابراین برای پیدا کردن طراحی های مدار افراد دیگر به کتاب هایی مانند این یا اینترنت مراجعه خواهید کرد. با کمی جستجوی گوگل، احتمالاً می توانید یک نمودار شماتیک پیدا کنید که بسیار به نیازهای پروژه شما نزدیک باشد. در بسیاری از موارد، قادر نخواهید بود دقیقاً مداری که به دنبالش هستید را پیدا کنید. احتمال دارد مداری نسبتاً نزدیک پیدا کنید اما شاید لازم باشد برای متناسب کردن مدار با نیازهای پروژه خود تغییرات جزئی اعمال کنید. در ابتدا ایجاد تغییرات در یک مدار ممکن است خارج از تواناییتان به نظر برسد.

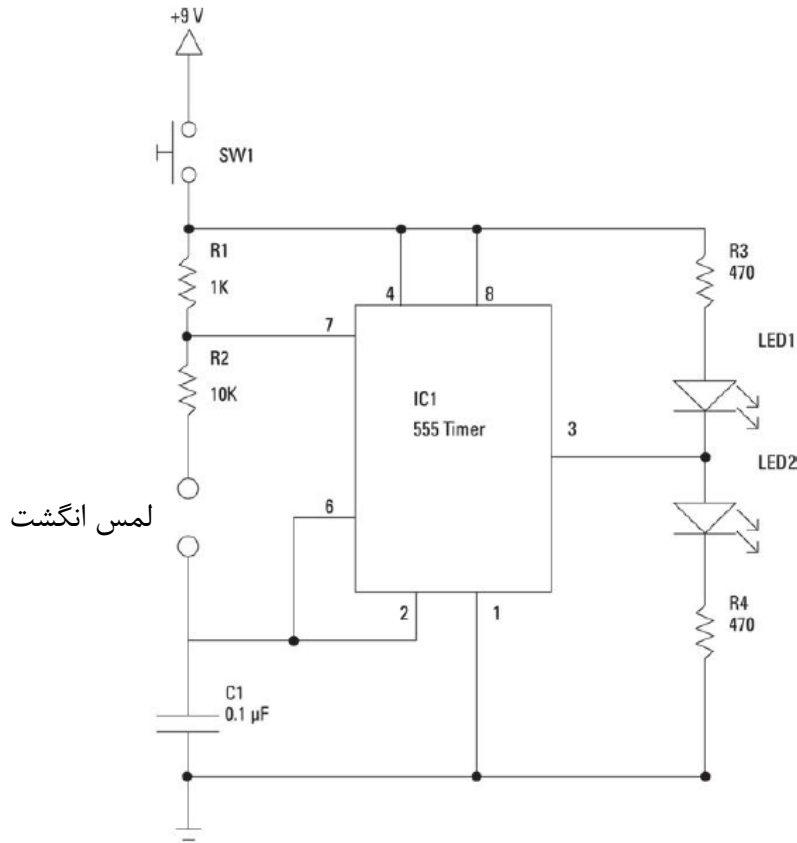
اما همانطور که تجربه کسب می کنید، متوجه خواهید شد که در تمام این مدت مدارها را طوری طراحی می کنید که با برنامه های کاربردی خاص متناسب باشند. یک استراتژی مفید برای طراحی مدارها شکستن الزامات پیچیده به بخش های ساده تر است. به عنوان مثال، دستگاه جک در جعبه هالووین را که قبلاً گفتم در نظر بگیرید. مدار کامل این پروژه به چندین عنصر مختلف از جمله موارد زیر نیاز داشت:

مداری برای تشخیص این که چه زمانی کسی وارد اتاق شده است تا حرکت پایه را تحریک کند، مداری برای باز و بسته کردن جک در جعبه، مداری برای این که چه مدت جک در جعبه باید باز بماند، مداری که صدای جیغ از آن به گوش می رسد، مداری که یک تاخیر ۳۰ ثانیه ای قبل از فعال شدن مجدد ایجاد می کند.

پروژه پرتاب سکه بسیار ساده تر از پروژه جک در جعبه است. در واقع، یک جستجوی سریع در گوگل چندین مدار ممکن را نشان خواهد داد که دقیقاً همان کاری را انجام می دهند که پروژه پرتاب سکه نیاز دارد. برای مثال، شکل زیر نمودار شماتیک یک مدار سکه انداختن معمولی را نشان می دهد که ممکن است در اینترنت پیدا کنید. این نمودار مدار از یک مدار مجتمع ۵۵۵، چهار مقاومت، دو LED، یک خازن، یک سوئیچ، و یک منبع تغذیه ۹ ولتی (به احتمال زیاد یک باتری ۹ ولتی) استفاده می کند.



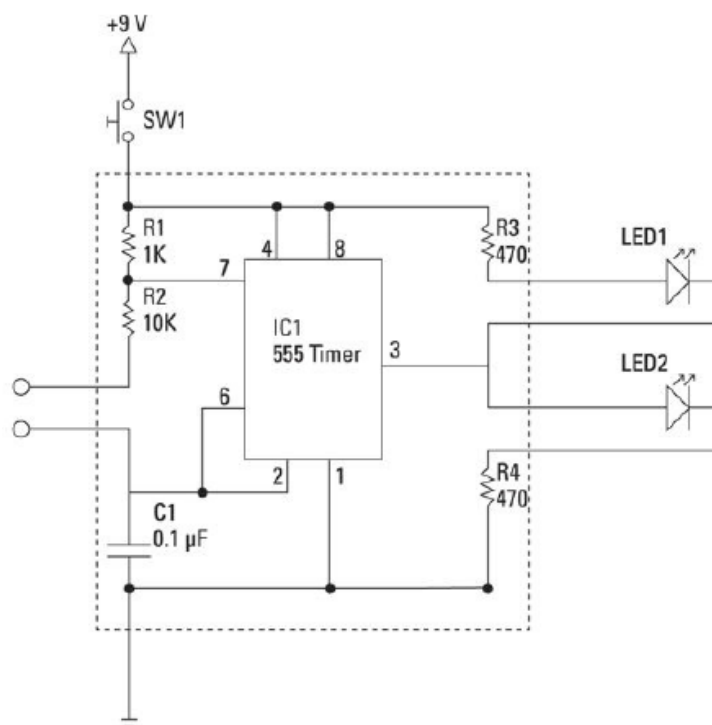
نمودار شماتیک نشان داده شده در شکل تنها از دو جهت با نیازهای پروژه ما متفاوت است. اول، سوئیچ روشن / خاموش ندارد. و دوم، برای شروع و توقف LED ها از یک دکمه push به جای انگشتان کاربر استفاده می کند. شکل زیر طرح کلی را بعد از انجام این تغییرات نشان می دهد.



همان طور که می بینید، من یک کلید فشار قوی اضافه کردم که باید فشار داده شود تا ولتاژ +۹ ولت مورد نیاز برای راه اندازی مدار تامین شود و دکمه فشاری را که در طرح کلی اصلی با دو ترمینال باز بود، جایگزین کردم. هنگامی که کاربر این دو ترمینال را لمس می کند، مقاومت انگشت او مدار را کامل می کند. اگر نمی دانید مدار نشان داده شده در شکل فوق چگونه کار می کند، لطفاً به هیچ وجه نگران نباشید. درک نحوه کار یک مدار و ساخت آن مدار دو چیز کاملاً متفاوت هستند. شما می توانید مدارهای زیادی بسازید که عملیات آن ها را نمی دانید. تنها چیزی که در این نقطه باید روی آن تمرکز کنید این است که نمودار چگونه اتصالات مختلف بین قطعات در مدار را نشان می دهد.

یک گام نهایی که ممکن است هنگام طراحی مدار در نظر بگیرید، ایجاد نسخه نهایی از نمودار شماتیک است که نشان می دهد چه اجزایی روی تابلوی مدار نهایی شما نصب می شوند و چه اجزایی روی آن نیستند.

این نمودار بعداً زمانی که شما آماده ایجاد تابلو مداري هستيد که به حالت دائمي مدار شما تبديل خواهد شد، مفيد خواهد بود. براي مثال، شکل زير يک نسخه از مدار پرتاب سکه را نشان مي‌دهد که از يک خط تيره براي مشخص کردن مواردی استفاده می‌کند که بر روی تابلو مدار نصب نمی‌شوند: منبع تغذيه باتري (يعنی منبع ولتاژ و زمين)، سوئیچ دکمه push، دو اتصال انگشت فلزي و دو LED. در عوض، آن‌ها به صورت جداگانه در داخل کادر پروژه نصب می‌شوند. بنابراین، تابلو مدار تنها بايد شش جزء را نگه دارد: مدار مجتمع 555، چهار مقاومت و خازن.



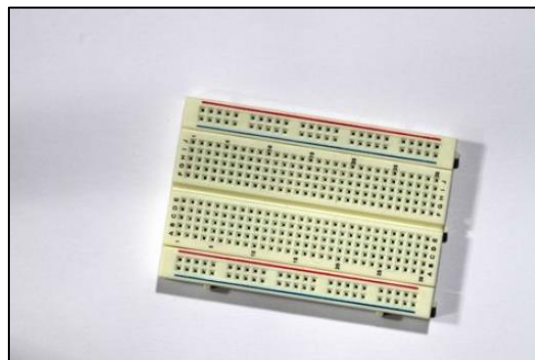
زمانی که طراحی مدار را تکميل کردید، بايد فهرستی از تمام بخش‌های مورد نیاز برای ساخت مدار تهيه کنید. سپس می‌توانید قطعات خود را جستجو کنید تا بفهمید چه ابزارهایی در اختيار دارید و کدام‌ها را بايد خريداري کنید. در اینجا لیستی از اجزایی که برای ساخت مدار پرتاب سکه نیاز دارید آورده شده‌است:

شناسه بخش	توضیح
R1 (مقاومت)	1 kΩ, ¼ W
R2 (مقاومت)	10 kΩ, ¼ W
R3 (مقاومت)	470 Ω, ¼ W
R4 (مقاومت)	470 Ω, ¼ W
C1 (خازن)	0.1 μF

LED1	LED قرمز (5mm)
LED2	LED سبز (5mm)
IC1	555 timer IC
SW1	تماس لحظه‌ای

تهیه نمونه اولیه از مدار خود بر روی یک نمونه تابلویی بدون اتصال

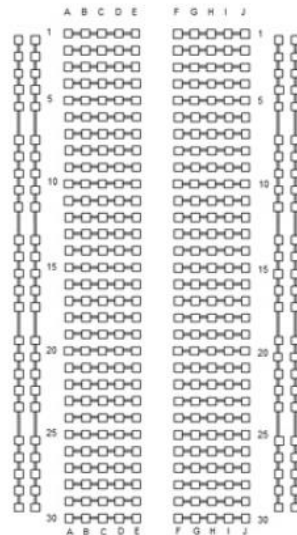
قبل از این که مدار خود را به یک تابلو مدار دائمی وصل کنید، باید مطمئن شوید که کار می‌کند. ساده‌ترین راه برای انجام این کار، ساخت مدار بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال است. این تابلو بدون لحیم به شما اجازه می‌دهد تا به سرعت اجزای مدار خود را، مونتاژ کنید. در عوض، قطعات مختلفی که نیاز دارید را به داخل سوراخ‌های روی تابلو فشار می‌دهید و سپس از سیم برای اتصال قطعات به یکدیگر استفاده می‌کنید. زیبایی کار کردن با این وسیله آن است که اگر مدار طوری که شما انتظار دارید کار نکند، می‌توانید با بیرون کشیدن قطعات یا سیم‌ها و قرار دادن سیم‌های جدید در محل، به سادگی در مدار تغییراتی ایجاد کنید. اگر نمودار طرح کلی شما یک اتصال مهم را از دست بدهد، می‌توانید یک سیم اتصال دیگر را برای ایجاد اتصال از دست رفته اضافه کنید یا اگر می‌خواهید ببینید که چگونه مدار با یک مقاومت یا خازن متفاوت کار می‌کند، می‌توانید مقاومت یا خازن اصلی را بیرون بکشید و یک اتصال متفاوت را در جای آن قرار دهید. شکل زیر وسیله مذکور را نشان می‌دهد.



درک نحوه کار نمونه تابلویی بدون اتصال

اگرچه بسیاری از تولیدکنندگان، نمونه‌های تابلویی بدون اتصال مختلفی را می‌سازند اما همه آن‌ها تقریباً به یک روش کار می‌کنند. تابلو شامل چند صد سوراخ کوچک به نام سوراخ‌های تماسی است که به فاصله چند اینچ از هم قرار گرفته‌اند. این یک فاصله مناسب است زیرا همچنین فاصله استاندارد برای پین‌های

خارج شده از کف یا کناره‌های بیشتر مدارهای مجتمع است. بنابراین، شما می‌توانید تمام پین‌های یک مدار مجتمع بزرگ را مستقیماً در یک نمونه تابلویی بدون اتصال قرار دهید. در زیر سطح پلاستیکی تابلو، سوراخ‌های تماس به یک صفحه متصل می‌شوند. اتصالات با توجه به الگوی خاصی ساخته می‌شوند که حتی برای ساخت مدارهای پیچیده طراحی شده‌اند. شکل زیر نحوه کار این الگو را نشان می‌دهد.



سوراخ‌های اتصال در تخته‌ها، پشت این الگو به طور داخلی به هم متصل شده‌اند. حفره‌های موجود در بخش میانی تابلو در گروه‌های پنج‌تایی که نوارهای پایانه‌ای نامیده می‌شوند، به هم متصل شده‌اند. این نوارهای پایانه‌ای در دو گروه قرار گرفته‌اند، با یک شکاف باز طولانی بین دو گروه، مانند یک گودال کوچک. در این حفره‌ها است که شما اجزایی مانند مقاومت‌ها، خازن‌ها، دیودها و مدارهای مجتمع را به هم متصل می‌کنید. مهم است که توجه داشته باشید که ردیف‌های سوراخ‌ها در طول گودال به هم متصل نیستند. بنابراین، هر ردیف شامل دو نوار ترمینال مجزا از لحاظ الکتریکی است: یکی که سوراخ‌هایی با برچسب A را به E متصل می‌کند و دیگری سوراخ‌هایی با برچسب F را به J متصل می‌کند.

یک نمونه تابلویی بدون اتصال طوری طراحی شده است که مدارهای مجتمع را می‌توان در بالای گودال قرار داد و پین‌ها در دو طرف مدار مجتمع به داخل سوراخ‌های دو طرف گودال رانده می‌شوند.

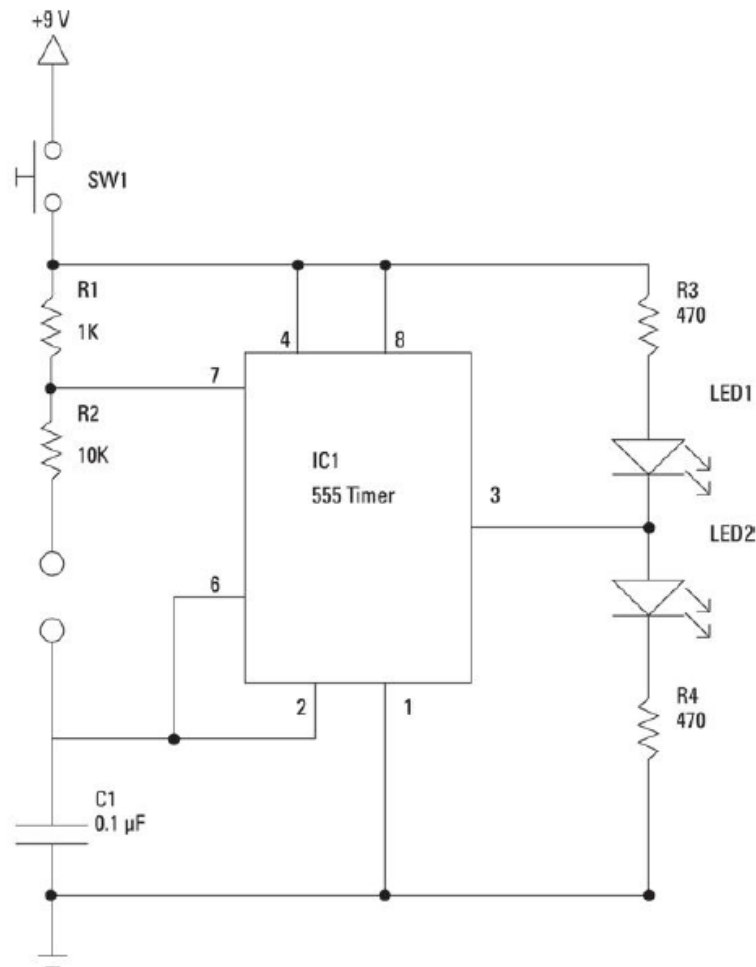
حفره‌های روی لبه‌های بیرونی تابلو را «نوارهای اتوبوس» می‌نامند. دو نوار اتوبوس در دو طرف تابلو وجود دارد. برای بیشتر مدارها، از نوارهای اتوبوس در یک طرف تابلو برای منبع ولتاژ و در طرف دیگر تابلو برای مدار زمین استفاده خواهید کرد. بیشتر نمونه‌های تابلویی بدون اتصال، از اعداد و حروف برای مشخص کردن سوراخ‌های اتصال مجزا در نوارهای پایانه استفاده می‌کنند. در شکل قبل، ردیف‌ها با اعداد ۱ تا ۳۰ مشخص می‌شوند و ستون‌ها با حروف A تا J مشخص می‌شوند. سوراخ‌های نوارهای اتوبوس معمولاً

شماره گذاری نمی شوند. نمونه های تابلویی بدون اتصال در اندازه های مختلف وجود دارند. تابلوهای کوچک معمولاً حدود ۳۰ ردیف نوار ترمینال و روی هم رفته حدود ۴۰۰ سوراخ دارند اما می توانید با ۶۰ ردیف یا بیشتر با ۸۰۰ سوراخ یا بیشتر، تابلو بزرگتری به دست آورید.

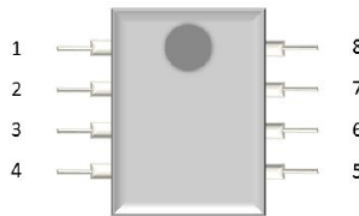
چیدن مدار

دشوارترین چالش ایجاد مدار بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال، تبدیل یک نمودار شماتیک به یک چیدمان، است. تنها در موارد نادر مداری که بر روی تابلو مونتاژ می شود شبیه نمودار شماتیک مدار خواهد بود. در بیشتر موارد، اجزاء به صورت متفاوت مرتب می شوند و برای اتصال اجزا به یکدیگر، سیم اتصال مورد نیاز است.

نکته کلیدی در مونتاژ یک مدار بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال این است که اطمینان حاصل شود هر اتصال نشان داده شده در نمودار شماتیک مجدداً بر روی تابلو ایجاد می شود. برای مثال، نمودار شماتیک در شکل زیر نشان می دهد که پین مدار مجتمع ۵۵۵ (IC1) باید به زمین متصل باشد.



بنابراین، زمانی که مدار را بر روی تابلو پیاده می‌کنید، باید اطمینان حاصل کنید که این اتصال به درستی ایجاد شده است. یکی از اولین چالش‌هایی که هنگام ساخت مدار بر روی تابلو با آن روبرو می‌شوید، اتصال پین‌ها به یک مدار مجتمع است. در یک نمودار شماتیک، اتصالات پین به یک مدار مجتمع به ندرت ترتیب عددی به خود می‌گیرند. برای مثال، در نمودار شماتیک نشان داده شده در شکل مذکور، اتصالات پین روی مدار مجتمع ۵۵۵ به این ترتیب لیست شده‌اند: ۷، ۶، ۲، ۱، ۳، ۸ و ۴. (پین ۵ استفاده نشده). همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، پین‌ها بر روی یک تراشه IC ۵۵۵ به صورت عددی مرتب شده‌اند. همچنین توجه داشته باشید که در سمت چپ و راست چیپ پین‌هایی وجود دارند اما هیچ کدام در بالا یا پایین نیستند (نقطه نشانه‌گذاری شده روی تراشه برای شناسایی پین ۱ استفاده می‌شود).



شما باید از هوش خود برای ایجاد مجدد مداری استفاده کنید که با یک نمودار شماتیک بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال نشان داده شده است. در این جا چند نکته برای شروع آورده شده است:

💡 با تعیین ردیف بالایی نوارهای اتوبوس به عنوان منبع تغذیه مثبت و ردیف پایینی به عنوان زمین شروع کنید. اتصال باتری را به سوراخ‌هایی در انتهای نوارهای اتوبوس متصل کنید، اما هنوز باتری را متصل نکنید؛ هیچ وقت ایده خوبی نیست که قبل از این که کار مونتاژ آن تمام شود، از برق برای مدار استفاده کنید.

💡 سپس، هر IC مورد نیاز برای مدار را جاگذاری کنید. آن‌ها را طوری قرار دهید که در گودال وسط ردیف‌های پایانه قرار گیرند و اگر مدار شما بیش از یک IC دارد، همه آن‌ها را به طور یکسان جهت دهید. تنها در صورتی خودتان را گیج خواهید کرد که پین ۱ در گوشه پایین سمت چپ برخی از IC های خود و در گوشه بالا سمت راست بقیه باشد.

💡 هر پین از هر IC به نوار پایانه‌ای متصل است که چهار سوراخ اتصال اضافی دارد. در نتیجه می‌توانید چهار قطعه اضافی یا سیم را به هر پین متصل کنید. اگر مدار به بیش از چهار اتصال جزء به یک پین نیاز دارد، از یک سیم جوش استفاده کنید تا نوار پایانه‌ای پین را به یک ردیف استفاده نشده در تابلو گسترش دهید.

از سیم‌های اتصال برای اتصال منبع ولتاژ و پین‌های زمینی برای هر IC به نزدیک‌ترین سوراخ اتصال موجود در ولتاژ و نوارهای اتوبوس زمینی استفاده کنید.

حالا راه را در اطراف بقیه پین‌ها برای هر IC باز کنید و هر بخش مورد نیاز را به هم متصل کنید. اگر یک سر یک جزء به یک پین IC و سر دیگر به منبع ولتاژ یا زمین متصل باشد، یک سر آن را به یک سوراخ اتصال موجود روی نوار پایانه وصل کنید و سر دیگر را به نزدیک‌ترین سوراخ اتصال موجود روی منبع ولتاژ یا اتوبوس‌های زمین وصل کنید.

اگر می‌خواهید، می‌توانید قسمت‌های مختلف را طوری اصلاح کنید که قطعات به تابلو نزدیک شوند. این امر منجر به یک مدار می‌شود که در آن سرخ‌های کمتری روی تابلو قرار می‌گیرند و احتمال این که سرخ‌ها به طور تصادفی با یکدیگر در تماس باشند و یک مدار کوتاه ایجاد کنند، کمتر است. با این حال، من معمولاً سرخ‌ها را اصلاح نمی‌کنم، مگر این که مدار به اندازه کافی پیچیده باشد که قادر به نگه داشتن هادی مولفه‌ها از یکدیگر بدون کاهش اندازه آن‌ها نباشم.

مونتاژ مدار پرتاب سکه بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال

در این بخش روشی کامل برای مونتاژ مدار پرتاب سکه بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال ارائه می‌شود. زمانی که همه مطالب را فراگرفتید، باید بتوانید پروژه را در حدود یک ساعت به اتمام برسانید. تمام قطعات مورد نیاز برای ساخت این مدار را می‌توان از فروشگاه خریداری کرد، یا می‌توانید آن‌ها را به صورت آنلاین از هر تامین‌کننده قطعات الکترونیکی سفارش دهید. برای راحتی شما، در این جالیستی کامل از بخش‌هایی که باید با آن‌ها این مدار نمونه اولیه را بسازید آورده شده است:

تعداد	توضیح
۱	نمونه تابلویی بدون اتصال (اندازه کوچک)
۱	کیت سیم نمونه تابلویی بدون اتصال
۱	مدار مجتمع LM555
۱	پکیج مقاومت (۵ تایی) $1\text{ k}\Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۱	پکیج مقاومت (۵ تایی) $10\text{ k}\Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۲	پکیج مقاومت (۵ تایی) $470\ \Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۱	خازن فیلم پلی استر (۰/۱ میکروفاراد)

۱	LED قرمز ۵mm
۱	LED سبز ۵mm
۱	باتری ۹ ولتی (با قابلیت اتصال محکم و چفت شدن)
۱	باتری ۹ ولتی

شما می‌توانید این مدار را با استفاده از قطعات معادل هر تامین‌کننده‌ای بسازید. بنابراین اگر در حال حاضر قطعات مشابهی در دست دارید، نیازی نیست که متحمل هزینه‌های اضافی شوید. برای این پروژه به ابزارهای زیادی نیاز ندارید. می‌توانید با ابزارهایی مانند برش‌دهنده سیم، سیم‌لخت‌کن و انبردست پروژه را جلو ببرید. مراحل که با استفاده از اعداد و حروف، سوراخ‌های خاصی را در ناحیه نوار انتهایی بردبرد شناسایی می‌کنند. اگر از تابلو متفاوتی نسبت به تابلو آورده شده استفاده می‌کنید، ممکن است با سیستم شماره‌گذاری متفاوتی مواجه شوید. زمانی که هر چیزی که نیاز دارید را در اختیار دارید، این مراحل را برای مونتاژ مدار دنبال کنید:

این سه مرحله را برای وارد کردن IC و اتصال آن دنبال کنید.

۱. مدار مجتمع ۵۵۵ را جای‌گذاری کنید.

با دقت به مدار مجتمع ۵۵۵ بنگرید. اگر خوب از بالا نگاه کنید متوجه نقطه‌ای کوچک در یک گوشه می‌شوید. این نقطه محل پین ۱ را مشخص می‌کند. با قرار دادن پین ۱ در سوراخ E14 و پین ۸ در سوراخ F14، IC را جای‌گذاری نمایید. IC شیار را که در مرکز تخته قرار دارد پر می‌کند.

۲. پین یک IC را به اتوبوس زمینی متصل کنید.

یک سر سیم جوش کوچک را در سوراخ A14 و سر دیگر را در نزدیک‌ترین سوراخ موجود در نوار اتوبوس پایینی قرار دهید.

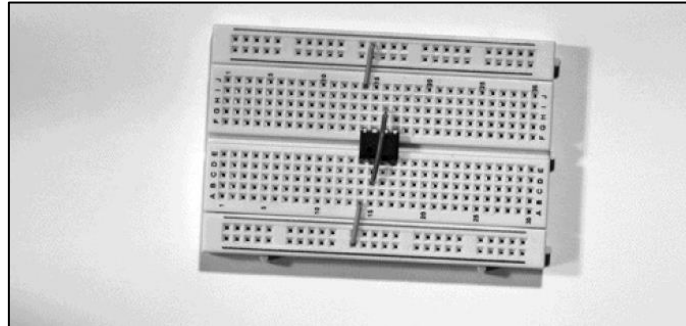
۳. پین ۸ مدار مجتمع را به اتوبوس ۹+ ولتی وصل کنید.

یک سر سیم جوش کوچک را در سوراخ J14 و سر دیگر را در نزدیک‌ترین سوراخ موجود در بالاترین نوار اتوبوس قرار دهید.

۴. پین‌های ۲ و ۶ مدار مجتمع را به هم متصل کنید.

یک سر سیم جوش کوچک را در سوراخ C15 و سر دیگر را در سوراخ H16 قرار دهید. سیم جوش از بالای تراشه ۵۵۵ عبور خواهد کرد.

شکل زیر نشان می‌دهد که نمونه تابلویی بعد از این مراحل چگونه به نظر می‌رسد.



پنج مرحله بعدی LED ها و مقاومت‌های R3 و R4 را به هم متصل می‌کند. LED ها از نوارهای ترمینال در ردیف‌های ۱۹ و ۲۱ استفاده خواهند کرد.

۱. پین ۳ مدار مجتمع را به ردیف ۱۹ متصل کنید.

یک سر سیم اتصال کوتاه را در سوراخ C16 و سر دیگر را در سوراخ C19 قرار دهید.

۲. دو بخش ردیف ۱۹ را مرتبط کنید.

یک سر سیم اتصال کوتاه را در سوراخ E19 و سر دیگر را در سوراخ F19 قرار دهید. این سیم فاصله بین دو نوار ترمینال در ردیف ۱۹ را پر کرده به آن‌ها را به طور موثر به یک نوار تک پایانه تبدیل می‌کند.

۳. LED قرمز را جای گذاری کنید.

اگر با دقت به LED قرمز نگاه کنید، خواهید دید که یک سرنخ کمی کوتاه‌تر از دیگری است. این سرنخ کوتاه کاتد نامیده می‌شود و سرنخ بلند آن‌د نام دارد. کاتد (سرنخ کوتاه‌تر) را در حفره D21 قرار دهید. سپس آن‌د (سرنخ بلندتر) را در سوراخ D19 قرار دهید.

۴. LED سبز را جای گذاری کنید.

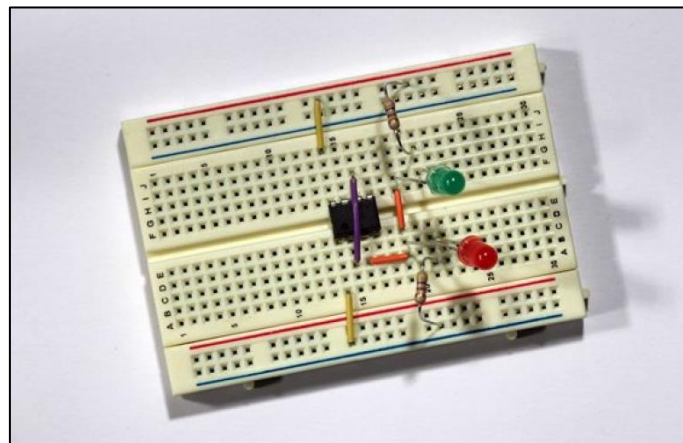
LED سبز نیز یک کاتد کوتاه و یک آن‌د بلند دارد. آن‌د را در سوراخ G21 و کاتد را در سوراخ G19 قرار دهید.

توجه داشته باشید که سرنخ‌های دو LED به صورت معکوس نصب می‌شوند: آن‌د LED قرمز و کاتد LED

سبز به ردیف ۱۹ وارد می‌شوند، در حالی که کاتد LED قرمز و آند LED سبز به ردیف ۲۱ وارد می‌شوند. دلیل خوبی برای این کار وجود دارد، اما فعلاً نیازی به ذکر آن نمی‌بینم.

۵. مقاومت‌های R3 و R4 را جای‌گذاری کنید.

هر دوی این مقاومت‌ها ۴۷۰ اهمی‌اند. می‌توانید مقاومت‌ها را با نگاه کردن به سه نوار رنگی که بر روی آن‌ها رنگ‌آمیزی شده‌اند شناسایی کنید - نوارها زرد، بنفش و قهوه‌ای هستند. یک انتهای مقاومت اول را در سوراخ B21 و انتهای دیگر را در نزدیک‌ترین سوراخ موجود در نوار اتوبوس پایینی (اتوبوس زمین) قرار دهید. سپس، یک سر مقاومت دیگر را در سوراخ I21 و انتهای دیگر را در نزدیک‌ترین سوراخ موجود در بالاترین نوار اتوبوس قرار دهید. شکل زیر نشان می‌دهد که بعد از این مراحل، تابلو چگونه به نظر می‌رسد.



پنج مرحله بعدی مدار لمس انگشت را متصل می‌کند که به کاربر اجازه می‌دهد تا پرتاب سکه را با لمس دو سطح تماس فلزی فعال کند. برای اتصال درست یک سر جفت سیم را به مدار متصل کرده و سر دیگر را که از انتهای تابلو بیرون زده است، رها می‌کنید. لمس کردن انتهای عریان این سیم‌ها با انگشتان، لمس تماس‌های فلزی که در نسخه نهایی مدار استفاده می‌کنید را شبیه‌سازی خواهد کرد. این دو سیم در سوراخ‌های ردیف ۹ قرار داده خواهند شد.

۱. مقاومت R1 را از پین ۷ IC تا اتوبوس ۹+ ولتی وارد کنید.

مقاومت R1 مقاومت ۱ کیلو اهمی است، که باید بین پین ۷ IC و اتوبوس ۹+ ولتی متصل شود. این مقاومت دارای نوارهایی بدین ترتیب است: قهوه‌ای، سیاه و قرمز. یک انتهای این مقاومت را در سوراخ J14 و انتهای دیگر را در نزدیک‌ترین سوراخ موجود در نوار بالاترین اتوبوس قرار دهید.

۲. خازن C1 را از پین ۲ مدار مجتمع تا اتوبوس زمینی قرار دهید.

یک سرخ خازن (مهم نیست که کدام) را در سوراخ B15 قرار دهید و سپس دیگری را در نزدیک‌ترین شکاف موجود در پایین‌ترین نوار اتوبوس جاگذاری نمایید.

۳. مقاومت R2 را از پین ۷ IC به یکی از تماس‌های فلزی وارد کنید.

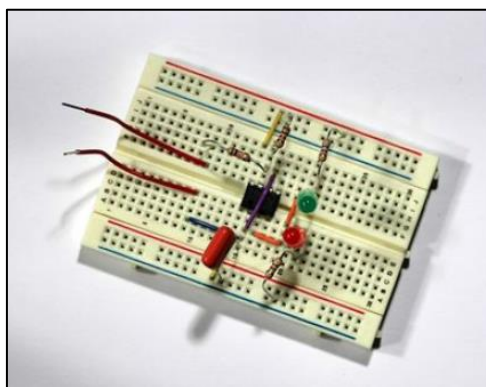
این مقاومت ۱۰ کیلو اهمی است و باید بین پین ۷ IC و یکی از تماس‌های فلزی که کاربر برای فعال کردن حرکت پرتاب سکه با انگشت خود لمس خواهد کرد، متصل شود. مقاومت مذکور دارای این توالی نوارهای رنگی است: قهوه‌ای، سیاه و نارنجی. یک انتهای آن را در سوراخ H15 و انتهای دیگر را در سوراخ H9 قرار دهید.

۴. یک سیم را از پین ۲ IC به دیگر سطح فلزی وصل کنید.

یک سر سیم اتصال کوتاه را در سوراخ B15 و انتهای دیگر را در سوراخ B9 قرار دهید.

۵. دو سیمی را که تماس‌های فلزی را شبیه‌سازی می‌کنند، قرار دهید.

چند تا سیم را به اندازه کافی بلند کنید تا بتوانید از ردیف ۹ به آن‌ها دسترسی پیدا کنید و یک اینچ یا بیشتر از لبه تابلو آویزان‌شان کنید. یک سر این سیم‌ها را در سوراخ‌های E9 و F9 قرار دهید و انتهای دیگر را آزاد بگذارید. انتهای دو سیم را جدا کنید تا مطمئن شوید که لمس نمی‌شوند؛ باید در حدود یک اینچ از هم فاصله داشته باشند. شکل زیر نشان می‌دهد که بعد از این مراحل، تابلو چگونه به نظر می‌رسد.



دو مرحله باقی‌مانده مدار را با اتصال منبع تغذیه تکمیل می‌کنند.

۱. باتری چفت شونده را متصل کنید.

سرخ‌های متصل کننده باتری چفت شونده به جای سیم سخت از سیم خاردار استفاده می‌کنند،

بنابراین باید قبل از قرار دادن آن‌ها در تابلو، کمی آماده‌سازی انجام دهید.

۱. از باریک کننده سیم برای جدا کردن حدود نیم اینچ عایق از انتهای هر دو سیم استفاده کنید.

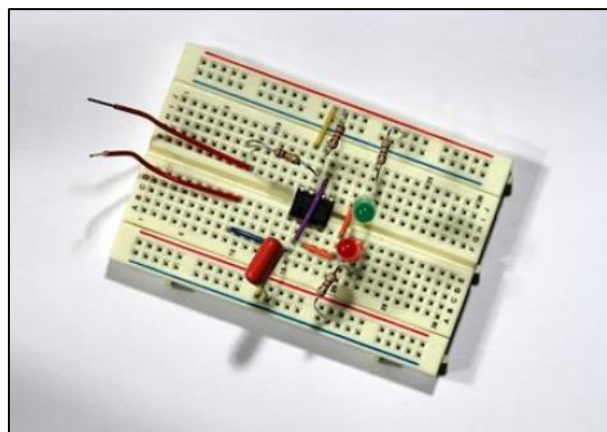
۲. از انگشتان خود برای پیچاندن سرخ‌ها تا جایی که می‌توانید، استفاده کنید تا هیچ کدام از رشته‌ها از نوک سیم بیرون نیایند.

۳. سرخ قرمز را در آخرین سوراخ بالاترین ردیف قرار دهید و سرخ سیاه را در آخرین سوراخ پایین‌ترین ردیف قرار دهید.

۴. باتری ۹ ولتی را چفت کنید.

LED قرمز باید فوراً روشن شود.

حالا می‌توانید مدار را با لمس کردن دو سیم آزاد آزمایش کنید. آن‌ها را بین انگشت شست و سبابه خود قرار دهید، اما اجازه ندهید که سیم‌ها با هم تماس پیدا کنند. مقاومت در پوست شما جریان کافی برای تکمیل مدار را هدایت خواهد کرد و LED ها متناوباً شروع به درخشش قرمز، سبز، قرمز، سبز و ... خواهند کرد. آن‌ها به فلاش زدن ادامه خواهند داد تا زمانی که شما سیم را رها کنید. آن وقت یکی از رنگ‌های سبز یا قرمز روشن می‌ماند. وقتی دوباره به سیم‌ها دست بزنید LED ها شروع به درخشش می‌کنند. شکل زیر مدار تکمیل شده در حال کار را نشان می‌دهد.



توجه داشته باشید که اگر سیم‌ها را محکم فشار دهید، سرعتی چشمک‌زدن LED افزایش می‌یابد. اگر سیم‌ها به اندازه کافی محکم فشار دهید، LED ها به قدری سریع خواهند درخشید که دیگر خبری از چشمک زدن نخواهد بود. البته در اصل LED ها هنوز هم به طور متناوب در حال چشمک زدن هستند،

اما سریع تر از آن اند که چشم شما چشمک زدنشان را تشخیص دهد، بنابراین این گونه به نظر می رسد که به طور مداوم روشن هستند.

اگر کار نکرد چه؟

اگر مدار شما کار نمی کند، چند گام عیب یابی وجود دارد که می توانید برای یافتن دلیل و اصلاح مشکل بردارید. در این جا چند نکته مفید برای عیب یابی آورده شده است:

🔦 تمام اجزا را بررسی کنید تا مطمئن شوید که هیچ کدام از آن ها با هم تماس ندارند. اگر هر کدام از سرخ ها با هم در تماس بودند، به آرامی آن ها را طوری تنظیم کنید که چنین نباشند.

🔦 دقت کنید که مدار در حال دریافت توان باشد. از مالتی متر خود برای تست ولتاژ باتری استفاده کنید و بررسی کنید که باتری چفت شونده به درستی در تابلو قرار داده شده باشد.

🔦 با دقت سیم کشی را دوباره چک کنید تا مطمئن شوید که هر سیم و هر جزء در نقطه صحیح وارد شده است.

🔦 دقت کنید که پین ۱ در سوراخ E14 و پین ۸ در سوراخ F14 قرار داشته باشد.

🔦 ببینید که LED ها در مسیر درست وارد شده اند یا خیر. برای LED قرمز، کاتد در D21 و آند در D19 قرار می گیرد. برای LED سبز، کاتد در G21 و آند در G19 قرار می گیرد.

ساخت مدار خود بر روی یک تابلوی مدار چاپی (PCB)

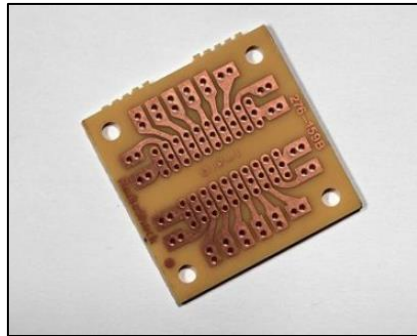
وقتی از عملکرد مدار خود راضی شدید، گام بعدی ساخت یک نسخه دائمی از آن است. اگرچه چندین روش برای انجام این کار وجود دارد، رایج ترین آن ها ساخت مدار روی تابلوی مدار چاپی است که به آن PCB نیز می گویند. در بخش های بعد یاد می گیرید که صفحه های مدار چاپی چگونه کار می کنند و چگونه می توان مدار پرتاب سکه را روی یک PCB قرار داد.

توجه داشته باشید که جمع کردن یک مدار روی PCB نیازمند این است که بدانید چگونه باید لحیم کنید.

◀ آگاهی از نحوه کار PCB

تابلوی مدار چاپی از یک لایه از مواد عایق مانند پلاستیک یا مواد مشابه ساخته شده است. مسیرهای مدار مس به یک طرف تابلو متصل شده اند. مسیرهای مدار از رد پاهایی تشکیل شده اند، که مانند سیم های

اتصال قطعات هستند و پدها (Pads) حلقه‌های کوچکی از مس‌اند که سرخ‌های قطعات می‌توانند به آن‌ها لحیم شوند. شکل زیر یک تابلوی مدار چاپی معمولی را نشان می‌دهد.



دو نوع اصلی PCB موجود است:

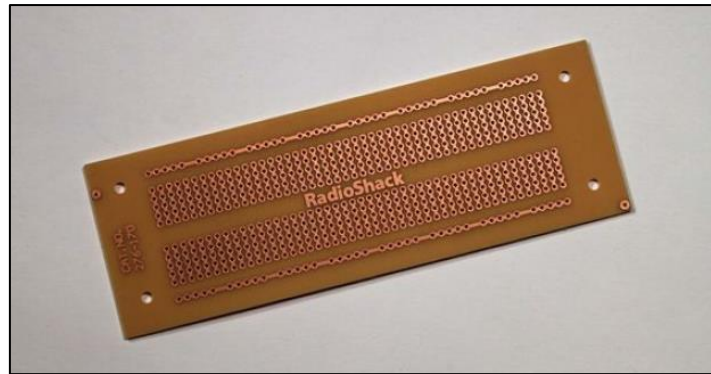
Through-hole: یک PCB که در آن مدارهای مسی در یک طرف صفحه و اجزاء روی سطح مخالف قرار گرفته‌اند. در این PCB سوراخ‌های کوچک (معمولاً با قطر یک شانزدهم اینچ) در مرکز پدهای مسی حفر می‌شوند. قطعات با عبور سرخ‌ها از میان سوراخ‌ها و لحیم‌کاری سرخ‌های فلزی در طرف دیگر تخته روی تابلو سوار می‌شوند. وقتی لحیم‌کاری تکمیل شد هر سیم اضافی حذف می‌شود.

Surface-mount: یک نوع PCB که در آن قطعات در همان سمت تابلو که دارای مدارهای مسی است نصب می‌شوند. هیچ روزنه‌ای در کار نیست.

PCB های Surface-mount برای مونتاژ مدار در مقیاس بزرگ آسان‌تر هستند. با این حال، کار کردن با آن‌ها به عنوان یک فرد غیر حرفه‌ای بسیار دشوار است، زیرا معمولاً اجزاء کوچک‌تر هستند و پایه‌ها به هم نزدیک‌ترند.

◀ استفاده از PCB پیش چاپ شده

ساده‌ترین راه برای کار با PCB ها، خرید یک PCB پیش چاپ شده است. PCB های پیش چاپ شده اشکال و اندازه‌های مختلفی دارند. مفیدترین آن‌ها، از دیدگاه یک علاقه‌مند، آن‌هایی هستند که طرح نوار انتهایی و نوار اتوبوسی مشابه نمونه تابلویی بدون اتصال دارند. به عنوان مثال، شکلی که در ادامه می‌بینید یک PCB را نشان می‌دهد که دارای ۵۵۰ سوراخ است که روی تابلویی استاندارد قرار گرفته‌اند. با استفاده از یک PCB از پیش چاپ شده که دارای چیدمان تابلو گونه است، می‌توانید نمونه اولیه مدار خود را بدون نیاز به ایجاد چیدمانی نو کاملاً بازسازی کنید.



◀ ایجاد PCB دلخواه

زمانی که مهارت‌های الکترونیکی‌تان را افزایش می‌دهید، ممکن است بخواهید به جای متناسب کردن مدارهای خود با محدودیت‌های مدار PCB های موجود، PCB دلخواه خودتان را ایجاد کنید. با این که این یک فرآیند بدیهی یا ارزان نیست، اما می‌توان PCB را شخصی‌سازی کرد. در این جا قدم‌های اساسی برای ایجاد PCB آورده شده‌است:

۱. یک PCB خالی تهیه کنید. کل سطح یک طرف این تخته کاملاً با مس پوشش داده خواهد شد.

۲. پوششی روی سطح مسی ایجاد کنید که چیدمان مدار را نشان دهد.

چندین راه برای انجام این کار وجود دارد. برای مدارهای ساده، می‌توانید به سادگی با استفاده از یک خودکار مخصوص طراحی‌شده برای این منظور، مدار را روی مس بکشید. برای مدارهای پیچیده‌تر، می‌توانید استیکرهای ویژه‌ای خریداری کنید که شبیه پدها و ردپاهای معمول هستند و استیکرها را مستقیماً بر روی مس قرار دهید. یا می‌توانید مدار کامپیوتر خود را با استفاده از هر نرم‌افزار گرافیکی طراحی کنید، طراحی را بر روی کاغذ ویژه چاپ کنید، و آن را با استفاده از یک آهن داغ به مس انتقال دهید.

۳. تابلو را با فرو بردن در یک ماده شیمیایی خاص که تمام مسی را که با پوشش همراه نشده تحلیل می‌برد، تکمیل کنید.

این فرآیند بدی است که باید در خارج از منزل و در یک منطقه با تهویه خوب و در عین حال پوشیدن دستکش، ماسک صورت و عینک ایمنی انجام شود. وقتی کار تمام شد، تمام مسی که با پوشش همراه نشده بود، از بین خواهد رفت.

۴. تخته را بشویید تا تمام آن محلول مسی را از روی آن پاک کنید.

۵. پوشش را کنار بزنید تا الگوی مدار مسی زیبای باقی مانده نمایان شود.

۶. در مرکز هر پد سوراخ ایجاد کرده و سپس مدار را سر هم کنید.

توجه داشته باشید که شرکت‌های متعددی در اینترنت وجود دارند که PCBهای کوچک را برای شما می‌سازند و البته قیمتشان خیلی ارزان نیست. برای مثال قیمت یک PCB ۴ اینچ مربعی ۳۰ دلار می‌باشد.

پیاده کردن مدار پرتاب سکه بر روی PCB

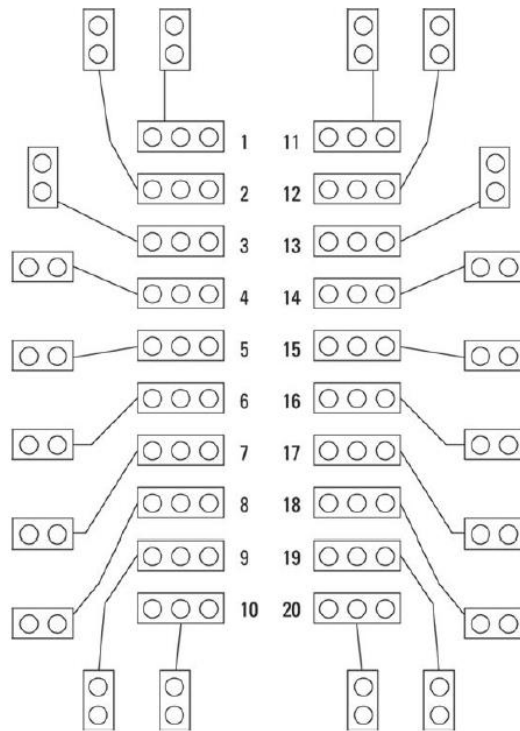
در این بخش یک روش کامل برای پیاده‌سازی مدار پرتاب سکه بر روی PCB پیش چاپ شده کوچک ارائه می‌شود. زمانی که همه مطالب خود را فراگرفتید، باید بتوانید این پروژه را در حدود یک ساعت به اتمام برسانید. تمام قطعات مورد نیاز برای ساخت این مدار را می‌توانید به سادگی از فروشگاه خریداری کرده یا به صورت آنلاین از هر تامین‌کننده قطعات الکترونیکی سفارش دهید. برای راحتی شما، در این جا لیستی کامل از بخش‌هایی که باید این مدار را با آن‌ها بسازید آورده شده است:

تعداد	توضیح
۱	Dual PCB
۱	مدار مجتمع LM555 timer
۱	مقاومت (پکیج ۵ تایی) $1\text{ k}\Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۱	مقاومت (پکیج ۵ تایی) $10\text{ k}\Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۲	مقاومت (پکیج ۵ تایی) $470\ \Omega, \frac{1}{4}\text{ W}$
۱	خازن فیلم پلی استر (۰/۱ میکروفاراد)
۱	LED قرمز ۵mm
۱	LED سبز ۵mm
۱	دکمه فشاری تماس لحظه‌ای
۱	باتری ۹ ولتی (با قابلیت اتصال محکم و چفت شدن)
۱	باتری ۹ ولتی

همچنین به حدود یک فوت سیم‌های عایق سخت با درجه ۲۲ و سیم عایق خاردار با درجه ۲۲ نیاز خواهید داشت؛ رنگ اهمیتی ندارد.

نکته: این فهرست شبیه به فهرستی است که در ابتدای این فصل برای ساخت مدار پرتاب سکه بر روی

نمونه تابلویی بدون اتصال ارائه کردم. اگر قطعات آن پروژه را دارید، می‌توانید از آن‌ها در این جا استفاده کنید. شکل زیر طرح کلی PCB را نشان می‌دهد.



قبل از اینکه شروع به ساخت مدار کنیم، چیدمان این صفحه را برای یک لحظه بررسی کنید تا با آن آشنا شوید. همان‌طور که می‌بینید، این تابلو حاوی نوارهای اتوبوس مانند نوارهای پیدا شده بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال نیست. با این حال، چیدمان کلی آن شبیه به چیدمان نوارهای پایانه بر روی نمونه تابلویی بدون اتصال است. بخش مرکزی تخته شامل مجموعاً ۲۰ نوار ترمینال است که ۱۰ نوار در هر طرف گودال قرار دارد. هر نوار سه سوراخ دارد اما به نوار دوم دو سوراخ در امتداد لبه تخته نیز مرتبط است. بنابراین هر نوار به طور موثر پنج سوراخ دارد. نوارها روی تابلو شماره ندارند، اما آن‌ها را در شکل شماره‌گذاری کرده‌ام؛ از اعداد ۱ تا ۱۰ برای شماره گذاری نوارها در سمت چپ صفحه و از اعداد ۱۱ تا ۲۰ برای شماره گذاری نوارها در سمت راست استفاده می‌کنم. در دستورالعمل‌های بعدی، از این اعداد برای نشان دادن این که چه سوراخ‌هایی را برای اتصال قطعات و سیم‌ها استفاده می‌کنم بهره خواهیم برد. نکته: برای ساده نگه داشتن همه چیز، فقط شماره نوار پایانه را مشخص کرده و این را به شما واگذار می‌کنم که تصمیم بگیرید از کدام یک از پنج سوراخ نوار استفاده کنید.

هنگام نصب قطعات روی PCB، از گیره سوسماری به عنوان گیره موقت جهت حفظ تراز اجزاء در برابر تابلو استفاده کنید. این کار به شما امکان می‌دهد تخته را وارونه کنید تا قادر به سرخ‌ها باشید. اگر اجزاء

را روی تابلو محکم نکنید، وقتی که آن را وارونه کنید از کار می‌افتند. توجه: وقتی مقاومت‌ها را لحیم کنید، خیلی داغ می‌شوند.

در این جا مراحل ساخت مدار پرتاب سکه بر روی PCB پرینت شده آورده شده‌است.

۱. PCB را نصف کنید.

PCB را به دو بخش یکسان تقسیم کنید. ما تنها به یکی از این بخش‌ها برای این پروژه نیاز داریم، بنابراین شما می‌توانید صفحه را به نصف تقسیم کرده و نیمه دیگر را برای یک پروژه دیگر ذخیره نمایید.

۲. مدار مجتمع timer ۵۵۵ را جاگذاری نمایید.

به یاد داشته باشید که نقطه روی مدار مجتمع ۵۵۵ نشان دهنده پین ۱ است. با جاگذاری قطعه، پین ۱ در نوار ۴ و پین ۸ در نوار ۱۴ خواهد بود و و تراشه به خوبی در جای درست وصل خواهد گشت.

۳. سیم‌های Jumper را جاگذاری کنید.

به طور ساده Jumper یک قطعه با بدنه پلاستیکی است که قطعه‌ای رسانا در آن وجود دارد که دو پین را به هم متصل می‌کند و یا با برداشتن آن اتصال را حذف می‌کند. این مدار به ۹ سیم Jumper نیاز دارد. سیم‌های Jumper را از سیم سخت ۲۲ درجه ببرید و عایق را به دقت از هر انتها جدا کنید. از انبردست بینی سوزنی برای خم کردن انتهای خالی هر سیم Jumper استفاده کنید، هر دو سر را در سوراخ‌های مناسب قرار دهید، سرنخ‌ها را به پدها محکم کنید و سپس با استفاده از سیم‌برهای خود مقدار اضافی انتهای هر سیم را بچینید. در جدول زیر مکان هر سیم Jumper روی PCB نشان شده‌است.

Jumper	از نوار	به نوار
۱	۹	۱۰
۲	۱۹	۲۰
۳	۵	۱۶
۴	۴	۱۰
۵	۷	۱۹
۶	۲	۶
۷	۱	۵
۸	۲	۱۲
۹	۱۴	۱۹

در صورت امکان از کوتاه‌ترین مسیر ممکن برای هر سیم اتصال استفاده کنید.

۴. مقاومت‌ها را نصب کنید.

چهار مقاومت برای نصب وجود دارد. از جدول زیر برای نصب هر مقاومت در مکان صحیح آن استفاده کنید. سرخ‌ها را پایین بکشید و هر مقاومت را در سوراخ‌های درست قرار دهید، مقاومت را در جای خود لحیم کنید و سپس سیم اضافی را از انتهای سرخ‌ها قطع کنید.

مقاومت	مقدار	رنگ‌ها	از نوار	به نوار
R1	۱ کیلو اهم	قهوه‌ای، سیاه، قرمز	۱۵	۲۰
R2	۱۰ کیلو اهم	قهوه‌ای، سیاه، نارنجی	۱۱	۱۵
R3	۴۷۰ اهم	زرد، بنفش، قهوه‌ای	۱۳	۱۹
R4	۴۷۰ اهم	زرد، بنفش، قهوه‌ای	۳	۱۰

۵. خازن‌ها را نصب کنید.

خازن را در نوارهای ۵ و ۱۰ نصب کنید. خازن را به طور کامل فشار دهید تا زمانی که با تخته هم‌تراز شود. سپس سرخ‌ها را صاف و سیم اضافی را قطع کنید.

۶. LEDها را نصب کنید.

به یاد داشته باشید که LEDها هدایتی (directional) هستند و باید در جهت درست نصب شوند در غیر این صورت کار نخواهند کرد. یک سرخ کوتاه‌تر از دیگری است تا به شما کمک کند سرخ درست را تشخیص دهید. سرخ کوتاه کاتد و سرخ بلندتر آند است. جدول زیر محل نصب LEDها را نشان می‌دهد:

رنگ LED	کاتد	آند
قرمز	۱۲	۱۳
سبز	۳	۲

زمانی که LEDها را نصب می‌کنید، آن‌ها را به داخل هل ندهید تا با تابلوی مدار هم‌تراز شود. در عوض، فقط کمی از سرخ را به داخل سوراخ‌ها فشار دهید تا LED حدود یک اینچ بالاتر از سطح صفحه قرار گیرد.

۷. سیم‌های Jumper سطوح فلزی را نصب کنید.

دو سیم خاردار دو اینچی ببرید و از انتهای هر کدام حدود یک اینچ عایق بردارید. یک سر هر سیم را در سوراخ‌های نوارهای ۱ و ۱۱ فرو کرده و انتهای دیگر را آزاد بگذارید. هنگامی که مدار در محفظه نهایی نصب می‌شود، انتهای این سیم‌ها را به سطوح فلزی متصل می‌کنید که کاربر برای فعال کردن مدار پرتاب سکه آن‌ها را لمس می‌کند.

تغذیه سیم‌های متصل شده از طریق سوراخ‌های تابلوی مدار می‌تواند مشکل باشد. اول، با احتیاط رشته‌های شل را پیچ دهید تا جایی که دیگر هیچ سیم هرزی از انتها بیرون نزده باشد. سپس با احتیاط سیم را وارد سوراخ کنید. اگر سیم خاردار درست پیچ نخورد آن را از سوراخ بیرون کشیده و مجدداً سعی کنید.

۸. دکمه فشاری را نصب کنید.

یک سیم دو اینچی را ببرید و از هر انتها حدود یک اینچ عایق بردارید. یک سر را به هر دو پایانه روی دکمه push متصل کنید (مهم نیست کدام یکی باشد). انتهای دیگر را در سوراخی در نوار ۱۰ فشار دهید و در جای خود لحیم کنید.

۹. چفت کننده باتری را نصب کنید.

حدود سه هشتم اینچ عایق را از انتهای هر دو سرخ‌ها باز کنید. سپس، سرخ سیاه را به ترمینال آزاد روی دکمه push (پایانه‌ای که در مرحله ۸ از آن استفاده نکردید) و سرخ قرمز را به یک سوراخ در نوار ۲۰ لحیم کنید.

۱۰. باتری ۹ ولت را به چفت کننده متصل نمایید.

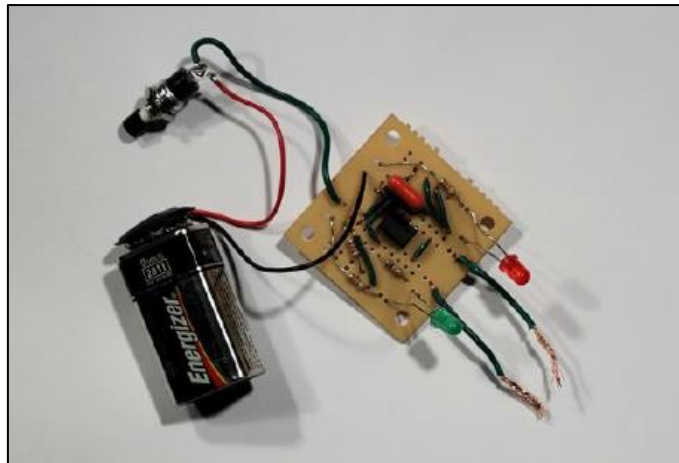
LED قرمز باید فوراً روشن شود که نشان می‌دهد مدار برای انجام کار خود آماده است.

۱۱. هویه را خاموش کنید.

کار تمام است!

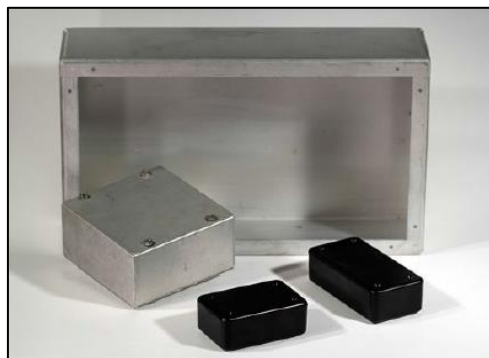
مدار را با لمس کردن هر دو سیم اتصال آزاد بین انگشتان آزمایش کنید. LEDها باید به طور متناوب چشمک بزنند و زمانی که سیم‌ها را رها کنید تنها یکی از آن‌ها روشن باقی خواهد ماند.

شکلی که در ادامه آمده، PCB کامل شده پرتاب سکه را نشان می‌دهد.



یافتن نقطه پایانی برای مدار

هنگامی که تابلوی مدارتان تمام شد، گام نهایی برای تکمیل پروژه سوار کردن آن در یک محفظه زیبا مانند یک جعبه پلاستیکی، فلزی، یا چوبی است.



شکل: جعبه‌های پروژه اشکال و اندازه‌های مختلفی دارند.

اگر نمی‌خواهید پولتان را برای یک جعبه مخصوص پروژه الکترونیکی صرف کنید، در این جا چند راه جایگزین برای پیدا کردن یک محفظه مناسب ارائه می‌شود:

💡 فروشگاه‌های زنجیره‌ای برای محفظه‌های کوچک تخفیف‌هایی در نظر می‌گیرند. ممکن است یکی از آن‌ها را پیدا کنید که اندازه و شکل مناسب و قیمت کم‌تری از یک جعبه مخصوص داشته باشند (اگر رنگ جعبه غیر جذاب باشد، می‌توانید آن را تغییر دهید). بسیاری از این جعبه‌ها می‌توانند برای پروژه‌های الکترونیکی شما شخصی‌سازی شوند.

💡 قبل از دور انداختن یک ابزار الکتریکی کهنه، نگاهی سریع به جعبه آن بیندازید. اگر فکر می‌کنید که ممکن است روزی برای یک پروژه مفید باشد، آن را جدا کنید و تمام قسمت‌های داخلی را دور بریزید و

فقط جعبه خالی را نگه دارید.

◆ هر زمان که قطعات دستگاه الکترونیکی را از هم جدا می‌کنید مراقب باشید. اطمینان حاصل کنید که در ابتدا منبع برق را به طور کامل خاموش کرده‌اید و نیز مراقب خازن‌های بزرگی باشید که ممکن است هم‌چنان باردار باشند.

◆ اگر به طور مرتب در محوطه انبار کار می‌کنید، دنبال مواردی باشید که ممکن است به عنوان محفظه‌هایی برای پروژه‌ها مفید باشند.

کار با جعبه پروژه

اکثر جعبه‌های پروژه از پلاستیک یا فلز ساخته شده‌اند و یک درپوش جدا شنی دارند که با چهار پیچ در هر گوشه محکم شده است. برای دسترسی به داخل جعبه، به سادگی پیچ‌ها را برای آزاد کردن در جعبه باز کنید. داخل جعبه ممکن است کاملاً صاف یا حاوی برآمدگی‌ها و یا شناسه‌های سوار شونده باشد که برای آسان‌تر کردن سوار کردن اجزا در داخل جعبه طراحی شده‌است. اگر چنین امکاناتی داخل جعبه وجود نداشته باشد، باید روش خودتان را برای اتصال قطعات مختلف ابداع کنید. در این‌جا چند نکته آمده‌است:

💡 به یک مجموعه خوب از مته‌های دریل کوچک برای سوراخ کردن در جعبه جهت سوار کردن اجزا روی آن نیازمندید. باید برای نصب تابلو مدار و همچنین چیزهایی مانند نگه‌دارنده‌های باتری، سوئیچ‌ها، LEDها، بلندگو و هر چیز دیگری که ممکن است پروژه به آن نیاز داشته باشد، سوراخ‌هایی ایجاد کنید.

💡 یک تصویر خوب از جعبه پروژه تهیه کنید و ببینید قبل از شروع سوراخ کاری چطور قسمت‌ها در آن مرتب می‌شوند. زمانی که مطمئن شدید که همه چیز آن‌طور که می‌خواهید مرتب شده‌است، از یک ماژیک برای نشان دادن موقعیت دقیق سوراخ‌هایی که برای دریل کردن نیاز دارید، استفاده کنید.

💡 برای سوار کردن تابلو مدار، از استندآف برای ایجاد فضای خالی بین تابلو و جعبه استفاده کنید. استندآف یک پیچ است که به شما اجازه می‌دهد تخته را بالا ببرید تا بالای کف کادر پروژه قرار گیرد. می‌توانید استندآف‌ها را از هر تامین‌کننده قطعات الکترونیکی بخرید، قیمت آن‌ها به طرز شگفت‌انگیزی گران است، اغلب به اندازه ۴۵ سنت برای هر کدام.

♦ اگر مقدار زیادی پیچ و مهره داشته باشید، می‌توانید به سادگی با کوتاه کردن طول یک لوله پلاستیکی و شلنگ آبیاری قطره‌ای و قرار دادن یک پیچ بلند در آن، استندآف مدنظر خود را تهیه کنید.

💡 تابلوی مدار را پشت جعبه قرار دهید. این کار گاهی اوقات فضای بیشتری را در داخل جعبه برای وسایل بزرگ‌تر مانند باتری یا بلندگو آزاد می‌کند.

💡 بیشتر سوئیچ‌ها می‌توانند با ایجاد یک سوراخ به اندازه کافی بزرگ، به جعبه متصل شوند. کلید دارای پیچی است که می‌توانید با آن روند اتصال را پیش ببرید.

💡 برخی قطعات فاقد پیچ‌هایی برای تسهیل فرایند اتصال هستند. استفاده از چسب می‌تواند به قرار دادن این اجزاء در محل مناسب کمک کند.

💡 برای اتصالات داخل جعبه از سیم‌های خاردار استفاده کنید. هنگامی که جعبه را باز می‌کنید تا باتری‌ها را تغییر دهید، سیم خاردار اجزاء را بهتر نگه می‌دارد.

قرار دادن مدار پرتاب سکه در جعبه

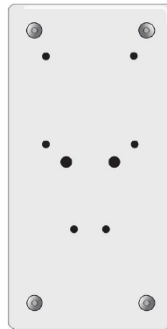
در این بخش، پروژه پرتاب سکه را با سوار کردن تابلوی مدار آن در یک جعبه پلاستیکی به همراه یک باتری ۹ ولت، یک دکمه روشن/ خاموش و دو اتصال فلزی که کاربر می‌تواند برای پرتاب سکه آن‌ها را لمس کند، به پایان می‌رسانید. همه قسمت‌هایی که برای این پروژه نیاز دارید را می‌توان در اغلب فروشگاه‌ها خریداری کرد. علاوه بر تابلوی مداری که در ابتدای این بخش نصب شد، به موارد زیر نیز نیاز خواهید داشت:

تعداد	توضیح
۱	حصار پروژه (۵ در ۲/۵ در ۲ اینچ)
۱	نگهدارنده باتری ۹ ولتی
۸	۰/۵ - ۶ تا ۳۲ اینچ (استندآف male-to-female)
۶	مهره ۳۲-۶ (برای محکم کردن استندآف)
۴	مهره ۳۲/۲۵-۶ اینچی (برای محکم کردن استندآف)

زمانی که قطعات را جمع کردید، این روند را برای جمع کردن پروژه دنبال کنید:

۱. سوراخ‌های لازم برای نصب را در درپوش ایجاد کنید.

باید در کل هشت سوراخ در درپوش ایجاد کنید. چهار تا برای نصب تابلوی مدار، دو تا برای LEDها و دو تا برای اتصالات انگشت فلزی هستند. شکل زیر الگویی را نشان می‌دهد که می‌توانید از آن استفاده کنید.



سوراخ‌های کوچک‌تر یک هشتم اینچ و سوراخ‌های بزرگ‌تر سه شانزدهم اینچ هستند. توجه: فاصله بین چهار سوراخ بالای در باید دقیقاً یک و سه هشتم اینچ باشد به طوری که با سوراخ‌های رو به بالا در تابلو مدار در یک خط باشد. اندازه‌گیری برای سوراخ‌های دیگر نیاز به دقت ندارد.

۲. یک سوراخ پنج شانزدهم اینچی را برای دکمه فشاری نزدیک بالا سمت چپ جعبه ایجاد کنید.

مکان دقیق چندان مهم نیست. پیشنهاد می‌کنم که جعبه را در کف دست چپ خود نگه دارید و سوراخ را در محلی که انگشت شست‌تان می‌تواند به راحتی به دکمه برسد، دریل کنید.

۳. دکمه push را در جعبه جاگذاری نمایید.

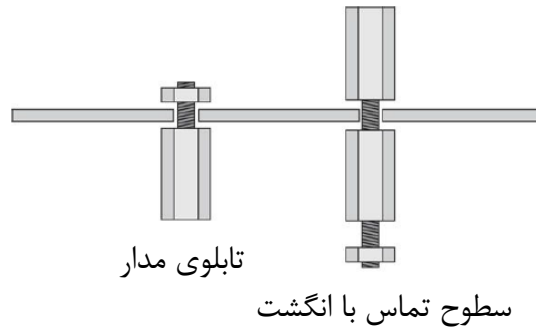
مهره را از گردن دکمه فشاری بردارید، گردن را از سوراخی که در مرحله قبلی از داخل جعبه ایجاد کرده‌اید عبور دهید و سپس مهره را از بیرون جعبه به آن بسته و با انبردست محکم کنید.

۴. برای وصل کردن نگهدارنده باتری ۹ ولتی به پایه جعبه از چسب استفاده کنید.

نگهدارنده را نزدیک بالای جعبه، نزدیک سوراخی که برای سوئیچ (کلید) ایجاد کرده‌اید، قرار دهید.

۵. استندآف‌های تابلوی مدار را جاگذاری کنید.

با قرار دادن انتهای پیچ شده استندآف‌ها در سوراخ مناسب و اتصال یک مهره ۳۲ - ۶ در طرف دیگر، چهار استندآف را نصب نمایید. سمت چپ شکل را برای راهنمایی در مورد چگونگی متصل کردن این چهار استندآف ببینید.

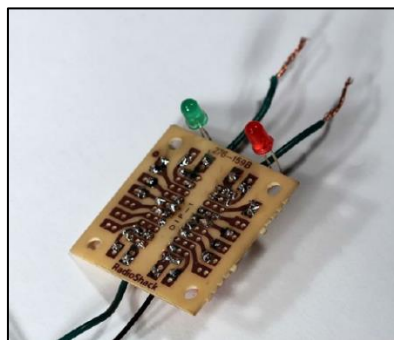


۶. سطوح تماس با انگشت را بر روی در سوار کنید.

برای ایجاد سطوح فلزی که کاربر می‌تواند آن‌ها را برای پرتاب سکه لمس کند، ابتدا انتهای پیچ شده یکی از استندآف‌ها را از طریق سوراخ بالای در پوش وارد کرده و سپس یک استندآف دیگر را از پایین در آن پیچ دهید. بعد یک مهره ۳۲-۶ را به انتهای استندآفی که در زیر در قرار دارد، متصل کنید. برای دیدن راهنمایی در مورد نصب این استندآف‌ها به سمت راست شکل بالا مراجعه کنید. شکل زیر نشان می‌دهد که جعبه در این نقطه باید چگونه باشد. در این شکل، می‌توانید نگه‌دارنده باتری و دکمه push را که قبلاً در جعبه نصب شده‌اند مشاهده کنید. همچنین استندآف‌ها را می‌بینید که زیر در قرار دارند.

۷. تابلوی مدار را به استندآف‌ها متصل نمایید.

برای تکمیل این مرحله، ابتدا باید LEDها را به اطراف خم کنید تا روی لبه تابلوی مدار پیچیده شده و سپس مستقیماً رو به پایین قرار گیرند. زمانی که LEDها را خم می‌کنید، بسیار مراقب باشید تا به اتصالات لحیم آسیب نرسانید. شکل زیر نشان می‌دهد که بورد مدار زمانی که LEDها به درستی دور زده می‌شوند، چگونه به نظر می‌رسد.



هنگامی که LEDها آماده شدند، بورد مدار را بر روی چهار استندآف قرار دهید. LEDها باید به سمت سوراخ‌های سه شانزدهم اینچی که در مرحله ۱ برایشان ایجاد کردید، قرار گیرند. وقتی همه چیز در جای خود گرفت، مدار تابلو را با استفاده از مهره‌های ۳۲-۶ به استندآف‌ها وصل نمایید.

۸. سطوح انگشت را وصل کنید.

دو سر آزاد از دو سیم Jumper که به تابلوی مدار متصلند به دو سطح انگشت وصل نمایید. برای اتصال هر سیم، انتهای قطع شده را محکم دور قسمت پیچ شده استندآف ببندید. سپس یک مهره ۳۲-۶ را به استندآف وصل کرده و آن را با انبردست محکم کنید. شکل زیر نشان می دهد که پروژه بعد از این اتصالات چگونه به نظر می رسد.



۹. باتری را نصب کنید.

باتری را در نگه دارنده قرار داده و سپس آداپتور چفت شونده را به باتری متصل کنید.

۱۰. در را به جعبه متصل نمایید.

با دقت در را باز کرده و با استفاده از پیچ هایی که همراه جعبه پروژه بودند آن را متصل نمایید.

۱۱. پروژه را روشن کنید.

در نهایت آماده استفاده از پروژه پرتاب سکه هستید. جعبه را در دست چپ خود نگه دارید و با انگشت شست خود دکمه push را فشار دهید. سپس انگشت اشاره دست راست خود را با دو سطح تماس دهید و به طور متناوب به LEDها نگاه کنید. وقتی آماده شدید، ببینید آیا چراغ قرمز یا سبز روشن می ماند یا نه. شکل زیر پروژه تمام شده را نشان می دهد.



فصل هفت: رازهای لحیم کاری موفق

لحیم کاری یکی از مهارت‌های پایه در ساخت پروژه‌های الکترونیکی است. با اینکه می‌توانید از تابلوهای بدون سیم برای ساخت نسخه‌های آزمایشی مدارهای خود استفاده کنید، اما دیر یا زود باید نسخه‌های دائمی از مدارهایتان را بسازید. برای این کار باید با نحوه لحیم کاری آشنا باشید.

در این بخش اصول لحیم کاری را یاد می‌گیرید: چگونه لحیم کاری کنید، چه ابزار و تجهیزاتی برای لحیم کاری نیاز دارید، و چطور یک اتصال لحیم عالی ایجاد کنید. همچنین یاد می‌گیرید چطور اشتباهاتی را که هنگام لحیم کاری مرتب می‌شوید اصلاح کنید.

لحیم کاری مهارتی است که نیاز به تمرین دارد؛ تقریباً به سختی نواختن شپور فرانسوی نیست، اما دارای یک منحنی یادگیری می‌باشد. یعنی وقتی برای اولین بار شروع به کار کردید، احساس خواهید کرد که کاملاً ضعیف هستید و ممکن است کارتان چندان چشمگیر نباشد اما به مرور زمان و با تمرین حرفه‌ای خواهید شد.

درک نحوه کار لحیم

قبل از رفتن سراغ لحیم کاری چند دقیقه به این فکر کنید که اصلاً لحیم چیست. فرایند اتصال دو قطعه به یکدیگر از طریق ذوب و انجماد یک آلیاژ زود ذوب را لحیم کاری می‌گویند. در لحیم کاری (برخلاف جوشکاری) فلز پایه ذوب نمی‌شود و فقط فلز لحیم یا پرکننده ذوب می‌گردد. لحیم یک فلز نرم ساخته شده از ترکیب قلع و سرب است. برای ذوب کردن لحیم دمایی حدود ۷۰۰ درجه فارنهایت نیاز است؛ وقتی لحیم سرد شود، فلزات را در یک اتصال به هم قفل می‌کند.

می‌توانید برای جلوگیری از خطرات مسمومیت با سرب لحیم بدون سرب تهیه کنید. با این حال، کار کردن با لحیم بدون سرب بسیار سخت‌تر از لحیم معمولی سرب و قلع است، بنابراین پیشنهاد می‌کنم از لحیم بدون سرب اجتناب کنید تا هنر لحیم کاری را یاد بگیرید.

◀ هفتصد درجه فارنهایت بسیار داغ است – آن قدر داغ است که می‌تواند پوست را فوراً در صورت تماس بسوزاند – بنابراین لحیم کاری ذاتاً کاری خطرناک است. سوختگی‌ها می‌تواند دردناک باشد لذا باید جوانب احتیاط را در نظر گرفت.

لحیم کاری به ویژه برای الکترونیک مفید است زیرا نه تنها یک اتصال فیزیکی قوی بین فلزات ایجاد می کند، بلکه یک مسیر رسانای عالی برای جریان الکتریکی ایجاد می کند تا از یک هادی به دیگری جریان یابد. این بدان خاطر است که خود لحیم یک هادی عالی است. به عنوان مثال، می توانید با برهنه کردن عایق انتهای هر سیم و پیچاندن آن به یکدیگر، یک اتصال خوب بین دو سیم ایجاد کنید. با این حال، جریان تنها می تواند از میان مناطقی عبور کند که در واقع تماس فیزیکی دارند. حتی وقتی محکم به هم پیچیده شوند، بیشتر سطح دو سیم در واقع لمس نخواهد شد. ولی وقتی آن ها را لحیم کنید، لحیم به داخل و اطراف پیچ ها جریان پیدا می کند و هر شکافی را در حالی که کل سطح هر دو سیم را متصل می کند، پر می نماید.

◀ لحیم کاری شبیه به بریزکاری یا جوشکاری نیست. در بریزکاری از فلزات با نقطه ذوب بالاتر (معمولاً ۸۵۰ درجه فارنهایت یا بیشتر) استفاده می شود. بریزکاری پیوند قوی تری نسبت به لحیم کاری به وجود می آورد. جوشکاری فرایندی کاملاً متفاوت است و در آن فلزات در واقع ذوب می شوند. فلزات در حالت مایع با هم مخلوط و بعد خنک می شوند تا پیوند بسیار قوی را تشکیل دهند.

تهیه مواد لازم برای لحیم کاری

قبل از این که بتوانید لحیم کاری را شروع کنید، باید برخی چیزها را همان طور که در بخش های زیر توضیح داده شده تهیه کنید.

خرید هویه

هویه وسیله ای است که برای ذوب لحیم و اتصال قطعات فلزی به یکدیگر به کار می رود. هویه ها را می توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد، هویه های غیربرقی (گازی، چکشی) و برقی (الکتریکی). با توجه به جنس و اندازه نقطه اتصال، باید هویه مناسب که بتواند حرارت (دما) لازم را تولید کند، انتخاب کرد. شکل زیر یک هویه را نشان می دهد.



این‌ها مواردی هستند که هنگام خرید هویه باید به آن‌ها دقت کنید:

💡 میزان وات باید بین ۲۰ تا ۵۰ وات باشد. توجه داشته باشید که نحوه گرم شدن هویه را تعیین نمی‌کند. در عوض، کنترل می‌کند که هویه چقدر سریع گرم می‌شود و چقدر سریع مجدداً دمای عادی خود را پس از تکمیل هر اتصال لحیم به دست می‌آورد (هر بار که لحیم‌کاری می‌کنید، وقتی نوک چدنی هویه گرمای خود را به سیم‌های متصل به هم و به خود لحیم منتقل می‌کند، کمی سرد می‌شود).

💡 نوک هویه باید قابل تعویض باشد. زمانی هویه را می‌خرید، چند نوک دیگر بخرید تا زمانی که به آن‌ها نیاز دارید جایگزین مناسب داشته باشید.

💡 اگر چه می‌توانید هویه را به تنهایی به قیمتی زیر ۱۰ دلار بخرید، اما پیشنهاد می‌کنم چند دلار دیگر صرف کنید و یک پایه یمپارچه لحیم‌کاری تهیه نمایید. پایه یک وسیله مناسب و امن برای قرار دادن هویه در صورت عدم استفاده از آن است. بدون پایه میز کارتان خیلی زود پر از آثار سوختگی خواهد شد.

💡 یک سوراخ‌گیر (plug) سه سر ساده مطلوب است اما ضروری نیست.

این وسیله به جلوگیری از تخلیه استاتیک که می‌تواند در هنگام لحیم‌کردن برخی از اجزای الکترونیکی حساس به برخی از آن‌ها آسیب برساند کمک می‌کند.

💡 مدل‌های گران‌تر کنترل دما را مهیا کرده‌اند.

اگر چه لازم نیست، اما اگر قرار است مقدار زیادی لحیم‌کاری انجام دهید کنترل دما یک ویژگی خوب است.

💡 برخی از مدل‌ها دارای تخلیه استاتیک داخلی هستند.

این کار می‌تواند به از بین بردن شانس آسیب زدن به اجزای مدار در حین لحیم‌کاری کمک کند.

◆ فلز نرمی که برای ایجاد اتصالات لحیم به کار می‌رود، آلیاژی از قلع و سرب است. بیشتر لحیم‌ها دارای ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب هستند، اما این نسبت ممکن است کمی متفاوت باشد. با اینکه لحیم بر روی قرقرها پیچیده شده و شبیه سیم است، اما در واقع یک لوله توخالی نازک است که هسته نازکی از روزین در مرکز دارد. این روزین، که flux نامیده می‌شود، نقش مهمی در فرآیند لحیم‌کاری ایفا می‌کند. نقطه ذوب آن کمی پایین‌تر از آلیاژ قلع - سرب است در نتیجه درست چند لحظه قبل از ذوب شدن

مخلوط قلع - سرب ذوب می‌شود. این جریان فلزات را آماده می‌کند تا با تمیز کردن و روان کاری سطوح متصل شوند. لحیم در ضخامت‌های مختلف عرضه می‌شود و باید برای انواع مختلف کارها چندین ضخامت مختلف در دست داشته باشید. پیشنهاد می‌کنم با سه قرقره شروع کنید: ۰.۰۶۲ اینچ، ۰.۰۳۲ اینچ و ۰.۰۲۰ اینچ. برای بیشتر کارها از ۰.۰۳۲ اینچ استفاده خواهید کرد، اما لحیم ضخیم (۰.۰۶۲ اینچ) برای لحیم کاری سیم‌ها با رشته بزرگ و لحیم ظریف (۰.۰۲۰ اینچ) برای لحیم کاری ظریف بر روی قطعات کوچک مفید است.

لحیم متشکل از حدود ۴۰ درصد سرب است و همانطور که احتمالاً می‌دانید مسمومیت با سرب یک خطر بهداشتی واقعی است. دودی که اغلب وقتی در حال لحیم کاری هستید ایجاد می‌شود متعلق به روزین است نه سرب یا قلع. با این حال، خوب است که همیشه در یک منطقه با تهویه خوب کار کنید و بعد از لحیم کاری دستان خود را بشویید تا هر گونه سرب باقی‌مانده حذف شود.

شما می‌توانید لحیم بدون سرب بخرید اگر چه به طور قابل توجهی گران‌تر از لحیم معمولی ساخته شده از سرب و قلع است. با این حال، کار با لحیم بدون سرب سخت‌تر از لحیم معمولی است و کم‌تر قابل اعتماد است. اگر نگران تأثیرات کار طولانی‌مدت با لحیم سربی هستید، پیشنهاد می‌کنم به لحیم بدون سرب روی بیاورید، اما تنها پس از این که در کار با لحیم سربی ماهر شدید.

از خریدن لحیم اسید-فلکس که لوله‌کش‌ها از آن برای لحیم کاری لوله‌ها استفاده می‌کنند اجتناب کنید. اسید موجود در این نوع لحیم، پروژه‌های الکترونیکی شما را نابود خواهد کرد.

سایر وسایل مورد نیاز

علاوه بر یک هویه و لحیم، چند چیز دیگر هم وجود دارد که باید برای لحیم کاری موفق در دست داشته باشید.

💡 ابزار یا گیره دست سوم: حداقل سه دست برای لحیم کردن لازم است، یکی برای نگه داشتن چیزهایی که لحیم می‌کنید، یکی برای نگه داشتن هویه و یکی برای نگه داشتن لحیم. حالا که سه تا دست ندارید باید از یک ابزار دست سوم، یک گیره و یا چند دستگاه مفید دیگر برای نگه داشتن چیزهایی که مشغول لحیم‌کردنشان هستید استفاده کنید تا بتوانید هویه و لحیم را به کار ببرید. (برای مشاهده عکس ابزار دست سوم به فصل ۳ مراجعه کنید).

❗ اسفنج: برای پاک کردن نوک هویه به کار می‌رود.

❗ گیره‌های سوسماری: استفاده از این گیره‌ها با دو هدف انجام می‌شود. اول این که می‌توانید از یک گیره سوسماری به عنوان گیره‌ای جهت نگه داشتن یک جزء در محل، در حالی که آن را لحیم می‌کنید، استفاده کنید. دوم، به عنوان یک حفره حرارتی برای جلوگیری از آسیب دیدن یک جزء حساس در هنگام لحیم‌کاری سرنخ‌ها کاربرد دارند (چاه حرارتی مبدل حرارتی غیر فعالی است که گرمای تولیدشده توسط دستگاه مکانیکی یا الکتریکی را به محیط سیال منتقل می‌کند).

❗ محافظ چشم: همیشه هنگام لحیم‌کاری از محافظ چشم استفاده کنید. گاهی لحیم داغ به طرف چشم پرتاب شده و به آن صدمه می‌زند.

❗ ذره‌بین: استفاده از ذره‌بین سبب تسهیل لحیم‌کاری می‌شود. می‌توانید از ذره‌بین در بالای میز یا به صورت متصل به ابزار دست سوم استفاده کنید.

❗ حباب رفع لحیم: این ابزار برای رفع و تصحیح اشتباهات هنگام لحیم‌کاری است.

مهیا شدن برای لحیم‌کاری

قبل از شروع لحیم‌کاری باید ابتدا هویه را تمیز کنید. مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. هویه را روشن کنید.

حدود یک دقیقه طول می‌کشد تا هویه گرم شود.

۲. وقتی هویه داغ شد، نوک آن را تمیز کنید.

بهترین راه برای تمیز کردن لحیم از روی هویه استفاده از اسفنج مرطوب است. در حین کار باید لحیم را با اسفنج پاک کنید تا نوک هویه تمیز بماند.

۳. هویه را قلع‌آلود کنید.

«قلع‌آلود کردن» هویه به فرآیند اعمال یک لایه نازک لحیم بر نوک هویه اشاره دارد. قلع‌آلود کردن نوک هویه سبب لحیم‌کاری روان‌تر می‌شود. برای قلع‌آلود کردن نوک هویه مقدار کمی لحیم را روی انتهای نوک هویه ذوب کنید. سپس نوک هویه را با اسفنج پاک کنید.

◀ هنگام کار باید نوک هویه را به طور مرتب تمیز کنید. همچنین باید برخی اوقات نوک هویه را قلع‌آلود سازید. معمولاً، یک بار قلع‌آلود کردن قبل از شروع هر پروژه کافی است.

ده فرمان لحیم کاری

آیا تا به حال چیزی درباره ده فرمان لحیم کاری شنیده‌اید؟ در حقیقت، این فرمان‌ها بیشتر شبیه دستورالعمل هستند. به هر حال توجه به آن‌ها باعث می‌شود لحیم کاری موفق‌تر داشته باشید.

۱. همیشه باید محافظ چشم داشته باشید تا چشمانتان از آسیب حفظ شوند.
۲. دست زدن به لحیم داغ و انتهای هویه ممنوع است زیرا خطر آفرین می‌باشد.
۳. در آوردن لحیم به شکل گلوله‌های نادرست ممنوع است.
۴. شستن دست‌ها برای پیشگیری از مسمومیت با سرب الزامی است.
۵. باید هنگام لحیم کاری نور کافی وجود داشته باشد.
۶. جاری کردن لحیم مذاب در مسیرهای نادرست روی مدار ممنوع است زیرا عبور جریان از این مسیرها پروژه را مختل خواهد کرد.
۷. رها کردن هویه بدون رعایت نکات ایمنی ممنوع است.
۸. حسرت هویه پیشرفته و گران قیمت بقیه را خوردن پسندیده نیست و بهترین کار قانع بودن به داشته‌ها است.
۹. نباید لحیم کاری را به طور مستقیم با هویه خود انجام دهید، بلکه باید در عوض لحیم کاری را بر اشیایی که آن‌ها را لحیم می‌کنید اعمال کنید تا حرارتشان لحیم را ذوب کند.
۱۰. همیشه باید هویه را در جای مناسبی بگذارید.

◀ متداول‌ترین شکل لحیم کاری در هنگام ایجاد پروژه‌های الکترونیکی، لحیم کردن سرخ‌های اجزاء به پدهای مسی پشت PBC است. اگر بتوانید این کار را انجام دهید، هیچ مشکلی با انواع دیگر لحیم کاری مانند لحیم کاری دو سیم با هم و یا لحیم کاری یک سیم با پایانه کلید نخواهید داشت.

مراحل زیر روند لحیم کاری سرخ قطعه‌ای را به یک صفحه PC را خلاصه می‌کنند:

۱. سرنخ‌های قطعه را از سوراخ‌های درست عبور دهید.

نمودار مدار را به دقت بررسی کنید تا مطمئن شوید که قطعه را در محل درست نصب کرده‌اید. اگر قطعه (جزء) قطبی شده است (مانند یک دیود یا یک مدار مجتمع) بررسی کنید که به درستی جهت گیری شده باشد. جمع کردن حواس در این مرحله از بروز اشتباهات احتمالی بعدی جلوگیری می‌کند.

۲. قطعه (جزء) را به تابلوی مدار وصل کنید.

اگر قطعه نزدیک لبه صفحه باشد، آسان‌ترین راه برای ایمن کردن آن استفاده از گیره سوسماری است. همچنین می‌توانید قطعه را با کمی نوار ایمن کنید.

۳. تابلوی مدار را با ابزار یا گیره دست سوم نگه دارید.

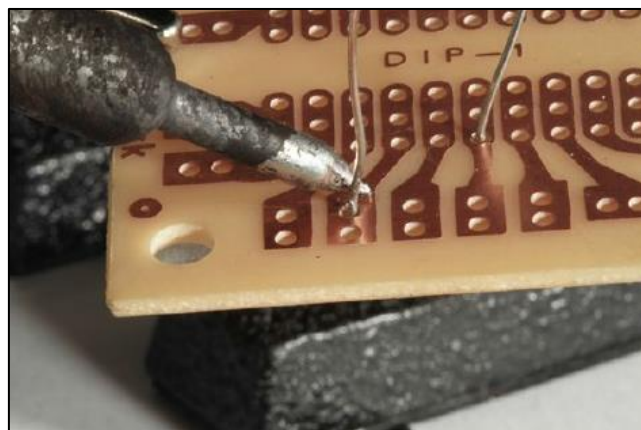
تابلو را طوری بگیرید که سطح مسی رو به بالا باشد. اگر از ذره‌بین استفاده می‌کنید، تخته را زیر آن قرار دهید.

۴. دقت کنید که نور کافی داشته باشید.

اگر چراغ رومیزی دارید، آن را طوری تنظیم کنید که مستقیماً بر روی بخشی که می‌خواهید لحیم کنید بتابد.

۵. هم‌زمان نوک هویه را هم با پد و هم با سرنخ تماس دهید.

هدف از این کار گرم کردن هر دوی آن‌ها (پد و سرنخ) است تا لحیم جریان پیدا کند و به هر دو ملحق شود. ساده‌ترین راه برای رسیدن به تماس صحیح، استفاده از نوک هویه برای فشار دادن سرنخ در برابر لبه سوراخ است، همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است.

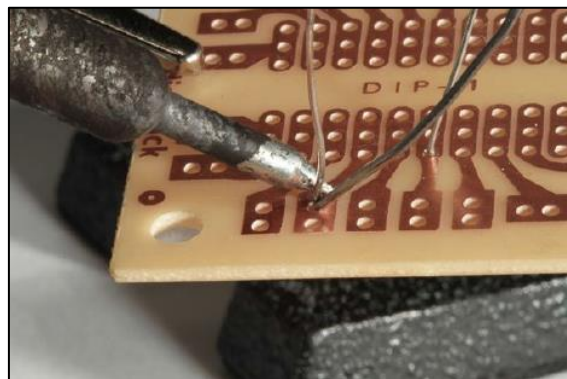


۶. اجازه بدهید پد و سرنخ برای یک لحظه داغ شوند.

فقط چند ثانیه طول می کشد تا پد و سرنخ به قدر کافی گرم شوند.

۷. لحیم را به کار ببرید.

لحیم را روی سرنخ در طرف مقابل نوک هویه درست بالای پد مسی قرار دهید. لحیم باید تقریباً بلافاصله ذوب شود. شکل زیر روش صحیح استفاده از لحیم را نشان می دهد.



همان طور که قبلاً در فرمان نهم ذکر شد نوک هویه را مستقیماً با لحیم تماس ندهید. اگر این کار را بکنید، لحیم فوراً ذوب خواهد شد و ممکن است به یک اتصال ناپایدار دست یابید که اغلب به آن «اتصال سرد» گفته می شود که در آن لحیم به درستی به پد مسی و یا سرنخ وصل نمی گردد.

۸. وقتی لحیم شروع به ذوب شدن می کند، به اندازه کافی از آن استفاده کنید تا پد پوشانده شود.

وقتی لحیم ذوب می شود، به پایین سرنخ جریان پیدا می کند و سپس بر روی پد پخش می شود. شما باید به اندازه کافی از لحیم استفاده کنید تا پد به طور کامل پوشانده شود، نه به اندازه ای که یک کره بزرگ روی آن ایجاد گردد.

◀ هنگام استفاده از لحیم، خسیس باشید.

داشتن لحیم بیش از حد معمول است و اگر پوشش کافی نداشتید می توانید به آسانی کمی لحیم اضافه کنید. خسیس بودن در استفاده از لحیم بهتر از ایجاد یک اتصال اشتباه در اثر استفاده بیش از حد از آن است.

۹. لحیم و هویه را کنار بگذارید تا خنک شوند.

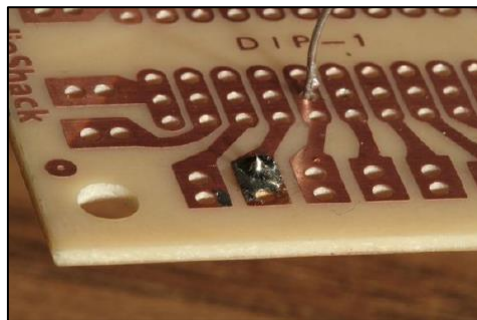
صبور باشید – تنها چند ثانیه طول می کشد تا لحیم سرد شود. زمانی که اتصال در حال سرد شدن است

چیزی را حرکت ندهید. اگر ناخواسته سرنخ را حرکت دهید، یک اتصال سرد ناپایدار ایجاد خواهید کرد که باید از میان برود.

۱۰. قسمت اضافی سرنخ را با یک سیمبر حذف کنید.

بررسی کار

پس از این که یک اتصال لحیم را کامل کردید، باید آن را بررسی کنید تا مطمئن شوید خوب است. زیر ذره‌بین به آن نگاه کنید و به آرامی قطعه را تکان دهید تا مطمئن شوید که اتصال پایدار است. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، یک اتصال لحیم خوب باید براق و پرکننده باشد اما سرریز نشده باشد.



تقریباً تمام اتصالات بد لحیم کاری توسط یکی از این سه مورد پدید می‌آیند: اجازه ندادن به سیم و پد برای گرم شدن به اندازه کافی، لحیم کاری بیش از حد، ذوب لحیم با هویه به جای سیم. در این جا چند نشانه از اتصال بد لحیم کاری ذکر شده است:

💡 پد و سرنخ کاملاً با لحیم پوشیده نشده‌اند و می‌توانید از یک طرف سوراخی که سرنخ از آن عبور می‌کند، طرف دیگر را ببینید. در این صورت یا به اندازه کافی لحیم را به کار نبرده‌اید، یا پد آنقدر داغ نبوده که لحیم را بپذیرد.

💡 سرنخ در سوراخ شل است یا لحیم محکم به پد وصل نیست. یک دلیل ممکن برای این مورد این است که قبل از سرد شدن کامل لحیم، سرنخ را حرکت داده‌اید.

💡 لحیم براق نیست. لحیم براق نشان‌دهنده لحیمی است که گرم شده، جریان یافته و سپس به درستی خنک شده است. اگر لحیم به اندازه کافی گرم نشود تا ذوب گردد، آن‌گاه بر روی سیم یا پد که به اندازه کافی گرم نشده جریان پیدا می‌کند و وقتی سرد شود کدر می‌گردد (متاسفانه، لحیم بدون سرنخ جدید

تقریباً همیشه سرد است و حتی زمانی که اتصال خوب است شبیه یک اتصال لحیم بد به نظر می‌رسد!).
 ! لحیم از روی پد سر ریز شده و با پد مجاور تماس برقرار کرده است. اگر بیش از حد از لحیم استفاده کنید این اتفاق می‌افتد. همچنین اگر پد به اندازه کافی گرم نشود تا لحیم را بپذیرد، می‌تواند باعث شود لحیم از پد خارج شده و بر روی پد مجاور جریان پیدا کند. اگر لحیم از یک پد به پد مجاور نشت کند، مدار ممکن است درست کار نکند.

رفع لحیم

رفع لحیم به فرآیند از بین بردن یک اتصال لحیم شده اشاره دارد. اگر متوجه شدید که اتصال لحیم مطلوب نیست یا اگر مدار را به شکل نادرستی متصل کرده‌باشید، ممکن است مجبور شوید این کار را انجام دهید. برای از بین بردن یک اتصال لحیم کاری، به حباب رفع لحیم کاری و نیز به نوار رفع لحیم کاری نیاز خواهید داشت. شکل زیر این ابزارها را نمایش می‌دهد (راست: حباب رفع لحیم کاری، چپ: نوار رفع لحیم کاری)



در این جا مراحل باز کردن یک اتصال لحیم آورده شده است:

۱. هویه داغ را با اتصالی که می‌خواهید بردارید، تماس دهید.

یک ثانیه کافی است تا لحیم ذوب شود.

۲. حباب را فشار دهید تا هوای آن خارج شود و سپس آن را به اتصال لحیم مذاب بزنید و رهاش کنید. وقتی حباب منبسط می‌شود، لحیم را از اتصال جدا کرده و به داخل حباب فرو می‌برد.

۳. اگر حباب به طور کامل سرخ را آزاد نکرد، دوباره از گرما استفاده کنید و بقیه لحیم ذوب شده را با نوار رفع لحیم کاری تماس دهید. نوار رفع لحیم کاری به طور خاص برای کشیدن لحیم مانند فتیله شمع طراحی شده است. برای برداشتن سرخ با احتیاط از انبردست و یا انبرک استفاده کنید.

فصل هشت: اندازه‌گیری مدار با مالتی‌متر

عالی نبود اگر هر مداری که می‌ساختید همان بار اول کار می‌کرد؟ اگر چنین می‌شد به سرعت به عنوان یک نابغه الکترونیک شهرت می‌یافتید و در اندک زمانی رئیس اینتل می‌شدید.

اما حقیقت این است که در دنیای واقعی، یک مدار همیشه برای اولین بار درست کار نمی‌کند. وقتی مدار برای اول کار نکرد می‌توانید سرتان را بخارانید، به آن خیره شوید و شکست را قبول کنید یا می‌توانید تجهیزات خود را بیرون بکشید و مدار را آنالیز کنید تا بفهمید چه اتفاقی افتاده است. در این بخش یاد می‌گیرید چگونه از یکی از ابزارهای محبوب الکترونیکی استفاده کنید: مالتی متر. مالتی‌متر در طی سفرهای الکترونیکی همراه قابل‌اعتمادی برایتان خواهد بود.

نگاهی به مالتی‌مترها

حتماً آن تبلیغات آخر شب تلویزیون را دیده‌اید که در آن سعی دارند ابزارهای آشپزخانه شگفت‌انگیزی که مانند ترکیبی از مخلوط‌کن، آب‌میوه‌گیری و مخلوط‌کن هستند را به شما بفروشند؛ مالتی‌متر مانند یکی از آن ابزارهای آشپزخانه است، با این تفاوت که بر خلاف وسایل تبلیغی تلویزیون، مالتی‌متر واقعاً می‌تواند تمام کارهایی را که ادعا می‌کند انجام دهد و بسیار هم مفید است!

در کنار هویه خوب، مالتی متر خوب مهم‌ترین مورد در جعبه‌ابزار شما است. اگر یاد بگیرید که چگونه از آن استفاده کنید فعالیت الکترونیکی شما بسیار مفیدتر خواهد بود. شکل زیر یک مالتی متر ساده و ارزان را نشان می‌دهد. این دستگاه را می‌توان با قیمت کم‌تر از ۲۰ دلار خریداری کرد؛ البته این قیمت قطعی نیست و نمونه‌های ارزان‌تر نیز یافت می‌شوند.



البته می‌توانید پول بیشتری هم خرج کنید، اما اگر تازه شروع به کار کرده‌اید، یک مالتی متر ارزان قیمت خوب است. در نهایت باید با کمی پول بیشتر روی مالتی متری با کیفیت بهتر سرمایه‌گذاری کنید. مالتی متر نشان داده شده در شکل از نوع دیجیتال است که مقادیر را با استفاده از نمایش دیجیتالی نمایش می‌دهد که اعداد واقعی را برای اندازه‌گیری‌های انجام شده نشان می‌دهد. جایگزین مالتی متر دیجیتال مالتی متر آنالوگ است که حرکت یک سوزن در یک مقیاس چاپی، خوانش آن را نشان می‌دهد. برای تعیین ارزش یک اندازه‌گیری، باید به سادگی مقیاس پشت سوزن را بخوانید.

شکل زیر یک مالتی متر آنالوگ معمولی را نشان می‌دهد. این یکی از موارد مورد علاقه من است. اگر چه آن قدر قدیمی است که بتوان آن را شراب انگور نامید، اما هنوز هم یک متر عالی و دقیق است. یکی از مزایای خرج کردن کمی بیشتر برای خرید تجهیزات با کیفیت این است که این تجهیزات سال‌های زیادی - گاهی اوقات چند دهه - به شما خدمات قابل اعتماد می‌دهند.



پاراگراف‌های زیر بخش‌های مختلفی که یک مالتی متر معمولی را تشکیل می‌دهند توصیف می‌کنند:

💡 **نمایش یا مقیاس:** مقدار اندازه گرفته شده را مشخص می‌کند. در مالتی متر دیجیتال، نمایشگر شامل عددی است که اندازه آمپر (جریان)، ولتاژ یا مقاومت را نشان می‌دهد. در مالتی متر آنالوگ جریان، ولتاژ، یا مقاومت با یک سوزن نشان داده می‌شوند که در مقیاسی چاپی حرکت می‌کند. برای خواندن مقدار، مستقیم به سوزن نگاه می‌کنید و مقیاس چاپ شده در پشت آن را می‌خوانید.

💡 **انتخاب گر چرخنده:** بیشتر مالتی مترها - چه دیجیتال و چه آنالوگ - انتخاب‌گری دارند که می‌توانید با آن تعیین کنید می‌خواهید چه چیزی را اندازه بگیرید. تنظیمات مختلف این انتخاب‌گر نه تنها نوع اندازه‌گیری که می‌خواهید انجام دهید (ولتاژ، جریان یا مقاومت) بلکه محدوده اندازه‌گیری‌های مورد انتظار را نیز نشان می‌دهد. دامنه با حداکثر مقدار ولتاژ، جریان و یا مقاومتی نشان داده می‌شود که می‌تواند اندازه‌گیری شود. دامنه‌های بالاتر به شما اجازه می‌دهند مقادیر بالاتر اما با دقت کمتر اندازه‌گیری کنید.

مولتی متر آنالوگ نشان داده شده دارای محدوده‌های زیر برای خواندن ولتاژ DC است: ۲.۵ ولت، ۱۰ ولت، ۵۰ ولت، ۲۵۰ ولت، و ۵۰۰ ولت.

💡 سوئیچ روشن / خاموش: برخی از مولتی‌مترها فاقد سوئیچ روشن / خاموش‌اند و در عوض، یکی از موقعیت‌های روی صفحه انتخاب‌گر خاموش است. سایر مولتی‌مترها دارای سوئیچ روشن / خاموش مجزا هستند. اگر مولتی‌متر شما هیچ خروجی‌ای نمی‌دهد، دقت کنید که سوئیچ برق روشن باشد.

💡 سرخ‌های مخصوص آزمایش: این سرخ‌ها یک جفت سیم قرمز و سیاه با میله‌های فلزی در انتهای خود هستند. یک سر این سیم‌ها به کنتور وصل می‌شوند؛ برای اتصال به مدارهایی که می‌خواهید اندازه‌گیری کنید از انتهای دیگر استفاده می‌کنید. سرخ قرمز مثبت و سرخ سیاه منفی است.

مولتی‌متر چه چیزی را اندازه می‌گیرد؟ کنتور وسیله‌ای است که مقادیر الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین مولتی‌متر ترکیبی از چندین نوع کنتور مختلف در یک جعبه است. یک مولتی‌متر حداقل سه نوع کنتور مختلف (آمپر متر، ولت متر و اهم متر) را در یک دستگاه جا داده است.

◀ آمپر متر (آمپرسنج): همانطور که در فصل ۲ آموختید جریان، شارش بار الکتریکی در یک هادی است. جریان در واحدهایی به نام آمپر اندازه‌گیری می‌شود. پس جای تعجب نیست که کنتور اندازه‌گیرنده جریان آمپر متر (آمپرسنج) نامیده می‌شود. تعداد بسیار کمی از مدارهای الکترونیکی دارای جریان‌های بسیار قوی هستند که می‌توان به صورت واقعی اندازه‌گیری کرد. بنابراین، آمپرسنج‌ها معمولاً جریان را در حد میلی آمپر (میلی‌آمپ) اندازه‌گیری می‌کنند، که معمولاً به اختصار mA آورده می‌شود. میلی آمپر یک هزارم آمپر است؛ به بیان دیگر، هر آمپر برابر با هزار میلی آمپر می‌باشد.

◆ اولین آمپرسنج دنیا توسط فیزیکدان هلندی به نام هانس کریستین اورستد در سال ۱۸۲۱ اختراع شد، آن هم زمانی که او به طور تصادفی قطب‌نما را کنار سیم دارای جریان الکتریکی قرار داد. هانس متوجه شد که وقتی جریان برقرار شد، سوزن از جهت طبیعی شمالی خود دور شد و رو به سیم قرار گرفت. علتش آن بود که جریان در حال حرکت از سیم یک میدان مغناطیسی در اطراف آن ایجاد می‌کند و میدان مغناطیسی به اندازه کافی قوی است تا انتهای مغناطیسی عقربه قطب‌نما را جذب کند. هانس فهمید که هر چه جریان بیشتری از سیم عبور کند سوزن از سمت شمال دورتر می‌شود. طولی نکشید که فهمید این کشف می‌تواند برای اندازه‌گیری میزان جریان عبوری از یک مدار مورد استفاده قرار گیرد. کنتورهای آنالوگ حتی امروزه با همین اصل کار می‌کنند. هانس کریستین اورستد نویسنده مشهور

داستان‌های کودکان نبود؛ آن نویسنده هانس کریستین اندرسن بود. با این حال، هانس کریستین اورستد به عنوان یک حقیقت عجیب تاریخی دوستی نزدیکی با هانس کریستین اندرسن داشت!

◀ ولت‌متر (ولت‌سنج): در فصل ۲ در مورد دومین مقدار بنیادی الکتریسیته یعنی ولتاژ یاد گرفتید، عبارتی که به تفاوت بار الکتریکی بین دو نقطه اشاره دارد. اگر این دو نقطه به یک هادی متصل باشند، جریانی از میان هادی جاری خواهد شد. بنابراین، ولتاژ محرک جریان است. واحد ولتاژ به طور طبیعی ولت است و دستگاهی که ولتاژ را اندازه‌گیری می‌کند ولت‌متر نامیده می‌شود. در مقدار ولتاژ بین دو نقطه منجر به تغییر متناظر در جریان می‌شود؛ بنابراین، اگر بتوانید همه چیز را برابر نگه دارید، می‌توانید ولتاژ را با اندازه‌گیری جریان تعیین کنید و در حال حاضر دستگاهی را می‌شناسید که می‌تواند جریان را اندازه‌گیری کند: به آن آمپر متر می‌گویند.

تفاوت اصلی بین آمپر سنج و ولت‌متر این است که در آمپر سنج، اجازه می‌دهید جریان مستقیماً از طریق کنترل حرکت کند تا بتوانید مقدار آن را اندازه‌گیری کنید. در ولت‌متر، جریان ابتدا از طریق یک مقاومت بسیار بزرگ و سپس از طریق آمپر متر شارش می‌یابد و دستگاه، محاسبات لازم را انجام می‌دهد.

بین ولتاژ، مقاومت و جریان در مدار الکتریکی رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. به ویژه اگر هر کدام از این دو مقدار را بدانید محاسبه عدد سوم آسان است. در ولت‌متر، یک مقاومت ثابت بزرگ استفاده می‌شود و آمپر متر جریان را اندازه‌گیری می‌کند. از آن جا که مقدار مقاومت ثابت و مقدار جریان را می‌دانید، می‌توانید به راحتی مقدار ولتاژ در سراسر مدار را محاسبه کنید.

نگران نباشید؛ برای محاسبه این ولتاژ نیازی به محاسبه آن نیست. ولت‌متر محاسبات را انجام می‌دهد. در ولت‌متر آنالوگ، محاسبه براساس مقیاسی که بر روی کنترل چاپ شده انجام می‌شود، بنابراین تمام کاری که باید انجام دهید این است که برای خواندن ولتاژ به موقعیت سوزن در مقیاس نگاه کنید. در ولت‌سنج دیجیتال، ولتاژ به طور خودکار محاسبه و به صورت دیجیتالی نمایش داده می‌شود.

◀ اهم‌متر: همان‌طور که می‌دانید، مقاومت قطعه‌ای است که با جریان مقابله می‌کند. این که چقدر جریان محدود می‌شود تابعی از مقابله مقاومت است، که در واحدهایی به نام اهم اندازه‌گیری می‌شود. نماد اهم، حروف یونانی امگا (Ω) است. دستگاهی که مقاومت را اندازه‌گیری می‌کند اهم‌متر (اهم‌سنج) نامیده می‌شود. همانند ولتاژ، مقاومت نیز می‌تواند با یک آمپر متر اندازه‌گیری شود. به یاد می‌آورید گفتم که رابطه‌ای مستقیم بین ولتاژ، مقاومت و جریان در هر مداری وجود دارد و اگر دو عدد از این مقادیر را بدانید

می‌توانید به راحتی سومی را محاسبه کنید؟ برای اندازه‌گیری ولتاژ، ولت‌متر مقاومت ثابتی ایجاد می‌کند، از آمپر متر برای اندازه‌گیری جریان استفاده می‌کند و سپس از مقاومت و جریان برای محاسبه ولتاژ بهره می‌برد.




برای اندازه‌گیری مقاومت مدار، اهم‌سنج مقدار ثابتی ولتاژ در طول مدار ایجاد می‌کند، از آمپرسنج برای اندازه‌گیری جریان عبوری از مدار استفاده می‌کند و سپس از مقدار ولتاژ فراهم‌شده توسط کنتور و مقدار جریان خوانده‌شده توسط آن برای محاسبه مقاومت بهره می‌برد. مانند ولتاژ، لازم نیست این محاسبه را انجام دهید؛ این محاسبات به صورت خودکار توسط مالتی‌مترهای دیجیتالی انجام شده و برای مالتی‌مترهای آنالوگ در مقیاس کنتور ساخته می‌شود. بنابراین تمام کاری که شما باید انجام دهید این است که صفحه نمایش یا سوزن روی کنتور را بخوانید تا مقاومت آن را مشخص کنید.

◀ نگاهی به قانون اهم: بعداً نگاهی دقیق به مقاومت‌ها و نیز به قانون اهم می‌اندازیم، که یکی از مهم‌ترین روابط ریاضی در الکترونیک است. اما در این جا می‌خواهم بدون وارد شدن به تمام جزئیات قانون اهم مطالبی را عنوان کنم. قانون اهم رابطه اساسی بین جریان، ولتاژ و مقاومت در مدار الکتریکی را توصیف می‌کند. از فصل ۲ به خاطر دارید که ولتاژ تفاوت بار الکتریکی بین دو نقطه است و اگر آن دو نقطه توسط یک هادی به هم متصل شوند، جریان از میان رسانا عبور خواهد کرد. به غیر از ابر رساناهای عجیب و غریب (که تنها در محیط آزمایشگاهی وجود دارند) هیچ هادی‌ای کامل نیست. همه هادی‌ها مقاومت خاصی دارند که مانع جریان می‌شود. هرچه این مقاومت بیشتر باشد، جریان کم‌تر خواهد شد. هرچه مقاومت کم‌تر باشد، جریان بیشتری جاری خواهد شد. قانون اهم یک فرمول ریاضی است که رابطه بین جریان، ولتاژ و مقاومت را با فرمول $I = \frac{V}{R}$ بیان می‌کند. به عبارت دیگر، مقدار جریان عبوری از یک مدار برابر است با مقدار ولتاژ در طول مدار تقسیم بر مقدار مقاومت در مدار. مقدار جریان برحسب آمپر و با حرف I نشان داده می‌شود. V نشان‌دهنده ولتاژ بر حسب ولت و R نشان‌دهنده مقاومت بر حسب اهم است. با استفاده از محاسبات پایه، اگر جریان و مقاومت را بدانید می‌توانید از این معادله برای محاسبه ولتاژ استفاده کنید. پس این فرمول ایجاد می‌شود: $V = IR$. به عبارت دیگر، ولتاژ برابر با مقاومت در جریان است. به طور مشابه، اگر جریان و ولتاژ را بدانید می‌توانید مقاومت را محاسبه کنید. پس این فرمول حاصل می‌شود: $R = \frac{V}{I}$. به عبارت دیگر، مقاومت برابر است با ولتاژ تقسیم بر جریان.

◀ سایر اندازه‌گیری‌ها: تمام مالتی‌مترها می‌توانند جریان، ولتاژ و مقاومت را اندازه‌گیری کنند. برخی از مالتی‌مترها می‌توانند انواع دیگری از اندازه‌گیری‌ها را نیز انجام دهند. برای مثال، برخی از کنتورها می‌توانند

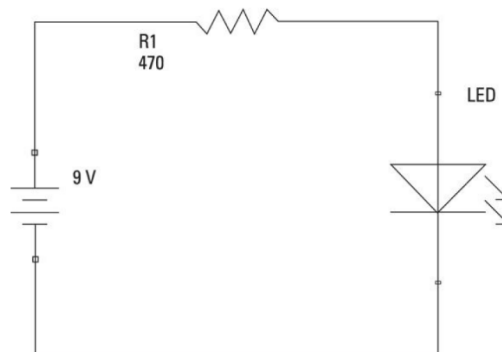
ظرفیت خازن‌ها را اندازه‌گیری کنند و برخی دیگر می‌توانند دیودها یا ترانزیستورها را تست کنند. این ویژگی‌ها مفیدند، اما ضروری نیستند.

◀ علائم شماتیک برای تابع‌های کنتور: آمپرسنج، ولت‌متر و اهم‌سنج اغلب در نمودارهای شماتیک گنجانده می‌شوند. از نمادهای زیر برای نمایش آن‌ها استفاده می‌شود:

معنا	نماد
آمپرسنج	
ولت‌متر	
اهم‌سنج	

استفاده از مالتی‌متر

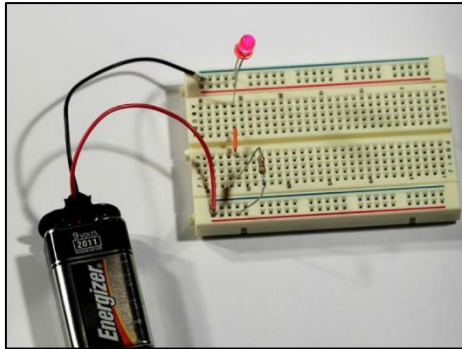
در ادامه به شما نشان می‌دهم که چگونه از مالتی‌متر برای اندازه‌گیری جریان، ولتاژ و مقاومت در یک مدار ساده استفاده کنید. مدار اندازه‌گیری شده تنها شامل سه جز است: یک باتری ۹ ولت، یک دیود ساطع کننده نور (LED)، و یک مقاومت. طرح کلی این مدار در شکل زیر نشان داده شده است.



اگر بخواهید می‌توانید در کنار پیروی از مراحل اندازه‌گیری که در ادامه به تفصیل شرح داده شده‌اند، این مدار را بر روی تابلو بسازید. برای ساختن مدار به اجزاء زیر نیاز خواهید داشت:

تابلو با اندازه کوچک، مقاومت $470\ \Omega, \frac{1}{4}\ W$ ، LED قرمز 5mm ، نگه‌دارنده باتری ۹ ولتی، باتری ۹ ولت، سیم Jumper کوتاه (۱ اینچ یا کم‌تر).

شکلی که ادامه آمده مدار نصب‌شده روی تابلو را نشان می‌دهد.



مراحل ساخت این مدار عبارت هستند از:

۱. نگاه دارنده باتری را وصل کنید.

سرنخ سیاه را در نوار اتوبوس بالایی و سرنخ قرمز را در نوار اتوبوس پایینی قرار دهید. هر سوراخی می تواند استفاده شود، اما اتصال باتری در انتهای تابلو منطقی تر به نظر می رسد.

۲. مقاومت را جاگذاری نمایید.

یک انتهای مقاومت را در هر سوراخ در نوار پایین اتوبوس قرار دهید. سپس ردیفی در نزدیکی نوار پایانه برگزینید و انتهای دیگر را در آن نوار پایانه قرار دهید.

۳. LED را نصب کنید.

توجه داشته باشید که سرنخ های LED طول یکسانی ندارند؛ یکی کوتاه تر از دیگری است. سرنخ کوتاه را در سوراخی در نوار اتوبوس بالایی و سپس سرنخ بلندتر را در سوراخی در نوار نزدیک پایانه قرار دهید.

LED را در همان ردیف مقاومت قرار دهید. در این شکل، هم LED و هم مقاومت در ردیف ۲۶ قرار دارند.

۴. از سیم Jumper برای اتصال نوارهای پایانه ای که در آن LED و مقاومت را وارد کرده اید استفاده کنید. سیم Jumper از روی شکافی که از وسط تابلو می گذرد، عبور خواهد کرد.

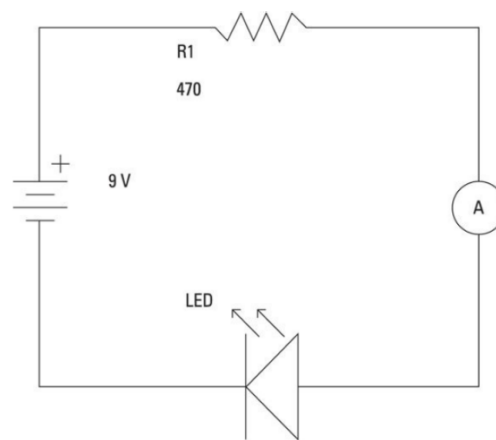
۵. باتری را به نگاه دارنده متصل کنید.

LED روشن خواهد شد. اگر این طور نشد، اتصالات را دوباره بررسی کنید تا مطمئن شوید که مدار به درستی نصب شده است. اگر هنوز هم چراغ روشن نیست، سعی کنید سرنخ های LED را برعکس وصل کنید. اگر این کار جواب نداد، باتری متفاوتی را امتحان کنید.

LED را مستقیماً به باتری بدون مقاومت متصل نکنید؛ اگر چنین کنید LED خواهد سوخت.

اندازه گرفتن جریان

جریان الکتریکی در واحد آمپر اندازه گیری می شود، اما در واقع در بیشتر کارهای الکترونیک، جریان را در مقیاس mA اندازه گیری می کنند. برای اندازه گیری جریان، باید دو سیم جریان سنج را در مدار متصل کنید به طوری که جریان از طریق کنتور شارش پیدا کند. به عبارت دیگر، آمپر سنج باید بخشی از خود مدار شود. تنها راه برای اندازه گیری جریان برقرار در مدار LED که در شکل نشان داده شده است، قرار دادن آمپرسنج در مدار است. شکل زیر روش انجام این کار را نشان می دهد. در این جا، آمپرسنج در مدار بین LED و مقاومت قرار داده می شود.



توجه داشته باشید که مهم نیست در این مدار آمپرسنج را در کجا قرار می دهید. چه آمپرسنج را بین LED و مقاومت، چه بین مقاومت و باتری، و چه بین LED و باتری قرار دهید جریان یکسانی را دریافت خواهید کرد. برای اندازه گیری جریان در مدار LED، مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. انتخاب گر مالتی متر خود را بر روی محدوده DC milliamp با حداقل ۲۰ میلی آمپر تنظیم کنید. این مدار از جریان مستقیم (DC) استفاده می کند، بنابراین باید مطمئن شوید که مالتی متر در محدوده جریان DC تنظیم شده است.

۲. سیم Jumper را که دو نوار پایانه را به هم متصل می کند، حذف کنید.

۳. سرخ سیاه مالتی متر را به سرخ LED که به نوار پایانه متصل می شود تماس دهید (نه به نوار اتوبوس).

۴. سرخ قرمز را از مالتی متر به سرخ مقاومتی هدایت کنید که به نوار پایانه متصل می شود (نه به نوار اتوبوس).

LED باید دوباره روشن شود، چون آمپرسنج در حال حاضر بخشی از مدار است و جریان می تواند برقرار

گردد.

۵. عدد روی نمایشگر مالتی متر را بخوانید.

عدد باید بین ۱۲ تا ۱۳ میلی آمپر باشد.

۶. به خودتان تبریک بگویید!

شما اولین اندازه‌گیری رسمی خود را انجام داده‌اید.

۷. بعد از یک شادی حسابی، سیم Jumper را که در مرحله ۲ برداشتید تعویض کنید.

◀ دو محل در این مدار وجود دارد که شما نباید آمپرسنج را آنجا متصل کنید. اول، آمپرسنج را مستقیماً در طول دو ترمینال باتری متصل نکنید؛ این کار به باتری صدمه می‌زند و باتری به سرعت داغ می‌کند. دوم، یک سرخ آمپر متر را به پایانه مثبت باتری و دیگری را مستقیماً به سرخ LED متصل نکنید. این کار مقاومت را دور می‌زند، که احتمالاً LED را خواهد سوزاند.

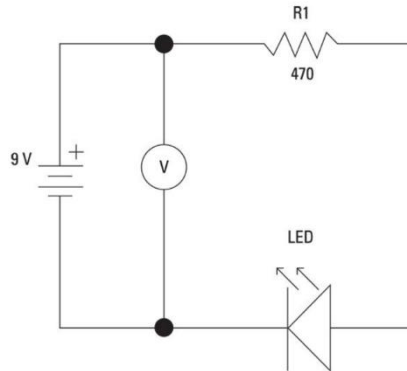
اگر می‌خواهید کمی بیشتر آزمایش کنید، سعی کنید جریان را در مکان‌های دیگر مدار اندازه‌گیری کنید. به عنوان مثال، نگه‌دارنده باتری را حذف کرده و سپس مجدداً وصل کنید تا فقط پایانه منفی باتری متصل باشد. سپس، سرخ قرمز کنتور را با پایانه مثبت باتری و سرخ سیاه را با سرخ مقاومتی که به نوار اتوبوس متصل می‌گردد تماس دهید (نه سرخی که به نوار پایانه متصل است). این عمل، جریان را با قرار دادن آمپر متر بین مقاومت و باتری اندازه‌گیری می‌کند. زمانی که بین LED و مقاومت اندازه‌گیری می‌کنید، باید همان مقدار را به دست آورید.

می‌توانید از روش مشابهی برای اندازه‌گیری جریان بین LED و پایانه منفی باتری استفاده کنید. نتیجه دوباره یکسان خواهد بود.

اندازه گرفتن ولتاژ

اندازه‌گیری ولتاژ کمی ساده‌تر از اندازه‌گیری جریان است زیرا برای این کار، نیازی به قرار دادن کنتور در مدار نیست. در عوض، تمام کاری که باید انجام دهید این است که سیم مالتی متر را به هر دو نقطه در مدار تماس دهید. وقتی این کار را انجام می‌دهید، مولتی‌متر ولتاژی را نشان می‌دهد که بین آن دو نقطه وجود دارد. به عنوان مثال، شکلی که در ادامه آمده نشان می‌دهد که چگونه می‌توانید یک ولت‌متر را در مدار LED قرار دهید تا بتوانید ولتاژ را اندازه‌گیری کنید. در این حالت، ولتاژ در سراسر باتری اندازه‌گیری

می‌شود. ولتاژ باید حدود ۹/۳ ولت نشان داده شود.



برای اندازه‌گیری ولتاژ در مدار LED، ابتدا قطعات آن را کنار هم قرار دهید. سپس انتخاب‌گر چند سنجشی را به محدوده‌ای که ماکسیمم آن حداقل ۱۰ ولت است، بچرخانید. حالا فقط سرنخ‌ها را با نقاط متفاوت مدار تماس دهید. برای اندازه‌گیری ولتاژ در کل مدار همان‌طور که در شکل فوق نشان داده شده‌است، سرنخ سیاه را با سرنخ LED را که در نوار اتوبوس منفی وارد می‌شود و سرنخ قرمز را با مقاومتی که در نوار اتوبوس مثبت وارد می‌شود، تماس دهید.

به عنوان تمرینی جالب، سه اندازه‌گیری ولتاژ زیر را بنویسید:

در طول باتری: سرنخ قرمز کنتور را به مقاومتی متصل کنید که در نوار اتوبوس مثبت وارد می‌شود و سرنخ سیاه را به سرنخ LED که در نوار اتوبوس منفی وارد می‌شود وصل نمایید.

در طول مقاومت: سرنخ قرمز کنتور را به مقاومتی متصل کنید که در اتوبوس مثبت وارد می‌شود و سرنخ سیاه کنتور را به سرنخ دیگر مقاومت وصل نمایید.

در طول LED: سرنخ سیاه کنتور را به آن سرنخ LED وصل کنید که در اتوبوس منفی قرار داده شده‌است و سرنخ قرمز کنتور را به سرنخ دیگر LED متصل نمایید.

اندازه گرفتن مقاومت

اندازه‌گیری مقاومت مشابه اندازه‌گیری ولتاژ است، با یک تفاوت کلیدی:

باید ابتدا تمام منابع ولتاژ مداری را که می‌خواهید مقاومتش را اندازه‌گیری کنید قطع نمایید. به این دلیل که مالتی‌متر یک ولتاژ مشخص را به مدار تزریق می‌کند تا بتواند جریان را اندازه‌گیری کرده و سپس مقاومت را محاسبه کند. اگر منبع ولتاژ خارجی در مدار وجود داشته باشد ولتاژ ثابت نخواهد شد بنابراین

مقاومت محاسبه شده اشتباه خواهد بود. در این جا مراحل اندازه‌گیری مقاومت در مدار LED آورده شده است:

۱. باتری را حذف کنید.

فقط برق را وصل کرده و باطری را کنار بگذارید.

۲. انتخاب‌گر کنتور را به یکی از تنظیمات مقاومت بچرخانید.

۳. اگر از کنتور آنالوگ استفاده می‌کنید، آن را تنظیم کنید.

کنتورهای آنالوگ باید قبل از این که بتوانند یک اندازه‌گیری مقاومت دقیق انجام دهند، درجه‌بندی شوند. برای تنظیم کنتور آنالوگ، دو سرخ آن را به هم تماس دهید. سپس دکمه کالیبراسیون کنتور را تا زمانی تنظیم کنید که متر مقاومت صفر را نشان دهد.

۴. تماس سرخ‌های کنتور با دو نقطه در مدار سبب اندازه‌گیری مقاومت خواهد شد.

به نکات زیر توجه کنید:

هنگامی که مقاومت یک مقاومت منفرد را اندازه‌گیری می‌کنید، مهم نیست که جریان از کدام جهت مقاومت عبور می‌کند. بنابراین، می‌توانید سرخ‌های مالتی‌متر را برعکس کنید و باز هم همان نتیجه را خواهید گرفت.

برخی اجزاء مانند دیودها جریان را در یک جهت بهتر از جهت دیگر عبور می‌دهند. در این حالت، جهت جریان مهم است.

مقاومت‌ها بی‌عیب و نقص نیستند. بنابراین یک مقاومت ۴۷۰ اهمی به ندرت دقیقاً مقاومت ۴۷۰ اهم را فراهم می‌کند. تحمل معمول برای مقاومت‌ها ۵ درصد است، که به این معنی است که مقاومت ۴۷۰ اهم باید جایی بین ۴۴۶ اهم و ۴۹۵/۵ اهم قرار داشته باشد. این مقدار نادقیق در مورد اغلب مدارها مشکلی ایجاد نمی‌کند. اما باز هم می‌توانید در چنین مدارهایی از تابع اهم‌سنج مالتی متر برای تعیین مقدار دقیق یک مقاومت خاص استفاده کنید. نتیجتاً می‌توانید بقیه مدار را هم تنظیم نمایید.

فصل نه: گرفتن امواج با اسیلوسکوپ (نوسان سنج)

الکترونیک می تواند یک سری امواج پیچیده ایجاد کند. احتمال برخورد با هر نوع موج در مدار الکترونیکی وجود دارد. ممکن است با امواج رادیویی مواجه شوید که فقط به سادگی روی افق می چرخند. امواج صوتی حماسی هستند: آهسته حرکت و سپس به سرعت افت می کنند. و البته امواج مربعی را داریم که نوعی سیگنال متناوب الکتریکی هستند.

داشتن مالتی متر ضروری است و نمی توانید بدون آن فعالیت الکترونیکی انجام دهید. در این فصل درباره ابزار فوق العاده مفید دیگری به نام اسیلوسکوپ می آموزید. اگر چه ولت سنج می تواند عددی ساده به شما بدهد که نشان دهنده ولتاژ است، اما اسیلوسکوپ می تواند تصویری از ولتاژ رسم کند. و همان طور که شنیده اید یک تصویر ارزش هزاران را کلمه دارد (در این جا هزاران عدد).

چرا تصویری در مورد ولتاژ این قدر ارزشمندتر از عدد است؟ زیرا در همه زمینه ها به جز ساده ترین مدارها، ولتاژ همیشه در حرکت است. در این روش از اسیلوسکوپ برای مشاهده ولتاژ در حرکت استفاده می شود. همان طور که گفتم، اسیلوسکوپ یک ابزار فوق العاده مفید است؛ با این که کمی گران است اما می توانید آن را با قیمت کم تر از ۱۰۰ دلار بخرید.

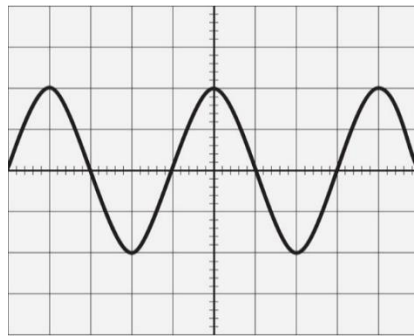
این فصل دو هدف دارد. اول، می خواهیم نشان دهیم که چگونه باید از اسیلوسکوپ استفاده کنید. دوم می خواهیم متقاعدتان کنم که شروع به پس انداز پول خود کنید تا بتوانید از پس خرید بریابید.

آشنایی با اسیلوسکوپ

شکل زیر اسیلوسکوپ معمولی را نشان می دهد.



این مدل قدیمی است، اما با وجود این که تکنولوژی اسیلوسکوپ در طول سال‌ها تغییر کرده است، حتی اسیلوسکوپ‌های قدیمی‌تر نیز برای تست مدار پایه مفید هستند. اگر روی اسیلوسکوپ سرمایه‌گذاری کنید، ابزاری خواهید داشت که سال‌های زیادی دوام خواهد آورد. مشخص‌ترین ویژگی هر اسیلوسکوپ صفحه نمایش آن است. در اسیلوسکوپ‌های قدیمی‌تر، صفحه نمایش یک لوله اشعه کاتدی (CRT) شبیه به تلویزیون قدیمی یا مانیتور کامپیوتر است. در اسیلوسکوپ‌های جدیدتر، صفحه نمایش LCD مانند صفحه نمایش کامپیوتر است. چه CRT و چه LCD، هدف صفحه‌ها یکسان است: نمایش نمودار ساده از سیگنال الکتریکی. این نمودار، که یک «طرح» نامیده می‌شود، نشان می‌دهد که چگونه ولتاژ در طول زمان تغییر می‌کند. محور افقی این نمودار، که از چپ به راست خوانده می‌شود، زمان را نشان می‌دهد. محور عمودی که بالا و پایین می‌رود نشان‌دهنده ولتاژ است. شکل زیر نمودار اسیلوسکوپ معمولی را نشان می‌دهد که نوع بسیار مشترکی از اثر شناخته‌شده به عنوان موج سینوسی را می‌نماید.



اما قبل از این که در مورد موج سینوسی بگویم، چند نکته وجود دارد که باید در مورد صفحه نمایش به آن‌ها توجه کنید:

❗ خط‌ها بر روی صفحه نمایش نمایان می‌شوند. در اکثر اسیلوسکوپ‌ها، این خطوط به فاصله ۱ سانتی‌متر، با ده تقسیم افقی و هشت تقسیم عمودی همراه هستند.

❗ خطوط عمودی و افقی در وسط ضخیم‌تر از خطوط دیگر هستند و شامل علامت‌های درهم‌ساز معمولاً به فاصله ۲ میلی‌متر هستند. این علامت‌ها به تعیین محل دقیق اثر بین فاصله‌های زیاد کمک می‌کنند.

❗ دکمه‌ها و شاخص‌های مختلف در اسیلوسکوپ به شما اجازه می‌دهد مقیاسی را تنظیم کنید که در آن نمودار شکل موج ترسیم می‌شود.

❗ تقسیمات عمودی نشان‌دهنده ولتاژ هستند. در اکثر اسیلوسکوپ‌ها، می‌توانید مقیاس ولتاژ را حداقل تا ۵ میلی‌ولت (میلی‌ولت) و حداکثر تا ۱۰ ولت یا بیشتر تنظیم کنید. اسیلوسکوپ معمولاً صفر ولت را

توسط خط افقی در وسط نشان می‌دهد - بنابراین خطوط نیمه بالایی صفحه نشان‌دهنده ولتاژ مثبت و خطوط نیمه پایینی نشان‌دهنده ولتاژ منفی هستند. بنابراین، اگر مقیاس ولتاژ روی یک ولت تنظیم شود، صفحه نمایش می‌تواند ولتاژهای بین $+4$ ولت و -4 ولت نشان دهد. اگر مقیاس را روی 2 ولت تنظیم کنید، صفحه نمایش می‌تواند ولتاژهای بین $+8$ ولت و -8 ولت را نشان دهد.

💡 تقسیمات افقی نشان‌دهنده زمان هستند. حداکثر زمان در هر بخش معمولاً 0.2 ثانیه و حداقل زمان معمولاً 0.55 میکرو ثانیه است. هر ثانیه مساوی با یک میلیون میکروثانیه است.

برای ترسیم شکل موج، اسیلوسکوپ در واقع یک نقطه را ترسیم می‌کند که روی صفحه از چپ به راست حرکت می‌کند. هر عبور نقطه از چپ به راست صفحه یک sweep نام دارد. موقعیت عمودی نقطه، ولتاژ و سرعتی که نقطه حرکت می‌کند را با فاصله زمانی مشخص می‌کند که گاهی اوقات زمان sweep نامیده می‌شود. بدین ترتیب اگر زمان sweep را روی 0.2 ثانیه در نظر بگیرید، عبورهای نقطه از چپ به راست صفحه هر دو ثانیه یک بار نشان داده می‌شوند.

بیشتر اشکال موج‌های الکترونیکی در فواصل بسیار کوچک‌تر از دو ثانیه تکرار می‌شوند، بنابراین معمولاً می‌خواهید فاصله زمانی را کوتاه کنید. همان‌طور که با اسیلوسکوپ کار می‌کنید، معمولاً باید زمان sweep را تنظیم کنید تا حداقل یک چرخه کامل از شکل موجی که در حال بررسی آن هستید بتواند در صفحه نمایش داده شود.

بررسی شکل‌های موج

شکل‌های موج، الگوهای مشخصی هستند که مسیرهای اسیلوسکوپ معمولاً به خود می‌گیرند. این الگوها نشان می‌دهند که چگونه ولتاژ سیگنال در طول زمان تغییر می‌کند - آیا افزایش و کاهش می‌یابد، بالا رفتنش تند است یا کند، تغییر ولتاژ ثابت است یا نامنظم و غیره. چهار نوع اصلی شکل موج وجود دارد که در حین کار با مدارهای الکترونیکی بارها و بارها با آن‌ها مواجه خواهید شد. این چهار شکل موج در شکلی که در ادامه آمده، نشان‌دهنده شده‌اند و عبارت‌اند از:

💡 موج سینوسی: ولتاژ در یک منحنی ثابت افزایش و کاهش می‌یابد. اگر کلاس مثلثات خود را از دبیرستان به یاد داشته باشید، ممکن است یک تابع مثلثاتی به نام تابع سینوسی را به خاطر آورید. تعداد کمی از ما می‌خواهیم به کلاس مثلثات دبیرستان برگردیم، پس تنها چیزی که می‌خواهیم در مورد ریاضیات پشت امواج سینوسی بگویم همین است. اما امواج سینوسی در همه جای طبیعت یافت می‌شوند.

برای مثال، امواج سینوسی را می توان در امواج صوتی، امواج نوری، امواج اقیانوسی یافت. و مهم تر از همه، از دیدگاه الکترونیک، ولتاژ متناوب که در شبکه برق عمومی تامین می شود، به شکل موج سینوسی است. در یک جریان متناوب سینوسی، ولتاژ به طور یکنواخت افزایش می یابد تا زمانی که به اوج برسد. سپس، شروع به کاهش می کند تا زمانی که به صفر برسد. در این نقطه، ولتاژ منفی می شود که باعث می شود جریان جهت عکس بگیرد. ولتاژ زمانی که منفی است به تغییر ادامه می دهد تا وقتی که به اوج منفی خود برسد و سپس شروع به افزایش می کند تا زمانی که دوباره به صفر برسد. سپس ولتاژ مثبت می شود، جریان معکوس می شود، و چرخه موج سینوسی تکرار می گردد. تعداد دفعاتی که یک موج سینوسی (یا هر موج دیگری) تکرار می شود، فرکانس (بسامد) نامیده می شود. فرکانس در واحد هرتز (Hz) اندازه گیری می شود. جریان متناوب موجود از یک خروجی الکتریکی استاندارد ۶۰ بار در ثانیه تغییر می کند. بنابراین فرکانس جریان متناوب خانگی ۶۰ هرتز است. بیشتر اشکال موجی یافت شده در مدارهای الکترونیکی دارای فرکانس بسیار بالاتری نسبت به جریان متناوب خانگی هستند که معمولاً در محدوده چندین هزار هرتز یا میلیون ها هرتز قرار دارند.

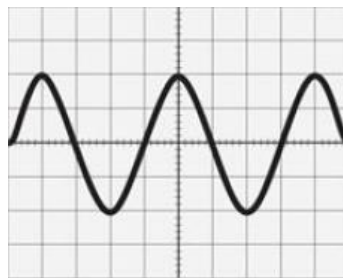
◀ **بَسامد یا فرکانس:** معیار اندازه گیری تعداد تکرار یک رخداد در واحد زمان (مثلاً ثانیه) است. برای محاسبه فرکانس بر روی یک بازه زمانی ثابت، تعداد دفعات وقوع آن حادثه را در آن بازه می شماریم و سپس این تعداد را بر طول بازه زمانی تقسیم می کنیم. در سیستم واحدهای SI، فرکانس به احترام فیزیکدان آلمانی هاینریش رودولف هرتز، با هرتز اندازه گیری می شود. یک هرتز به این معنی است که یک رویداد یکبار در هر ثانیه رخ می دهد. واحدهای دیگری نیز برای اندازه گیری فرکانس به کار می روند که پاره ای از آن ها به این شرح هستند: سیکل بر ثانیه، دور بر دقیقه (rpm)، سرعت قلب توسط واحد ضربان بر دقیقه اندازه گیری می شود و حادثه بر سال (فرکانس آماری).

💡 **موج مربعی:** سیگنالی را نشان می دهد که در آن ولتاژ به سادگی برقرار می شود، مدتی برقرار می ماند، از میان می رود، مدتی همین طور می ماند و سپس تکرار می شود. نمودار چنین موجی نشان دهنده چرخش های تیز و با راست-زاویه است، به همین دلیل می باشد که موج مربعی نامیده می شود. در عمل، بیشتر مدارهایی که برای ایجاد امواج مربعی تلاش می کنند، کار خود را به طور کامل انجام نمی دهند. در نتیجه، ولتاژ به ندرت به صورت کاملاً فوری ظاهر می شود، و به ندرت در یک لحظه قطع می شود. بنابراین، بخش های عمودی موج مربع در شکلی که در ادامه آمده در واقع در دنیای واقعی عمودی نیستند. به علاوه، گاهی اوقات ولتاژ اولیه ولتاژ هدف را با مقدار کم بیش از حد افزایش می دهد، بنابراین جذب عمودی

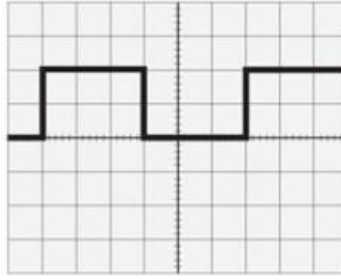
اولیه برای یک لحظه بسیار کوتاه کمی بیش از حد بالا می‌رود و سپس در ولتاژ مناسب قرار می‌گیرد. امواج مربعی در بسیاری از مدارهای الکترونیکی یافت می‌شوند. برای مثال، IC ۵۵۵ مورد استفاده در پروژه پرتاب سکه فصل ۶، امواج مربعی تولید می‌کند که دیودهای نوری را روشن و خاموش می‌کند و مدارهای منطقی دیجیتال (برای مثال، مدارهای کامپیوتر) تقریباً به طور انحصاری بر امواج مربعی تکیه می‌کنند تا صفر و یک الکترونیک دیجیتال را نشان دهند.

💡 امواج مثلثی: امواج مثلثی موج‌های غیر سینوسی‌اند که به دلیل شکل مثلثی خود این چنین نام‌گذاری شده‌اند. این نوع موج متناوب و با توجه به تقارن شکل موج تنها شامل هارمونیک‌های فرد است.

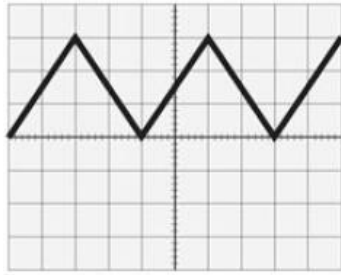
💡 موج اره‌ای: این موج ترکیبی از موج مثلثی و موج مربعی است. در بیشتر امواج اره‌ای، ولتاژ در یک خط مستقیم افزایش می‌یابد تا به پیک خود برسد و سپس فوراً (یا تا جایی که ممکن است سریع) به صفر می‌رسد و سریعاً تکرار می‌شود. امواج اره‌ای کاربردهای جالبی دارند. یکی از کاربردهای آن‌ها مربوط به نمایش CRT در اسیلوسکوپ است. در این جا توضیح بسیار ساده‌ای از نحوه کار CRT در اسیلوسکوپ ارائه می‌شود: یک پرتو الکترونی به طرف سطح شیشه‌ای با پوشش ویژه شلیک می‌شود که وقتی الکترون‌ها به آن برخورد می‌کنند می‌درخشد و از الکترومغناطیس‌ها برای هدایت پرتو استفاده می‌کند. الکترومغناطیس‌ها در بالا و پایین پرتو آن را به صورت عمودی و در سمت راست و سمت چپ پرتو آن را به طور افقی هدایت می‌کنند. برای ایجاد sweep از پرتوی الکترونی (از چپ به راست) موج اره‌ای به الکترومغناطیس‌ها در سمت چپ و راست پرتو اعمال می‌شود. با افزایش ولتاژ، آهن‌ربای الکتریکی میدان مغناطیسی بسیار قوی‌تری تولید می‌کند که پرتو را به سمت راست صفحه نمایش می‌کشد. وقتی ولتاژ به اوج خود می‌رسد و فوراً به صفر می‌رود، میدان مغناطیسی فرومی‌ریزد و پرتو الکترونی به سمت چپ صفحه نمایش بر می‌گردد. مسئله تغییر نرخ sweep اسیلوسکوپ، مسئله تغییر فرکانس موج اره‌ای اعمال شده به آهن‌رباهای افقی در CRT اسیلوسکوپ است.



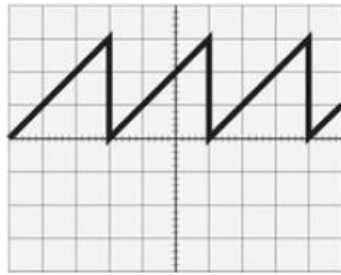
موج سینوسی



موج مربعی



موج مثلثی



موج اره‌ای

تنظیم اسیلوسکوپ

آیا می‌دانید که اولین کلماتی که انسان از سطح ماه بیان کرد چه بود؟ اگر حدس می‌زنید «این یک قدم کوچک برای انسان است» اولین کلمات بوده‌اند حدستان درست نبوده، چون وقتی نیل آرمسترانگ این را گفت او و باز آلدین چندین ساعت روی ماه بودند. اگر حدس می‌زنید «هوستون؛ آرامش این جا برقرار است. عقاب فرود آمده» اولین کلمات بودند کمی نزدیک شده‌اید اما نه کاملاً. برخلاف باور عمومی، اولین کلماتی که از سطح ماه بیان گشت توسط باز آلدین و نیل آرمسترانگ گفته نشد. اولین کلمات چنین بودند: «توقف موتور. ACA از گیره رها شد. کنترل در حالت خودکار، هر دو خودکار. دستور موتور اجرا شد، خاموش. بازوی موتور، خاموش. ۴۱۳ داخل است»

این کلمات نه چندان جذاب و معنادار قبل از این که (نیل آرمسترانگ) بتواند اعلان تاریخی خود را بیان کند توسط Buzz و برای تنظیم سریع برخی کنترل‌های کلیدی جهت اطمینان از مرتب بودن اوضاع بیان شد.

به همین ترتیب، قبل از این که شما اولین اندازه‌گیری شکل موج تاریخی‌تان را انجام دهید، باید ابتدا تنظیمات برخی کنترل‌های کلیدی بر روی اسیلوسکوپ را بررسی کنید تا مطمئن شوید که همه چیز به خوبی کار می‌کند. گام‌های دقیقی که برای تنظیم اسیلوسکوپ نیاز دارید، بسته به نوع و مدل دقیق آن متفاوت هستند، بنابراین حتما دفترچه راهنمای مربوطه را بخوانید. اما گام‌های کلی به شرح زیر هستند:

۱. تمام کنترل‌های روی اسیلوسکوپ را بررسی کرده و آن‌ها را در موقعیت‌های عادی قرار دهید.

در بیشتر اسیلوسکوپ‌ها، تمام زوایای چرخشی باید در مرکز قرار گیرند، تمام دکمه‌های فشاری باید خاموش شوند و تمام سوئیچ‌های سرسره‌ای و سوئیچ‌های پارویی باید بالا روند.

۲. اسیلوسکوپ را روشن کنید.

اگر اسیلوسکوپ قدیمی باشد یک تا دو دقیقه به آن زمان بدهید تا آماده شود.

۳. کنترل VOLTS/DIV را روی ۱ تنظیم کنید.

این کار باعث می‌شود نوسان‌نما در هر تقسیم‌بندی عمودی یک ولت را نمایش دهد. بسته به سیگنالی که مدنظر دارید ممکن است لازم باشد این تنظیمات را افزایش یا کاهش دهید، اما یک ولت نقطه شروع خوبی است.

۴. کنترل TIME/DIV را روی ۱ ms تنظیم کنید.

این کنترل فاصله زمانی نشان‌داده‌شده توسط هر بخش افقی روی صفحه نمایش را تعیین می‌کند. سعی کن این شاخص را روی کندترین حالت تنظیم نمایید. (در اسیلوسکوپ من، کم‌ترین حد نیم ثانیه است، بنابراین ۵ ثانیه طول می‌کشد تا نقطه از صفحه عبور کند) سپس، شاخص را در یک زمان یک دور بچرخانید و سرعت نقطه را تا زمانی که یک خط ثابت شود، ببینید.

۵. کلید رهاکننده را روی حالت خودکار تنظیم کنید.

حالت خودکار اسیلوسکوپ را قادر می‌سازد تا اثر را بر روی یک نقطه راه‌اندازی مشترک در شکل موج

ثابت کند. اگر کلید رهاکننده روی حالت خودکار تنظیم نشود، شکل موج ممکن است در طول صفحه شناور گردد و دیدن آن مشکل شود.

۶. یک میله را به اتصال دهنده ورودی متصل کنید.

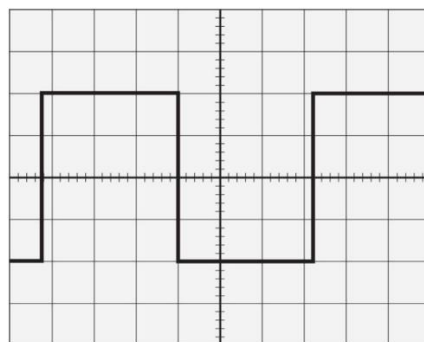
اگر اسیلوسکوپ بیش از یک اتصال دهنده ورودی داشت، میله را به رابط برچسب گذاری شده A متصل کنید.

۷. انتهای میله را به پایانه کالیبراسیون اسیلوسکوپ متصل کنید.

این پایانه یک موج مربعی نمونه فراهم می کند که می توانید از آن برای تنظیم نمایش دامنه استفاده کنید. برخی از اسیلوسکوپها دو پایانه کالیبراسیون دارند که با برچسب ۰.۲ ولت و ۲ ولت مشخص شده اند. اگر چنین اسیلوسکوپی داشتید میله را با پایانه ۲ ولتی تماس دهید.

برای درجه بندی، بهتر است از یک میله آزمایش گیره سوسماری استفاده کنید. اگر میله آزمایش به جای گیره سوسماری دارای نوک نقطه ای باشد، معمولاً می توانید نوک را از سوراخ کوچک در انتهای پایانه کالیبراسیون عبور دهید تا میله را در جای خود نگه دارید. اتصال سرنخ زمین میله آزمایش برای درجه بندی ضروری نیست.

۸. در صورت لزوم، کنترل TIME/DIV و VOLTS/DIV را طوری تنظیم کنید که موج مربعی به خوبی در صفحه نمایش قرار گیرد. برای مثال شکل زیر را مشاهده کنید.



۹. در صورت لزوم، کنترل Y-POS را طوری تنظیم کنید که طرح عمودی را در مرکز قرار دهید.

۱۰. در صورت لزوم، کنترل X-POS را طوری تنظیم کنید که طرح افقی را در مرکز قرار دهید.

۱۱. در صورت لزوم، تراکم و تمرکز را طوری تنظیم کنید که مسیری واضح به دست آورید.

۱۲. تریک!

اکنون آماده هستید تا شروع به مشاهده اشکال موج سیگنال‌های الکترونیکی واقعی کنید.

◀ به یاد داشته باشید که کنترل‌های هر اسیلوسکوپ بسته به مدل منحصر به فرد هستند. مطمئن شوید دفترچه راهنمای اسیلوسکوپ را بخوانید تا ببینید آیا دستورالعمل‌های تنظیمات و یا کالیبراسیون دیگری وجود دارند که باید پیش از بررسی سیگنال‌های واقعی در اسیلوسکوپ خود از آن‌ها پیروی کنید یا نه.

نمایش سیگنال‌ها

روش اصلی برای تست مدار دارای اسیلوسکوپ این است که اتصال زمین سرخ آزمایشی اسیلوسکوپ را به نقطه زمینی در مدار متصل کرده و سپس نوک میله را با نقطه‌ای در مدار که می‌خواهید تست کنید تماس دهید.

به عنوان مثال، اگر می‌خواهید مطمئن شوید که خروجی یک مدار مجتمع در حال ساطع کردن یک موج مربعی است، با میله اسیلوسکوپ را با پین تماس داده و به صفحه نمایش نگاه کنید. توجه داشته باشید که ممکن است لازم باشد تنظیمات VOLTS / DIV و TIME/DIV را بر روی دامنه تنظیم کنید تا به وضوح شکل موج را ببینید. اما زمانی که این تنظیمات را به درستی اعمال کردید، باید قادر به تجسم موج مربعی باشید. اگر موج مربعی ظاهر نشود، احتمالاً مدار دارای مشکل است.

◀ هرگز میله اسیلوسکوپ را به طور مستقیم به خروجی الکتریکی متصل نکنید (اگر می‌خواهید ولتاژ خروجی را اندازه‌گیری کنید، فقط از مالتی متر معمولی استفاده کنید).

بندهای بعدی ایده‌هایی را برای مشاهده انواع مختلف شکل موج با اسیلوسکوپ ارائه می‌دهند:

💡 برای مشاهده شکل موج DC ساده، سعی کنید اسیلوسکوپ را به یک باتری ۱.۵ ولت مانند AA یا AAA متصل کنید. کنترل VOLTS / DIV را روی ۲ ولت قرار داده و سپس رابط زمین میله را با پایانه منفی باتری و نوک میله را با پایانه مثبت تماس دهید. صفحه نمایش حاصل باید یک خط مستقیم ساده بین بخش دوم و سوم عمودی بالای خط مرکزی باشد (در صورت خاموشی یا ضعیف بودن باتری، این خط ممکن است پایین‌تر باشد).

💡 اگر می‌خواهید موج سینوسی ۶۰ Hz موجود در یک خروجی الکتریکی را ببینید، منبع تغذیه دوشاخه ای (که معمولاً آن را wart دیوار می‌نامند) را پیدا کنید که جریان متناوب با ولتاژ پایین تولید می‌کند.

wart را به خروجی الکتریکی متصل کنید و سپس میله اسیلوسکوپ را به دوشاخه ولتاژ-پایین متصل کنید. کنترل‌های VOLTS/DIV و TIME/DIV را تا زمانی که بتوانید موج سینوسی را ببینید تنظیم کنید.

💡 اگر می‌خواهید ببینید شکل موج صدا چگونه است، یک کابل صوتی کوتاه یک‌هشتم اینچی پیدا کنید و یک سر آن را در جک گوشی هر دستگاه صوتی مثل رادیو یا آی‌پد قرار دهید. سپس، پایه پروب را به دسته دوشاخه در انتهای آزاد کابل صوتی متصل کنید و نوک میله را با نوک دوشاخه صوتی تماس دهید، همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است.



بعد از تنظیم با کنترل‌های VOLTS/DIV و TIME/DIV، باید نمایشی از شکل موج نامنظم را ببینید که نوعی از سیگنال‌های صوتی است.

◀ کنترل‌های VOLTS/DIV و TIME/DIV

۱. کنترل TIME/DIV: این کنترل دارای ضرایبی بر حسب ثانیه، میلی ثانیه و میکروثانیه است و این ضرایب نشان دهنده این هستند که چقدر زمان لازم است تا اشعه در راستای افقی به اندازه یک خانه جا به جا شود. مثلاً اگر ضریب TIME/DIV برابر با ۰.۲ میلی ثانیه باشد این یعنی در چنین حالتی برای این که اشعه در راستای افقی به اندازه یک خانه جا به جا شود ۰.۲ میلی ثانیه یا ۲۰۰ میکروثانیه زمان لازم است.

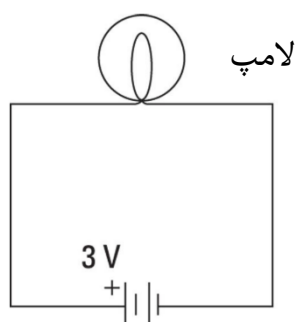
۲. کنترل VOLTS/DIV: این کنترل نیز همانند TIME/DIV دارای ضرایبی است که این ضرایب بر حسب ولت و میلی ولت می‌باشند و هر ضریب بیان کننده این است که هر خانه در راستای عمودی چند ولت می‌باشد. این کنترل برای اندازه‌گیری دامنه ولتاژ به کار می‌رود. با تغییر TIME/DIV، شکل موج در راستای عمودی باز و جمع می‌شود. اگر ضریب کلید VOLTS /DIV کانال ۲ برابر با ۰.۵ ولت باشد، این امر نشان می‌دهد که به ازای انتخاب کانال ۲، در صفحه نمایش اسیلوسکوپ هر خانه در راستای عمودی برابر با ۰.۵ ولت می‌باشد.

فصل ده: کار با مدارهای پایه

در فصل‌های قبل با مفاهیم اساسی الکتریسیته آشنا شده و به نگرشی کلی درباره ابزارها و مهارت‌هایی که برای شروع کار با الکترونیک نیاز داشتید دست یافتید. حالا که می‌دانید برق چیست و برای خرید برخی از ابزارهای پایه (مانند انبردست، هویه و مالتی متر) مشکلی ندارید وقت آن رسیده که نحوه کار مدارهای الکترونیکی را بیاموزید. این فصل به بررسی مفاهیم اصلی مدار می‌پردازد. مدارهایی که در این مطرح شده‌اند بسیار ساده هستند و شامل هیچ چیزی به جز باتری، سیم‌های حامل جریان، لامپ‌های مصرف‌کننده برق و همچنین سوئیچ‌ها نیستند. اگرچه مدارهای ارائه‌شده در این جا ساده هستند، اما مقدمه خوبی برای مدارهای پیچیده‌تر هستند.

مدار چیست؟

مدار یک مسیر کامل از رساناها است که جریان می‌تواند از طریق آن عبور کند. مدارها مسیری را برای جریان فراهم می‌کنند؛ این مسیر باید در یک نقطه شروع و پایان یابد. به عبارت دیگر، مدار باید حلقه تشکیل دهد. برای مثال، شکل زیر مدار ساده‌ای را نشان می‌دهد که شامل دو جزء است: یک باتری و یک لامپ. مدار اجازه می‌دهد جریان از باتری به لامپ رفته و سپس به باتری برگردد؛ در نتیجه مدار حلقه کاملی را شکل می‌دهد.



البته، مدارها می‌توانند پیچیده‌تر باشند. با این حال، تمام آن‌ها را می‌توان به سه عنصر اصلی تقسیم کرد:

💡 منبع ولتاژ: یک منبع ولتاژ باعث جریان می‌شود. در شکل بالا منبع ولتاژ باتری است.

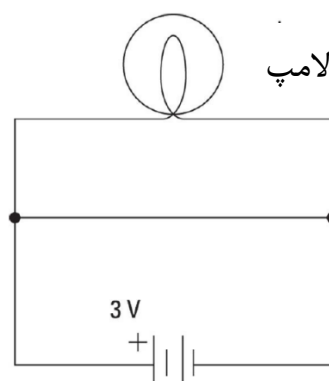
💡 مصرف‌کننده: مصرف‌کننده از توان تغذیه می‌کند. این، روش کار واقعی انجام‌شده توسط مدار را نشان می‌دهد. بدون مصرف‌کننده، مدار بیهوده خواهد بود. در شکل بالا مصرف‌کننده لامپ است. در مدارهای پیچیده، مصرف‌کننده ترکیبی از اجزائی مانند مقاومت‌ها، خازن‌ها، ترانزیستورها و غیره است.

💡 مسیر رسانا: مسیر رسانا مسیری را فراهم می‌کند که جریان از طریق آن برقرار می‌شود. این مسیر از منبع ولتاژ آغاز می‌شود، در مصرف‌کننده پیش می‌رود و سپس به منبع ولتاژ باز می‌گردد. مسیر رسانا باید حلقه‌ای از سمت منفی منبع ولتاژ به سمت مثبت منبع ولتاژ تشکیل دهد. در شکل، دو خطی که بین باتری و لامپ حرکت می‌کنند نشان‌دهنده مسیر رسانا هستند. مسیر رسانا می‌تواند در یک مدار پیچیده بگرنج باشد، اما هنوز باید حلقه‌ای از سمت منفی منبع ولتاژ به سمت مثبت تشکیل دهد. در بندهای زیر چند نکته جالب دیگر توضیح داده می‌شود که باید در زمان تأمل درباره ماهیت مدارهای پایه به خاطر داشته باشید:

💡 هنگامی که مدار کامل می‌شود و حلقه‌ای را تشکیل می‌دهد که به جریان اجازه برقرار شدن می‌دهد، آن را «مدار بسته» می‌نامند. اگر هر قسمت از مدار قطع یا مختل شود و حلقه تشکیل نشود، جریان نمی‌تواند برقرار گردد. در این حالت، «مدار باز» خواهیم داشت.

«مدار باز» یک جور استعمال کلمات مرکب ضد و نقیض است. هر چه باشد، اجزا باید مسیر کاملی را تشکیل دهند تا مدار ایجاد گردد؛ اگر مسیر باز باشد که دیگر آنچه ساخته‌ایم مدار نیست. بنابراین، مدار باز اغلب برای توصیف مداری استفاده می‌شود که ساخت آن شکست خورده است، چه به صورت عمدی (با استفاده از یک کلید) و یا با کمی خطا، مانند یک اتصال شل و یا یک جزء آسیب‌دیده.

💡 مدار کوتاه به مداری اشاره دارد که مصرف‌کننده ندارد. برای مثال، شکل زیر یک مدار کوتاه را نشان می‌دهد؛ لامپ به مدار متصل است اما بین پایانه منفی باتری و پایانه مثبت آن نیز ارتباط مستقیمی وجود دارد.

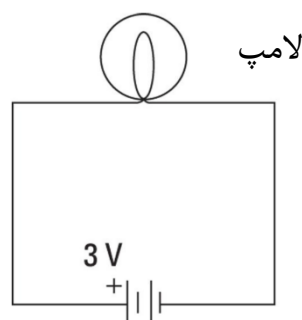


جریان در مدار کوتاه می‌تواند به طور خطرناکی در سطوح بالا برقرار گردد. مدارهای کوتاه می‌توانند به قطعات الکترونیکی آسیب بزنند، باعث انفجار باتری و یا آتش‌سوزی شوند.

مدار کوتاه نشان داده شده در شکل نکته‌ای مهم را در مورد مدارهای الکتریکی نشان می‌دهد: این امکان وجود دارد که یک مدار دارای چندین مسیر برای جریان باشد. در شکل جریان می‌تواند از طریق لامپ و همچنین از طریق مسیری که دو پایانه باتری را به طور مستقیم به هم متصل می‌کند، برقرار گردد.

جریان در هر جایی که بتواند برقرار می‌شود. اگر مدار شما دو مسیر دارد که جریان می‌تواند از آن‌ها عبور کند، جریان یکی را بر ترجیح نمی‌دهد؛ بلکه هر دو را انتخاب می‌کند. با این حال، همه مسیرها یکسان نیستند، بنابراین جریان در تمام مسیرها به طور مساوی برقرار نیست. در مدار نشان داده شده در شکل، جریان بسیار ساده‌تر از جریان عبوری از لامپ در مدار کوتاه برقرار می‌گردد و لامپ نمی‌تابد زیرا تقریباً تمام جریان لامپ را به نفع مسیر آسان‌تر در مدار کوتاه دور می‌زند. اگر چه مقدار کمی از جریان در لامپ برقرار می‌گردد ولی جریان عبوری از لامپ برای روشن نگه داشتن قابل ملاحظه آن، کافی نخواهد بود. برای تعیین میزان جریان در یک مسیر مشخص، از یک فرمول ریاضی استفاده می‌کنند که در فصل ۲ توضیح داده شد. با این حال، وقتی یکی از مسیرهای موجود یک مدار کوتاه است، نیازی نیست به فرمول رجوع کنید چون تقریباً تمام جریان در مدار کوتاه جاری خواهد شد.

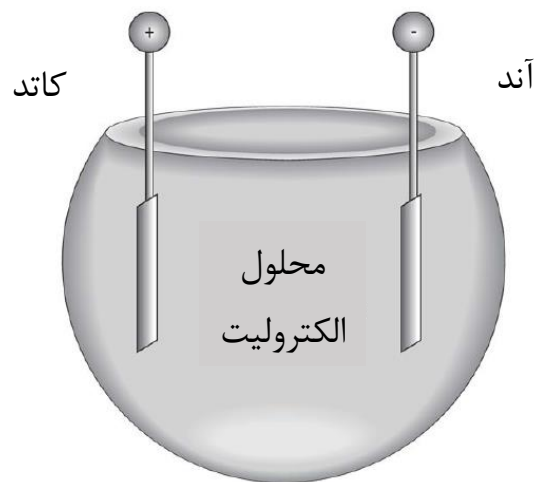
◀ می‌توانید جریان الکتریکی را در مدار از سمت مثبت منبع ولتاژ به سمت منفی آن تصور کنید زیرا معمولاً هنگام مطالعه جریان، مدار را این‌گونه تجسم می‌نمایید. برای مثال، در شکل زیر، می‌توانید جریان را در جهت عقربه‌های ساعت در نظر بگیرید، از پایانه مثبت باتری شروع کنید، از مسیر سمت چپ نمودار به لامپ در بالای نمودار، از لامپ و سپس از مسیر سمت راست نمودار عبور کرده و در نهایت به پایانه منفی باتری برگردید.



همانطور که در فصل ۲ دیدید، این روش تفکر در مورد جریان برقرار شده، «جریان قراردادی» نامیده می‌شود. در دنیای واقعی بار الکتریکی - و الکترون‌ها - در مدار از سمت منفی منبع ولتاژ به سمت مثبت منبع آن جریان می‌یابند.

استفاده از باتری‌ها

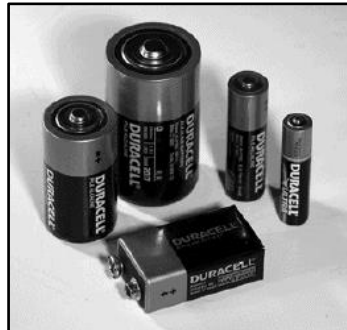
ساده‌ترین راه برای تامین منبع ولتاژ برای مدار استفاده از باتری است. راه‌های زیادی برای تامین ولتاژ وجود دارد، از جمله استفاده از آداپتورهای AC (که می‌توانید به دیوار وصلشان کنید) و سلول‌های خورشیدی (که نور خورشید را به ولتاژ تبدیل می‌کنند). با این حال، باتری‌ها عملی‌ترین منبع ولتاژ برای بیشتر مدارهایی‌اند که در این کتاب مورد بحث می‌باشند. باتری وسیله‌ای است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی (به شکل ولتاژ) تبدیل می‌کند که به نوبه خود می‌تواند باعث برقراری جریان شود. باتری با فرو بردن دو صفحه ساخته‌شده از فلزات مختلف در محلول شیمیایی ویژه‌ای به نام الکترولیت کار می‌کند. فلزات با الکترولیت واکنش می‌دهند تا جریانی از بار را تولید کنند که در صفحه منفی (به نام آند) انباشته می‌شود. صفحه مثبت که کاتد نامیده می‌شود از بارها بی‌نصیب می‌ماند. در نتیجه، بین دو صفحه ولتاژ شکل می‌گیرد. این صفحات به پایانه‌های خارجی‌ای متصل‌اند که می‌توانید مدارتان را برای ایجاد جریان به آن‌ها وصل نمایید. شکل زیر نموداری ساده از نحوه کار باتری را نشان می‌دهد. کاسه پر شده با نوعی ماده شیمیایی و آند و کاتد ساخته‌شده از نوعی فلز باتری را تشکیل می‌دهند.



◀ از لحاظ فنی، شکل بالا یک سلول (cell) را نشان می‌دهد، نه یک باتری. باتری ترکیبی از دو یا چند سلول است.

باتری‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف وجود دارند، اما در راستای اهداف این کتاب، تنها به چند نوع باتری استاندارد نیاز دارید، که همه آن‌ها در هر فروشگاه معتبری وجود دارند. شکلی که در ادامه آمده رایج‌ترین اندازه‌های موجود را نشان می‌دهد. باتری‌های استوانه‌ای در چهار اندازه استاندارد موجودند: AAA، AA، C و D. این باتری‌ها هر کدام ۱.۵ ولت تامین می‌کنند. تنها تفاوت بین باتری‌های کوچک‌تر و

بزرگ‌تر این است که باتری‌های بزرگ‌تر می‌توانند جریان بیشتری ایجاد کنند. از لحاظ فنی AAA، AA، C، و D سلول‌های منفرد هستند - سلول‌های منفرد، نه باتری. کاتد، یا پایانه مثبت، در باتری استوانه‌ای، انتهای دارای برآمدگی فلزی است. انتهای تخت فلزی آند یا پایانه منفی است.



باتری مستطیلی شکل بالا ۹ ولتی است و واقعاً یک باتری است زیرا جعبه مستطیلی کوچکی که می‌بینید در واقع شامل شش سلول کوچک است که هر کدام تقریباً نصف اندازه سلول AAA هستند. ۱.۵ ولت تولید شده توسط هر یک از این سلول‌های کوچک با هم ترکیب می‌شوند تا در مجموع ۹ ولت تولید کنند. این‌ها چند نکته دیگر هستند که باید در مورد باتری بدانید:

❗ علاوه بر باتری‌های AAA، AA، C، D و ۹V، اندازه‌های بسیار دیگری از باتری‌ها وجود دارند. بیشتر این باتری‌ها برای کاربردهای خاص، مانند دوربین‌های دیجیتال، سمعک‌ها، لپ‌تاپ‌ها و غیره طراحی شده‌اند.

❗ تمام باتری‌ها حاوی مواد شیمیایی هستند که برای شما و محیط‌زیست سمی‌اند. با آن‌ها با دقت رفتار کنید و آن‌ها را طبق قوانین محلی خود به درستی از بین ببرید. این طور نباشد که فقط در سطل زباله پریشان کنید.

می‌توانید (و باید) از مالتی متر برای اندازه‌گیری ولتاژ تولید شده توسط باتری‌ها استفاده کنید. چند کنتور را در محدوده ولتاژ DC مناسب تنظیم کنید (مانند ۲۰ ولت). سپس، سرنخ قرمز را با پایانه مثبت و سرنخ سیاه را با پایانه منفی تماس دهید. مالتی متر تفاوت ولتاژ بین پایانه‌های منفی و مثبت را نشان خواهد داد. این عدد باید برای باتری‌های استوانه‌ای (AAA، AA، C، D) حدود ۱/۵ ولت و برای باتری ۹V حدود ۹V باشد.

❗ باتری‌های دارای قابلیت شارژ مجدد گران‌تر از بقیه هستند اما بیشتر دوام می‌آورند.

اصطلاح فنی برای سلولی که قابل شارژ مجدد نیست، «سلول اولیه» است. سلول قابل شارژ «سلول ثانویه»

نامیده می‌شود. با این حال، اگر وارد هر مغازه‌ای که باتری می‌فروشد شوید و به فروشنده بگویید «سلول ثانویه» می‌خواهم حسابی شو که می‌شود و اصلاً نمی‌فهمد دارید درباره چه صحبت می‌کنید.

💡 ساده‌ترین راه برای استفاده از باتری در مدار الکترونیکی استفاده از نگه‌دارنده باتری است، که یک ابزار پلاستیکی کوچک بوده و برای نگهداری یک یا چند باتری طراحی شده است.

💡 شاید تعجب کنید چرا سلول‌های AA، AAA، C و D را می‌فروشند اما A یا B را نه! باتری‌های سلول A و سلول B وجود خارجی دارند اما چون اندازه آن‌ها برای دستگاه‌های الکترونیکی مشتریان مناسب نمی‌باشد در خرده‌فروشی‌ها به آسانی در دسترس نیستند.

ساخت مدار لامپی

این پروژه نشان می‌دهد چگونه مداری ساده بسازید که از باتری برای روشن کردن لامپ استفاده کند. اگرچه این مدار بسیار ساده است، اما به نشان دادن اصول پایه‌ای که تاکنون توضیح داده‌ام کمک می‌کند. شکل زیر مدار مونتاژ شده را نشان می‌دهد.



برای مونتاژ و تست مدار به یک پیچ‌گوشتی سر-فیلیپس کوچک و یک مالتی متر نیاز دارید. اجزاء لازم:

دو باتری AA، نگه‌دارنده باتری (یکی)، نگه‌دارنده لامپ (یکی)، لامپ چراغ‌قوه ۲.۳۳ ولتی (یکی)

مراحل:

۱. سرخ قرمز نگه‌دارنده باتری را به یکی از پایه‌های پیچ موجود روی نگه‌دارنده لامپ وصل کنید. پایه پیچ را کمی شل کنید تا شکافی زیر آن ایجاد شود. سپس انتهای آزاد سرخ قرمز را به شکل قلاب خم کنید (می‌توانید این کار را به راحتی با پیچیدن سیم دور نوک آچار پیچ‌گوشتی انجام دهید). انتهای آزاد سیم را زیر پایه پیچ قرار دهید و سپس پیچ را محکم کنید تا سیم محکم شود.
۲. سرخ سیاه را به پایه دیگر نگه‌دارنده لامپ وصل کنید.

۳. لامپ را در نگه‌دارنده لامپ قرار دهید.

۴. باتری را در نگه‌دارنده باتری جاگذاری کنید.

لامپ باید روشن شود.

۵. محدوده مالتی متر را تا پایین‌ترین ولتاژ DC که حداقل ۳ ولت اندازه‌گیری خواهد شد، تنظیم کنید. کنتور من یک محدوده DC ۵ ولتی دارد، بنابراین از آن استفاده کردم.

۶. سرنخ قرمز مالتی متر را با آن پایانه نگه‌دارنده لامپ که سرنخ قرمز نگه‌دارنده باتری بدان وصل می‌شود و سرنخ سیاه مالتی متر را با پایانه دیگر تماس دهید.

کنتور باید حدود ۳ ولت را نشان دهد.

۷. سرنخ قرمز باتری را از نگه‌دارنده لامپ جدا کنید.

این کار مدار را مختل کرده و لامپ را خاموش می‌کند.

۸. شاخص مالتی متر را روی بیشترین میلی‌آمپر DC تنظیم کنید.

در مالتی متر من بیشترین حد ۱۰۰۰ میلی‌آمپر DC است.

۹. انتهای آزاد سرنخ قرمز باتری را با نوک سرنخ قرمز مالتی متر و نوک سرنخ سیاه مالتی متر را با پایانه جدا شده روی نگه‌دارنده لامپ تماس دهید.

کنتور باید تقریباً ۲۵۰ میلی‌آمپر را نشان دهد. اگر بزرگ‌ترین دامنه DC mA در مالتی مترتان کم‌تر از ۲۵۰ mA باشد، ممکن است خوانش دقیقی نداشته باشید. با این حال، باید نشان دهید که جریان از حداکثر محدوده بیشتر است.

وقتی جریان را آزمایش می‌کنید، لامپ دوباره روشن می‌شود چون کنتور مدار را کامل می‌کند.

کار با کلیدها

کلیدها بخش مهمی از اکثر مدارهای الکترونیکی هستند. در ساده‌ترین حالت، بیشتر مدارها دارای یک کلید روشن / خاموش‌اند. علاوه بر کلید روشن / خاموش، بسیاری از مدارها حاوی کلیدهای اضافی هستند که نحوه کار مدار و یا فعال کردن ویژگی‌های مختلف آن را کنترل می‌کنند. کلیدها دستگاه‌های مکانیکی

با دو یا چند سرنخ یا پایانه (که به صورت داخلی به سطوح فلزی‌ای که یک نفر می‌تواند آن‌ها را باز یا بسته کند متصل می‌شوند)، هستند. وقتی سطوح با هم باشند، کلید بسته می‌شود و جریان برقرار می‌گردد. هنگامی که سطوح از هم جدا می‌شوند، کلید باز است و جریان می‌تواند برقرار گردد. بخش‌های بعدی دو روش برای دسته‌بندی کلیدها را شرح می‌دهند (براساس روشی که برای کار با کلید و اتصالات ایجاد شده توسط آن استفاده می‌شود).

◀ یک راه برای دسته‌بندی کلیدها، انجام این کار براساس حرکت فرد برای باز یا بسته کردن سطوح است. شکل زیر بسیاری از طرح‌های مختلف کلید را نشان می‌دهد.



رایج‌ترین کلیدها عبارت‌اند از:

کلید اسلایدی: کلید اسلایدی یک دستگیره دارد که می‌توانید آن را به عقب و جلو بلغزانید تا سطوح را باز یا بسته کنید.

کلید ضامن: این کلید دارای اهرمی است که برای باز یا بسته کردن سطوح آن را بالا یا پایین می‌برید. کلیدهای برق خانگی نمونه‌هایی رایج از کلیدهای ضامن هستند.

کلید چرخشی: این کلید گیره‌ای دارد که برای باز و بسته کردن سطوح می‌چرخد. کلید موجود در پایه بسیاری از لامپ‌های رومیزی نمونه‌ای از کلید چرخشی است.

کلید راکر: کلید راکر حرکتی چرخشی دارد. یک طرف کلید را فشار می‌دهید تا سطوح بسته شوند و طرف دیگر را فشار می‌دهید تا باز گردند.

کلید چاقویی: کلید چاقویی نوعی کلید است که ایگور در فیلم فرانکشتاین استفاده می‌کند تا به این جانور جان دوباره ببخشد. در کلید چاقویی، سطوح در معرض دید قرار دارند.

کلید دکمه فشاری: این کلید دستگیره‌ای دارد که برای باز یا بسته کردن سطوح فشار داده می‌شود. در برخی موارد کلید را یک‌بار فشار می‌دهید تا سطوح باز شوند و سپس دوباره فشار می‌دهید تا سطوح بسته

گردند. به عبارت دیگر، هر بار که کلید را فشار می‌دهید، سطوح به صورت متناوب باز و بسته می‌شوند. کلیدهای دکمه فشاری دیگر کلیدهای تماس لحظه‌ای هستند، که در آن تماس‌ها تنها زمانی از حالت پیش فرض تغییر می‌کنند که دکمه فشار داده شده و پایین نگه‌داشته می‌شود. دو نوع کلید تماس لحظه‌ای عبارتند از:

بازشوی معمولی (NO): در این نوع، حالت پیش فرض سطوح «باز» است و فشردن دکمه سبب بسته شدن سطوح می‌گردد. وقتی دکمه را رها سطوح باز می‌شوند. بنابراین جریان تنها زمانی جاری می‌شود که دکمه را فشار داده و نگه دارید.

بسته‌شوی معمولی (NC): در این نوع، حالت پیش فرض سطوح «بسته» است و دکمه را فشار دهید سطوح باز می‌شوند و جریان برقرار نمی‌گردد. وقتی دکمه را رها می‌کنید، سطوح دوباره بسته می‌شوند و جریان از سر گرفته می‌شود.

◀ راه دیگر طبقه‌بندی سویچ‌ها، اتصالات آن‌ها است. دو عامل مهم که مشخص می‌کنند یک کلید چه نوع اتصالاتی ایجاد می‌کند عبارتند از:

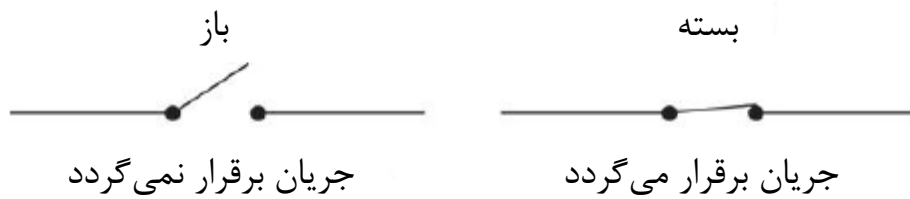
قطب‌ها: قطب به تعداد مدارهای جداگانه‌ای اشاره دارد که کلید کنترل می‌کند. یک کلید تک قطبی تنها یک مدار را کنترل می‌کند. یک کلید دو قطبی دو مدار جداگانه را کنترل می‌کند. یک کلید دو قطبی مانند دو کلید تک قطبی مجزا است که به طور مکانیکی با یک اهرم یا دکمه کار می‌کنند.

throwها: تعداد throwها نشان‌دهنده این است که هر قطب کلید می‌تواند ورودی خود را به چند اتصال خروجی مختلف متصل کند. شکلی که در ادامه آمده دو نوع متداول را نشان می‌دهد: دارای یک throw و دارای دو throw.

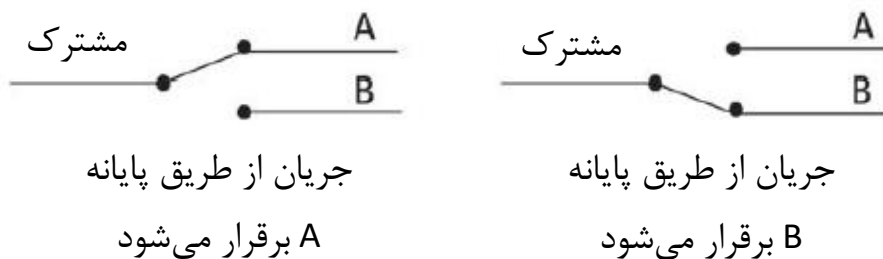
◆ سوئیچ دارای یک throw کلید روشن / خاموش ساده‌ای است که دو پایانه را به هم متصل یا از هم جدا می‌کند. هنگامی که کلید بسته می‌شود دو پایانه به هم متصل می‌شوند و جریان بین آن‌ها برقرار می‌گردد. وقتی کلید باز می‌شود پایانه‌ها متصل نیستند بنابراین جریان برقرار نمی‌شود.

◆ کلید دارای دو throw یک پایانه ورودی را به یکی از دو پایانه‌های خروجی متصل می‌کند. بنابراین، سوئیچ دو قطبی سه پایانه دارد. یکی از این پایانه‌ها «پایانه مشترک» نامیده می‌شود. دو پایانه دیگر اغلب با A و B تعیین می‌شوند. وقتی که کلید در موقعیت یک قرار دارد پایانه مشترک متصل به پایانه A است لذا جریان از پایانه مشترک به پایانه A برقرار می‌گردد اما هیچ جریانی به پایانه B شارش نمی‌یابد. هنگامی

که کلید در موقعیت دیگر خود قرار می‌گیرد، اتصالات پایانه برعکس می‌شوند: جریان از پایانه معمولی به پایانه B برقرار می‌گردد، اما هیچ جریانی در ترمینال A برقرار نمی‌شود.

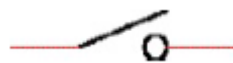


دارای یک throw



دارای دو throw

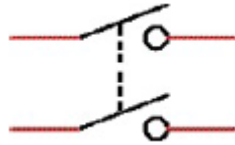
کلیدها هم از لحاظ تعداد قطب‌ها و هم از نظر throwها متفاوت هستند. از لحاظ نظری، هر تعداد قطب و هر تعداد throw ممکن است. با این حال، بیشتر کلیدها یک یا دو قطب و یک یا دو throw دارند. این امر منجر به چهار ترکیب مشترک می‌شود که آن‌ها را در شکل فوق مشاهده می‌کنید. نمادهای به کار رفته در نمودارهای شماتیک برای هر یک از این کلیدها را در زیر می‌بینید:



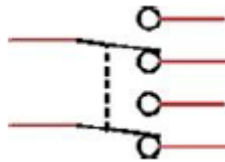
تک‌قطبی، دارای یک throw (SPST): کلید روشن / خاموش پایه که مدار را روشن یا خاموش می‌کند. یک کلید SPST دو پایانه دارد: یکی برای ورودی و دیگری برای خروجی.



تک‌قطبی، دارای دو throw (SPDT): کلید SPDT مدار ورودی را به یکی از دو مدار خروجی هدایت می‌کند. این نوع کلید گاهی اوقات کلید A / B نامیده می‌شود زیرا به شما این امکان را می‌دهد که بین دو مدار A و B یکی را انتخاب کنید. کلید SPDT سه پایانه دارد: یکی برای ورودی و دیگری برای خروجی‌های A و B.



دو قطبی، دارای یک (DPST) throw: کلید DPST دو مدار را روشن یا خاموش می‌کند و چهار پایانه دارد، دو تا ورودی و دو تا خروجی.



دو قطبی، دارای دو (DPDT) throw: کلید DPDT دو مدار جداگانه دارد که هر یک از دو ورودی را به یکی از دو خروجی متصل می‌کند. این کلید شش پایانه دارد: دو پایانه برای ورودی‌ها، دو پایانه برای خروجی‌های A و دو پایانه برای خروجی‌های B.

در این جا چند نکته دیگر در مورد چیدمان قطب‌ها و throwها آورده شده‌است:

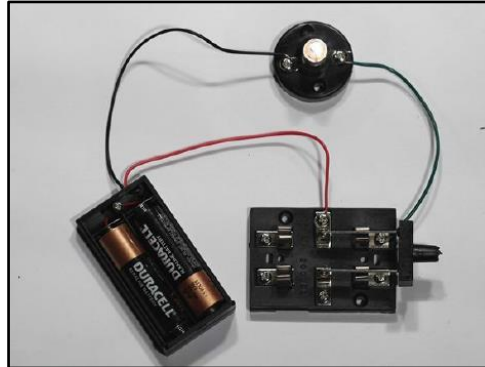
💡 کلیدهای دارای بیش از دو قطب یا بیشتر از دو throw وجود دارند اما معمول نیستند. کلیدهای چرخشی به طور خاص خود را در اختیار throwهای بسیاری قرار می‌دهند. به عنوان مثال، کلید چرخشی در یک مالتی متر معمولاً ۱۶ throw یا بیشتر دارد.

💡 یک تغییر رایج در کلید دو لبه داشتن موقعیت میانی است که به هیچ کدام از دو خروجی متصل نشود. این نوع سویچ که اغلب «مرکز-باز» نامیده می‌شود، سه موقعیت اما تنها دو throw دارد. به عنوان مثال، کلید مرکز-باز SPDT می‌تواند یک ورودی را بین دو خروجی تغییر دهد، اما در موقعیت مرکزی آن، هیچ خروجی متصل نیست.

◀ اگر کلیدها را فقط به عنوان ابزار دم دستی تهیه می‌کنید، بهتر است به جای کلیدهای تک قطبی یا دارای یک throw کلیدهای DPDT را بخرید، زیرا DPDT می‌تواند زمانی که مدار نیاز به کلید ساده‌تر مثل SPST، SPDT یا DPST پیدا کرد، استفاده گردد. به عنوان مثال، برای استفاده از کلید DPDT به عنوان کلید SPST، تنها از یکی از قطب‌ها و یکی از throwها استفاده کرده و اتصالات دیگر را بلا استفاده رها می‌کنید.

ساخت مدار لامپ دارای کلید

در ادامه پروژه ساخت وساز ساده‌ای ارائه می‌کنم که به شما اجازه می‌دهد استفاده از کلید روشن / خاموش ساده برای کنترل لامپ را بررسی کنید. شکل زیر پروژه مونتاژ شده را نشان می‌دهد.



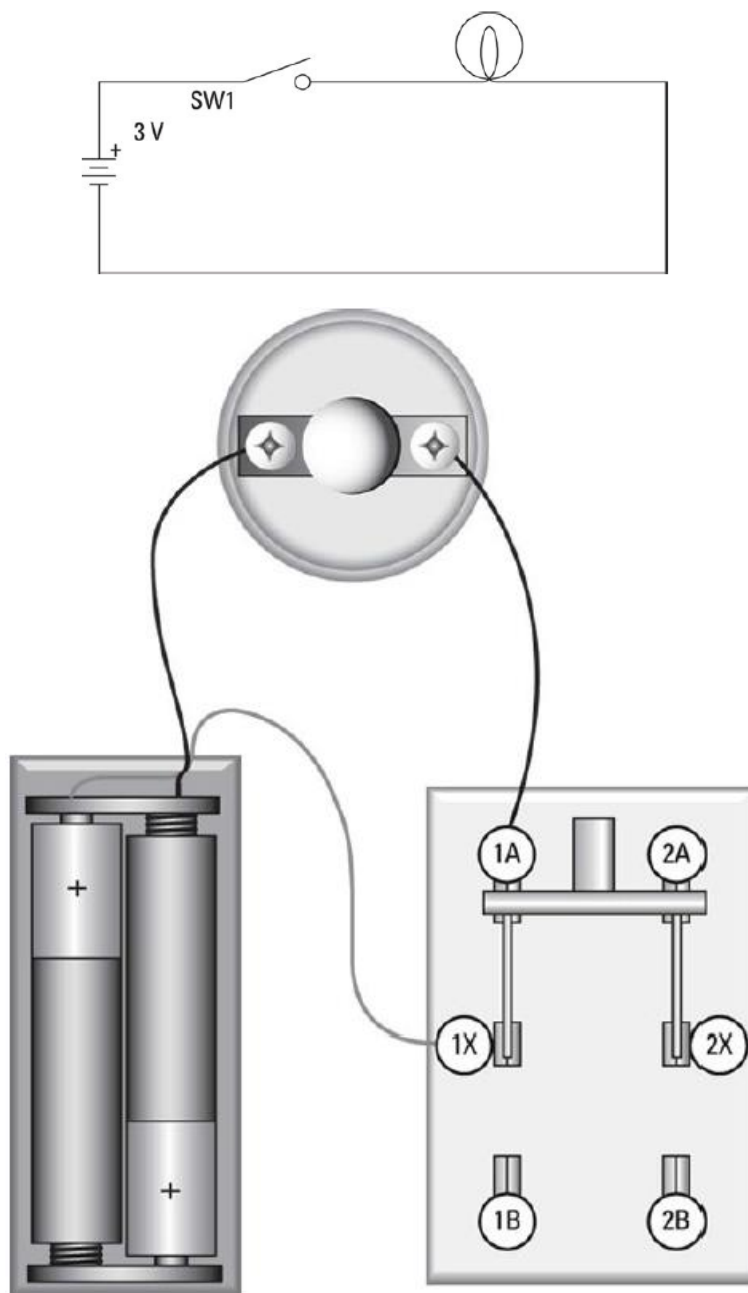
در این پروژه از کلید چاقویی DPDT استفاده شده، که در شکل زیر نشان داده شده است.



بعید است که قبلاً از کلید چاقویی در مدار الکترونیکی استفاده کرده باشید. با این حال، کلید چاقویی یک ابزاری عالی برای یادگیری ورودی‌ها و کار با کلیدها است. عبت این امر آن است که کاملاً در معرض دید است و می‌توانید ببینید چطور کار می‌کند. علاوه بر این، چون کلیدهای چاقویی روی پایه قرار گرفته‌اند هستند و پایانه‌های پیچ دارند، اتصالشان در مدارهای موقت ساده است زیرا مجبور نیستید هیچ لحیم‌کاری انجام دهید. همانطور که در شکل می‌بینید، کلید چاقویی کلیدی دو قطبی، با دو throw (DPDT) است، که به این معنی است که مانند دو کلید SPDT عمل می‌کند که به طور مکانیکی به هم متصل شده‌اند. شش پایانه را در کلید با 1X، 1A، 1B، 2X، 2A و 2B شماره‌گذاری کرده‌ام. اعداد 1 و 2 مشخص

می‌کنند که کدام یک از دو مدار در حال تغییر است. پایانه‌های X پایانه‌های ورودی در مرکز سوئیچ هستند، و پایانه‌های A و B برای دو خروجی ممکن هستند. بنابراین، زمانی که کلید به طریقی برگردانده می‌شود، 1X به 1A و 2X به 2A متصل می‌شود. وقتی کلید به سمت دیگر برگردانده می‌شود، 1X به 1B و 2X به 2B متصل می‌شود.

در این پروژه، مدار ساده‌ای خواهید ساخت که لامپ را به باتری متصل می‌کند و از کلید برای روشن و خاموش کردن لامپ استفاده می‌کند. برای مونتاژ و آزمایش، به پیچ‌گوشتی، آچار، سیم و سیم‌لخت‌کن احتیاج دارید.



اجزاء مورد نیاز:

دو باتری AA، نگه‌دارنده باتری (یکی)، نگه‌دارنده لامپ (یکی)، لامپ چراغ‌قوه ۲.۳۳ ولت (یکی)، مدار چاقویی DPDT (یکی)، سیم خاردار ۶ اینچی (۲۲ درجه)

مراحل:

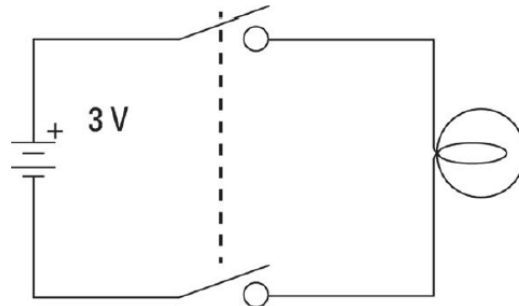
۱. نیم اینچ عایق را از انتهای هر سیم لخت کنید.
 ۲. کلید چاقویی را باز کنید.
 - دسته را به حالت ایستاده بلند کنید تا هیچ ارتباطی برقرار نشود.
 ۳. سرخ قرمز نگه‌دارنده باتری را به پایانه ۱X روی کلید چاقویی وصل کنید.
 ۴. سرخ سیاه را به یکی از پایانه‌های نگه‌دارنده لامپ وصل کنید.
 ۵. از سیم ۶ اینچ برای اتصال پایانه ۱A کلید چاقویی به پایانه دیگر نگه‌دارنده لامپ استفاده کنید.
 ۶. باتری‌ها را در نگه‌دارنده جاگذاری کنید.
 ۷. کلید چاقویی را در سمت A ببندید.
- لامپ باید روشن شود.

اگر می‌خواهید این پروژه را در انواع مختلف آزمایش کنید، موارد زیر را امتحان نمایید:

💡 سعی کنید کلید را از سمت مثبت مدار به سمت منفی حرکت دهید. به عبارت دیگر، سرخ قرمز نگه‌دارنده باتری را به لامپ و سرخ سیاه را به پایانه ۱X روی کلید متصل کنید. تفاوتی در فعالیت مدار ایجاد نخواهد شد. این نشان می‌دهد که مکان کلید در مدار اغلب اهمیتی ندارد. اگر مدار در هر جایی اصطلاحاً «شکسته شود»، جریان نمی‌تواند برقرار گردد. بنابراین، این که کلید قبل یا بعد از لامپ باشد مهم نیست.

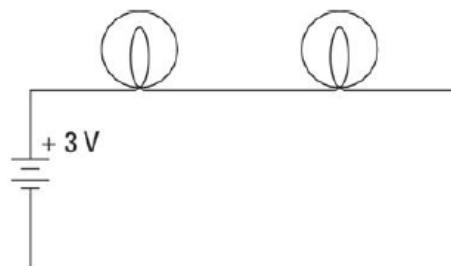
💡 یک تکه ۶ اینچی دیگر از سیم ببرید و عایق هر دو انتهای آن را لخت کنید. سپس مدار را طوری سیم‌کشی کنید که سرخ باتری قرمز به ترمینال ۱X، سرخ سیاه به ترمینال ۲X، یکی از سیم‌ها از پایانه ۱A به یکی از پایانه‌های لامپ و سیم دیگر از پایانه ۲A به یکی از پایانه‌های لامپ برود.

حالا مداری را ایجاد کرده‌اید که در شکل زیر نشان داده شده‌است. در این مدار، از کلید چاقویی به عنوان یک کلید DPST (دو قطبی، دارای دو throw) برای قطع مدار هم در سمت منفی و هم در سمت مثبت لامپ استفاده می‌شود.

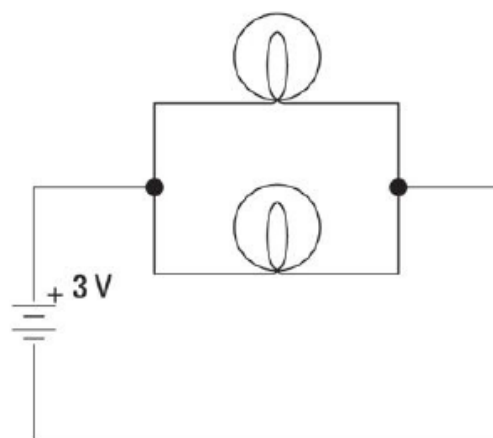


آشنایی با مدارهای سری و موازی

هر زمان که مدارهایی دارید که از بیش از یک جزء تشکیل شده‌اند، آن اجزاء باید به هم متصل شوند. دو روش اتصال اجزاء در مدار به صورت «سری» و «موازی» هستند. شکل زیر نشان می‌دهد که چگونه می‌توانید از مدارهای سری و موازی برای اتصال دو لامپ در یک مدار واحد استفاده کنید.



مدار سری

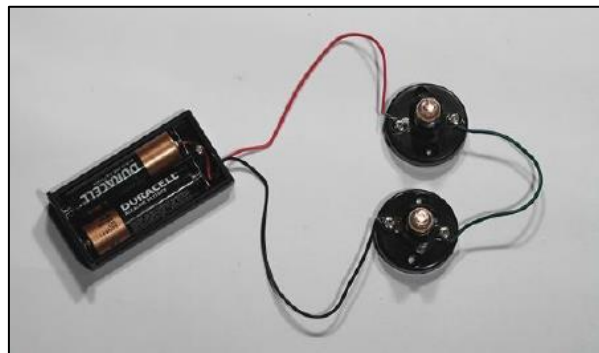


مدار موازی

در اتصال سری قطعات پشت سر هم قرار داده می‌شوند به گونه‌ای که جریان عبوری از همه آن‌ها یکسان خواهد بود. در اتصال موازی ولتاژ اعمال شده به همه اجزای سازنده یکسان خواهد بود. مداری که همه اجزای آن اتصال سری داشته باشند مدار سری و مداری که همه اجزای آن با هم موازی باشند مدار موازی خوانده می‌شود. در مدار سری جریان همه اجزا یکسان است و مجموع ولتاژهای روی هر جزء با ولتاژ اعمال شده بر کل مدار برابر است. در مقابل در مدار موازی ولتاژ دو سر همه اجزاء یکسان است و جریان کل مدار برابر مجموع جریان هر یک از اجزای مدار خواهد بود.

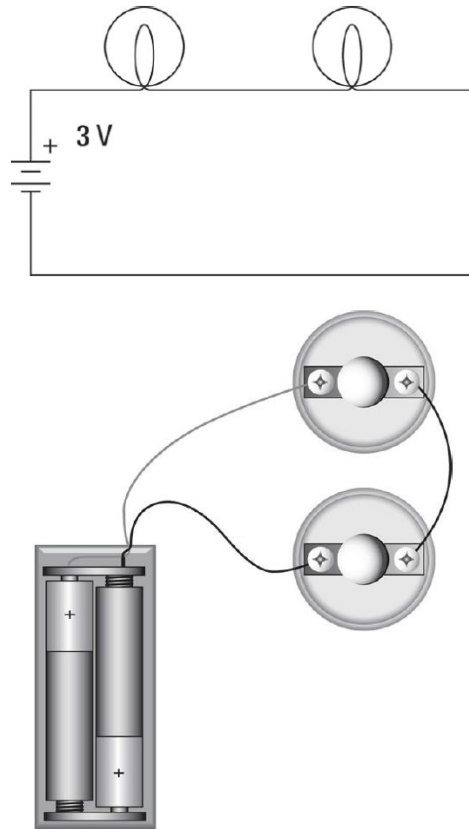
یکی از اشکالات اتصالات سری این است که اگر یک جزء به گونه‌ای وصل شود که منجر به ایجاد مدار باز شود، کل مدار مختل شده و هیچ یک از اجزاء کار نخواهند کرد. به عنوان مثال، اگر یکی از لامپ‌های مدار سری در شکل قبل خاموش شود، هیچ یک از لامپ‌ها کار نخواهند کرد؛ به این دلیل که جریان باید از هر دو لامپ عبور کند تا مدار کامل شود.

در اتصال موازی نشان داده شده در شکل، هر لامپ اتصال مستقیم خود را به باتری دارد. به این ترتیب اگر در مدار موازی یک جزء به گونه‌ای قرار گیرد که منجر به ایجاد مدار باز شود، دیگر کل مدار مختل نمی‌گردد. در مدار موازی اجزاء برای اتصال به باتری به یکدیگر وابسته نیستند. در نتیجه اگر یک لامپ خاموش شود، دیگری به روشن بودن ادامه خواهد داد. در شکل زیر لامپ‌ها به صورت سری متصل شده‌اند:



یک اتفاق جالب در مورد ولتاژ زمانی رخ می‌دهد که اجزاء به صورت سری متصل می‌شوند: ولتاژهای موجود در هر جزء تقسیم می‌شوند. به عنوان مثال، در مدار با یک باتری ۳ ولت و دو لامپ یکسان به صورت سری، هر لامپ تنها یک و نیم ولت خواهد داشت. اگر سه لامپ یکسان را به صورت سری به هم متصل کنید، هر لامپ تنها یک ولت خواهد داشت. می‌توانید ولتاژ مشاهده شده توسط هر جزء مدار را با تنظیم مالتهی متر در یک محدوده ولتاژ مناسب و سپس تماس دادن سرنخ‌ها با هر دو طرف جزء اندازه‌گیری کنید. ولتاژی که اندازه‌گیری می‌کنید «افت ولتاژ» جزء نامیده می‌شود.

◀ ساخت مدار لامپ سری: در این پروژه، مداری ساده می‌سازید که دو لامپ را به صورت سری به هم متصل می‌کند. سپس از مالتی‌متر خود برای اندازه‌گیری ولتاژ در نقاط مختلف مدار استفاده می‌کنید. پروژه تکمیل شده در شکل زیر نشان داده شده است.



اجزاء مورد نیاز:

باتری AA (یکی)، نگه‌دارنده باتری (یکی)، نگه‌دارنده لامپ (دوتا)، لامپ چراغ‌قوه ۲.۳۳ ولت (دوتا)، سیم خاردار ۶ اینچ و ۲۲ درجه (یکی)

مراحل:

۱. نیم اینچ عایق از هر دو انتهای سیم لخت کنید.
۲. سرخ قرمز نگه‌دارنده باتری را به یکی از پایه‌های یکی از نگه‌دارنده‌های لامپ وصل کنید.
۳. سرخ سیاه را به یکی از پایه‌های نگه‌دارنده لامپ دیگر متصل کنید.
۴. از سیم ۶ اینچ برای اتصال پایه استفاده نشده نگه‌دارنده لامپ اول به پایه استفاده نشده نگه‌دارنده لامپ دوم استفاده کنید.

۵. باتری‌ها را در نگه‌دارنده قرار دهید.

هر دو لامپ روشن می‌شوند.

توجه کنید که چراغ‌ها کم‌نورند. دلیلش این است که در مدار سری که با دو لامپ یکسان ساخته شده، هر کدام از دو لامپ تنها نیمی از ولتاژ کل را می‌گیرند.

۶. یکی از لامپ‌ها را از نگه‌دارنده خارج کنید.

چراغ دیگر خاموش می‌شود. دلیلش این است که در مدار سری خرابی هر یک از اجزاء، مدار را مختل می‌کند و اجزاء دیگر از کار می‌افتند.

۷. لامپی را که در مرحله ۶ برداشته اید تعویض کنید.

۸. مالتی‌متر خود را در محدوده ولتاژ DC تنظیم کنید که می‌تواند حداقل ۳ ولت را نشان دهد.

۹. سرخ‌ها را با دو پایانه نگه‌دارنده لامپ اول تماس دهید.

مالتی‌متر باید تقریباً ۱/۵ ولت را نشان دهد.

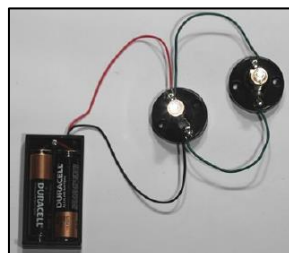
۱۰. سرخ‌ها را با دو پایانه نگه‌دارنده لامپ دوم تماس دهید.

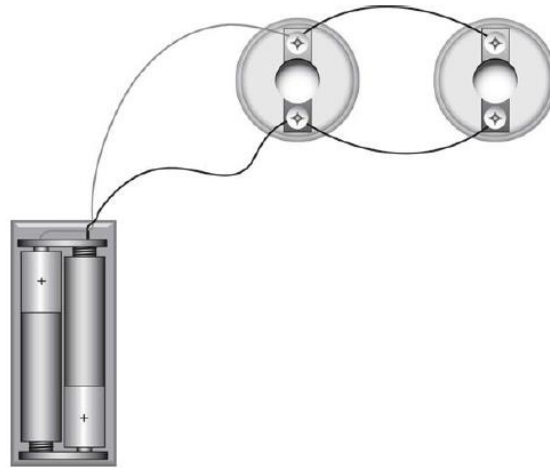
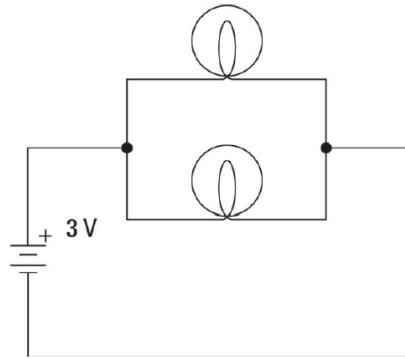
مجدداً مالتی‌متر باید تقریباً ۱/۵ ولت را نشان دهد.

۱۱. سرخ قرمز کنتور را با پایانه‌ای که سرخ قرمز باتری بدان وصل است و سرخ سیاه کنتور را با پایانه‌ای سرخ سیاه باتری بدان وصل است تماس دهید.

این امر ولتاژ هر دو لامپ را اندازه‌گیری می‌کند. کنتور ۳ ولت را نشان خواهد داد.

◀ ساخت مدار لامپ موازی: در این پروژه مداری ایجاد می‌کنید که دو لامپ را به صورت موازی به هم متصل می‌کند و از مالتی‌متر برای اندازه‌گیری ولتاژ در نقاط مختلف مدار استفاده می‌کنید. پروژه تکمیل شده در شکل‌هایی که در ادامه آمده نشان داده شده‌است.





اجزاء مورد نیاز:

دو باتری AA، ۱ نگره دارنده باتری، دو نگره دارنده لامپ، دو لامپ چراغ قوه ۲.۳۳ ولت، دو سیم ۶ اینچ ۲۲ درجه

مراحل:

۱. نیم اینچ عایق را از دو انتهای سیم‌ها لخت کنید.
۲. سرخ قرمز نگره دارنده باتری را به یکی از پایانه‌های نگره دارنده لامپ اول وصل کنید.
۳. سرخ سیاه را به پایانه دیگر نگره دارنده لامپ اول وصل کنید.
۴. از دو سیم برای اتصال هر یک از پایانه‌های نگره دارنده لامپ اول به پایانه‌های نگره دارنده لامپ اول استفاده کنید.
۵. باتری‌ها را جاگذاری نمایید.

چراغ‌ها روشن‌تر از زمانی خواهند بود که آن‌ها را به صورت سری متصل کردید.

۶. یکی از لامپ‌ها را حذف کنید.

توجه داشته باشید که چراغ دیگر روشن باقی می‌ماند.

۷. لامپی را که در مرحله ۶ برداشته اید جاگذاری کنید.

۸. مالتی‌متر خود را در محدوده ولتاژ DC تنظیم کنید که می‌تواند حداقل ۳ ولت را نشان دهد.

۹. سرخ‌های مالتی‌متر را با دو پایانه نگه‌دارنده لامپ اول تماس دهید.

اطمینان حاصل کنید که سرخ قرمز را با پایانه‌ای که به سرخ قرمز باتری وصل است و سرخ سیاه را با پایانه‌ای که به سرخ سیاه باتری وصل است تماس دهید.

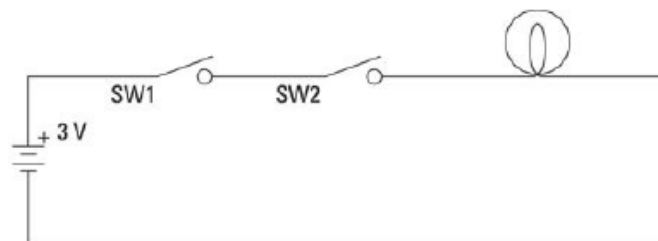
توجه داشته باشید که ولتاژ یک ۳ ولت خواهد بود.

۱۰. سرخ‌های کنتور را با پایانه‌های نگه‌دارنده لامپ دوم تماس دهید.

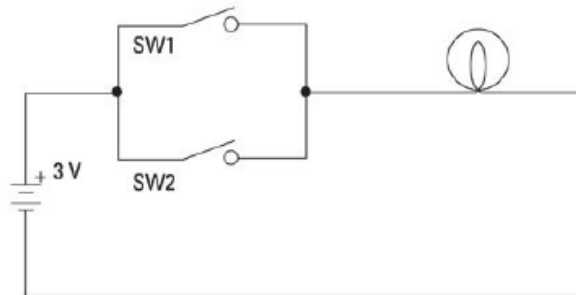
توجه داشته باشید که ولتاژ مجدداً ۳ ولت خواهد بود. وقتی اجزاء به صورت موازی متصل شوند ولتاژ بین آن‌ها تقسیم نمی‌گردد. در عوض، هر جز ولتاژ یکسانی را دریافت می‌کند. به همین دلیل است که لامپ‌ها با شدت کامل در مدار موازی روشن می‌شوند.

◀ استفاده از کلیدها به صورت سری و موازی

همانطور که لامپ‌ها می‌توانند به صورت سری یا موازی به هم متصل شوند، کلیدها نیز می‌توانند به صورت سری یا موازی به هم متصل شوند. به عنوان مثال، شکل زیر دو مدار را نشان می‌دهد که هر کدام از یک جفت کلید SPST برای روشن و خاموش کردن یک لامپ استفاده می‌کنند. در مدار اول، کلیدها به صورت سری و در مدار دوم به صورت موازی سیم‌کشی شده‌اند.



سری



موازی

نکته جالب توجه در مورد کلیدهای سیم‌کشی سری این است که هر دو کلید باید بسته شوند تا مدار کامل شود. نمونه‌ای عالی از کلیدهایی که به صورت سری سیم‌کشی شده‌اند، در فیلم جنگ هسته‌ای است، که در آن دو نفر باید برای پرتاب موشک، از کلید استفاده کنند. بستن کلیدها به شکل سری به این معنی است که دنزل واشنگتن و جین هاگمن هر دو باید با پرتاب موشک موافقت کنند. زمانی که سوییچ‌ها به صورت موازی سیم‌کشی می‌شوند، بسته شدن هر یک از آن‌ها مدار را کامل خواهد کرد. بنابراین، کلیدهای موازی اغلب زمانی استفاده می‌شوند که می‌خواهید کنترل مدار از دو مکان مختلف را تسهیل کنید. اگر کلیدهای موشکی هسته‌ای به صورت موازی سیم‌کشی شده بودند، دنزل واشنگتن یا جین هاگمن می‌توانستند به تنهایی موشک‌ها را پرتاب کنند.