

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# کارگاه الکترونیک مقدماتی (جلد اول)

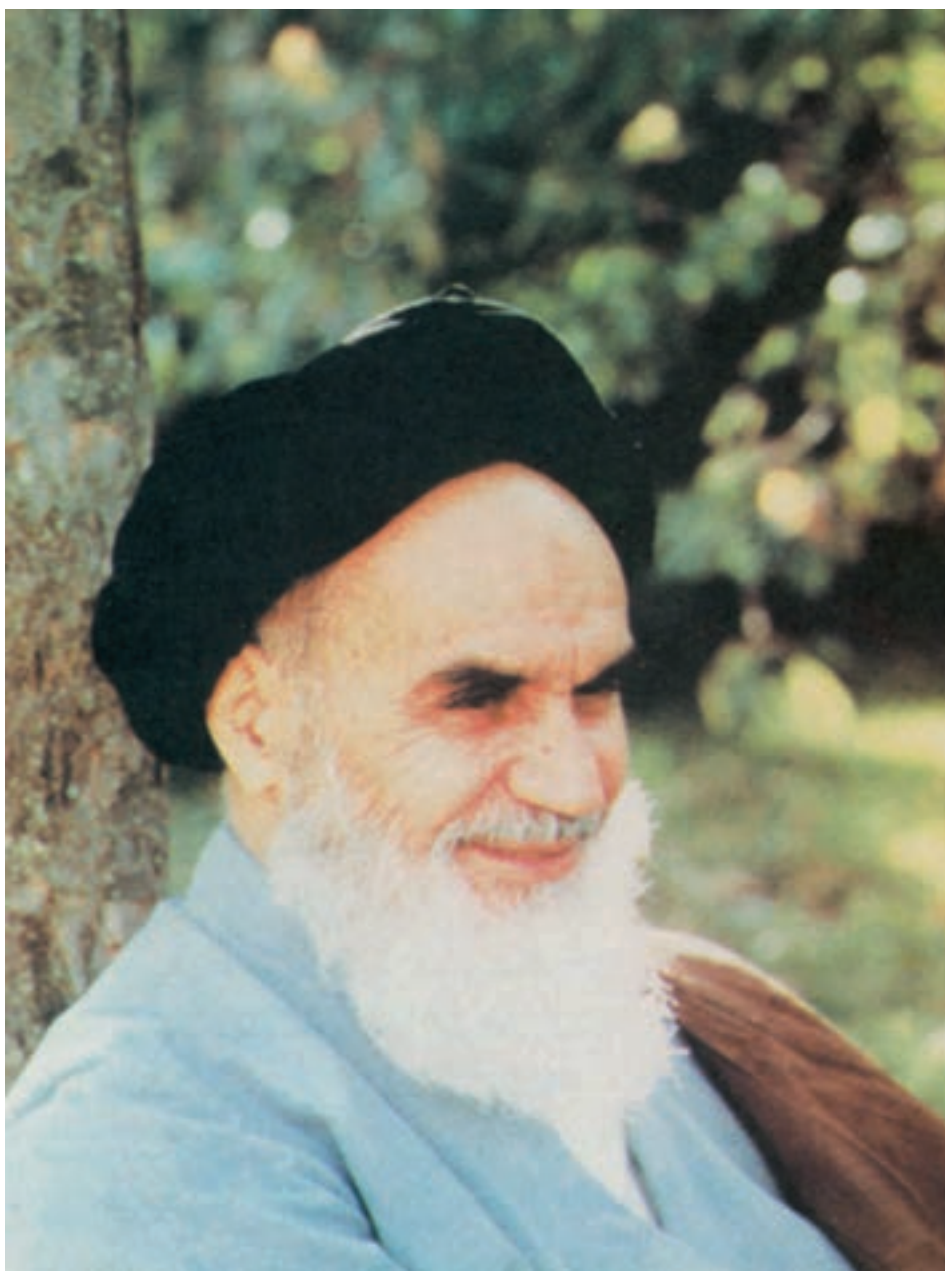
دستور کار و مراحل اجرای آزمایش‌ها  
رشته‌های الکترونیک - الکترونیک و مخابرات دریایی  
زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۰۹۵

|       |   |
|-------|---|
| ۶۲۱   | کارگاه الکترونیک مقدماتی (جلد اول) / مؤلفان : سید محمود صموتی، شهرام نصیری سواد کوهی. - تهران :   |
| ۳۸۱ / | شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.   |
| ۰۲۸   | ۸۶ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۲۰۹۵)   |
| ک ۵۳۶ | متون درسی رشته‌های الکترونیک - الکترونیک و مخابرات دریایی، زمینه صنعت.  |
| ۱۳۹۴  | برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته الکترونیک<br>دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.<br>۱. الکترونیک - کارگاه‌ها، الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی<br>رشته الکترونیک. ب. عنوان. ج. فروست. |





شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را  
برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.  
امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

# فهرست

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| فصل اول : لحیم کاری                          | ۱  | فصل دوم : بوبین پیچی                                | ۴۱ |
| هدف کلی                                      | ۱  | هدف کلی   | ۴۱ |
| هدف های رفتاری                               | ۱  | هدف های رفتاری                                      | ۴۱ |
| ۱-۱-۱ اطلاعات اولیه                          | ۳  | ۱-۲-۱ اطلاعات مقدماتی                               | ۴۲ |
| ۱-۲-۱ نکات ایمنی و اجرایی                    | ۳  | ■ سیم پیچ یا بوبین                                  | ۴۲ |
| ۱-۳-۱ کار با نرم افزار                       | ۱۰ | ■ محاسبه عملی سیم پیچ (بوبین) با هسته هوا           | ۴۳ |
| ۱-۴-۱ قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز | ۱۰ | ■ برای پیچیدن یک بوبین باید مراحل زیر را اجرا کنید. | ۴۴ |
| ۱-۵-۱ مراحل اجرای کار عملی                   | ۱۰ | ■ چگالی جریان                                       | ۴۴ |
| قسمت اول : آشنایی با میز کار                 | ۱۰ | ■ مثال  | ۴۴ |
| قسمت دوم : آشنایی با لحیم و روغن لحیم        | ۱۱ | ■ محاسبه بوبین چند لایه                             | ۴۴ |
| قسمت سوم : هویت قلمی                         | ۱۳ | ■ مراحل محاسبه و اجرای یک بوبین چند لایه            | ۴۵ |
| قسمت چهارم : تمیز کردن نوک هویه              | ۱۸ | ■ مثال  | ۴۵ |
| قسمت پنجم : لحیم کاری سیم ها                 | ۱۹ | ۲-۲-۱ نکات ایمنی                                    | ۴۶ |
| قسمت ششم : قلع کش ها                         | ۲۵ | ۲-۳-۱ کار با نرم افزار                              | ۴۶ |
| قسمت هفتم : فیبر مدار چاپی                   | ۲۶ | ۲-۴-۱ قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز        | ۴۶ |
| قسمت هشتم : مونتاژ و دمو نتاژ قطعات از روی   |    | ۲-۵-۱ مراحل اجرای کار عملی                          | ۴۶ |
| فیبر مدار چاپی                               | ۲۷ | ■ کار عملی شماره ۱                                  | ۴۶ |
| قسمت نهم : آماده سازی سیم های رابط           | ۳۴ | ■ کار عملی شماره ۲                                  | ۴۶ |
| قسمت دهم : ساخت سوکت                         | ۳۶ | ■ کار عملی شماره ۳                                  | ۴۶ |
| قسمت یازدهم : مباحث تکمیلی                   | ۳۷ | ۲-۶-۱ نتایج کار عملی                                | ۴۷ |
| ۱-۶-۱ نتایج کار عملی                         | ۳۹ | ۲-۷-۱ الگوی پرسش                                    | ۴۷ |
| ۱-۷-۱ الگوی پرسش                             | ۳۹ | ۲-۸-۱ ارزشیابی                                      | ۴۸ |
| ۱-۸-۱ ارزشیابی نهایی                         | ۴۰ |   |    |

## فصل سوم : نقشه‌های مدارهای الکترونیکی

هدف کلی

هدف‌های رفتاری

۳-۱- اطلاعات مقدماتی

■ استانداردها

■ انواع استانداردها

■ استانداردهای برق و الکترونیک

■ انواع شابلون‌های الکتریکی

■ نکات مهم در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی

۳-۲- نکات ایمنی

۳-۳- کار با نرم‌افزار

۳-۴- ابزار قطعات، مواد و تجهیزات مورد نیاز

۳-۵- مراحل اجرای کار عملی

■ کار عملی شماره ۱

■ کار عملی شماره ۲

■ کار عملی شماره ۳

■ علائم اختصاری نقشه‌ها

■ ترسیم نقشه‌های الکترونیکی

■ کار عملی شماره ۴

■ انتخاب پروژه

۳-۶- نتایج کار عملی

۳-۷- الگوی پرسش

۳-۸- ارزشیابی

## فصل چهارم : تهیه مدار چاپی

هدف کلی

هدف‌های رفتاری

۴-۱- اطلاعات مقدماتی

■ ضخامت لایه‌های مس روی فیبر

■ محاسبه ماکزیمم جریان عبوری از لایه مس

■ محاسبه مقاومت خطوط ارتباطی

■ استاندارد طراحی مدار چاپی

■ فاصله خطوط ارتباطی

■ طرز تهیه طرح مدار چاپی

■ نکته‌های مهم در طراحی مدار چاپی

■ مثال ۱

■ مثال ۲

■ مثال ۳

■ مثال ۴

■ مثال ۵

■ مثال ۶

■ مثال ۷

۴-۲- نکات ایمنی

۴-۳- کار با نرم‌افزار

۴-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

۴-۵- مراحل اجرای کار عملی

■ کار عملی شماره ۱

■ کار عملی شماره ۲

■ کار عملی شماره ۳

■ کار عملی شماره ۴

■ کار عملی شماره ۵

■ کار عملی شماره ۶

■ کار عملی شماره ۷

■ کار عملی شماره ۸

■ کار عملی شماره ۹

■ کار عملی شماره ۱۰

■ کار عملی شماره ۱۱

■ کار عملی شماره ۱۲

■ کار عملی شماره ۱۳

۴-۶- نتایج کار عملی

۴-۷- الگوی پرسش

۴-۸- ارزشیابی

|    |  |    |   |    |
|----|--|----|---|----|
| ۸۳ | فصل پنجم : عیب‌یابی                                  | ۷۸ | فصل ششم : اجرای پروژه                       | ۸۳ |
| ۸۳ | هدف کلی  | ۷۸ | هدف کلی                                     | ۸۳ |
| ۸۳ | هدف‌های رفتاری                                       | ۷۸ | هدف‌های رفتاری                              | ۸۳ |
| ۸۴ | ۵-۱- اطلاعات مقدماتی                                 | ۷۹ | ۶-۱- اطلاعات اولیه                          | ۸۴ |
| ۸۴ | ■ عوامل بروز عیب در دستگاه الکتریکی و الکترونیکی     | ۷۹ | ۶-۲- نکات ایمنی                             | ۸۴ |
| ۸۴ | ■ لزوم رفع عیب در دستگاه الکتریکی و الکترونیکی       | ۷۹ | ۶-۳- کار با نرم‌افزار                       | ۸۴ |
| ۸۴ | ■ عیب‌یابی و اشتغال                                  | ۷۹ | ۶-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز | ۸۴ |
| ۸۴ | ■ عیب‌یابی و تعمیرات در دستگاه الکتریکی و الکترونیکی | ۷۹ | ۶-۵- مراحل اجرای پروژه                      | ۸۴ |
| ۸۴ | ۵-۲- نکات ایمنی در تعمیرات و عیب‌یابی در دستگاه      | ۷۹ | ۶-۶- شرح کامل پروژه                         | ۸۴ |
| ۸۵ | ۵-۳- کار با نرم‌افزار                                | ۷۹ | ۶-۷- الگوی پرسش                             | ۸۵ |
| ۸۵ | ۵-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز          | ۷۹ | ۶-۸- ارزشیابی                               | ۸۵ |
|    | ۵-۵- مراحل اجرای کار عملی                            | ۸۰ |   |    |
| ۸۶ | ۵-۶- نتایج آزمایش                                    | ۸۲ | منابع و مآخذ                                | ۸۶ |
|    | ۵-۷- الگوی پرسش                                      | ۸۲ |   |    |
|    | ۵-۸- ارزشیابی  | ۸۲ |   |    |

کتاب کارگاه الکترونیک مقدماتی در قالب یک درس آزمایشگاهی یک واحدی برای سال دوم هنرستان در رشته الکترونیک و به مدت ۳ ساعت در هفته و ۹۰ ساعت در سال اجرا می‌شود. این درس از سال ۱۳۷۹ با توجه به تأکید بر تغییر برنامه به روش سالی واحدی و افزایش توانمندی هنرجویان در ابعاد آموزش‌های عملی، به برنامه اضافه شد. در سال‌های بعد محتوای آموزشی این کتاب نیز، با توجه به فناوری‌های جدید و در هم تنیدن IT و استفاده از آزمایشگاه مجازی مورد بازنگری قرار گرفت. در کتاب جدید سعی شده است که مباحث مربوط به لحیم‌کاری، طراحی مدار چاپی و بوبین پیچی به گونه‌ای بیان شود که با علم روز تطبیق داشته باشد. هم‌چنین برای طراحی مدار چاپی نرم‌افزار Pad 2 pad پیشنهاد شده است که عملاً طراحی مدار چاپی را با زبان و بیان ساده ارائه می‌کند.

از آن‌جا که کتاب آزمایشگاهی باید دارای ویژگی‌های خاص و جذابیت کافی باشد، سعی کرده‌ایم سبک نوینی را در تدوین کتاب ارائه کنیم و کلیه قسمت‌های کتاب را براساس اهداف رفتاری بنویسیم. در نهایت پس از هر کار عملی، فراگیرنده را به یک مهارت نسبی در سطوح اجرای مستقل یا دقت برسانیم. برای رسیدن به این منظور کارهای عملی با ساختاری جامع و متنوع تهیه شده است و از هدف کلی، هدف‌های رفتاری، اطلاعات اولیه، کار با نرم‌افزار، تجهیزات، مواد، ابزار و قطعات مورد نیاز، مراحل اجرای آزمایش، نتایج آزمایش و الگوی پرسش و ارزش‌یابی برخوردار است.

تحول تازه‌ای که در کتاب صورت گرفته است تدوین یک کتاب مستقل برای نوشتن گزارش کار استاندارد، تحت عنوان کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی است که به صورت جلد دوم آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی و کارگاه مقدماتی الکترونیک ارائه می‌شود. در این فرایند، هنرجویان نیاز به تهیه دفتر گزارش کار جداگانه ندارند و نتایج آزمایش‌های خود را در جلد دوم کتاب که همان دفتر گزارش کار است، می‌نویسند. در این شرایط روند نگارش گزارش کار یکسان می‌شود و ارزشیابی آن نیز به صورت یکنواخت صورت می‌گیرد. هم‌چنین استفاده از تصاویر جدید و متناسب با علم روز و به صورت رنگی و جذاب از ویژگی‌های این کتاب است.

در فرایند اجرای کارهای عملی و فعالیت‌های فوق برنامه به رویکردهای فرهنگی و تربیتی و در هم تنیدن IT توجه شده است. هم‌چنین سعی شده است با گنجاندن مطالب جدید و پروژه‌های مرتبط، روحیه مطالعه و تحقیق، اعتماد به نفس، مشارکت‌پذیری، احساس مسئولیت، حس همکاری و تعامل و انتقال معلومات به یکدیگر در هنرجویان ایجاد شود و استعداد آنان شکوفا گردد.

تأکید بر اجرای حیطه عاطفی و طبقات آن از جمله رعایت نظم و مقررات از مواردی است که هم در هدف‌های رفتاری و هم در آزمایش‌ها آمده است. اجرای این مسائل باعث می‌شود تا روحیه مسئولیت‌پذیری و دقت در هنرجو بالا رود.

این کتاب را زمانی می‌توان با موفقیت آموزش داد که محتوای کارهای عملی و ارتباط بین آن‌ها به‌طور دقیق و کامل در ذهن مربی جای گرفته باشد. از این رو توصیه می‌کنیم همکاران عزیز، قبل از شروع به تدریس، کلیه کارهای عملی را یک بار عملاً اجرا کنند و برای هر جلسه تدریس، طرح درس آن را تهیه و متناسب با بودجه‌بندی زمانی اجرا کنند.

از آن‌جا که هیچ‌گونه فعالیت علمی به دور از کاستی نیست، این کتاب نیز ممکن است دارای کاستی‌هایی باشد، از این رو سپاسگزار خواهیم شد که رهنمودهای همکاران محترم، ما را در مسیری که برگزیده‌ایم یاری کند.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان

## سخنی با هنجویان عزیز

**هنرجوی عزیز :** کتاب کارگاه الکترونیک مقدماتی (جلد اول) از مجموعه کتاب‌های درسی است که در صورت اجرای دقیق کارهای عملی و توجه به آن‌ها می‌توانید مهارت لازم را کسب کنید و مبانی کاربردی عملی علم الکترونیک را فراگیرید. برای رسیدن به نتیجه مطلوب، توجه به نکات زیر کاملاً ضروری است :

- ۱- قبل از شروع کار عملی، هدف کلی و اهداف رفتاری آن را به‌طور دقیق مطالعه کنید.
  - ۲- چون مراحل هر کار عملی براساس یک تسلسل منطقی برنامه‌ریزی شده است، هنگام اجرای آزمایش‌ها اولاً به زمان پیشنهادی در هدف‌های رفتاری توجه کنید. ثانیاً مراحل اجرای کارهای عملی را به صورت قدم به قدم و کامل اجرا نمایید.
  - ۳- این کتاب در دو جلد تنظیم شده است. جلد اول آن مطالب تئوری و دستور کار اجرای کارهای عملی و جلد دوم آن کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی است، لذا عملاً به تهیه دفتر گزارش کار جداگانه نیاز ندارید و هم‌چنین لازم است نتایج کارهای عملی را (طبق دستور کار داده شده در جلد اول کتاب) به‌طور دقیق بنویسید.
  - ۴- قبل از هر جلسه کارهای عملی مربوط به آن جلسه را یک بار مطالعه کنید و آن‌ها را به صورت نرم‌افزاری در خارج از آزمایشگاه اجرا نمایید تا بتوانید با دقت و حوصله و علم کافی به اجرای واقعی کارهای عملی به‌صورت سخت‌افزاری و در محیط کارگاه بپردازید.
  - ۵- اجرای نظم و ترتیب را سرلوحه کار خود قرار دهید و همواره کارهای عملی را با اعتماد به نفس، با دقت و به‌طور کامل اجرا کنید.
  - ۶- به نکات اجرایی کتاب، که در ابتدای فصل اول آمده است، توجه کنید.
  - ۷- سؤالات خود را بپرسید و به الگوی پرسش در پایان هر کار عملی پاسخ دهید و براساس آن به طرح سؤالات جدید بپردازید.
  - ۸- سعی کنید به‌طور فعال در فعالیت‌های فوق برنامه، که ویژه هنجویان علاقه‌مند است، شرکت کنید. زیرا برای این‌گونه فعالیت‌ها، امتیاز جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است.
  - ۹- تا زمانی که از نتایج به‌دست آمده راضی نشده‌اید، دست از تحقیق و پژوهش برندارید.
- نکته مهم :** برای اجرای نرم‌افزاری می‌توانید به جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی که به همین منظور تألیف شده است مراجعه کنید.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان



## نکات اجرایی کتاب

- ۱- از هنرآموزان محترم تقاضا می‌شود قبل از شروع هر کار عملی و در صورت نیاز، آزمایش مربوطه را به صورت نرم افزاری و با استفاده از ویدئو پروژکتور برای هنرجویان به نمایش درآورند و از آنان بخواهند قبل از ورود به جلسات کارگاهی، اجرای نرم افزاری آن را در خارج از محیط کارگاهی عملی سازند و با آمادگی کامل در کارگاه حضور یابند.
- ۲- در ابتدای سال، باید برای ارشدهای کارگاه و مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه، برنامه مدون و شرح وظایف تعیین شود. برنامه مزبور روی تابلو اعلانات کارگاه نصب و به هنرجویان اعلام شود که در هر جلسه برنامه را مشاهده کنند. گروه‌های کاری که وظیفه ارشد یا مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه را برعهده دارند، باید با توجه به شرح وظایف در طول روز فعالیت کنند. در پایان هر روز کاری، به مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه و ارشدهای کارگاه امتیاز داده شود و نقاط ضعف و قوت آنان برای سایر هنرجویان تشریح گردد.
- ۳- چون جلد دوم کتاب کارگاه الکترونیک مقدماتی تحت عنوان «کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی» تنظیم شده است، همان ابتدای سال نحوه نوشتن گزارش کار برای هنرجویان تشریح شود.
- ۴- آزمون‌های عملی، پس از اتمام هر کار عملی و در همان روز و آزمون تئوری کارگاهی در ابتدای جلسه بعد اجرا می‌شود.
- ۵- دفاتر گزارش کار باید به صورت مستمر پس از اتمام هر آزمایش توسط مربیان کارگاه بررسی و امتیازدهی شود، به طوری که هر هنرجو از وضعیت پیشرفت تحصیلی خود اطلاع کامل کسب نماید. در انتهای هر کار عملی کتاب گزارش کار و فعالیت‌های کارگاهی (جلد دوم کتاب) جدول ارزشیابی آمده و لازم است هنرجویان از محتوای این جدول و نحوه ارزشیابی آن اطلاع حاصل نمایند. این جدول پیشنهادی است و می‌تواند متناسب با نظر مربی تغییر کند.
- ۶- اجرای فعالیت فوق برنامه، امتیاز جداگانه دارد (امتیاز مازاد بر ۲۰ نمره) لذا توصیه می‌شود کلیه هنرجویان در این زمینه‌ها به صورت فعال شرکت نمایند.
- ۷- به کلیه هنرجویان توصیه می‌شود به الگوهای پرسش که در پایان هر کار عملی آمده است پاسخ دهند و در ابتدای جلسه بعد سؤال‌ها و ابهام‌های خود را بپرسند. در مجموع نباید پس از اتمام هر آزمایش سؤالی بدون جواب باقی بماند.
- ۸- هنرآموزان محترم هنگام ارزیابی به رویکردهای تربیتی، مانند رعایت نظم و ترتیب، داشتن اعتماد به نفس، انسان دوستی، داشتن روحیه مشارکت، علاقه‌مندی به تحقیق، تعامل بین هنرجویان در یک گروه کاری، رعایت نکات ایمنی، داشتن حس مسئولیت‌پذیری و مالکیت نسبت به محیط کارگاه توجه نمایند و آن‌ها را در ارزشیابی خود لحاظ کنند.

مؤلفان

## هدف کلی

اجرای عملی و عیب‌یابی مدارهای کاربردی ساده الکترونیکی

### جدول بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی

| شماره آزمایش | عنوان                       | زمان اختصاص داده شده به ساعت آموزشی |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| ۱- فصل اول   | لحیم‌کاری                   | ۲۴                                  |
| ۲- فصل دوم   | بویین‌پیچی                  | ۹                                   |
| ۳- فصل سوم   | نقشه‌های مدارهای الکترونیکی | ۱۵                                  |
| ۴- فصل چهارم | تهیه مدار چاپی              | ۲۴                                  |
| ۵- فصل پنجم  | عیب‌یابی                    | ۶                                   |
| ۶- فصل ششم   | پروژه                       | ۱۲                                  |

به منظور صرفه‌جویی در وقت و فراهم آوردن زمینه مناسب جهت تمرین بیش‌تر و درهم تنیدن فناوری اطلاعات (IT) با این موضوع درسی لازم است هنرآموزان محترم و هنرجویان عزیز از نرم‌افزارهای EWB، Multisim، Proteus، Pad 2 pad و یا هر نرم‌افزار مناسب دیگری که در دسترس قرار دارد برای آموزش کلیه فصل‌های این کتاب استفاده نمایند.

مدیران محترم هنرستان‌ها نیز در برنامه‌ریزی درسی هنرستان، قسمتی از زمان سایت رایانه را به این موضوع اختصاص دهند یا تعدادی رایانه برای کارگاه الکترونیک مقدماتی فراهم نمایند.

برای اجرای مباحث نرم‌افزاری این کتاب، از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول استفاده کنید.

## لحیم کاری

زمان اجرا : ۲۴ ساعت آموزشی

### هدف کلی

اجرای عملی چند نمونه لحیم کاری

هدف های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که بتواند :

- |  |   |
|--|---|
| - نحوه استفاده از هویه در لحیم کاری را شرح دهد.                    | - امکانات نصب شده روی میز کار را نام ببرد.                          |
| - ساختمان داخلی هویه و اجزای آن را شناسایی کند.                    | - کاربرد امکانات نصب شده روی میز کار را به اختصار شرح دهد.          |
| - هویه قلمی را سرویس، تعمیر و نگهداری کند.                         | - مشخصات - مدل - شماره سریال و پلاک دستگاه ها را بخواند.            |
| - لحیم کاری صحیح و غلط را از هم تشخیص دهد.                         | - نکات ایمنی و بهداشت عمومی و کلی در کارگاه و آزمایشگاه را شرح دهد. |
| - نکات ایمنی و بهداشت مربوط به اجرای لحیم کاری را عملاً رعایت کند. | - نکات ایمنی و بهداشت عمومی را در کارگاه رعایت کند.                 |
| - چند قطعه را به هم لحیم کند.                                      | - لحیم کاری را تعریف کند.   |
| - طرز کار و نحوه استفاده از انواع قلع کش ها را شرح دهد.            | - انواع لحیم کاری را نام ببرد.                                      |
| - انواع فیبر مدار چاپی را نام ببرد.                                | - انواع روغن های لحیم کاری را نام ببرد.                             |
| - مشخصات و خواص انواع فیبر مدار چاپی را شرح دهد.                   | - خواص روغن های لحیم کاری را شرح دهد.                               |
| - طرز کار با Veroboard را شرح دهد.                                 | - انواع لحیم را شرح دهد.  |
|  | - انواع هویه را نام ببرد.   |

– با استفاده از هویه و قلع کش قطعات لحیم شده را از روی فیبر جدا کند.

– قطعات جدا شده را دوباره روی فیبر مدار چاپی لحیم کند.

– انواع فیش و سرسیم را شناسایی کند.

– انواع کابل های متداول در کارهای الکترونیکی را از یکدیگر تمیز دهد.

– چند نمونه سیم رابط – پراب اسیلوسکوپ و سیم تغذیه را با استفاده از ابزار لحیم کاری آماده کند.

– با Veroboard و Pinheader و با استفاده از ابزار لحیم کاری و متناسب با نیاز کارگاه برای چند نمونه ترانزیستور – دیود – آی سی – مقاومت و خازن پایه مناسب برای استفاده در برد بُرد آماده کند.

– با استفاده از وسایل دورریز و غیر قابل استفاده یک نمونه تستر ساده به عنوان ابزار مفید تولید کند.

– براساس مراحل کار گزارش کار مناسب تهیه کند.

– حیطه های عاطفی نیاز به زمان جداگانه ندارند در طول انجام فعالیت های آزمایشگاهی بروز می کند و مورد ارزشیابی

قرار می گیرد.

– آزمایش ها را با اعتماد به نفس انجام دهد.

– نظم و ترتیب و حضور به موقع در کارگاه را رعایت کند.

– مسئولیت های واگذار شده را به طور دقیق اجرا کند.

– در زنگ تفریح حتماً استراحت و تفریح کند.

– در صورت نیاز از آزمایشگاه مجازی به صورت خودجوش استفاده کند.

– از قطعات و ابزار به خوبی نگهداری کند.

– ابهامات و سؤالات خود را بپرسد.

– در گروه کاری مشارکت فعال داشته باشد.

– نسبت به حل مشکلات سایر هنرجویان حساس و فعال باشد.

– سایر هنرجویان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات تشویق کند.

– به سؤالات آزمون های مستمر عملی و نظری پاسخ دهد.

## ۱-۱-۱-۱-۱ اطلاعات اولیه

یکی از تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری و الکترونیک میز آزمایشگاهی است. تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز ممکن است روی میز نصب شده باشد یا به صورت قابل حمل روی آن قرار گیرد. آشنایی و نحوه استفاده از میز کار و تجهیزات آن از مواردی است که فراگیرنده در هر سطحی که باشد باید به‌خوبی آن را بیاموزد.

در مدارهای الکترونیکی برای اتصال قطعات به یک‌دیگر از لحیم استفاده می‌کنند. دستگاهی که توسط آن لحیم‌کاری انجام می‌شود هویه نام دارد. برای لحیم‌کاری نیاز به لحیم داریم. لحیم آلیاژی از قلع و سرب است که در این آزمایش به آن می‌پردازیم.

## اول ایمنی، بعد کار

### ۱-۲-۱-۲ نکات ایمنی و اجرایی

نکات ایمنی عمومی: در کارگاه‌های فنی و حوزه‌های صنعتی برای اجرای کارهای عملی لازم است دستورهای حفاظتی و ایمنی توسط مسئولین هنرستان، سرپرست کارگاه، هنرآموزان و هنرجویان کاملاً مورد توجه قرار گیرد، تا از بروز خطرات احتمالی، مانند برق گرفتگی و آسیب‌رسانی به تجهیزات جلوگیری شود.

۱-۲-۱-۲-۱ نظم و ترتیب را در کارگاه و آزمایشگاه رعایت

کنید (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱-۱ نظم و ترتیب در کارگاه

رعایت این توصیه، مهارت دقت نظر، سرعت کار و کیفیت آموزشی را در فرد افزایش می‌دهد.

۱-۲-۲-۱-۲ انتخاب ابزار کار مناسب و استفاده صحیح از

آنها، یکی دیگر از نکات ایمنی عمومی است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲-۱-۲ انتخاب درست ابزار کار و نحوه کاربرد صحیح آن

استفاده بهینه از وسایل و تجهیزات، مهارت الگوی صحیح مصرف را در فرد ایجاد می‌کند و طول عمر وسایل را افزایش می‌دهد.

۱-۲-۳-۱-۲ از ابزاری که به دسته عایق مجهز است،

استفاده کنید. استفاده از این وسایل، صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی ناشی از صدمه‌های جانی و مالی را به دنبال دارد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳-۱-۲ استفاده از ابزار با دسته عایق



شکل ۱-۵- از ضربه زدن به دستگاه خودداری کنید.

به طور کلی حفاظت از وسایل، مهارت ارزش گذاری بر ثروت عمومی، مسئولیت پذیری و توجه به هزینه هایی که برای تحصیل هر فرد صرف می شود را به وجود می آورد.

۱-۲-۶ هنگام جازدن و یا کشیدن دوشاخه برق از سیم های متصل شده به آن استفاده نکنید و دوشاخه را به طور صحیح در دست بگیرید (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- اتصال صحیح دوشاخه

این نکته مهارت دقت نظر و توجه بیش تر را در فرد ایجاد می کند و مانع بروز حادثه می شود.

۱-۲-۷ هنگام اندازه گیری کمیت های الکتریکی، توسط دستگاه های اندازه گیری، از حوزه صحیح کار و گستره مناسب آن استفاده کنید (شکل ۱-۷).

این مهارت علاوه بر جلوگیری از بروز حادثه باعث افزایش دقت نظر، کیفیت و سرعت در انجام کار می شود.

۱-۲-۴ میزهای آزمایشگاهی و تابلوهای برق را به فیوزهای  $F_U$  و  $F_I$  مجهز کنید تا دچار برق گرفتگی نشوید. هنگام تعمیر از ترانس ایزوله ۱:۱ با فیوز مناسب استفاده کنید (شکل ۱-۴).

استفاده از ترانس ایزوله ضریب اطمینان ایمنی و حفاظت در کار را بالا می برد و مهارت مقابله با استرس را در فرد افزایش می دهد.



شکل ۱-۴- فیوز حفاظتی نصب شده در کارگاه

**نکته های مهم:** فیوزهای  $F_U$  و  $F_I$  را در اصطلاح بازاری فیوزهای حافظ جان می گویند.

ترانسفورماتور یک به یک ترانسفورماتوری است که ولتاژ ورودی و خروجی آن با هم برابر است و به منظور جداسازی محیط کار با شبکه برق شهر به کار می رود.

یکی از ویژگی های یک شهروند مسئول: یک شهروند مسئول در همه جا به نکات ایمنی توجه می کند و آنها را اجرا می نماید. یکی از نکات ایمنی که باعث حفاظت جان اعضای خانواده می شود، نصب فیوزهای  $F_U$  و  $F_I$  است. آیا شما در این ارتباط یک شهروند مسئول هستید؟ موضوع را در کلاس به بحث بگذارید.

۱-۲-۵ از وارد کردن ضربه به دستگاه ها و تجهیزات خودداری کنید (شکل ۱-۵).





شکل ۹-۱- بی دلیل در کارگاه تردد نکنید.

**توجه:** با جلوگیری از اختلال در کار، هم چنین ایجاد نظم در کارگاه و برقراری آرامش، فضای آرامی به وجود می آید که می توان اجرای وظایف محوله را با دقت و کارایی مطلوب امکان پذیر ساخت.

۱۰-۲-۱- از گذاشتن وسایل اضافی روی میز کار جداً خودداری کنید (شکل ۱۰-۱).



شکل ۱۰-۱- وسایل اضافی را روی میز کار نگذارید.

این امر مهارت به کارگیری نظم و ترتیب را افزایش می دهد. داشتن تمرکز، تعهد و نظم در کار، انسان را به عظمت می رساند.

#### □ نکات مهم اجرایی در کارگاه ها

۱۱-۲-۱- حضور به موقع در کارگاه باعث افزایش رشد شخصیت اجتماعی و بهره وری در سیستم آموزشی می شود. همچنین صحیح نشستن روی صندلی، سلامت شما را تضمین می کند (شکل ۱۱-۱).



شکل ۷-۱- استفاده از حوزه کار صحیح دستگاه اندازه گیری

۸-۲-۱- از روشن و خاموش کردن دستگاه هایی که با کاربری آنها آشنا نیستید و ارتباطی با کار شما ندارد جداً خودداری کنید. همچنین از چرخاندن بی مورد ولوم ها و قطع و وصل کردن و فشار دادن کلیدهای مربوط به تجهیزات و دستگاه های الکترونیکی بپرهیزید (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱- از دستکاری بی مورد کلیدهای دستگاه خودداری کنید.

این امر مهارت حفاظت از وسایل را افزایش می دهد و از بروز خطرات و آسیب رسانی به افراد و تجهیزات جلوگیری می کند.

۹-۲-۱- از تردد بی دلیل در محیط کارگاه و حضور بی مورد در محل میزهای کاری دیگران جداً خودداری کنید (شکل ۹-۱).

مهارت شنیدن نظرات دیگران، موجب می‌شود برای برقراری ارتباط، بهترین روش‌ها را به کار ببرید.

۱۴-۲-۱- توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه‌ها، بررسی دقیق میزهای کار، تعیین وسایل معیوب و گزارش آن به مربیان، اهم وظایفی است که به ارشد دوره‌ای کارگاه واگذار می‌شود (شکل ۱۴-۱).



شکل ۱۴-۱- تعیین ارشد کارگاه

ارشد کارگاه در هر هفته تغییر می‌کند با این هدف حس مسئولیت‌پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می‌شود.

۱۵-۲-۱- تهیه دفتر گزارش کار و تنظیم آن برای هر آزمایش کمک می‌کند تا مهارت بازبینی فعالیت‌های انجام شده، توجه به هدف و نتیجه، پیدا کردن اشکالات و رفع آن‌ها در فرد ایجاد شود (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱- دفتر گزارش کار و بازبینی آن توسط مربی کارگاه



شکل ۱۱-۱- نشستن هنرجو روی صندلی درست نیست.

۱۲-۲-۱- پوشیدن لباس کار، حس تملک و علاقه را نسبت به محیط در فرد ایجاد می‌کند و هنگام کار مانع از کثیف شدن لباس‌های شما می‌شود (شکل ۱۲-۱).



شکل ۱۲-۱- ایجاد حس تملک با پوشیدن لباس کار

۱۳-۲-۱- تشکیل گروه‌های کاری باعث ایجاد مهارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با دیگران می‌شود (شکل ۱۳-۱).



شکل ۱۳-۱- تشکیل گروه‌های کاری



رعایت این توصیه، مهارت تبدیل نقاط ضعف به نقاط قوت را در فراگیر ایجاد می‌کند.

۱۶-۲-۱ خواندن دستورهای اجرایی و مراحل اجرای آزمایش قبل از شروع کار مهارت اعتماد به نفس و داشتن آرامش را در اجرای آزمایش امکان‌پذیر می‌کند (شکل ۱۶-۱).



شکل ۱۶-۱ خواندن دستور کار قبل از شروع آزمایش

۱۷-۲-۱ استفاده از آزمایشگاه مجازی (Virtual lab) به عنوان پیش آزمایش موجب صرفه جویی در ابزار، قطعات و تجهیزات می‌شود و آموزش را عمیق‌تر می‌سازد.

### استفاده از نرم‌افزار

برخی از مزایای استفاده از آزمایشگاه مجازی

- در صورت بروز اشتباه در بستن مدار و اتصال دستگاه‌ها به آن، آسیبی به مدار و دستگاه‌ها وارد نمی‌شود و خسارت مالی رخ نمی‌دهد.
- مقادیر قطعات قابل تغییر است و با تغییر آن‌ها می‌توانید اثر آن را به راحتی روی مدار مشاهده کنید.
- بدون نیاز به قطعات سخت‌افزاری می‌توانید مدارهای دلخواه خود را ببینید و خلاقیت خود را بروز دهید.
- به راحتی می‌توانید بدون هیچ هزینه و در زمان کوتاهی آزمایش‌ها را به دفعات متعدد تکرار کنید.

### □ نکات ایمنی خاص این آزمایش

۱۸-۲-۱ روی صندلی درست بنشینید.

۱۹-۲-۱ با کلیدها و ولوم‌های دستگاه‌ها بازی نکنید.  
۲۰-۲-۱ تا زمانی که مربیان کارگاه اجازه نداده‌اند، دستگاه را روشن نکنید.

۲۱-۲-۱ همیشه به آهستگی صحبت کنید.  
۲۲-۲-۱ بدون اجازه مربیان کارگاه در محیط آزمایشگاه تردد نکنید.

۲۳-۲-۱ هنگام کار کردن با دستگاه‌ها به میز تکیه ندهید و وزن خود را روی میز نیندازید.

۲۴-۲-۱ هنگام در دست گرفتن مقاومت‌ها مراقب باشید پایه‌های آن‌ها خم نشود.

۲۵-۲-۱ در صورتی که چشم شما ضعیف است حتماً از عینک طبی استفاده کنید. زیرا مقادیر نوشته شده روی قطعات مختلف الکترونیکی بسیار ریز هستند و هنگام خواندن مقادیر با مشکل مواجه خواهید شد.

۲۶-۲-۱ از قطعاتی که در اختیار شما قرار می‌دهند به دقت مراقبت کنید زیرا این قطعات بسیار کوچک هستند و ممکن است زیر دست و پا گم شوند.

۲۷-۲-۱ همیشه از ابزار کار استاندارد استفاده کنید. ابزار استاندارد مانند پیچ‌گوشتی، دم‌باریک و سیم‌چین باید دارای شماره فنی استاندارد باشند. در شکل ۱۷-۱ یک نمونه کیف ابزار استاندارد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۷-۱ یک نمونه کیف ابزار استاندارد

۳-۲-۱- نکات ایمنی مربوط به استفاده از هویه و

قلع کش

هویه گرم را روی پایه مخصوص هویه قرار دهید تا مانع آتش سوزی یا سوانح دیگر شود. شکل ۲-۱ چند نمونه پایه استاندارد را نشان می دهد.



پایه فتری و هویه روی آن



پایه فتری ساده



پایه دست ساز



پایه کوتاه

شکل ۲-۱ چند نمونه پایه هویه

**توجه:** ابزار استاندارد ابزاری است که به تأیید یکی

از مؤسسات استاندارد جهانی یا کشوری رسیده باشد. متولی استاندارد در ایران مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ISIRI است.

۲۸-۲-۱- سیم رابط هر دستگاهی را که به برق ۲۲۰

ولت وصل می کنید کاملاً بررسی کنید تا قسمتی از سیم لخت نباشد.

شکل ۱۸-۱ سیم رابط سالم را نشان می دهد.



شکل ۱۸-۱ بررسی دقیق سیم های رابط

۲۹-۲-۱- دوشاخه متصل شده به سیم های رابط

دستگاه ها را بررسی کنید تا شکستگی نداشته باشد. شکل ۱۹-۱

دو نمونه دوشاخه سالم را نشان می دهد.



شکل ۱۹-۱ دو نمونه دوشاخه سالم



شکل ۱-۲۲ ب- هواکش قابل نصب در خارج از کارگاه

● در لحیم کاری های طولانی استفاده از ماسک های مخصوص الزامی است. ماسک باید از نوع استاندارد انتخاب شود. در شکل ۱-۲۳ یک نمونه ماسک استاندارد مخصوص جوشکاری و لحیم کاری را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۳ یک نمونه ماسک مخصوص جوشکاری و لحیم کاری

● کارگاه باید مجهز به وسایل اطفاء حریق باشد و این وسایل باید به راحتی در دسترس قرار گیرد. شکل ۱-۲۱ وسایل اطفاء حریق را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۱ کپسول آتش نشانی

● از آن جا که هنگام لحیم کاری مقداری دود و گازهای سمی تولید می شود، اطاق لحیم کاری باید مجهز به هواکش مناسب باشد. در تمام مدتی که لحیم کاری می کنید هواکش را در حالت روشن قرار دهید. در شکل ۱-۲۲ الف و ب دو نمونه هواکش قابل نصب در داخل و خارج کارگاه را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۲ الف- هواکش قابل نصب در داخل کارگاه

### ۳-۱- کار با نرم افزار

معمولاً نرم افزار خاصی برای انجام لحیم کاری در دسترس قرار ندارد. در این مرحله توصیه می کنیم فیلم ها و پویانمایی های مربوط به لحیم کاری را مشاهده نمایید. برای این منظور کلمه Soldering را تایپ کنید و به دنبال آن یکی از کلمات Film، Clip یا Animation را بنویسید. در این حالت فیلم ها و پویانمایی های تهیه شده در ارتباط با لحیم کاری در دسترس قرار می گیرد.

قلع کش و مولتی متر است. ضرورت دارد هنرجویان این ابزار را تهیه کنند و در هنرستان و خارج از هنرستان مورد استفاده قرار دهند.

**توجه:** در برخی از جعبه ابزارها کلیه لوازم مورد نیاز قرار داده شده است.

### ۵-۱- مراحل اجرای کار عملی

#### قسمت اول: آشنایی با میز کار

۱-۵-۱- برای این که بتوانید آزمایش های الکترونیک را به راحتی اجرا کنید، معمولاً در آزمایشگاه ها میز آزمایشگاه الکترونیک وجود دارد. این میز معمولاً استاندارد شده و با توجه به نیاز و کاربرد تغییراتی در آن داده می شود. در شکل ۱-۲۴ یک نمونه میز آزمایشگاه الکترونیک را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۴- یک نمونه میز آزمایشگاه الکترونیک

هدف کلی آزمایش و پاسخ مراحل که با ستاره (\*) مشخص شده است را در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی جلد دوم مربوط به آزمایشگاه اندازه گیری و کارگاه الکترونیک مقدماتی بنویسید.

\* ۲-۵-۱- امکانات و دستگاه های نصب شده روی میز آزمایشگاهی را شناسایی کنید و مشخصات آن شامل نام

### ۴-۱- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

- میز آزمایشگاه الکترونیک
- یک دستگاه
- هویه قلمی
- یک دستگاه
- هویه هفت تیری
- یک دستگاه
- قلع کش پیستونی
- یک دستگاه
- قلع کش پمپی حرارتی
- یک دستگاه
- کیف ابزار معمولی
- سیم دورریز کارگاه سیم کشی
- به مقدار کافی
- فیبر مدار چاپی
- یک قطعه
- فیبر مدار چاپی دستگاه های معیوب
- به مقدار کافی
- ووربورد (Veroboard) یا فیبر هزار سوراخ
- یک قطعه
- مادگی BNC خام
- ۲ عدد
- گیره سوسماری خام در رنگ های مشکی، زرد،
- آبی و قرمز از هر کدام
- ۴ عدد
- پین هدر
- به مقدار کافی
- فیش بنانای معمولی
- ۱۲ عدد
- سیم پروب اسیلوسکوپ
- ۲ متر
- سیم نازک افشان ۵/۰ از نوع مرغوب
- ۵ متر
- ترانزیستور دیود، آی سی، سلف و خازن متناسب
- به مقدار کافی
- با نیاز کارگاه

#### نکته مهم: برای این که تکنیسین های الکترونیک

توانند مهارت های لازم را در حد دقت و هماهنگی حرکات به دست آورند، لازم است ابزارهای اولیه را داشته باشند. این ابزارهای اولیه شامل کیف ابزار، سیم های رابط، هویه،



در این حالت روغن در محل اتصال باقی می ماند که سبب خورده شدن محل اتصال می شود.

در کارهای الکترونیکی (لحیم کاری نرم) از روغن های نان کروسو (Noncorrosive) یا غیرساینده استفاده می کنند که از نوع مواد آلی (کربنی) هستند.

این مواد در خلال عمل لحیم کاری تجزیه و تبخیر می شوند و در نتیجه مواد زاید و اکسیدها را در محل اتصال از بین می برند.

از معروف ترین روغن های نان کروسو که برای لحیم کاری فلزات مختلف به کار می رود می توان استارین، روزین و کالیفن را نام برد. پس از پایان عمل لحیم کاری نباید این روغن ها در محل اتصال باقی بمانند، زیرا با گذشت زمان فاسد می شوند و مقاومت محل اتصال را تغییر می دهند. تغییر مقاومت، در مدارهای چاپی، می تواند موجب بروز عیب در مدار شود.

در شکل ۱-۲۵ چند نمونه روغن لحیم را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۵ چند نمونه روغن لحیم

روغن لحیم باید دارای ویژگی هایی به شرح زیر

باشد :

الف) نقطه ذوب روغن لحیم باید کم تر و پایین تر از نقطه ذوب لحیم باشد تا زودتر ذوب شود و سطح فلز را پاک کند.

دستگاه، مدل، شماره سریال و پلاک را بخوانید و طبق نمونه در جدول ۱-۱ بنویسید.

قسمت دوم : آشنایی با لحیم و روغن لحیم

### ۳-۵-۱- لحیم کاری و روغن لحیم (flux) : منظور

از لحیم کاری اتصال دو یا چند قطعه فلز به یکدیگر است. این عمل به وسیله آلیاژی از قلع و سرب گاهی همراه با سایر فلزات که آن ها را لحیم می نامند انجام می شود. برای انجام لحیم کاری ابتدا محل اتصال دو فلز را با وسیله ای در حدی گرم می کنیم که دمای آن محل به نقطه ذوب لحیم برسد و لحیم در محل اتصال ذوب شود. در نتیجه، پس از سرد شدن محل اتصال دو قطعه به هم متصل می شوند.

برای ایجاد اتصالات معمولاً از دو نوع لحیم کاری سخت و لحیم کاری نرم استفاده می شود. در لحیم کاری سخت (خشن) درجه حرارت کار بالا است و در لحیم کاری نرم (سست) درجه حرارت کار نسبتاً پایین است.

یکی از مهم ترین موادی که در عملیات لحیم کاری از آن استفاده می شود روغن لحیم کاری (flux) است.

تمام فلزاتی که می خواهند به یکدیگر متصل شوند ممکن است در اثر عوامل جوی اکسید شوند و یا سطوح خارجی آن ها کثیف و آلوده باشد. برای از بین بردن این عوامل از مواد پاک کننده (روغن لحیم) استفاده می شود. این مواد علاوه بر آن که آلودگی سطوح قطعات را پاک می کنند مانع از اکسید شدن محل اتصال در هنگام لحیم کاری نیز می شوند، لذا تمام مواد پاک کننده ای را که قادرند ترکیباتی مانند اکسیدها را در خود حل کنند می توان در شمار روغن های لحیم کاری به حساب آورد. به این روغن ها روغن های کروسو (Corrosive) یا ساینده گویند. از معروف ترین روغن های کروسو می توان اسیدهای معدنی، محلول آمونیاک و کلرید روی را نام برد.

از روغن های کروسو عموماً برای لحیم کاری خشن و قطعات بزرگ و حجیم استفاده می شود. در لحیم کاری عناصر الکترونیکی معمولاً این نوع روغن ها به کار نمی رود، زیرا درجه حرارت پایین است و روغن لحیم تجزیه و تبخیر نمی شود.

لحیم دارای ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب باشد نقطه ذوب آن حدود ۱۸۳ تا ۱۹۰°C است.

در شکل ۱-۲۶-ب یک نمونه قرقره لحیم نشان داده شده است. بعضی از انواع آلیاژ لحیم ممکن است دارای ۶۰ درصد قلع و ۳۸ درصد سرب و ۲ درصد مس باشد. قطر سیم لحیم ممکن است ۰/۶ mm، ۰/۸ mm، ۱ mm، ۱/۵ mm یا ۲ mm و بیش تر باشد.



الف) میله یا شمش



ب) مفتول یا قرقره (سیم لحیم)

شکل ۱-۲۶-دو نمونه لحیم

**\* ۱-۵-۵-۱** قرقره لحیم موجود را بررسی کنید، قطر سیم لحیم و درصد آلیاژ آن را با استفاده از برجسب آن تعیین نمایید و بنویسید.

هم چنین با مراجعه به سایت های اینترنتی تصویر یک نمونه قرقره و روغن لحیم را استخراج کنید و تصویر آن را در محل تعیین شده بچسبانید.

ب) روغن لحیم ذوب شده باید قدرت گسترش و نفوذ در سطح فلز را داشته باشد ولی نباید روی سطح فلز پخش شود.

پ) روغن لحیم نباید با فلزات به صورت ترکیب درآید.

ت) روغن لحیم باید اکسیدها را به آسانی در خود حل کند.

ث) اثر روغن لحیم باید تا پایان عمل لحیم کاری باقی بماند و در ضمن عمل لحیم کاری از اکسید شدن سطح اتصال جلوگیری کند.

**۴-۵-۱-لحیم (Solder):** لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به صورت سیم های مفتولی با قطرهای محدود ۵/۰ تا ۴ میلی متر می سازند. در داخل اغلب این سیم ها معمولاً سوراخی سرتاسری وجود دارد که روغن لحیم در داخل آن قرار می گیرد (سیم لحیم با مغزی روغن). نسبت قلع و سرب در آلیاژ لحیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تغییر می کند.

در عمل، سیم های لحیم را معمولاً با آلیاژهای ۴۰/۶۰، ۵۰/۵۰ و ۶۰/۴۰ می سازند. لحیم ۴۰/۶۰ آلیاژی است که در آن به نسبت ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب وجود دارد. هرچه درصد قلع بیش تر باشد لحیم در درجه حرارت کم تری ذوب می شود. مثلاً لحیم ۴۰/۶۰ در درجه حرارت حدود ۱۹۰°C ذوب می شود در صورتی که لحیم ۴۰/۶۰ برای ذوب شدن به حداقل ۲۳۵°C حرارت نیاز دارد. چون حرارت زیاد سبب معیوب شدن وسایل نیمه هادی نظیر دیود و ترانزیستور و نیز خرابی مدارهای چاپی می شود لذا برای انجام کاری قطعات الکترونیکی لحیم با درصد قلع بیش تر مناسب تر است که البته گران تر است. بهترین لحیم برای عمل لحیم کاری در الکترونیک آلیاژ ۶۳/۳۷ (۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب) است. شکل ۱-۲۶-چند نوع سیم لحیم را نشان می دهد.

شکل ۱-۲۶-الف میله لحیم را نشان می دهد. اگر میله

**نکته مهم:** با توجه به پیشرفت تکنولوژی در صنایع

الکترونیک و گستردگی قطعات الکترونیکی، امروزه تنوع روغن لحیم و لحیم نیز بسیار زیاد شده است، برای کسب اطلاعات بیش‌تر می‌توانید با استفاده از کلمات Soldering، Desoldering، Rework با Soldering paste در یکی از موتورهای جست‌وجو در اینترنت به اطلاعات بیش‌تری دسترسی پیدا کنید.

قسمت سوم: هویه قلمی

۵-۱-۶ هویه قلمی

**اصول کار:** برای لحیم‌کاری دو یا چند قطعه فلزی به یکدیگر باید ابتدا نقاط مورد نظر آن‌ها را گرم کرد و سپس عمل لحیم‌کاری را انجام داد. وسیله‌ای که حرارت مورد نیاز را برای لحیم‌کاری تأمین می‌کند هویه (Iron) نام دارد. هویه بر دو نوع است. هویه ساده و هویه برقی.

**هویه ساده:** هویه ساده از سه قسمت تشکیل شده است.

(الف) سر هویه، که شبیه چکش و از جنس مس است.

(ب) دسته هویه که مفتولی از آهن است.

(ج) دسته چوبی هویه که در انتهای دسته فلزی قرار دارد.

هویه ساده به وسیله حرارت گاز گرم می‌شود و مورد استفاده

قرار می‌گیرد. این نوع هویه امروزه تقریباً منسوخ شده است.

**هویه برقی:** هویه برقی بر دو نوع است: هویه قلمی

(مقاومتی) و هویه هفت تیری.

**هویه قلمی:** در ساختمان این نوع هویه‌ها معمولاً از

سیم‌های حرارتی مانند کرم نیکل یا کرم آلومینیم استفاده می‌شود.

در این نوع هویه سیم گرم‌کننده را روی عایقی از آجرنسوز

که وسط آن خالی است می‌پیچند. یک میله مسی که همان نوک

هویه است در داخل محفظه خالی قرار می‌گیرد. در اثر عبور

جریان از سیم گرم‌کننده حرارت ایجاد می‌شود. حرارت به میله

مسی انتقال می‌یابد.

شکل ۲۷-۱ قسمت‌های مختلف یک هویه قلمی که از

نوک هویه، المان گرم‌کننده، حفاظ، دسته چوبی و سیم رابط و

فتر نگهدارنده تشکیل شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷-۱- قسمت‌های مختلف یک هویه قلمی

برخی از هویه‌ها دارای ولومی هستند که می‌توانید درجه حرارت آن را تنظیم کنید. در شکل ۱-۳۰ یک نمونه هویه ۱۰۰ واتی که درجه حرارت آن نیز قابل تنظیم است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۳۰- هویه ۱۰۰ واتی با درجه حرارت قابل تنظیم

برای اجرای لحیم‌کاری باید هویه مناسب با نوع کار انتخاب شود. یکی از عوامل تعیین کننده، مقدار وات هویه است. در شکل ۱-۳۱ چهار نمونه هویه با وات‌های کم را ملاحظه می‌کنید. مقدار توان هویه را معمولاً روی بدنه آن می‌نویسند، یا در دفترچه راهنمای آن قید می‌کنند. این هویه‌ها را هویه قلمی کوچک می‌نامند.



شکل ۱-۳۱- چند نمونه هویه با وات کم

در بعضی از هویه‌ها نوک و المان حرارتی آن قابل تعویض است. شکل ۱-۲۸ این نوع هویه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۸- هویه قلمی با نوک و المان قابل تعویض

انواع هویه‌های قلمی: هویه‌های قلمی در اندازه‌های کوچک با توان ۱۰ وات تا اندازه‌های بزرگ با توان ۵۰۰ وات ساخته می‌شوند. شکل ۱-۲۹ یک نمونه هویه ۶۰ واتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۹- یک نمونه هویه ۶۰ وات



## ۹-۵-۱- هویه با کنترل الکترونیکی درجه

حرارت : در بعضی از هویه‌ها درجه حرارت هویه در ضمن کار قابل کنترل است. ساختمان این نوع هویه‌ها بسیار متنوع است. نمونه ساده این نوع هویه را در شکل ۱-۳۰ نشان داده ایم. در این نمونه محدوده تنظیم درجه حرارت و حساسیت آن بسیار کم است. در انواع پیشرفته تر این نوع هویه‌ها معمولاً یک پایه جداگانه برای هویه وجود دارد که به برق شهر وصل می شود و هویه قلمی انرژی خود را از پایه دریافت می کند. در شکل ۱-۳۴ الف و ب دو نمونه هویه با درجه حرارت قابل تنظیم را مشاهده می کنید.



الف) تنظیم درجه حرارت با ولوم



ب) تنظیم حرارت با شستی فشاری

شکل ۱-۳۴- دو نمونه هویه با حرارت قابل تنظیم

هویه‌های قلمی کوچک را برای لحیم کاری بسیار ظریف و دقیق در مدارهای الکترونیکی بسیار کوچک، مثلاً در تولید و تعمیر ساعت الکترونیکی یا مهندسی دندانپزشکی، استفاده می کنند. این هویه‌ها در توان ۵W نیز ساخته می شوند و با ولتاژ کم مانند باتری ۶ ولتی یا ترانسفورماتور ۶ ولتی نیز کار می کنند. در شکل ۱-۳۲ یک نمونه هویه که با باتری قلمی کار می کند را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۳۲- هویه ظریف که با باتری کار می کند.

## \* ۷-۵-۱- هویه قلمی موجود در جعبه ابزار خود را

مورد بررسی قرار دهید و جدول ۱-۲ را پر کنید.

## ۸-۵-۱- هویه سرعت بالا : این هویه معمولاً برای

عمل تعمیر به کار می رود. با اتصال هویه به برق بلافاصله حرارت نوک آن بالا می رود. در شکل ۱-۳۳ نوعی از این هویه سرعت بالا نشان داده شده است. این نوع هویه در حالت گرم دارای توان ۸۰ وات است.



شکل ۱-۳۳- هویه سرعت بالا



شکل ۱-۳۶- دو نمونه هویه گازی

### نکته ایمنی مهم

در صورتی که با هویه گازی کار می کنید، حتماً مراقب باشید زیرا به دلیل وجود شعله، امکان آتش سوزی سریع وجود دارد.

معمولاً اطلاعات فنی مربوط به هویه های قابل تنظیم را در دفترچه راهنمای آن می نویسند. در نوع پیشرفته تر این هویه ها از مدارهای دیجیتال پیچیده تر استفاده شده و محدوده حرارتی و میزان خطای آن قابل تنظیم است. در شکل ۱-۳۵ یک نمونه هویه پیشرفته را ملاحظه می کنید. معمولاً درجه حرارت هویه های با کنترل درجه حرارت الکترونیکی در محدوده ۲۰۰ تا ۴۴۰ درجه سانتی گراد قابل تغییر است.



شکل ۱-۳۵- یک نمونه هویه پیشرفته و مدرن

\* ۱۲-۵-۱ در صورتی که هویه گازی در اختیار دارید، مشخصات آن مانند ابعاد، زمان دوام گاز و ابعاد نوک را بنویسید.

۱۳-۵-۱ همان طور که قبلاً اشاره شد نوک برخی از هویه ها قابل تعویض است و تنوع دارد. از نوک هویه می توان برای فرم دادن، صاف کردن و جوش دادن مواد نرم مانند پلاستیک ها استفاده کرد. در شکل ۱-۳۷ چند نمونه نوک هویه و یک نمونه هویه که نوک T شکل روی آن نصب شده است را ملاحظه می کنید. از این نوک برای صاف کردن سطوح پلاستیکی استفاده می شود. هم چنین از آن می توان برای لحیم کردن چندین پایه در کنار هم استفاده کرد. این نوع نوک را مدل پارویی می نامند.

\* ۱۰-۵-۱ چنانچه هویه سرعت بالا و هویه با کنترل درجه حرارت الکترونیکی در اختیار دارید، مشخصات آن مانند توان، ولتاژ کار، محدوده تنظیم درجه حرارت و موارد کاربرد آن ها را بنویسید.

۱۱-۵-۱ هویه گازی: برای انجام عمل لحیم کاری در مواردی که برق وجود ندارد می توان از هویه گازی استفاده کرد. جرقه زن های پیزوالکتریک گاز را مشتعل می کند و حرارت آن باعث گرم شدن نوک هویه می شود. شکل ۱-۳۶ دو نوع هویه گازی را نشان می دهد.  
این هویه ها دارای توان ۸۰ تا ۱۵۰ وات است و مخزن گاز آن با گاز بوتان پر می شود. یک مخزن گاز می تواند تا ۱۸۰ دقیقه کار کند.

صورتی که نوک هویه خیلی بزرگ باشد، به قطعه و بُرد آسیب می‌رساند. ابعاد نوک با توجه به میزان توان مصرفی هویه (وات) ساخته می‌شود. بنابراین چنانچه هویه‌ای با وات مناسب انتخاب کنید معمولاً نوک آن از نظر ابعاد نیز مناسب است. انتخاب شکل ظاهری نوک هویه با توجه به نوع لحیم کاری صورت می‌گیرد. برای مثال اگر بخواهیم پایه‌های IC (مدار مجتمع) را لحیم کنیم، باید از نوک‌های ظریف و سوزنی شکل استفاده نماییم. معمولاً مشخصات هویه مانند توان، ولتاژ کار، ابعاد نوک، چگونگی استفاده، موارد کاربرد و میزان درجه حرارت نوک هویه را در دفترچه کاربرد آن می‌نویسند. در برگه اطلاعات مربوط به قطعات نیز چگونگی اجرای لحیم کاری روی آن را مشخص می‌کنند. با استفاده از جدول ۱-۱ می‌توانیم هویه مناسب را برای لحیم کاری انتخاب کنیم. این اطلاعات براساس اطلاعات علمی و تجربه‌های عملی تهیه شده است.



الف) نوک هویه مدل پارویی



ب) سه نمونه دیگر از نوک هویه

شکل ۳۷-۱ انواع نوک هویه

جدول ۱-۱ انتخاب هویه قلمی با وات مناسب برای لحیم کاری

| موارد کاربرد   | وات بسیار مناسب          | وات مناسب        | وات نامناسب    |
|----------------|--------------------------|------------------|----------------|
| آی سی          | ۲۰ وات                   | ۳۰ وات           | بیش از ۳۰ وات  |
| برد مدار چاپی  | ۲۰ تا ۳۰ وات             | ۴۰ وات           | بیش از ۴۰ وات  |
| ترانزیستور     | ۲۰ تا ۳۰ وات و ۴۰ وات    | ۶۰ وات           | بیش از ۶۰ وات  |
| خازن و مقاومت  | ۲۰ تا ۳۰ وات و ۴۰ وات    | ۶۰ وات           | بیش از ۶۰ وات  |
| ترمینال و کلید | ۳۰ تا ۴۰ وات و ۶۰ وات    | ۸۰ تا ۱۰۰ وات    | بیش از ۱۰۰ وات |
| اتصال‌های برقی | ۴۰ وات و ۶۰ وات و ۸۰ وات | ۳۰ وات و ۶۰ وات  | —              |
| سیم‌های رابط   | ۳۰ وات و ۴۰ وات و ۶۰ وات | ۸۰ وات و ۱۰۰ وات | —              |
| کابل کواکسیال  | ۸۰ تا ۱۰۰ وات            | —                | —              |
| محفظه فلزی     | ۱۰۰ وات                  | ۸۰ وات           | —              |

#### \* ۱۴-۵-۱ انواع نوک هویه‌هایی را که در اختیار

دارید بررسی کنید و درباره آن توضیح دهید. همچنین به سایت‌های اینترنتی مراجعه کنید و تصویر چند نمونه نوک دیگر را بیابید و در محل تعیین شده بچسبانید.

#### \* ۱۵-۵-۱ انتخاب هویه : برای انجام لحیم کاری

روی قطعات و فیبر مدار چاپی، باید از هویه با وات و نوک مناسب استفاده شود. چنانچه وات هویه و نوک آن مناسب نباشد موجب آسیب رسیدن به قطعه یا بُرد مدار چاپی می‌شود.

ابعاد و نوک هویه باید به گونه‌ای باشد که بتواند محل لحیم کاری را پوشش دهد. چنانچه ابعاد نوک در مقایسه با محل لحیم کاری خیلی کوچک باشد لحیم کاری به خوبی انجام نمی‌شود. در

#### \* ۱۶-۵-۱ با مراجعه به منابع مختلف از جمله

سایت‌های اینترنتی مشخصات یک نمونه هویه قلمی را از راهنمای کاربرد آن ترجمه کنید و به‌طور خلاصه بنویسید.

## قسمت چهارم تمیز کردن نوک هویه

### ۱۷-۱۵- نکات اولیه اجرای لحیم کاری و

تمیز کردن نوک هویه : برای انجام لحیم کاری ابتدا نوک هویه را که در اثر کار کردن کثیف شده است با برس سیمی یا سمباده نرم تمیز کنید. سپس هویه را به برق وصل کنید تا گرم شود. بعد از این که نوک هویه به درجه حرارت ذوب لحیم رسید مقداری لحیم روی آن قرار دهید تا نوک هویه آغشته به یک لایه نازک لحیم شود. این عمل از اکسید شدن نوک هویه جلوگیری می کند. برای انجام عمل لحیم کاری نکات زیر را رعایت کنید.

● از هویه با وات مناسب استفاده کنید. در الکترونیک هویه های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم کاری مناسب اند.

● نقاطی را که می خواهید لحیم کاری کنید با سمباده نرم یا پارچه زبر تمیز کنید، زیرا عمل لحیم کاری روی سیم های کثیف و اکسید شده انجام نمی گیرد.

● نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

### مراحل تمیز کردن نوک هویه :

در شکل های ۳۸-۱ ساده ترین روش تمیز کردن نوک هویه نشان داده شده است. در این روش نوک هویه گرم را در داخل روغن لحیم فرو می بریم، سپس با اسفنج مخصوص آن را تمیز می کنیم.



شکل ۳۹-۱- فرو کردن نوک هویه در روغن لحیم



شکل ۴۰-۱- اضافه کردن لحیم به نوک هویه

در نهایت نوک هویه را طبق شکل ۴۱-۱ الف با اسفنج ظرفشویی (اسکاچ) یا طبق شکل ۴۱-۱ ب با اسفنج مخصوص لحیم کاری تمیز کنید.



الف) تمیز کردن نوک هویه با اسفنج ظرفشویی



ب) تمیز کردن نوک هویه با اسفنج مخصوص لحیم کاری

شکل ۴۱-۱- تمیز کردن نوک هویه با اسفنج



شکل ۳۸-۱- ساده ترین راه تمیز کردن نوک هویه

● چنانچه نوک هویه با روش بالا تمیز نشد باید ابتدا نوک

هویه را در داخل روغن فرو کنید (شکل ۳۹-۱).

سپس طبق شکل ۴۰-۱ کمی لحیم ۶۰/۴۰ به نوک آن

اضافه کنید.



\* ۱۸-۵-۱- نوک هویه قلمی خود را بررسی کنید سپس با توجه به مراحل گفته شده آن را تمیز نمایید. مراحل اجرای کار را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

**توجه:** تا این مرحله، اجرای کار توسط مربی مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد و فرم ارزشیابی شماره (۱) تکمیل می‌گردد.

### قسمت پنجم لحیم کاری سیم‌ها

۱۹-۵-۱- **طریقه لحیم کاری:** برای این که یک اتصال خوب و مناسب از نظر استحکام مکانیکی و هدایت الکتریکی برقرار شود باید سیم‌ها و عناصری را که می‌خواهید به یکدیگر متصل کنید به طور جداگانه حرارت دهید و صبر کنید تا درجه حرارت محل اتصال افزایش یابد سپس سیم لحیم را روی اتصال گرم شده قرار دهید تا ذوب شود و بتواند محل تقاطع دو سیم یا محل اتصال عناصر را کاملاً بپوشاند (شکل ۱-۴۴).



شکل ۱-۴۴- گرم کردن محل لحیم کاری قبل از اضافه کردن لحیم

**نکته مهم:** هنگامی که محل لحیم کاری را گرم می‌کنید مراقب باشید که گرمای بیش از اندازه موجب اکسید شدن محل لحیم کاری نشود.

**نکته مهم:** در هنگام لحیم کاری باید نوک هویه همیشه تمیز و براق باشد بنابراین باید به طور مداوم نوک هویه را تمیز کنید.

اسفنج مخصوص تمیز کردن نوک هویه در انواع گوناگون ساخته می‌شود. در شکل ۱-۴۲ نوعی اسفنج را ملاحظه می‌کنید. این اسفنج در شرایط عادی فشرده است. در صورتی که آن را در داخل آب فرو کنید، حجم آن زیاد می‌شود.

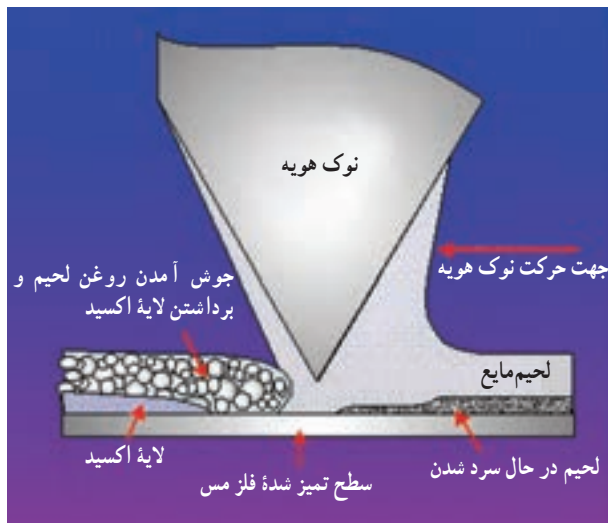


شکل ۱-۴۲- یک نمونه اسفنج مخصوص تمیز کردن نوک هویه

یک نمونه دیگر اسفنج مخصوص تمیز کردن نوک هویه را در شکل ۱-۴۳ ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود این اسفنج شباهت زیادی به سیم ظرف شویی دارد.

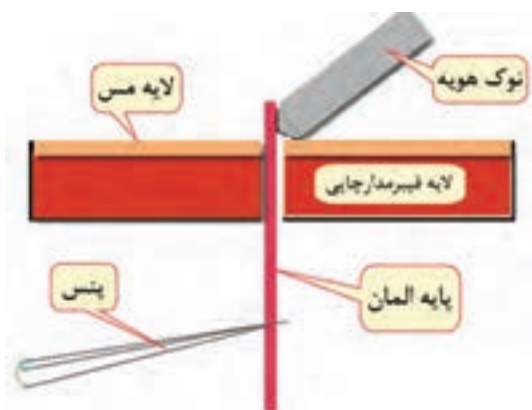


شکل ۱-۴۳- یک نمونه دیگر از اسفنج مخصوص تمیز کردن نوک هویه



شکل ۱-۴۶ چگونگی جاری شدن روغن لحیم و لحیم در محل لحیم کاری

اکثر قطعات الکترونیکی مانند آی سی ها در مقابل افزایش حرارت مقاوم نیستند. این قطعات در اثر حرارت ناشی از لحیم کاری ممکن است آسیب ببینند. برای لحیم کاری این عناصر، باید زمان اعمال حرارت در خلال لحیم کاری دقیقاً تنظیم شود. باید در هنگام لحیم کاری پایه این قطعات را با پنس یا دم باریک، یا هر وسیله فلزی دیگر که سبب انتشار حرارت می شود نگه دارید. در شکل ۱-۴۷ پنس پایه قطعه را گرفته است. در این حالت حرارت پایه به پنس منتقل می شود و آسیبی به قطعه الکترونیکی نمی رسد. به جای پنس می توانید از گیره سوسماری نیز استفاده کنید.



شکل ۱-۴۷ نحوه لحیم کاری قطعات الکترونیکی

هویه را به طور بی دربی از سطح کار جدا نکنید، زیرا این عمل علاوه بر صرف وقت زیاد موجب لحیم بد در محل اتصال می شود، یعنی در این حالت لحیم در محل اتصال به طور کامل پخش نمی شود و یک اتصال با لحیم کاری سرد به وجود می آید. شکل ۱-۴۵ لحیم کاری صحیح و لحیم کاری سرد (غلط) را نشان می دهد.

لحیم به صورت یک نواخت در آمده است.



شکل ۱-۴۵ لحیم کاری صحیح و غلط

در اتصال با لحیم سرد اگرچه مقدار قلع ظاهراً کافی به نظر می رسد ولی در زیر لحیم قشری از هوا به وجود می آید که مانع برقراری اتصال الکتریکی می شود. لحیم سرد ممکن است در اثر عوامل دیگری نیز به وجود آید. مثلاً حرکت دادن اتصال قبل از سرد شدن و نیز کثیف بودن محل اتصال سبب ایجاد لحیم سرد می شود. همچنین بیش از حد گرم شدن، محل اتصال سطح دو فلز را اکسید می کند و سبب تولید یک لایه اکسید بین دو فلز می شود.

بروز این حالت در لحیم کاری را نیز لحیم سرد گویند. اگر هویه به طور مناسب به محل اتصال تماس داده نشود نیز لحیم سرد ایجاد می شود. به هر حال مهم ترین عامل ایجاد لحیم سرد نبودن گرما در محل اتصال و در هنگام لحیم کاری است.

در شکل ۱-۴۶ مراحل تمیز کردن سطح کار در جریان لحیم کاری را نشان می دهد. پس از گرم شدن سطح کار، با قرار گرفتن مفتول لحیم روی سطح کار، ابتدا روغن لحیم که در مغزی مفتول لحیم قرار دارد ذوب می شود و اکسیدهای سطح کار را از بین می برد. بعد از این مرحله لحیم ذوب می شود و به تدریج سطح کار را می پوشاند.

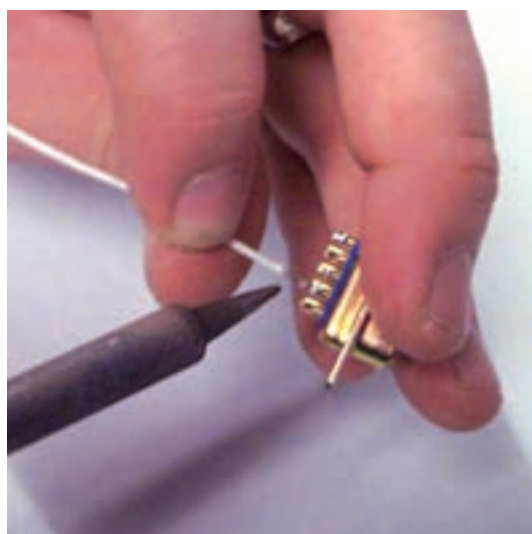
در شکل ۱-۴۶ جهت حرکت هویه و مسیر جاری شدن روغن لحیم و لحیم و چگونگی پاک شدن اکسیدهای منطقه لحیم کاری نیز مشخص شده است.

در صورت نیاز دوسر سیم‌ها را سمباده نرم بکشید و آن‌ها را قلع اندود کنید. برای قلع اندود کردن ابتدا سیم را گرم کنید، سپس لحیم را به آن بچسبانید. لحیم باید در اثر حرارت سیم ذوب شود. برای لحیم کاری یا قلع اندود کردن می‌توانید مطابق شکل ۱-۵۰ از گیره کمک بگیرید.



شکل ۱-۵۰- لحیم کاری به کمک گیره

در صورت کسب مهارت کافی می‌توانید مطابق شکل ۱-۵۱ با استفاده از انگشتان دست چپ، قطعه، سیم یا سیم لحیم را در دست بگیرید و با دست راست از هویه برای لحیم کاری استفاده کنید. در این شرایط نیازی به استفاده از گیره ندارید.



شکل ۱-۵۱- استفاده از دست راست و چپ برای لحیم کاری

● آن قدر تمرین کنید تا قلع اندود کردن سیم‌ها را به طور دقیق یاد بگیرید.

از پنس برای برداشتن قطعات از روی مدار یا قراردادن آن نیز استفاده می‌شود. در شکل ۱-۴۸ یک نمونه پنس را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۴۸- یک نمونه پنس

۱-۵-۲- کار عملی شماره ۱: ساختن زاویه  $30^\circ$

**نکته مهم:** برای انجام کارهای عملی لحیم کاری، توصیه می‌شود از سیم‌های دورریز کارگاه‌های سیم‌کشی استفاده شود.

قطعات و مواد مورد نیاز برای این مرحله: هویه، انبردست، سیم‌چین، دم‌باریک، سیم‌لخت‌کن، سیم‌لحیم، پایه هویه و سیم مفتولی.

### مراحل انجام کار

- چند قطعه سیم مفتولی با سطح مقطع  $1/5$  میلی‌متر مربع روپوش‌دار انتخاب کنید و آن‌ها را با ابعاد مساوی برش دهید.  
- دوسر سیم‌ها را، با استفاده از سیم‌لخت‌کن، به اندازه یک سانتی‌متر لخت کنید (شکل ۱-۴۹).



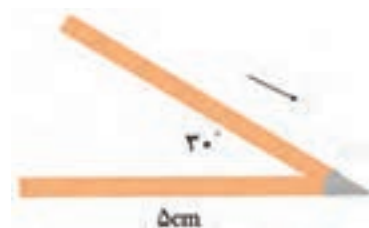
شکل ۱-۴۹- لخت کردن سیم

## \* ۱-۵-۲۱- گزارش خلاصه‌ای از مراحل قلع اندود کردن

سیم‌ها بنویسید.

## \* ۱-۵-۲۲- هر دو سیم را با زاویه $30^\circ$ نسبت به هم

در دست بگیرید و نوک هویه را در زیر تقاطع آن‌ها قرار دهید. سیم‌ها باید به هم متصل شوند (شکل ۱-۵۲).



شکل ۱-۵۲- نمونه صحیح ساختن زاویه  $30^\circ$

گزارشی درباره چگونگی ساختن زاویه  $30^\circ$  درجه بنویسید. یک لحیم خوب باید کاملاً براق و صاف باشد.

در شکل ۱-۵۳ چگونگی اجرای لحیم کاری برای اتصال دو سیم افشان را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۵۳- چگونگی اجرای لحیم کاری برای اتصال دو سیم افشان

در شکل ۱-۵۴ دو نمونه لحیم کاری قابل قبول را ملاحظه

می‌کنید.



شکل ۱-۵۴- دو نمونه لحیم کاری قابل قبول

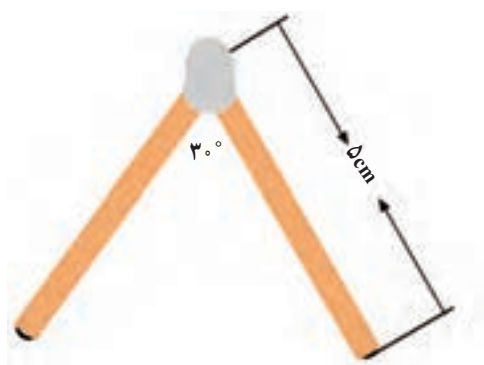
در شکل ۱-۵۵ نمونه دیگری از لحیم کاری اتصال دو سیم افشان نشان داده شده است. توجه داشته باشید که پس از لحیم کاری، سطح لحیم شده باید کاملاً براق باشد. لحیم کدر قابل قبول نیست.



شکل ۱-۵۵- نمونه دیگری از لحیم کاری قابل قبول

## \* ۱-۵-۲۳- کار عملی شماره ۲: ساختن زاویه $60^\circ$

مراحل کار عملی شماره ۱ را برای ساختن زاویه  $60^\circ$  نیز تکرار کنید. کار در این تمرین باید مطابق شکل ۱-۵۶ باشد.



شکل ۱-۵۶- نمونه صحیح ساختن زاویه  $60^\circ$

## \* ۱-۵-۲۴- گزارش کوتاهی درباره چگونگی ساختن

زاویه  $60^\circ$  درجه بنویسید.

## \* ۱-۵-۲۵- کار عملی شماره ۳: اتصال عمود برهم

مراحل کار شماره ۱ را تکرار کنید و اتصال  $90^\circ$  بسازید. یک اتصال خوب مانند شکل ۱-۵۷ است.



**نکته مهم:** اتصال و لحیم کاری سیم های افشان آسان تر از سیم های مفتولی است. زیرا قبل از لحیم کاری می توانیم آن ها را به آسانی به هم بتابانیم و اتصال مکانیکی مناسبی را به وجود آوریم.



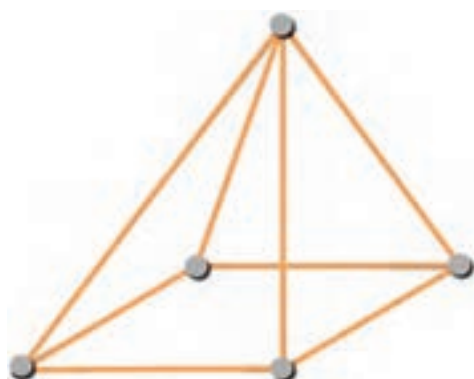
شکل ۱-۵۷- نمونه صحیح اتصال عمود برهم

\* ۱-۵-۲۷- گزارش کوتاهی درباره لحیم کاری و اتصال عمود برهم بنویسید.

**توجه:** از کارهای عملی مربوط به ساختن هرم و مکعب یکی را انتخاب کنید و آن را اجرا نمایید.

۱-۵-۲۶- کار عملی شماره ۴: ساختن مربع

با استفاده از ۴ قطعه سیم طبق شکل ۱-۵۸ یک مربع بسازید.



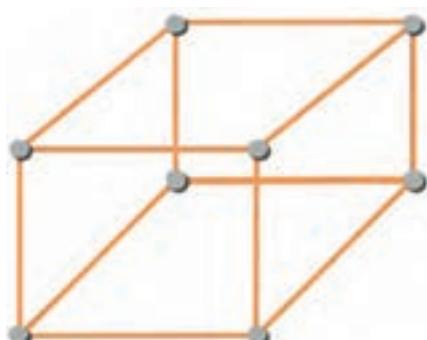
شکل ۱-۶۰- نمونه صحیح ساخت هرم



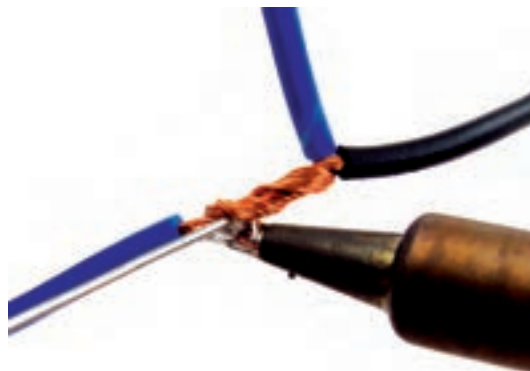
شکل ۱-۵۸- نمونه صحیح ساخت مربع

۱-۵-۲۹- کار عملی شماره ۶: ساختن مکعب با

استفاده از چند قطعه سیم در شکل ۱-۵۹ نمونه ای از اتصال سه سیم افشان نشان داده شده است.



شکل ۱-۶۱- نمونه صحیح ساخت مکعب



شکل ۱-۵۹- اتصال سه سیم افشان به یکدیگر

\* ۱-۵-۳۰- گزارش کوتاهی درباره ساختن هرم یا مکعب بنویسید.

\* ۱-۵-۳۱- یک طرح اختیاری مانند دوچرخه، لوستر تزئینی، سبد را انتخاب کنید و آن را به عنوان پروژه لحیم کاری در خارج از ساعات آموزشی اجرا نمایید. درباره ساخت پروژه خود گزارشی بنویسید.

\* ۱-۵-۳۲- یکی از موادی که در عایق بندی بسیار کاربرد دارد وارنیش حرارتی است. وارنیش حرارتی را ماکارونی حرارتی نیز می نامند. این عایق به صورت لوله توخالی با قطرهای مختلف ساخته می شود. این نوع عایق معمولاً برای روکش اتصال های سیمی به کار می رود. استفاده از این روکش بسیار ساده و به شرح زیر است.

- وارنیش حرارتی را با قطر مناسب انتخاب کنید.
- عایق را با طول مناسب ببرید.
- عایق را از یکی از سیم هایی که می خواهید به هم لحیم کنید عبور دهید.
- اتصال لحیم کاری را اجرا کنید.
- ماکارونی حرارتی را پس از سرد شدن لحیم روی قسمت لحیم شده بکشید.
- با استفاده از هویه، سشوار یا دستگاه گرم کننده، مشابه شکل ۱-۶۲ وارنیش حرارتی را گرم کنید.



شکل ۱-۶۲- دستگاه گرم کن برای وارنیش حرارتی

در شکل ۱-۶۳ یک اتصال لحیم شده را مشاهده می کنید. که روی قسمت لحیم شده وارنیش حرارتی کشیده شده است. وارنیش حرارتی علاوه بر عایق بندی، فضای بسیار کمی از سیم را می پوشاند و ضخامت آن را افزایش نمی دهد.



شکل ۱-۶۳- اتصال لحیم کاری شده با روکش وارنیش حرارتی

در شکل ۱-۶۴ نوع دیگر اتصال لحیم شده سه تایی را ملاحظه می کنید که با وارنیش حرارتی عایق بندی شده است.



شکل ۱-۶۴- اتصال لحیم کاری شده سه تایی با عایق حرارتی

\* ۱-۵-۳۳- با استفاده از عایق حرارتی اتصالات ساخته شده را عایق بندی کنید و درباره فرآیند اجرای کار گزارش کوتاهی بنویسید.

**توجه:** تا این مرحله، اجرای کار توسط مربی مورد ارزشیابی قرار می گیرد و فرم ارزشیابی شماره ۲ تکمیل می گردد.

### قسمت ششم قلع کش ها

۳۴-۵-۱- قلع کش : قلع کش وسیله ای است که با آن می توان لحیم را از محل اتصال جدا کرد. قلع کش ها در انواع مختلفی ساخته می شوند.

**قلع کش پیستونی :** این قلع کش دارای سیلندر و پیستون است. با فشار دادن روی دسته قلع کش، پیستون به داخل سیلندر وارد شده و در نقطه انتهایی قفل می شود. برای برداشتن قلع، ابتدا با هویه لحیم (قلع) محل اتصال را ذوب کرده و نوک قلع کش پیستونی را به آن نزدیک می کنند، سپس با فشار دادن روی دکمه، فنر آزاد شده و پیستون به عقب کشیده می شود و لحیم را به داخل سیلندر می مکد. شکل ۶۵-۱ دو نوع از این قلع کش را نشان می دهد.



شکل ۶۶-۱- نمونه ای از قلع کش حرارتی با پمپ دستی

در شکل ۶۷-۱ نوعی قلع کش حرارتی با دستگاه مکنده را ملاحظه می کنید. این دستگاه مدار الکترونیکی کنترل حرارت دارد و به آسانی می توانیم درجه حرارت مورد نیاز را تنظیم کنیم.



شکل ۶۷-۱- دستگاه قلع کش با کنترل حرارت الکترونیکی

شکل ۶۸-۱ نوک قلع کش را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می کنید، با قرار گرفتن نوک قلع کش روی فیبر مدار چاپی، لحیم ذوب می شود و دستگاه مکنده آن را می مکد.



شکل ۶۵-۱- دو نوع قلع کش پیستونی

الکترونیکی را روی فیبر سوراخ می‌کردند و پایه‌ها را طبق نقشه از زیر با سیم به هم اتصال می‌دادند. این عمل به علت اشغال جای زیاد، وجود سیم‌های متعدد و عبور سیم‌ها از روی یکدیگر، پرازیت زیادی را در مدار به وجود می‌آورد. امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده‌تر شدن مدارات الکترونیکی این طریقه سیم‌کشی دیگر استفاده‌ای ندارد و از مدار چاپی استفاده می‌شود.

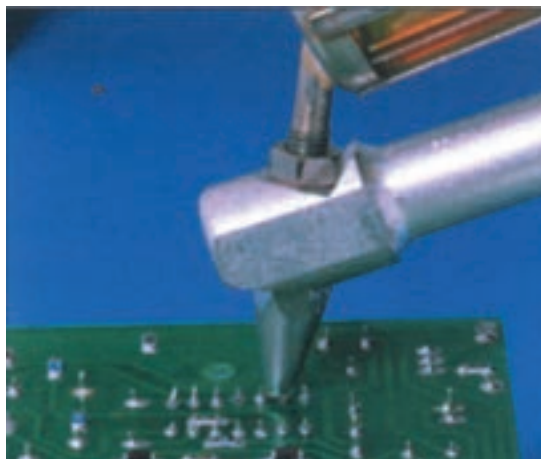
در یک مدار چاپی عناصر روی یک طرف فیبر قرار می‌گیرند و خطوط ارتباطی به وسیله لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد برقرار می‌شود، استفاده از مدار چاپی حجم مدار را کوچک می‌کند، علاوه بر این که در این روش می‌توان ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان را به‌طور دقیق ترسیم کرد و مانع ایجاد ظرفیت خازنی پراکنده شد. به‌طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی به شرح زیر است:

- از شلوغ شدن اتصالات و سیم‌کشی‌ها جلوگیری می‌شود.
- اندازه مدارها کوچک می‌شود.
- به هنگام تعمیر مدار دنبال کردن خطوط به سهولت انجام می‌شود.

- مونتاژ مدار سریع و آسان و مقرون به صرفه است.
  - تکثیر و تولید زیاد لوازم الکترونیکی آسان‌تر است.
- مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.
- در شکل ۱-۷۰ یک نمونه فیبر مدار چاپی را ملاحظه می‌کنید. روی این فیبر مدار موردنظر طراحی شده است.



شکل ۱-۷۰ یک نمونه فیبر مدار چاپی



شکل ۱-۶۸ نحوه قرار گرفتن قلع‌کش حرارتی روی فیبر مدار چاپی

**فتیله لحیم:** گاهی برای برداشتن لحیم، از فتیله لحیم استفاده می‌کنند. فتیله لحیم سیم‌های به هم تابیده افشان بسیار نازکی است که روی لحیم قرار می‌گیرد و پس از ذوب کردن لحیم، آن را، مانند فتیله‌ای که مایع را بالا می‌کشد، به سمت خود جذب می‌کند.

شکل ۱-۶۹ فتیله لحیم را نشان می‌دهد.



الف



ب

شکل ۱-۶۹ فتیله لحیم

**\* ۱-۵-۳۵- قلع‌کش و فتیله لحیمی که در اختیار دارید**

را بررسی کنید و سپس در مورد آن توضیح دهید.

**قسمت هفتم فیبر مدار چاپی**

**۱-۵-۳۶- دلایل استفاده از فیبر مدار چاپی:** در

گذشته برای ساختن یک مدار الکترونیکی ابتدا نقشه مدار را روی فیبر مخصوص قرار می‌دادند، سپس جای پایه‌های المان‌های



جدول ۱-۲- مشخصات فیبرهای فنولی و فایبرگلاس

| نوع فیبر          | مقاومت فیبر<br>مگا اهم $M\Omega$ | ثابت دی<br>الکتریک | حداکثر<br>مقاومت در<br>برابر فشار<br>$N/cm^2$ | حداکثر زمان<br>لحیم کاری در<br>$260^\circ$ درجه<br>بر حسب ثانیه |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|---|---|
| فیبر فنولی        | $10^4$                           | $5/3$              | ۷۰۰۰  | ۵   |
| فیبر<br>فایبرگلاس | $10^6$                           | $5/8$              | ۳۱۰۰۰   | ۳۰  |

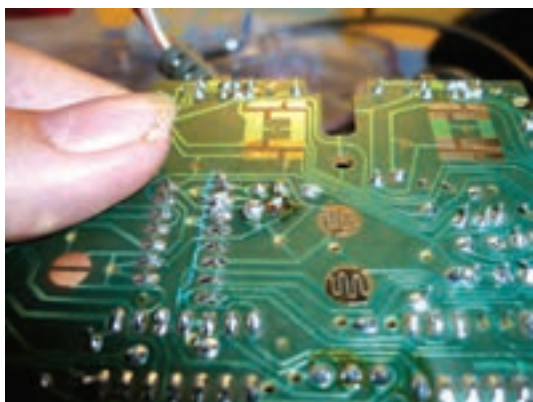
روی فیبر خام معمولاً لایه‌ای از مس با ضخامت‌هایی در حدود ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میکرومتر ( $\mu m$ ) پوشیده می‌شود که پس از طراحی مدار، این لایه‌ها به عنوان سیم رابط مورد استفاده قرار می‌گیرند.

\* ۱-۵-۳۹- درباره انواع فیبر مدار چاپی به طور خلاصه توضیح دهید.

قسمت هشتم: مونتاژ و دمونتاژ قطعات از روی فیبر مدار چاپی

۱-۵-۴۰- استفاده از قلع‌کش و فتیله لحیم این کار عملی و کار بعدی یکی از مهم‌ترین و کارآمدترین مراحل در اجرای لحیم کاری است. سعی کنید با فعالیت بیش‌تر در این قسمت مهارت لازم را کسب نمایید.

در شکل ۱-۷۱ یک نمونه برد را ملاحظه می‌کنید که قطعات روی آن سوار شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود این بُرد در اثر لحیم کاری نامناسب آسیب دیده و اوراقی شده است.



شکل ۱-۷۱- یک نمونه بُرد اوراقی

### ۳۷- ۱-۵- انواع فیبر مدار چاپی: فیبرهای مدار

چاپی به صورت یک لایه و دولایه یا چند لایه ساخته می‌شوند. در فیبرهای یک لایه فقط در یک طرف فیبر لایه مس وجود دارد. در این روش ارتباط بین پایه‌های قطعات و هدایت جریان فقط در یک طرف انجام می‌شود و المان‌ها در طرف دیگر قرار می‌گیرند. در فیبرهای دولایه در دو طرف فیبر لایه مسی وجود دارد. برای ارتباط پایه‌های قطعات از دو طرف فیبر استفاده می‌شود.

فیبر دولایه برای مدارهایی با ارتباط زیاد و حجم کم استفاده می‌شود اخیراً در مدارهای پیچیده الکترونیکی از فیبرهای چندلایه استفاده می‌شود که دارای تکنولوژی پیشرفته‌ای است.

### ۳۸- ۱-۵- جنس فیبرها: فیبرها از نظر جنس به دو

دسته فیبر فنولی و فیبر فایبرگلاس، تقسیم می‌شوند.

**الف) فیبر فنولی:** فیبر فنولی از ترکیب لایه‌های کاغذ در محلول فنول ساخته می‌شود و رایج‌ترین نوع فیبر برای مدار چاپی است. این فیبرها به صورت استاندارد در ضخامت‌های ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌متر ساخته می‌شوند، و قیمت آن‌ها ارزان است، و در تولید اغلب دستگاه‌های تجاری به کار می‌روند؛ اما چون در مقابل حرارت مقاومت زیادی ندارند، در دستگاه‌های حساس و گران قیمت از آن‌ها استفاده نمی‌شود.

**ب) فیبر فایبرگلاس:** این فیبرها دارای انواع مختلف است و از ترکیب فشرده الیاف پشم شیشه در محلول چسب‌های مختلف مانند اپوکسی ساخته می‌شود. این فیبر تحمل حرارت زیاد را دارد و از نظر استحکام نیز مقاوم‌تر از فیبر فنولی است. چون ارتباط بین پایه‌های عناصر از پشت این نوع فیبر دیده می‌شود، مونتاژ مدار و بررسی آن هنگام تعمیر آسان‌تر است. به علت قدرت تحمل حرارت و استحکام این نوع فیبر، از آن در دستگاه‌های گران قیمت استفاده می‌شود. در جدول ۱-۲ بعضی از مشخصات فیبرهای فنولی و فایبرگلاس آورده شده است.



شکل ۱-۷۳- نمونه دیگری از کار قلع کش پیستونی

**توجه :** برای اجرای این مرحله لازم است بُرد اوراقي توسط هنرجو فراهم شود. معمولاً در داخل منازل دستگاه‌های الکترونیکی معیوب وجود دارد که هنرجویان عزیز باید آن‌ها را بازکنند و بُردهای اوراقي را مورد استفاده قرار دهند.

برای بیرون کشیدن قطعات از بُرد مدار چاپی باید از قلع کش یا فتیله لحیم استفاده کنید. در شکل ۱-۷۲ تصویر چگونگی استفاده قلع کش پیستونی را مشاهده می‌کنید.



الف



ب

شکل ۱-۷۲- استفاده از قلع کش پیستونی

در شکل ۱-۷۳ نمونه دیگری از چگونگی کاربرد قلع کش پیستونی را می‌بینید.

#### ۴۱-۵-۱- کار عملی شماره ۷: پیاده کردن قطعات

از روی فیبر مدار چاپی با استفاده از قلع کش پیستونی  
**قطعات و تجهیزات مورد نیاز:** هویه قلمی، قلع کش پیستونی، برد اوراقي مدار چاپی و سیم لحیم مفتولی ۶۰/۴۰.  
**مراحل انجام کار**

- فیبر مدار چاپی را مورد بازبینی قرار دهید و تا حد امکان قطعات روی آن را شناسایی کنید.
- دستگاه هویه قلمی را بررسی کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

- قلع کش پمپی را آزمایش کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

- هویه را به برق بزنید تا گرم شود.
- قطعه تعیین شده توسط مربی کارگاه را با استفاده از هویه و قلع کش از روی بُرد بیرون بکشید و آن را به مربی نشان دهید. این مرحله را تکرار کنید تا مهارت لازم را در بیرون آوردن قطعات به دست آورید.

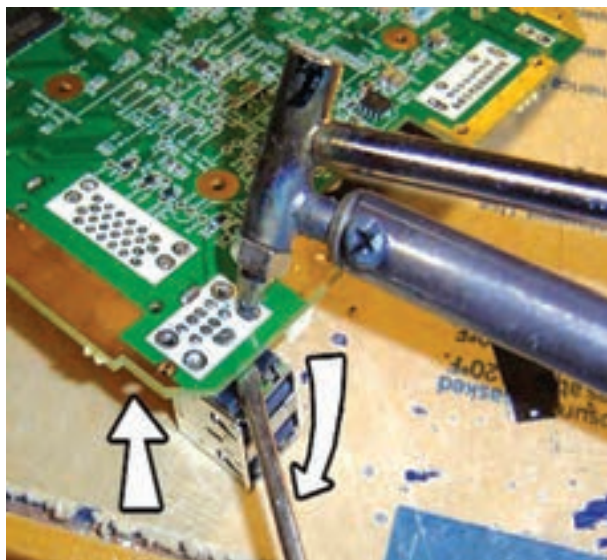
- هنگامی که مهارت لازم را به دست آوردید از مربی بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

#### \* ۴۲-۵-۱- گزارش کار خود را بنویسید.

#### ۴۳-۵-۱- کار عملی شماره ۸: پیاده کردن قطعات

از روی فیبر مدار چاپی با استفاده از فتیله لحیم  
 در شکل ۱-۷۴ چگونگی استفاده از فتیله لحیم را نشان می‌دهد.

در شکل ۱-۷۷ نمونه دیگری از کاربرد قلع کش حرارتی را مشاهده می کنید. در این روش برای برداشتن قطعات بزرگ از پیچ گوشتی نیز کمک گرفته شده است.



شکل ۱-۷۷- کاربرد قلع کش حرارتی

برای دمو نتاژ قطعات می توانید از پایه مخصوص نگهدارنده فیبر مدار چاپی استفاده کنید. در شکل ۱-۷۸ یک نمونه پایه لحیم کاری که فیبر مدار چاپی نیز روی آن نصب شده است را مشاهده می کنید.



شکل ۱-۷۸- یک نمونه پایه لحیم کاری



شکل ۱-۷۴- چگونگی استفاده از فتیله لحیم

در شکل ۱-۷۵ چگونگی استفاده از فتیله لحیم را برای پیاده کردن دمو نتاژ آی سی نشان می دهد.



شکل ۱-۷۵- جدا کردن آی سی با فتیله لحیم

با استفاده از فتیله لحیم تعدادی قطعه را روی فیبر مدار چاپی جدا کنید. آن قدر این مرحله را تکرار کنید تا مهارت لازم را به دست آورید.

\* ۱-۵-۴۴- گزارش کوتاهی درباره چگونگی پیاده کردن قطعات از روی فیبر مدار چاپی با استفاده از فتیله لحیم بنویسید.

۱-۵-۴۵- کار عملی شماره ۹: دمو نتاژ قطعات با استفاده از قلع کش حرارتی

در شکل ۱-۷۶ نحوه دمو نتاژ قطعات را با استفاده از قلع کش حرارتی نشان می دهد.



شکل ۱-۷۶- دمو نتاژ قطعات با استفاده از قلع کش حرارتی





الف) شروع کار



ب) برداشتن لحیم ها و آزاد کردن پایه ها



پ) بیرون آوردن قطعه

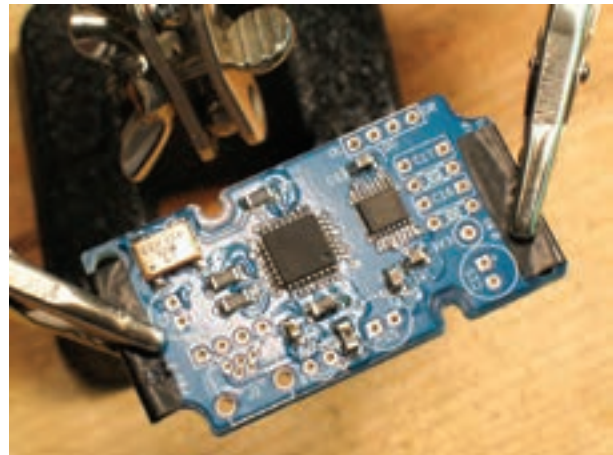
شکل ۸۱-۱- مراحل بیرون آوردن قطعه با استفاده از قلع کش حرارتی

۴۷-۱-۵- کار عملی شماره ۱۰: مونتاژ قطعات

روی فیبر مدار چاپی

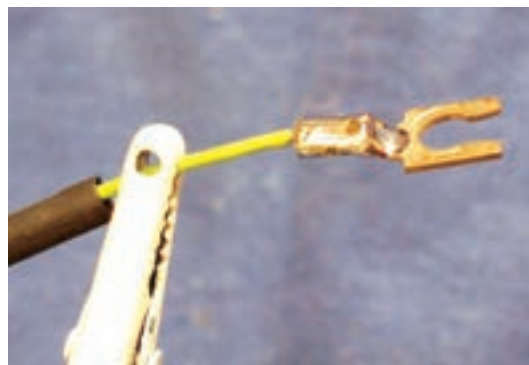
لحیم کاری روی فیبر مدار چاپی کمی مشکل تر از لحیم کاری سیم ها به یکدیگر است. در شکل ۸۲-۱ چگونگی اجرای لحیم کاری روی یک نمونه بُرد ساده مدار چاپی را مشاهده می کنید.

در شکل ۷۹-۱ نمونه دیگری از پایه لحیم کاری را ملاحظه می کنید.



شکل ۷۹-۱- نمونه دیگری از پایه لحیم کاری

از پایه هویه می توانید برای نگهداشتن سیم جهت اجرای لحیم کاری نیز استفاده کنید. در شکل ۸۰-۱ نمونه ای از روش نگهداشتن سیم با استفاده از گیره پایه لحیم کاری را ملاحظه می کنید.



شکل ۸۰-۱- نگهداشتن سیم

با استفاده از قلع کش حرارتی تعدادی قطعه را از روی بُرد مدار چاپی پیاده کنید.

در شکل ۸۱-۱ مراحل پیاده کردن قطعات از روی بُرد نشان داده شده است.

\*۴۶-۱-۵- گزارش کوتاهی از مراحل دموونتاژ قطعات از روی فیبر مدار چاپی با استفاده از قلع کش حرارتی را بنویسید.

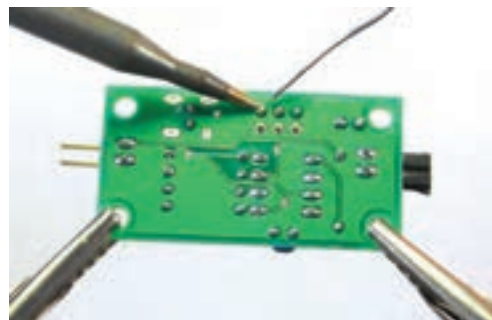


در شکل ۸۳-۱ نمونه دیگری از لحیم کاری روی بُرد مدار چاپی را می بینید. توجه داشته باشید که در این شکل نیز از گیره لحیم کاری استفاده شده است.

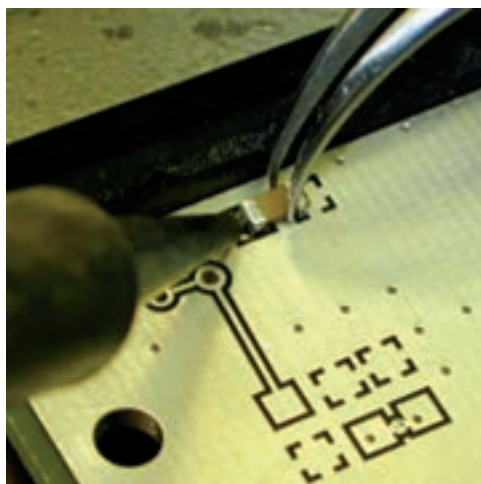


شکل ۸۳-۱ نوع دیگری از لحیم کاری روی بُرد مدار چاپی

در شکل ۸۴-۱ مراحل اجرای لحیم کاری برای مونتاژ یک کیت آمده است.



الف



ب

شکل ۸۲-۱ اجرای لحیم کاری روی بُرد مدار چاپی ساده

### اصول و تکنیک های حاکم بر مونتاژ کیت های الکترونیکی



۳- نوک هویه را با اسفنج تمیز کنید.



۲- قطعات را در مکان صحیح خود قرار دهید.



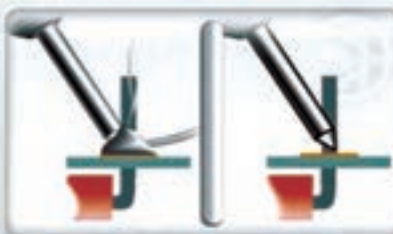
۱- ابزار را آماده کنید.



۶- لحیم را بازرسی کنید و سیم های اضافی را ببرید.

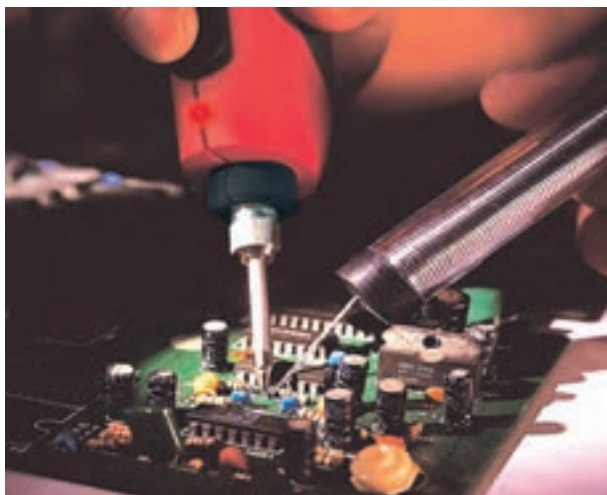


۵- ابتدا لحیم، سپس هویه را بردارید.



۴- ابتدا گرم کنید و سپس لحیم بزنید.

شکل ۸۴-۱ مراحل مونتاژ یک کیت



شکل ۸۷-۱- لحیم کاری روی یک بُرد شلوغ

– نوک هویه را بررسی و در صورت نیاز آن را کاملاً تمیز کنید.

– قطعاتی را که مربی کارگاه، برای شما تعیین می کند روی یک فیبر اوراقی سوار کنید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا مهارت لازم را به دست آورید.

– پس از اطمینان از کسب مهارت کافی از مربی کارگاه بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

\* ۴۸-۵-۱- گزارش کوتاهی از مراحل مونتاژ قطعات

الکترونیکی بنویسید.

۴۹-۵-۱- کار عملی شماره ۱۱: لحیم کاری

قطعات SMD

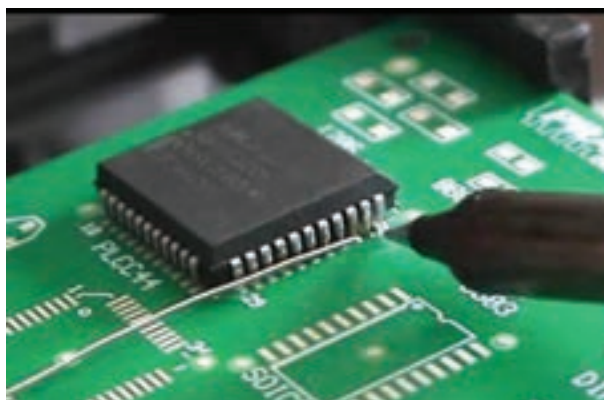
برای لحیم کاری قطعات SMD نیاز به ابزار خاص داریم.

یکی از این ابزار هویه های پنسی شکل است. در شکل ۸۸-۱ یک نمونه از این نوع هویه را ملاحظه می کنید.



شکل ۸۸-۱- استفاده از هویه پنسی شکل

برای لحیم کاری آی سی، لحیم و هویه مناسب انتخاب کنید (شکل ۸۵-۱).



شکل ۸۵-۱- انتخاب لحیم و هویه مناسب برای آی سی

برای لحیم کاری های دقیق از هویه ای که دارای تنظیم دمای الکترونیکی است استفاده کنید. در شکل ۸۶-۱ یک نمونه هویه با کنترل دمای الکترونیکی را ملاحظه می کنید. این هویه به عنوان قلع کش نیز قابل استفاده است.



شکل ۸۶-۱- هویه با تنظیم دمای الکترونیکی

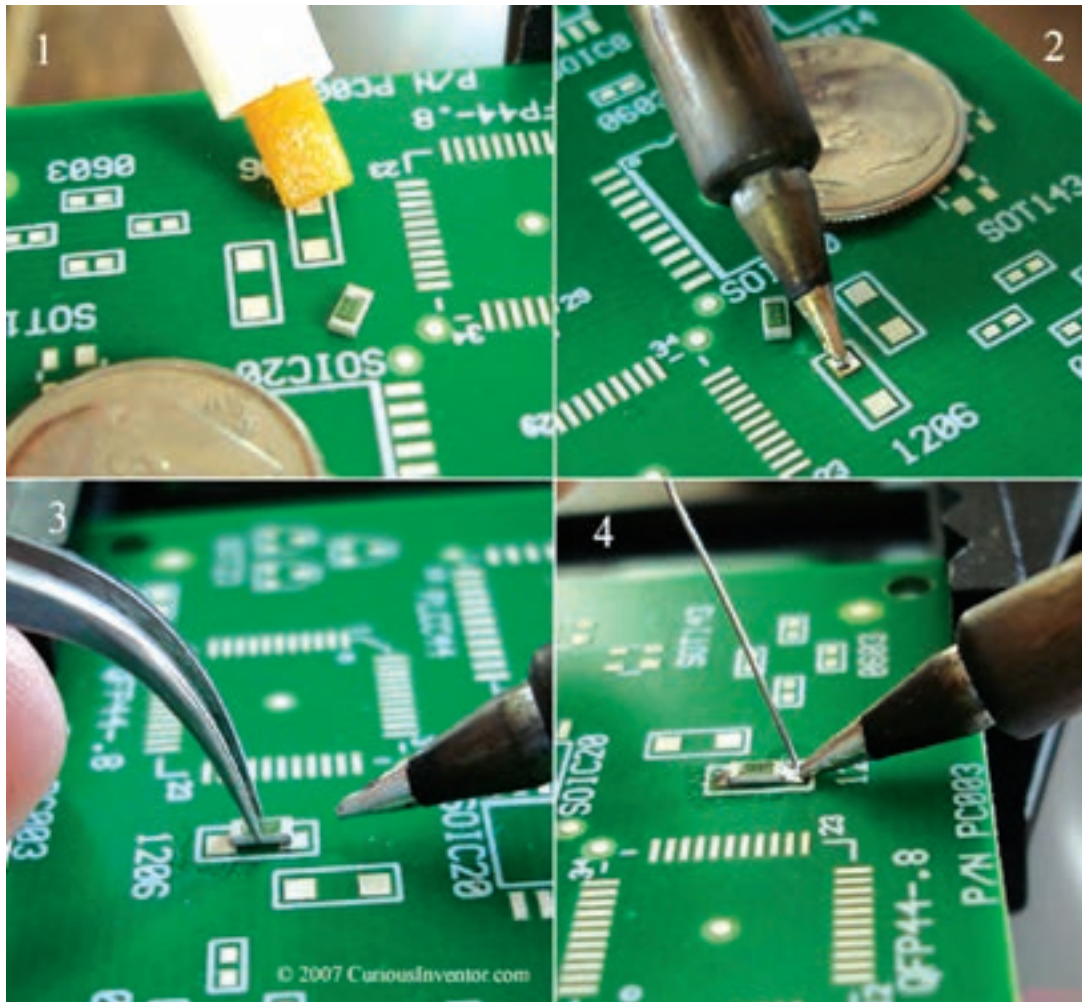
در شکل ۸۷-۱ نمونه دیگری از لحیم کاری روی برد الکترونیکی را ملاحظه می کنید. این هویه نیز دارای تنظیم دمای الکترونیکی است. هنگام اجرای لحیم کاری در این نوع بردها باید توجه داشته باشید که به قطعات جانبی آسیبی وارد نشود.

پس از بررسی کامل و دقیق شکل های ۸۲-۱ تا ۸۷-۱ مراحل زیر را اجرا کنید.



در شکل ۸۹-۱ این مراحل را مشاهده می کنید.

با استفاده از هویه های معمولی نیز می توانید قطعات SMD را مونتاژ یا دمونتاژ کنید.



شکل ۸۹-۱- مراحل مونتاژ یک قطعه SMD با استفاده از یک هویه معمولی



شکل ۹۰-۱- استفاده از هویه هوای گرم برای مونتاژ و دمونتاژ

● در صورتی که امکانات پیاده کردن و نصب قطعات SMD را در اختیار دارید چند قطعه SMD را مونتاژ و دمونتاژ کنید. با استفاده از هویه هوای گرم نیز می توانید عمل مونتاژ و دمونتاژ قطعات را انجام دهید. شکل ۹۰-۱ چگونگی مونتاژ یک آی سی را با هوای گرم نشان می دهد. در این حالت برای نصب آی سی از شابلون مخصوص استفاده شده است. \* ۵۰-۵۰-۱ خلاصه ای از فعالیت های انجام شده در این کار عملی را بنویسید. در مورد شکل ۹۰-۱ توضیح دهید.

در این مرحله ارزشیابی سوم توسط مربی تکمیل می گردد.



شکل ۹۳-۱ گیره سوسماری بدون روکش

● سیم ها را با طول مورد نیاز ببرید و آن ها را لخت کنید، سپس روکش گیره های سوسماری را مطابق شکل ۹۴-۱ از آن عبور دهید.



شکل ۹۴-۱ لخت کردن سیم و عبور دادن روکش گیره سوسماری از آن

● مطابق شکل ۹۵-۱ سیم ها را از شیارهای گیره سوسماری عبور دهید.



شکل ۹۵-۱ عبور سیم از گیره سوسماری

● گیره سوسماری را مطابق شکل ۹۶-۱ لحیم کنید.



شکل ۹۶-۱ لحیم کاری گیره سوسماری

قسمت نهم : آماده سازی سیم های رابط

۵۱-۵-۱ کار عملی شماره ۱۲ : اتصال گیره

سوسماری

مواد و تجهیزات مورد نیاز : گیره سوسماری به تعداد لازم، هویه، سیم لحیم مفتولی  $60/40$  و سیم افشان  $25/0$  یا  $5/0$

در این مرحله می خواهیم گیره هایی مطابق شکل ۹۱-۱ را بسازیم. برای این منظور نیاز به گیره سوسماری و سیم رابط داریم.



شکل ۹۱-۱ گیره سوسماری

در شکل ۹۲-۱ تعدادی گیره سوسماری را ملاحظه می کنید که به آن ها سیم وصل نشده است.



شکل ۹۲-۱ تعدادی گیره سوسماری بدون سیم

● یک عدد گیره سوسماری را بردارید و روکش آن را مطابق شکل ۹۳-۱ بیرون بیاورید.

استفاده قرار خواهد گرفت.  
در شکل ۱-۹۸ قطعات BNC پروب اسپیلوسکوپ به طور جداگانه و مونتاژ شده آن را مشاهده می کنید.



شکل ۱-۹۸- قطعات BNC و مونتاژ شده آن

۱-۵-۵۵- کار عملی شماره ۱۵ : اتصال فیش بلندگو، میکروفون، آمپلی فایر و ...  
مواد و تجهیزات مورد نیاز : انواع فیش ها، هویه، سیم لحیم، دم باریک، سیم چین، سیم لخت کن و پیچ گوشتی.  
مراحل انجام کار : با کمک همکار گروهی خود، تعدادی سیم رابط برای میکروفون، گوشی، بلندگو و ... بسازید. در شکل ۱-۹۹ چند نمونه فیش نشان داده شده است.



شکل ۱-۹۹- چند نمونه فیش

● روکش گیره را روی آن بکشید تا گیره سوسماری شما مشابه شکل ۱-۹۱ شود. گیره آماده استفاده است.

\* ۱-۵-۵۲- مراحل اجرای این کار عملی را به اختصار توضیح دهید.

۱-۵-۵۳- کار عملی شماره ۱۳ : اتصال پایانه آنتن تلویزیون

مواد و تجهیزات لازم : فیش نر و ماده آنتن تلویزیون، کابل آنتن تلویزیون، پیچ گوشتی، دم باریک، سیم چین و سیم لخت کن.

مراحل انجام کار : با کمک همکار گروهی خود تعدادی فیش نر و ماده آنتن را به کابل آنتن اتصال دهید.

در شکل ۱-۹۷ اتصال لحیم کاری شده کابل آنتن به فیش آنتن را ملاحظه می کنید. مراحل لحیم کاری مشابه مراحل اجرایی گیره سوسماری است.



شکل ۱-۹۷- اتصال کابل کوآکسیال به BNC

● برای کسب مهارت بیش تر کابل ها و سیم های رابط معیوب شده را تعمیر کنید.

۱-۵-۵۴- کار عملی شماره ۱۴ : تهیه پراب BNC

مواد و تجهیزات مورد نیاز : فیش BNC، گیره سوسماری، کابل کوآکسیال، هویه، لحیم مفتولی، سیم چین، دم باریک، انبردست و پیچ گوشتی.

مراحل انجام کار : با کمک مربی کارگاه یک پراب BNC با یک طرف گیره سوسماری بسازید. این پراب در آزمایشگاه مورد



در شکل ۱-۱۰۰ دو نمونه فیش را مشاهده می کنید.



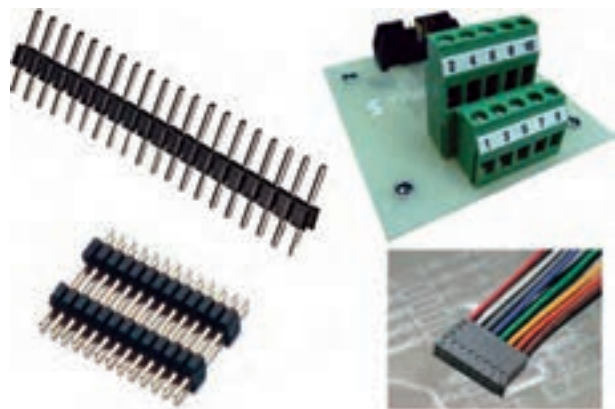
شکل ۱-۱۰۰- دو نمونه فیش

#### قسمت دهم : ساخت سوکت

۵۶-۵-۱- کار عملی شماره ۱۶ : استفاده از

وروبرد (veroboard)

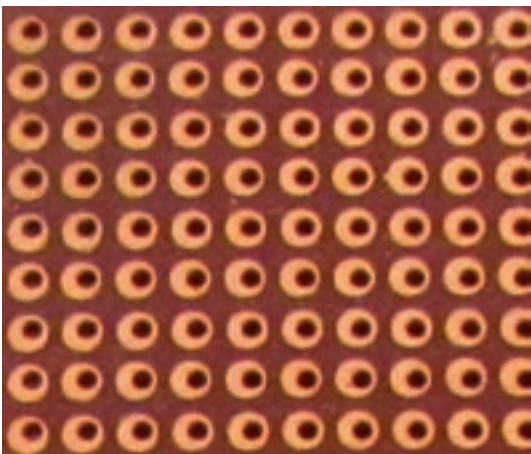
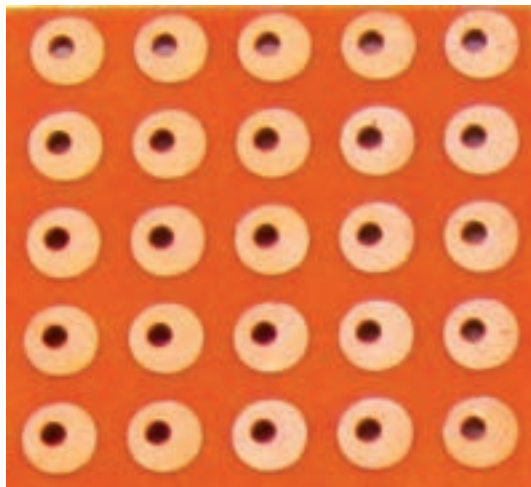
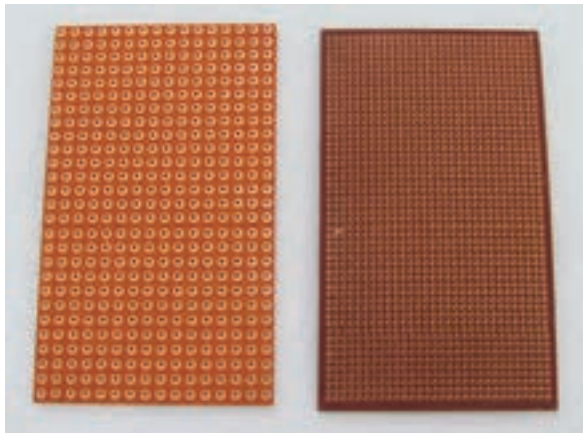
با کمک مریبان خود با استفاده از فیبر سوراخ دار مدار چاپی (Veroboard) و بین هدر (Pin header)، سوکت مناسب برای هفت قطعه ای بسازید. در شکل ۱-۱۰۱ نمونه هایی از بین هدرها را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۱۰۱- نمونه هایی از بین هدر (Pinheader)

فیبر سوراخ دار یا وروبرد (Veroboard) یک قطعه فیبر مدار چاپی است که تعداد زیادی سوراخ روی آن ایجاد شده است

و در قسمت مس آن نیز سوراخ ها از نظر الکتریکی از یکدیگر جدا هستند. از این فیبر می توان برای اجرای نمونه های پروژه و ساخت سوکت و ... استفاده کرد. در شکل ۱-۱۰۲ چند فیبر سوراخ دار را ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۱۰۲- چند فیبر سوراخ دار

\* ۱-۵-۵۷- گزارش مختصری دربارهٔ چگونگی ساختن پروب BNC، فیش‌های مختلف و فیبر هزار سوراخ بنویسید.

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط تعدادی پویانمایی و فیلم‌های کوتاه مرتبط با لحیم‌کاری را دانلود کنید و پس از مشاهده، دربارهٔ آن گزارش تنظیم نمایید و به کلاس ارائه دهید.

#### قسمت یازدهم: مباحث تکمیلی ۱-۵-۵۸- کار با هویه هفت‌تیری

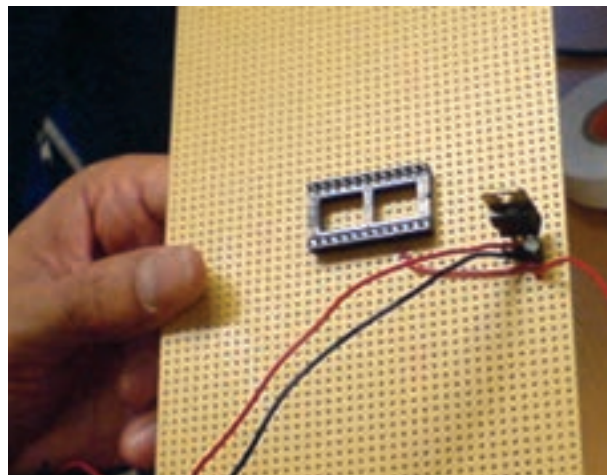
هویه هفت‌تیری (ترانسفورماتوری): هویه هفت‌تیری بر اساس اصول کار ترانسفورماتور کار می‌کند. ترانسفورماتور یا ترانس دارای دو سیم پیچ به نام اولیه و ثانویه است. سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه بر روی هسته‌ای آهنی به شکل U یا E پیچیده شده‌اند.

هویه هفت‌تیری بر اساس ترانسفورماتوری که سیم پیچ ثانویه آن اتصال کوتاه شده است کار می‌کند. اولیه ترانسفورماتور از چندین حلقه سیم نازک تشکیل شده است. ثانویه ترانسفورماتور از یک میله فلزی ساخته شده که دو انتهای آن به وسیله یک سیم مفتولی (نوک هویه) به هم مربوط می‌شوند.

با فشار دادن شستی ماشه‌ای، جریان برقی که در سیم پیچ اولیه جاری می‌شود، در سیم پیچ ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کند. این جریان باعث گرم شدن نوک هویه می‌شود. شکل ۱-۱۰۵ ساختمان داخلی یک هویه هفت‌تیری را نشان می‌دهد.

فرق هویه هفت‌تیری با هویه قلمی در این است که هویه هفت‌تیری در مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود. این هویه‌ها برای تولید توان‌های بالا ساخته می‌شوند.

در شکل ۱-۱۰۳ یک قطعه فیبر سوراخ‌دار که روی آن یک سوکت و ترانزیستور نصب شده است را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۱۰۳- یک قطعه فیبر سوراخ‌دار که یک سوکت و ترانزیستور روی آن نصب شده است.

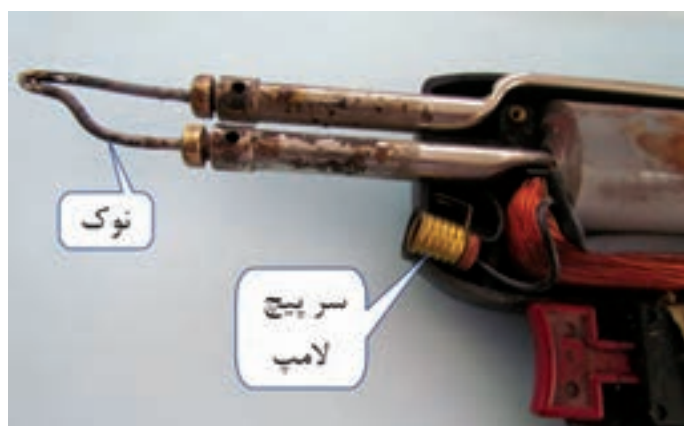
در شکل ۱-۱۰۴ یک مدار الکترونیکی که ابعاد آن حدوداً ۵ cm × ۵ cm است را مشاهده می‌کنید که روی فیبر سوراخ‌دار ساخته شده است.



شکل ۱-۱۰۴- یک نمونه مدار کامل روی فیبر سوراخ‌دار



با مشاهده و بررسی این تصاویر به آسانی می توانید هویه هفت تیری خود را تعمیر کنید.



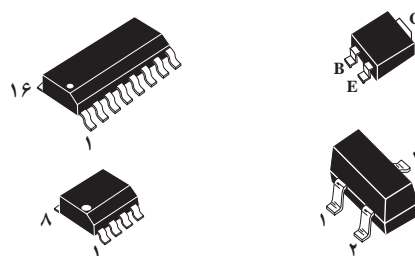
شکل ۱-۱۰۵- ساختمان داخلی هویه هفت تیری

## ۱-۵-۵۹- نکاتی چند درباره لحیم کاری نصب

سطحی

لحیم کاری در تکنولوژی نصب سطحی (SMT):

در فن نصب سطحی قطعات، از قطعات بسیار ریز برای ساختن مدارهای الکترونیکی در حجم کوچک استفاده می کنند. این قطعات ریز، قطعات SMD نام دارند. شکل ۱-۱۰۶ چند نمونه از این قطعات را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۰۶- چند نمونه قطعه SMD

پایه قطعات نصب سطحی از برد مدار چاپی عبور نمی کنند بلکه در همان سطح لحیم کاری قرار می گیرند. لحیم کاری نصب سطحی به دو روش انجام می گیرد.

**روش لحیم مدار جاری:** در این روش ابتدا قطعه نصب سطحی در جای خود چسبانده می شود سپس برد مدار چاپی در محفظه ای قرار گرفته و تا رسیدن به دمای لحیم حرارت می بیند. سپس قلع مذاب بر روی آن جریان یافته و پایه های قطعات را به مسیرهای زیر آن می چسباند. برای جلوگیری از چسبیدن قلع به قسمت های دیگر مدار سایر قسمت های مدار را با موادی که قلع به آن نمی چسبد می پوشانند. بعد از عمل لحیم کاری برد را به آرامی خنک می کنند و پوشش روی سایر قسمت های مدار را برمی دارند.

**روش لحیم کاری فروکنشی:** در این روش ابتدا



۵-۷-۱- در لحیم کاری عناصر الکترونیکی از روغن های کروسیو استفاده می شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۶-۷-۱- روغن نان کروسیو باید بعد از پایان عمل لحیم کاری در محل اتصال باقی بماند.

صحیح ☐ غلط ☐

#### چهارگزینه ای

۷-۷-۱- مناسب ترین درصد قلع و سرب لحیم برای انجام عمل لحیم کاری در الکترونیک کدام است؟

(۱) ۵۰/۵۰ (۲) ۴۰/۶۰

(۳) ۶۰/۴۰ (۴) ۶۳/۳۷

۸-۷-۱- وات بسیار مناسب هویه برای لحیم کاری آی سی کدام است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰

(۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۹-۷-۱- مهم ترین عامل بروز لحیم سرد کدام است؟

(۱) جدا کردن پی در پی هویه از سطح کار

(۲) حرکت دادن اتصال قبل از سرد شدن

(۳) کثیف بودن محل اتصال

(۴) کافی نبودن گرما در محل اتصال

۱۰-۷-۱- کدام اتصال لحیم کاری صحیح است؟



۱۱-۷-۱- در مورد اجرای صحیح عمل لحیم کاری

کدام مورد صحیح نیست؟

(۱) نقاط مورد لحیم کاری باید تمیز شود.

(۲) باید سیم ها و عناصری که می خواهیم به یکدیگر متصل

کنیم را به طور جداگانه حرارت دهیم.

(۳) هویه را به طور پی در پی از سطح کار جدا کنیم.

(۴) از هویه ۱۰ تا ۴۰ وات برای قطعات الکترونیک استفاده

کنیم.

قسمت های غیر ضروری برد مدار چاپی را با موادی می پوشانند. سپس روی برد مدار چاپی لایه ای از لحیم قرار می دهند و برد را تا دمای لحیم کاری حرارت می دهند. به این ترتیب لحیم روی مسیرهای مورد نظر می نشیند و در زیر پایه هریک از قطعات برآمدگی بسیار کوچکی از لحیم ایجاد می شود. بعد از این عمل پوشش روی مدار چاپی برداشته شده و سپس قطعات با دستگاه خودکار در محل خود روی برد چسبانده می شوند. بعد از این مرحله برد به سرعت تا دمای ذوب لحیم کاری گرم می شود و پایه قطعات را به محل مربوطه لحیم می کند. بعد از این مرحله بُرد به آرامی خنک می شود.

لحیم کاری مجدد قطعات نصب سطحی مانند لحیم کاری قطعات پایه دار است. ابزار مورد نیاز در این حالت، حداقل شامل پنس با سر ظریف و دقیق جهت جا دادن قطعات، هویه بسیار دقیق با نوکی به قطر ۲/۰ mm به بالا و سیم نازک لحیم مخصوص SMT با قطر ۵/۰ mm، (با ۲ درصد نقره، ۳۶ درصد سرب و ۶۲ درصد قلع) به همراه روغن مخصوص لحیم کاری می باشد.

### \* ۶-۱- نتایج کار عملی

آن چه را که در این کار عملی انجام داده اید جمع بندی کنید.

### ۷-۱- الگوی پرسش

#### کامل کردنی

۱-۷-۱- نقطه ذوب روغن لحیم باید ..... از نقطه ذوب لحیم باشد.

۲-۷-۱- در هویه سرعت بالا ابتدا درجه حرارت نوک

هویه ..... است. سپس درجه حرارت نوک هویه ..... می یابد.

۳-۷-۱- در الکترونیک هویه های با وات ..... تا

..... برای لحیم کاری مناسب است.

#### صحیح یا غلط

۴-۷-۱- در لحیم کاری سخت درجه حرارت کار بالا

و در لحیم کاری نرم درجه حرارت کار نسبتاً پایین است.

صحیح ☐ غلط ☐

## تشریحی

۱۲-۷-۱ سه نمونه از موارد ایمنی در مراحل

لحیم کاری را شرح دهید.

۱۳-۷-۱ معنی فارسی هریک از لغات انگلیسی را

بنویسید.

الف) Soldering

ب) Flux

پ) Non corrosive

ت) Vero board

۱۴-۷-۱ سه مورد از ویژگی های روغن لحیم را

شرح دهید.

۱۵-۷-۱ مراحل لحیم کاری به روش لحیم مذاب

جاری برای قطعات SMD را به ترتیب نام ببرید.

۱۶-۷-۱ مراحل اجرای کار در لحیم کاری فروکشی

برای قطعات SMD را به ترتیب اجرای کار شماره گذاری کنید.

محل شماره

□ حرارت دادن برد تا دمای لحیم کاری

□ چسباندن قطعات با دستگاه خودکار در محل خود

روی برد

□ گرم شدن برد به سرعت تا دمای ذوب لحیم کاری

□ پوشاندن قسمت های غیرضروری برد مدار چاپی با

مواد مخصوص

□ قرار دادن لایه ای از لحیم روی برد

□ برداشتن پوشش روی برد مدار چاپی

□ خنک شدن برد به آرامی

۱۷-۷-۱ مراحل عملی لحیم کاری برای اتصال دو

قطعه سیم به یکدیگر را به ترتیب مراحل اجرای کار شرح دهید.

۱۸-۷-۱ نحوه عملی دمونتاز قطعات توسط قلع کش

را از روی یک فیبر اوراقی به ترتیب مراحل اجرای کار تشریح

کنید.

۱۹-۷-۱ نحوه تمیز نمودن نوک هویه و قلع کش

پیستونی را تشریح کنید.

## ۸-۱-۱ ارزشیابی نهایی

پس از پاسخ دادن به سؤال های الگوی پرسش و کامل

کردن کتاب گزارش کار در زمان تعیین شده، کتاب گزارش کار را

تحویل دهید. در این مرحله از کلیه مراحل اجرای کار ارزشیابی

نهایی به عمل می آید.



### بوبین پیچی

زمان اجرا : ۹ ساعت آموزشی

#### هدف کلی

طراحی و ساخت چند نمونه بوبین یک لایه و چند لایه

هدف های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که بتواند :

سلف سنج اندازه بگیرد.  
- تأثیر تغییر طول و جنس هسته را روی ضریب خودالقایی بوبین آزمایش کند.  
- هدف رفتاری در حیطه عاطفی که در فصل اول آمده است را در این فصل نیز اجرا کند.

- انواع سیم های مورد استفاده در بوبین را شرح دهد.  
- اجزای ساختمان یک بوبین یک لایه را نام ببرد.  
- اجزای ساختمان یک بوبین چند لایه را نام ببرد.  
- یک بوبین یک لایه و چند لایه را با هسته هوا

پیچد.

- ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده را توسط

## ۲-۱-۱ اطلاعات مقدماتی

### ۲-۱-۱-۱ سیم پیچ یا بوبین : از پیچیدن سیم هادی

روپوش دار روی یک استوانه، یک سیم پیچ الکتریکی یا بوبین یا سلف ایجاد می شود. از بوبین برای ایجاد مقاومت القایی در مدارها استفاده می کنند. این سیم پیچ ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند ولی می توان آن ها را به دو دسته کلی طبقه بندی کرد :

الف) سیم پیچ بدون هسته (با هسته هوا)

ب) سیم پیچ با هسته فلزی یا فریت

در سیم پیچ بدون هسته، سیم را روی لوله های عایق، مانند مقوا یا پلاستیک، می پیچند. این لوله ها که قرقره نام دارند فقط برای حفظ و نگهداری سیم پیچ مورد استفاده قرار می گیرند. سلف های با خود القایی زیاد، اگر بدون هسته (با هسته هوا) ساخته شوند ابعاد آن ها بزرگ می شود بنابراین بهتر است آن ها را با هسته (فلزی) بسازند، در این مورد هسته مناسب، بخصوص در صنعت الکترونیک فریت ها هستند. در شکل ۲-۱ تعدادی از سلف ها و ترانسفورماتورها، نشان داده شده اند.



شکل ۲-۱- نمونه هایی از سلف ها و ترانسفورماتورهای کوچک با هسته فریت

پیچیدن سیم روی هسته معمولاً به دو صورت یک لایه و

چند لایه انجام می گیرد.

الف) سیم پیچ یک لایه : در این نوع سیم پیچ بر روی

یک قرقره یا بر روی هسته استوانه ای شکل سیم را به طور منظم

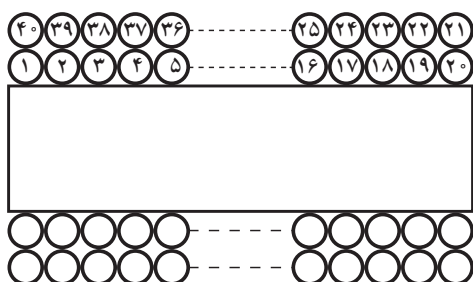
می پیچند. شکل ۲-۲ دو بوبین یک لایه را نشان می دهد.

ب) سیم پیچ چند لایه : اگر به بوبین با خود القایی زیاد

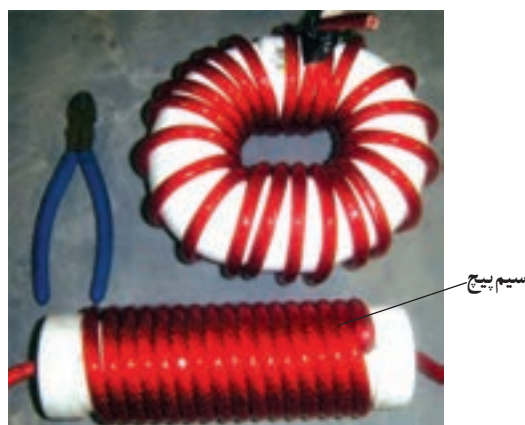
احتیاج باشد، از سیم پیچ چند لایه استفاده می کنیم. پیچیدن سیم پیچ

چند لایه روش های مختلفی دارد. شکل ۲-۳ یک سیم پیچ دو لایه

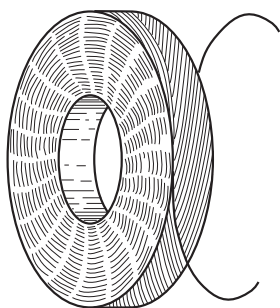
را که به صورت معمولی پیچیده شده است نشان می دهد.



شکل ۲-۳- بوبین چند لایه



شکل ۲-۲- بوبین یک لایه



شکل ۲-۶- سیم پیچ چند لایه با روش لانه زنبوری

## ۲-۱-۲- محاسبه عملی سیم پیچ (بوبین) با هسته

هوا : برای پیچیدن بوبین باید اطلاعات زیر را داشته باشیم :

(الف) جریان عبوری از بوبین .

(ب) ضریب خود القایی بوبین .

(پ) حجم فضایی که بوبین اشغال می کند .

با در دست داشتن اطلاعات فوق باید مجهولات زیر را

محاسبه کنیم :

(الف) قطر قرقره (D)

(ب) طول مفید سیم پیچ (l)

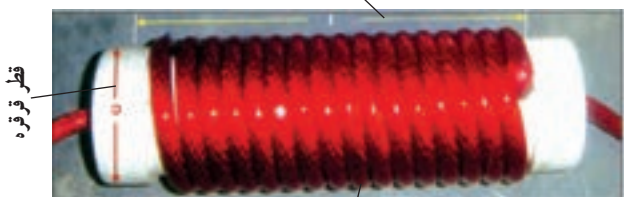
(پ) تعداد دور سیم پیچ (N)

(ت) قطر سیم مورد استفاده (d)

شکل ۲-۷- یک بوبین یک لایه را با مشخصات فوق نشان

می دهد .

طول سیم پیچ



(N) تعداد دور

شکل ۲-۷- مشخصات بوبین یک لایه

برای محاسبه یک بوبین یک لایه منظم با هسته هوا، از

$$L = \frac{0.08 D^2 N^2}{3D + 9l} \quad \text{فرمول زیر استفاده می کنیم.}$$

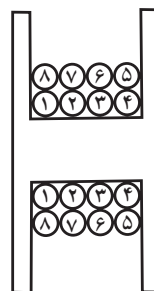
در این فرمول L ضریب خود القایی بوبین بر حسب

میکروهنری، D قطر قرقره بر حسب سانتی متر، l طول سیم پیچ

برای کاهش ظرفیت خازن های پراکنده در سیم پیچ،

می توان از روش پیچیدن مستقیم بر روی هم مطابق شکل ۲-۴

استفاده کرد .



شکل ۲-۴- بوبین چند لایه با کاهش ظرفیت خازن پراکنده

**توجه :** هنگام ساخت و پیچیدن بوبین ها، سعی کنید

بوبین های  $100 \mu H$ ،  $300 \mu H$ ،  $10 \text{ mH}$  و  $100 \text{ mH}$

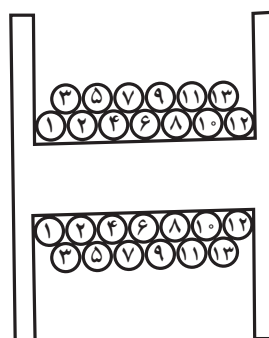
بپیچید تا آن ها را در کارگاه الکترونیک عمومی سال سوم

مورد استفاده قرار دهید .

برای کاهش بیش تر ظرفیت خازن های پراکنده از روشی

مطابق شکل ۲-۵ استفاده می کنند . البته پیچیدن سیم پیچ با این

روش بسیار مشکل است .



به نحوه پیچیدن سیم ها  
روی قرقره توجه کنید .

شکل ۲-۵- نوع دیگری از بوبین چند لایه

روش رایج برای کاهش ظرفیت خازن های پراکنده،

پیچیدن سیم پیچ چند لایه به روش یونیورسال یا لانه زنبوری است،

شکل ۲-۶ این روش را نشان می دهد .

برحسب سانتی متر و  $N$  تعداد دور سیم پیچ است. اگر قطر سیم را  $d$  در نظر بگیریم طبیعی است که  $l = N \cdot d$  خواهد شد. در محاسبات چون  $l$  بر حسب سانتی متر است باید  $d$  هم برحسب سانتی متر باشد.

۳-۱-۲ برای پیچیدن یک بوبین باید مراحل زیر را اجرا کنید:

الف) متناسب با فضای موجود، ابعاد قرقره را انتخاب کنید.

ب) قطر سیم را مطابق با جریان عبوری از آن محاسبه کنید. چون سیم لاکی با سطح مقطع دایره ای برای پیچیدن بوبین به کار می رود، باید برای محاسبه قطر سیم از چگالی جریان استفاده کنید.

۴-۱-۲ چگالی جریان: مقدار جریان عبوری از واحد سطح را چگالی جریان گویند. چگالی جریان را با  $J$  نشان می دهند و واحد آن آمپر بر میلی متر مربع است.

$$J = \frac{I \text{ (آمپر)}}{A \text{ (میلی متر مربع)}}$$

$A$  سطح مقطع سیم برحسب میلی متر مربع است. اگر قطر سیم  $d$  باشد:



$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \Rightarrow d = 1/13 \sqrt{I}$$

مقدار  $J$  متناسب با توان بوبین انتخاب می شود. در جدول ۱-۲ مقادیر  $J$  متناسب با توان ( $P$ ) نشان داده شده است.

جدول ۱-۲

| $P(V \cdot A)$ | آمپر<br>$J \left( \frac{\text{میلی متر مربع}}{\text{میلی متر مربع}} \right)$ |
|----------------|--|
| ۰-۵۰           | ۴  |
| ۵۰-۱۰۰         | ۳/۵  |
| ۱۰۰-۲۰۰        | ۳  |
| ۲۰۰-۵۰۰        | ۲/۵  |

چون توان بوبین ها معمولاً کم است بنابراین مقدار  $J$ ، ۴ آمپر بر میلی متر مربع در نظر گرفته می شود.

چنانچه در فرمول محاسبه  $L$ ، به جای  $l$  مساوی آن  $Nd$  را قرار دهیم،  $N$  را می توانیم به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$N = \frac{9Ld \pm \sqrt{(9Ld)^2 + 0.96LD^3}}{0.16D^2}$$

۵-۱-۲ مثال: بوبینی با ضریب خود القایی  $10 \mu H$  و جریان عبوری  $200 mA$  طراحی کنید.

حل:

(۱)  $D = 1 cm$  و  $I = 2 cm$  انتخاب می کنیم.

$$J = 4 \frac{A}{mm^2} \quad (2)$$

$$d = 1/13 \sqrt{\frac{I}{J}} = 1/13 \sqrt{\frac{2}{4}} = 0.252 mm \quad (3)$$

قطر سیم استاندارد  $0.25 cm = 0.25 mm$

$$N = \frac{9Ld \pm \sqrt{(9Ld)^2 + 0.96LD^3}}{0.16D^2} \quad (4) \text{ تعداد دور}$$

$$N = \frac{9 \times 10 \times 0.25 \pm \sqrt{(9 \times 10 \times 0.25)^2 + 0.96 \times 10 \times 1^3}}{0.16 \times 1^2}$$

$$= \frac{2.25 \pm 3.82}{0.16}$$

$$N = \frac{2.25 + 3.82}{0.16} = 38 \text{ دور}$$

۶-۱-۲ محاسبه بوبین چندلایه: اگر ضریب

خود القایی زیاد باشد، پیچیدن سیم به صورت یک لایه باعث بزرگ شدن بوبین می شود لذا بوبین را به صورت چندلایه می پیچند.

شکل ۸-۲ یک بوبین چندلایه را نشان می دهد.



$$n' = \frac{N}{n} = \text{تعداد لایه ها}$$

ث) عمق سیم پیچ بر حسب سانتی متر  $e = n' \cdot d$  است.

ج) قطر متوسط از رابطه  $D_{ave} = D_{min} + e$  به دست

می آید.

۷-۱-۲- مراحل محاسبه و اجرای یک بوبین چند

لایه

الف) ابعاد قرقره را متناسب با فضای موجود انتخاب کنید.

ب) قطر سیم را با توجه به جریان محاسبه کنید.

پ) تعداد دور فرضی را برای بوبین یک لایه محاسبه

$$N = \sqrt{\frac{L(3D + 9l)}{\pi D_{ave}^2}} \quad \text{کنید.}$$

ت)  $D_{ave}$  و  $e$  را محاسبه کنید.

هـ) در رابطه  $L = \frac{\pi D_{ave}^2 N^2}{3D_{ave} + 9l + \pi e}$  به جای  $e$  مساوی

آن  $\frac{Nd^2}{l}$  را قرار دهید، سپس  $N$  را به دست آورید، به فرمول نهایی

زیر می رسید.

$$N = \frac{\frac{\pi D_{ave}^2 N^2}{3D_{ave} + 9l + \pi e}}{\pi D_{ave}^2} \pm \sqrt{\left(\frac{\pi D_{ave}^2 N^2}{3D_{ave} + 9l + \pi e}\right)^2 + \frac{\pi D_{ave}^2 N^2 (3D_{ave} + 9l)}{\pi D_{ave}^2}}$$

۸-۱-۲- مثال: بوبینی با ضریب خودالقایی ۱۰

میلی هانری را برای جریان ۲۰۰ میلی آمپر با قرقره ای به ابعاد

$D_{min} = 1/5 \text{ cm}$  و  $l = 2 \text{ cm}$  طراحی و محاسبه کنید.

حل:

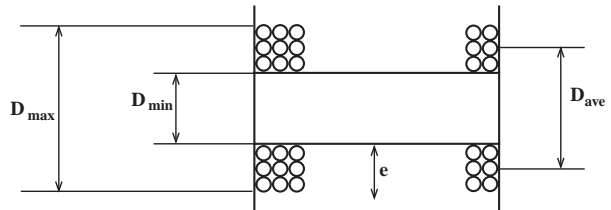
الف)  $D_{min} = 1/5 \text{ cm}$  و  $l = 2 \text{ cm}$

ب) محاسبه تعداد دور فرضی برای یک لایه:

$$N = \sqrt{\frac{L(3D + 9l)}{\pi D_{ave}^2}} = \sqrt{\frac{10^4 (3 \times 1/5 + 9 \times 2)}{\pi (1/5)^2}} = \sqrt{\frac{22/5 \times 10^4}{\pi/18}} = 1118 \text{ دور}$$

پ) قطر سیم که در بوبین یک لایه محاسبه شد

$$d = 0.25 \text{ mm}$$



شکل ۸-۲- مشخصات بوبین چندلایه

با معلوم بودن  $D_{min}$  و  $D_{max}$  قطر متوسط یعنی  $D_{ave}$  را

به دست می آوریم.

$$D_{ave} = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

برای به دست آوردن عمق سیم پیچ ( $e$ ) از رابطه زیر استفاده

می کنیم:

$$e = \frac{D_{max} - D_{min}}{2}$$

با استفاده از رابطه:  $L = \frac{\pi D_{ave}^2 N^2}{3D_{ave} + 9l + \pi e}$

مقدار ضریب خودالقایی  $L$  محاسبه می شود. که در آن:

$L$  ضریب خودالقایی بر حسب میکروهانری

$D_{ave}$  قطر متوسط بر حسب سانتی متر

$l$  طول سیم پیچ بر حسب سانتی متر

$e$  عمق سیم پیچ بر حسب سانتی متر

و  $N$ ، تعداد دور بوبین است

اگر فقط  $D_{min}$  معلوم باشد به صورت زیر عمل می کنیم:

الف) محاسبه قطر سیم عیناً شبیه محاسبات قطر سیم در

بوبین یک لایه است.

ب) تعداد دور در یک لایه از رابطه  $n = \frac{1}{d}$  به دست

می آید.

پ) اگر بوبین را یک لایه فرض کنیم از  $D_{min}$  می توان تعداد

دور یعنی  $N$  را به دست آورد:

$$L = \frac{\pi D_{min}^2 N^2}{3D_{min} + 9l}$$

$$N = \sqrt{\frac{L(3D_{min} + 9l)}{\pi D_{min}^2}}$$

ت) بعد از محاسبه تعداد دور فرضی تعداد لایه ها را به دست

می آوریم:

$$e = d \cdot n' = 0.25 \times 14 = 3.5 \text{ cm} \quad (\text{ج) عمق سیم پیچ}$$

$$D_{\text{ave}} = D_{\text{min}} + e = 1.5 + 3.5 \quad (\text{ح) قطر متوسط}$$

$$D_{\text{ave}} = 1/85 \text{ cm}$$

$$n = \frac{l}{d} = \frac{2}{0.25} = 8 \quad (\text{ث) دور یک لایه}$$

$$n' = \frac{N}{n} = \frac{1118}{8} = 139.75 \approx 14 \quad (\text{ج) تعداد لایه}$$

$$N = \frac{\frac{10 \times 10^4 \times (0.25)^2}{2} \pm \sqrt{\left[ \frac{10 \times 10^4 \times (0.25)^2}{2} \right]^2 + \frac{0.32 \times 10^4 \times (1/85)^2 (3 \times 1/85 + 9 \times 2)}{0.16 \times (1/85)^2}}}{0.16 \times (1/85)^2} \quad (\text{خ) محاسبه تعداد دور}$$

$$N = \frac{31/25 \pm 5.8/81}{0.54} \Rightarrow N = \frac{540}{0.54} = 1000 \text{ دور}$$

پس مشخصات این بوبین به قرار زیر است :

$$D_{\text{ave}} = 1/85 \text{ cm}$$

$$e = 3.5 \text{ cm}$$

$$l = 2 \text{ cm}$$

$$N = 1000 \text{ دور}$$

## ۵-۲- مراحل اجرای کار عملی

\* ۵-۲-۱- هدف کلی را در کتاب گزارش کار بنویسید.

۵-۲-۲- کار عملی شماره ۱ : بوبین های یک لایه

با ضریب خودالقایی  $15 \mu\text{H}$  و  $100 \mu\text{H}$  و جریان  $25^\circ$  میلی آمپر را با ابعاد  $D = 1/5 \text{ cm}$  و  $l = 2 \text{ cm}$  طراحی کنید و بوبین را روی قرقره مناسب بپیچید (در صورت نیاز طول و قطر را تغییر دهید). با کمک مربی و دستگاه سلف سنج ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده را اندازه بگیرید.

۵-۲-۳- کار عملی شماره ۲ : بوبین های یک لایه با

ضریب خودالقایی  $300 \mu\text{H}$  و  $25 \mu\text{H}$  و جریان  $25^\circ$  میلی آمپر را در ابعاد  $D = 2 \text{ cm}$  و  $l = 3 \text{ cm}$  طراحی کنید و بوبین را روی قرقره مناسب بپیچید. سپس با کمک مربی و دستگاه سلف سنج ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده را اندازه بگیرید (در صورت نیاز طول و قطر را تغییر دهید).

۵-۲-۴- کار عملی شماره ۳ : بوبین های چند لایه با

ضریب خودالقایی  $L = 1 \text{ mH}$ ،  $L = 10 \text{ mH}$  و  $L = 100 \text{ mH}$  و جریان  $20^\circ$  میلی آمپر را طراحی کنید. ابعاد قرقره را متناسب با فضای موجود انتخاب کنید. بوبین را روی قرقره مناسب آن بپیچید. سپس با کمک مربی و دستگاه سلف سنج ضریب خودالقایی بوبین را اندازه بگیرید.

\* ۵-۲-۵- یک یا دو نمونه کار عملی را با توجه به

بوبین مورد نیاز کارگاه خود انتخاب نموده و با استفاده از دستگاه بوبین پیچ کار عملی را به اجرا درآورید و درمورد نحوه پیچیدن بوبین توضیح دهید. در شکل ۹-۲ یک نمونه دستگاه بوبین پیچ را ملاحظه می کنید.

## توجه کنید : از آن جا که یکی از قطعات اصلی در

دستگاه های الکترونیکی ترانسفورماتور است، در ضمیمه شماره ۱-۲ در جلد دوم (کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی و کارگاهی) اطلاعات جامعی را در ارتباط با طراحی و محاسبه و پیچیدن ترانسفورماتور آورده ایم که افراد علاقه مند می توانند از آن استفاده کنند.

## ۲-۲- نکات ایمنی

کلیه نکات ایمنی مرتبط با کار عملی فصل اول را در این مرحله نیز اجرا کنید.

## ۳-۲- کار با نرم افزار

با جست و جو در فضای مجازی، نرم افزاری بیابید که بتوانید با استفاده از آن بوبین های یک لایه و چند لایه را محاسبه کنید.

## ۴-۲- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

سیم لاک، بوبین پیچ، قرقره، جعبه ابزار الکترونیکی و LCR متر

## صحیح یا غلط

۲-۷-۴ اگر چگالی جریان  $J \left( \frac{A}{mm^2} \right)$  و جریان عبوری

از سیم  $I$  آمپر باشد، قطر سیم با استفاده از رابطه  $d = 1/13 \sqrt{\frac{I}{J}}$  به دست می‌آید.

صحیح ☐ غلط ☐

۲-۷-۵ اگر حلقه‌های سیم پیچ یک بوبین یک لایه را

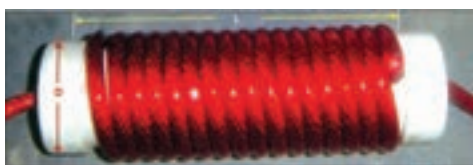
از هم دور کنیم (فاصله حلقه‌ها را زیاد کنیم) ضریب خودالقایی بوبین کاهش می‌یابد.

صحیح ☐ غلط ☐

## چهارگزینه‌ای

۲-۷-۶ کدام رابطه برای محاسبه بوبین یک لایه منظم

با هسته هوا صحیح است؟ (شکل ۲-۱۰)



$$L = \frac{0.8DN^2}{3D + 9l} \quad (1)$$

$$L = \frac{0.8DN^2}{3D + 9l} \quad (2)$$

$$L = \frac{0.8DN^2}{3D + 9l} \quad (3)$$

$$L = \frac{0.8DN^2}{3l + 9D} \quad (4)$$

۲-۷-۷ قطر مناسب برای عبور ۲۵ میلی آمپر جریان

از سیم با چگالی جریان  $\frac{4A}{mm^2}$  کدام است؟

۱) ۲۸ mm / ۲) ۲۵ mm /

۳) ۲ mm / ۴) ۱/۱۳ mm

## کوتاه پاسخ

۲-۷-۸ واحد چگالی جریان را بنویسید.



شکل ۲-۹ دستگاه بوبین پیچ

\* ۲-۵-۶ هسته‌ای آهنی را در داخل قرقره بوبین

قرار دهید و تأثیر آن را روی ضریب خودالقایی بوبین بررسی کنید و نتیجه را ثبت نمایید.

\* ۲-۵-۷ هسته‌ای فربیتی را در داخل قرقره بوبین

قرار دهید و با اندازه‌گیری ضریب خودالقایی بوبین، تأثیر هسته فربیتی را روی بوبین بررسی نمایید.

\* ۲-۵-۸ تأثیر تغییر فاصله سیم‌ها را روی ضریب

خودالقایی بررسی کنید و نتایج را یادداشت نمایید.

## ۲-۶ نتایج کار عملی

آن چه را که در این کار عملی آموخته‌اید به اختصار جمع‌بندی کنید.

## ۲-۷ الگوی پرسش

### کامل‌کردنی

۲-۷-۱ هسته مناسب برای بوبین‌های با ضریب خودالقایی

زیاد ..... است.

۲-۷-۲ مقدار جریان عبوری از ..... سیم را

..... می‌نامند و آن را با حرف  $L$  نشان می‌دهند.

۲-۷-۳ قراردادن هسته فربیتی در داخل قرقره بوبین با

هسته هوا ضریب خودالقایی بوبین را ..... می‌کند.

### تشریحی

۹-۷-۲ در فرمول  $L = \frac{8D^2 N^2}{3D + 9I}$  که مربوط به محاسبه بوبین یک لایه با هسته هوا است،  $L$  و  $D$  و  $I$  چه کمیت‌هایی هستند و واحد هریک از کمیت‌ها را بنویسید.

۱۰-۷-۲ برای پیچیدن یک بوبین چه اطلاعاتی را باید داشته باشیم؟ با استفاده از این اطلاعات، چه مجهولاتی را باید محاسبه کنیم؟ توضیح دهید.

### ویژه هنرجویان علاقه‌مند

#### تحقیق کنید

یک عدد ترانسفورماتور ۲۲۰ ولت به ۹ ولت را در اختیار بگیرید اولیه و ثانویه آن را شناسایی کنید و مقاومت اولیه و ثانویه آن را اندازه بگیرید. ترانس را به برق وصل کنید و ولتاژ ثانویه آن را اندازه بگیرید. در مورد این تحقیق گزارشی تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

### ۸-۲ ارزشیابی

پس از کامل کردن گزارش و پاسخ دادن به سؤالات الگوی پرسش، در زمان تعیین شده گزارش کار خود را ارائه دهید.



### نقشه‌های مدارهای الکترونیکی

زمان اجرا : ۱۵ ساعت آموزشی

#### هدف کلی

ترسیم نقشه‌های الکترونیکی ساده به صورت دستی و نرم‌افزاری

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

– قواعد و قراردادهای متداول برای ترسیم نقشه مدارهای الکترونیکی را شرح دهد.  
– یک نمونه نقشه فنی ساده با استفاده از ابزار معمولی (مداد – خط‌کش و ...) روی کاغذ A۴ ترسیم کند.  
– با استفاده از نرم‌افزار ادیسون چند نمونه نقشه فنی ساده الکتریکی و الکترونیکی را ترسیم کند.  
– با استفاده از نرم‌افزار ادیسون نقشه فنی مدار مشخصی را با ابعاد معین ترسیم کند.  
– با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم چند نمونه نقشه فنی ساده الکترونیکی را ترسیم کند.  
– با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم نقشه فنی مدار مشخصی را ترسیم نماید.  
– براساس مراحل اجرای کار گزارش کار مناسب تهیه کند.  
– حیطه‌های عاطفی بیان شده در فصل اول را رعایت کند.

– علت به وجود آمدن استاندارد را شرح دهد.  
– علت استفاده از استاندارد را شرح دهد.  
– انواع استانداردهای متداول در صنعت برق و الکترونیک را نام ببرد.  
– استانداردهای پرکاربرد در رشته الکترونیک را نام ببرد.  
– به منظور آشنایی با قطعات و تجهیزات طراحی فیبر مدار چاپی و لحیم کاری هدفمند یک نمونه پروژه ساده در این مرحله معرفی شود. این پروژه می‌تواند مداری مانند آداپتور – کلید ساده الکترونیکی – چشمک زن – تستر ترازستور باشد. (تعداد قطعات به کار رفته در مدار حداقل ۸ قطعه)  
– علامت اختصاری و نماد فنی تعدادی از قطعات متداول در مدارهای الکترونیکی را رسم کند.  
– تاریخچه ترسیم نقشه‌های الکترونیکی و ابزار مربوط به آن را شرح دهد.

## ۳-۱-۳-۱-۱ اطلاعات مقدماتی

### ۳-۱-۳-۱-۱-۱ استانداردها : امروزه در دنیا وقتی کالایی

یا خدماتی عرضه می‌شود، مردم به غیر از آرم تبلیغاتی (برند) آن به تاریخ تولید، انقضاء، خدمات پس از فروش، نشان یا نشان‌های استاندارد آن توجه می‌کنند.

علامت استاندارد نشان مرغوبیت کالا است و اجناس و خدماتی که هیچ نشان استاندارد بر خود ندارند، برای استفاده و خرید به هیچ عنوان مناسب نیستند. استاندارد (Standard) در لغت به معنی نظم، قاعده و قانون است. به عبارت دیگر تعیین و تدوین ویژگی‌های لازم در تولید یک فرآورده (محصول) یا انجام یک خدمت را استاندارد گویند.

باید به این نکته توجه داشت که در طول تاریخ با پیشرفت روزافزون جوامع، معیارهای استاندارد تغییر می‌کند و هیچ‌گاه ثابت و یکسان نیست و تغییرات آن وابسته به مسائل اقتصادی، صنعتی، شرایط اقلیمی و فرهنگ و رسوم ملت‌ها در دنیا می‌باشد. به همین منظور استانداردها به انواع زیر دسته‌بندی می‌شوند.

### ۳-۱-۳-۱-۲ انواع استانداردها

الف) بین‌المللی International

ب) ملی National

پ) منطقه‌ای Regional

ت) محلی Local

به عنوان مثال استاندارد TÜV یکی از معتبرترین استانداردهای دنیا متعلق به سازمانی در آلمان است که روی سلامتی کالاهای صنعتی ارائه شده از جانب شرکت‌های مختلف، نظارت دارد. استاندارد ارائه شده برای سلامت کارکرد کالاهای محصولات کشاورزی، دودزایی وسایل نقلیه، استاندارد ساخت موتورهای سنگین و سبک و تأسیسات انرژی است تا سلامت انسان و محیط زیست را تضمین کند.

یکی دیگر از استانداردها، استاندارد حلال (HDC) است.

این استاندارد مختص کشورهای اسلامی و مسلمانان جهان است که بیش‌ترین کاربرد آن برای محصولات غذایی بر طبق شریعت اسلامی است، قواعد این استاندارد نظارت بر تولید غذا، بسته‌بندی و انبار دارد.

در جدول ۳-۱ برخی از استانداردهای بین‌المللی - ملی آورده شده است.

جدول ۳-۱

| نام استاندارد یا مؤسسه   | شرح وظایف   | علامت اختصاری  |
|--|---|--|
| ایزو - سازمان بین‌المللی استاندارد International standard organization | یک فدراسیون بین‌المللی، تشکیل شده از نهادهای ملی استاندارد است. وظیفه ایزو ارتقای توسعه استانداردسازی و فعالیت‌های مربوط به آن در دنیا است.   | ISO  |
| Communaute Europeenne  | استانداردسازی اجباری در بسیاری از محصولات تجاری و صنعتی است که در منطقه اقتصادی اروپا تولید یا به فروش می‌رسند و باید از نظر سلامت و امنیت برای انسان و طبیعت تضمین شده باشند.  | CE   |
| مؤسسه ملی استاندارد ANSI American National Standards Institute         | کار اصلی این مؤسسه این است که اعتبار استانداردهای تولید شده به وسیله نمایندگان مؤسسات استانداردسازی، گروه‌های مصرف‌کننده خدمات، شرکت‌های تولیدی، و کار کارمندان ... را تأیید می‌کند.  | ANSI   |
| مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ماتصا)                          | این مؤسسه تنها مرجع تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) در ایران است و برطبق قانون نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری کنترل کیفی مواردی مانند محصولات، خدمات علمی - فنی، واردات و صادرات کالا را در ایران برعهده دارد. | S<br> |

لازم به توضیح است که چنانچه تمایل به ارزشیابی از جدول‌های استاندارد باشد باید جدول مربوطه در اختیار هنجریان قرار گیرد.

برق و الکترونیک برای نظارت و کنترل کیفی محصولات و خدمات مهندسی، استانداردهایی برحسب نوع فرآورده تعریف شده است که در جدول ۳-۲ آمده است.

توصیه می‌شود در صورت ارزشیابی از این بخش جدول

۳-۱-۳- استانداردهای برق و الکترونیک: در صنعت در اختیار هنجریان قرار گیرد.

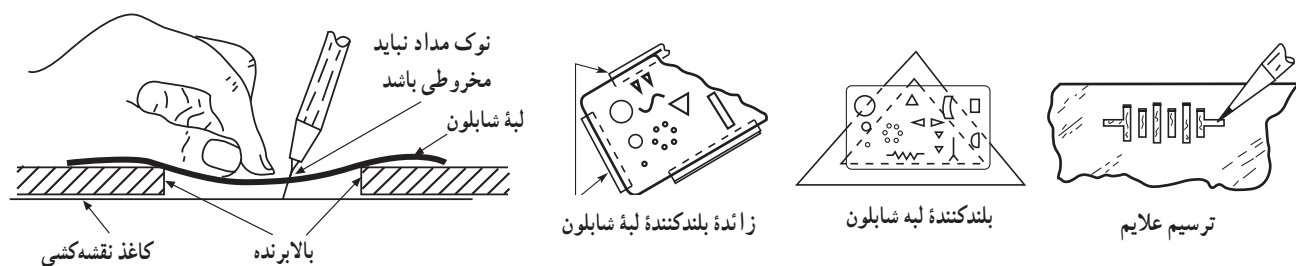
جدول ۳-۲

| نام مؤسسه یا استاندارد                              | شرح وظایف   | علامت اختصاری |
|---|---|---------------|
| استانداردهای برق و الکترونیک در اروپا               | European Committee for Electrotechnical Standardization | CENELEC       |
| استانداردهای کمیته قطعات الکترونیک                  | CENELEC Electronic components Committee                 | CECC          |
| استانداردهای اتحادیه صنایع الکترونیک                | Electronic Industries Alliance                          | EIA           |
| استانداردهای کابل عایق آمریکا                       | the Insulated Cable Engineers Association               | ICEA          |
| استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک                | International Electrotechnical Commission               | IEC           |
| استاندارد انجمن کیفیت برق                           | Quality assessment system for electronic components     | IECQ          |
| استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک آمریکا | The Institute of Electrical and Electronics Engineers   | IEEE          |
| استانداردهای اتصالات الکترونیک                      | Association connection Electronic Industries            | IPC           |

#### ۳-۱-۴- انواع شابلون‌های الکتریکی: در ترسیم

استفاده می‌کنند. در شکل ۳-۱ نحوه استفاده از شابلون، طریقه قرار دادن فاصله مابین کاغذ و شابلون و نحوه ترسیم علائم، بر روی کاغذ دیده می‌شود.

نقشه‌های الکترونیکی باید شمای فنی عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. برای سرعت بخشیدن در کار نقشه‌کشی و رعایت اندازه قطعات در تمام نقشه‌ها از ابزارهایی مانند شابلون



شکل ۳-۱-۳- استفاده از شابلون

در شکل ۲-۳ یک نمونه شابلون نقشه شماتیک قطعات الکترونیکی نشان داده شده است. امروزه استفاده از شابلون و ترسیم نقشه با دست کاربرد چندانی ندارد و منسوخ شده است. می‌توان به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول مراجعه کرد و با استفاده از نرم‌افزار پدتوپد (Pad2Pad) طراحی مدار چاپی را یاد گرفت. برای طراحی حرفه‌ای باید از نرم‌افزار پروتل (ProteI) استفاده کرد.

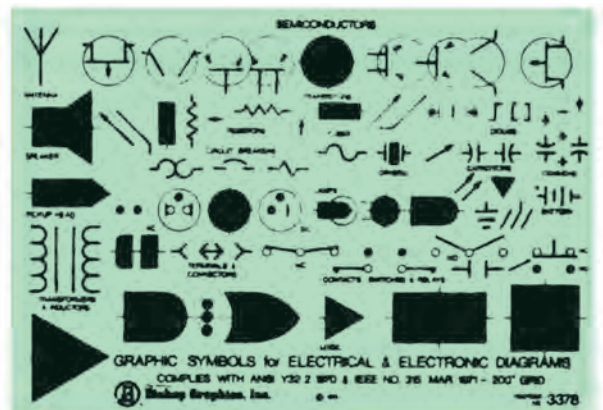
۳- متناسب با مراحل کار دستگاه، مدار به ترتیب و در دنباله هم رسم شود.

۵ - مدارهای معینی که در نقشه وجود دارد ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهد (مانند منابع تغذیه) باید در نیمه پایینی صفحه کشیده شود.

۷- تا آن جایی که مقدور است خطوط به صورت قائم ( $90^\circ$ ) یکدیگر را قطع کنند.

۸ - وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و در همان نقطه برخورد نیز به یکدیگر وصل می‌شوند باید محل اتصال با یک نقطه توپر مشخص شود.

در شکل ۳-۳ خصوصیات کلی ترسیم یک نقشه الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است :

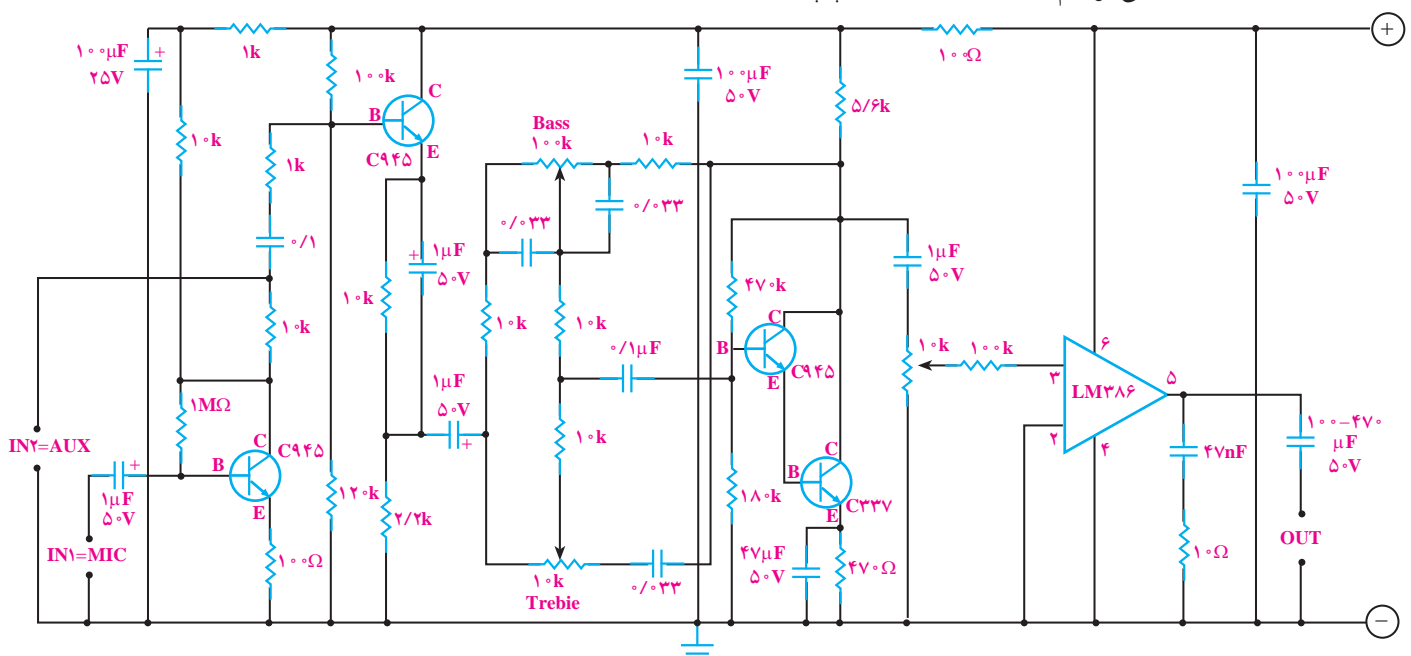


شکل ۲-۳- شابلون سیم‌های الکتریکی و الکترونیکی با استاندارد IEEE

۱-۵-۳- نکات مهم در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی :

در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی باید قواعد و قراردادهایی را رعایت کرد. بعضی از مهم‌ترین قراردادها به شرح زیر است :

۱- نحوه کلمه، ترسیم مدارها باید از سمت چپ به سمت



شکل ۳-۳- نقشه کامل یک آمیلی فایر صوتی با ترانزیستور و آی سی



امروزه با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری بدون استفاده از شابلون می توان نقشه های مدارهای الکترونیکی را به صورت استاندارد ترسیم کرد.

## ۳-۲ نکات ایمنی

کلیه نکات ایمنی مربوط به کارهای عملی قبلی را در این کار عملی نیز اجرا کنید.

## ۳-۳ کار با نرم افزار

با مراجعه به سایت های مختلف اینترنتی سعی کنید نرم افزارهای مرتبط با استانداردها را شناسایی کنید.

## ۳-۴ ابزار، قطعات، مواد و تجهیزات مورد نیاز

– لوازم التحریر

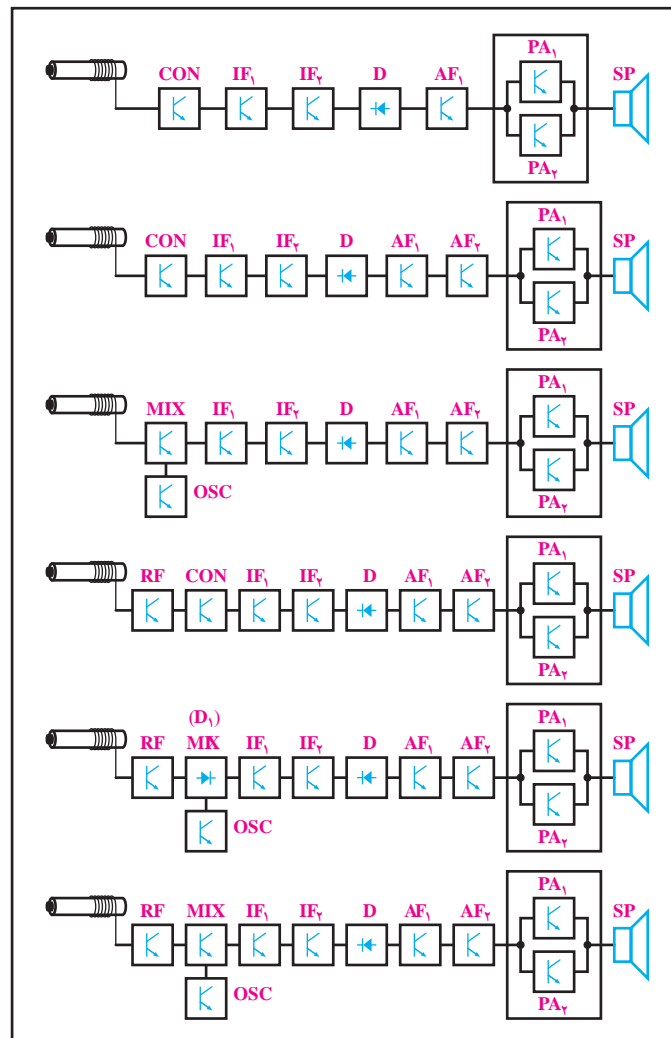
- نرم افزار مولتی سیم
- نرم افزار ادیسون
- کاغذ نقشه کشی
- نقشه فنی چند نوع مدار
- تخته شاسی

هدف کلی فصل و مواردی که با ستاره \* مشخص شده است را در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی (جلد دوم) آزمایشگاه اندازه گیری و کارگاه الکترونیک مقدماتی بنویسید.

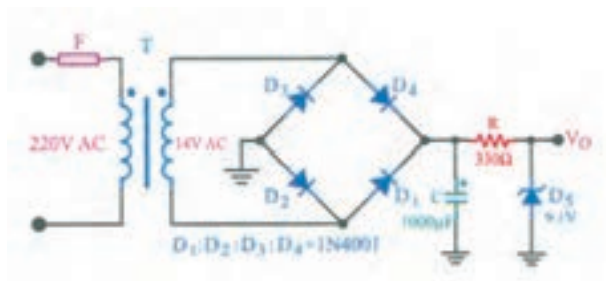
## ۳-۵ مراحل اجرای کار عملی

۳-۵-۱ کار عملی شماره ۱: در شکل ۳-۴ بلوک

دیگرام انواع گیرنده رادیویی سوپرهترودین ترسیم شده است.



شکل ۳-۴



شکل ۳-۶

**۳-۵-۵- کار عملی شماره ۳:** با استفاده از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول نرم افزار مولتی سیم را نصب کنید و چگونگی استفاده از آن را یاد بگیرید.

**\* ۳-۵-۶- دو مدار ساده را انتخاب کنید و با استفاده از نرم افزار مولتی سیم نقشه فنی آن را رسم نمایید.** از نقشه های رسم شده پرینت بگیرید و در محل تعیین شده در کتاب گزارش کار بچسبانید.

**۳-۵-۷- علائم اختصاری نقشه ها:** نقشه الکترونیکی عبارت است از مجموعه علائم گوناگون که ارتباط عناصر مختلف موجود در یک مدار را با یکدیگر مشخص می کند. در یک مدار الکترونیکی معمولاً قطعات و المان های متفاوتی به کار می رود. برای هر المان الکترونیکی یک علامت فنی (شمای فنی) در نظر گرفته می شود. شمای فنی هر المان باید طوری انتخاب شود که گویای کار و مشخصات همان المان باشد.

از این رو معمولاً از یک جدول مرجع استاندارد استفاده می شود. در جدول ۳-۳ شمای فنی همراه با حرف یا حروف اختصاری و اصطلاح انگلیسی بعضی از قطعات الکترونیک آورده شده است.

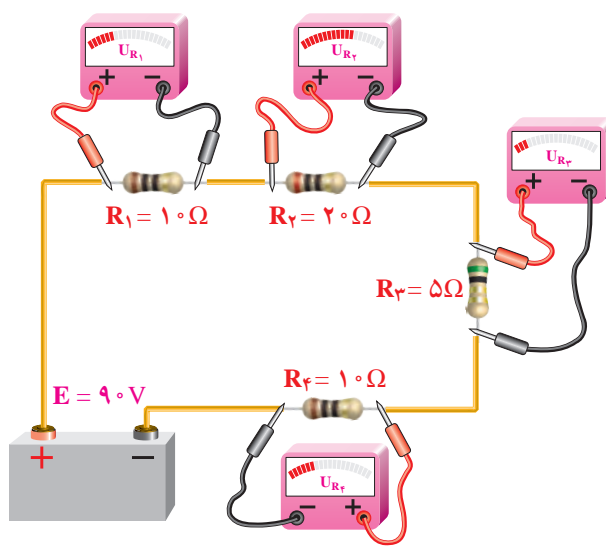
این جداول با استفاده از استاندارد IEC تهیه شده است.

بلوک دیاگرام ها را با مقیاس مناسب (مقیاس مناسب را معلم تعیین می کند) روی کاغذ میلی متری و یا در صورت امکان روی کاغذ کالک ترسیم کنید.

**\* ۳-۵-۲- گزارش کوتاهی از چگونگی ترسیم بلوک دیاگرام گیرنده رادیویی را بنویسید.**

**۳-۵-۳- کار عملی شماره ۲:** با مراجعه به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ بخش اول، فصل اول، نرم افزار ادیسون را روی کامپیوتر نصب کنید و چگونگی استفاده از آن را یاد بگیرید.

















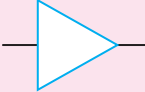
**\* ۳-۵-۴- دو نمونه نقشه از مدارهای ساده داده شده در کتاب های مبانی برق یا الکترونیک عمومی یک، مشابه شکل های ۳-۵ و ۳-۶ را انتخاب کنید و با استفاده از نرم افزار ادیسون نقشه فنی آن ها را رسم کنید. گزارشی از فعالیت خود بنویسید.**



شکل ۳-۵

جدول ۳-۳- علائم اختصاری قطعات

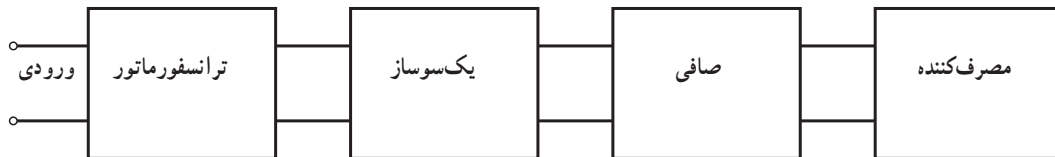
| انگلیسی                          | علامت اختصاری | نماد فنی | شرح  |
|----------------------------------|---------------|----------|--|
| Earth ground                     | E             |          | اتصال زمین                                       |
| Chassis of frame connection      |               |          | اتصال شاسی - اتصال بدنه                          |
| Common connection                | TB            |          | اتصال مشترک                                      |
| Junction of connected            |               |          | نقطه اتصال                                       |
| Resistor                         | R             |          | مقاومت اهمی                                      |
| Variable Resistor                |               |          | مقاومت متغیر                                     |
| Potentiometer                    | R             |          | پتانسیومتر (مقاومت متغیر قابل تنظیم با بیج گشتی) |
| Positive and                     | PTC           |          | مقاومت تابع حرارت                                |
| negative Temperature coefficient | NTC           |          | مقاومت تابع حرارت                                |
| Capacitor                        | C             |          | خازن   |
| Electrolytic capacitor           | C             |          | خازن الکترولیت                                   |
| Variable capacitor               | C             |          | خازن متغیر                                       |
| Coil with Air core               | L             |          | بویین با هسته هوا                                |
| Coil with Magnetic core          | L             |          | بویین با هسته زغالی (فريت)                       |
| Transformer with Magnetic core   | T             |          | ترانسفورماتور با هسته آهنی                       |

|                                       |     |  |                                      |
|---------------------------------------|-----|--|--------------------------------------|
| Transfomer with Variable ferrite core | T   |     | ترانسفورماتور با هسته متغیر<br>فریتی |
| Auto Transfomer                       | T   |     | اتوترانسفورماتور                     |
| Single cell Battery                   | BT  |     | باتری یک واحدی                       |
| Multiple cell Battery                 | BT  |     | باتری چند واحدی                      |
| Fuse                                  | F   |     | فیوز                                 |
| Antenna                               | A   |     | آنتن                                 |
| Loud Speaker                          | LS  |     | بلندگو                               |
| AC Oscillator                         | OS  |    | نوسان ساز سینوسی                     |
| Diode                                 | D   |   | دیود نیمه هادی                       |
| Zener Diode                           | DZ  |   | دیود زنر                             |
| Light Emitting Diode                  | LED |   | دیود نور دهنده                       |
| Photo Diode                           |     |   | دیود نوری (فتودیود)                  |
| NPN Transistor                        |     |   | ترانزیستور NPN                       |
| PNP Transistor                        |     |   | ترانزیستور PNP                       |
| Silicon Controlled Rectifier          | SCR |   | یک سو کننده قابل کنترل<br>سیلیکونی   |
| Unijunction Transistor                | UJT |   | ترانزیستور تک پیوندی                 |
| Amplifier                             | AMP |  | تقویت کننده                          |

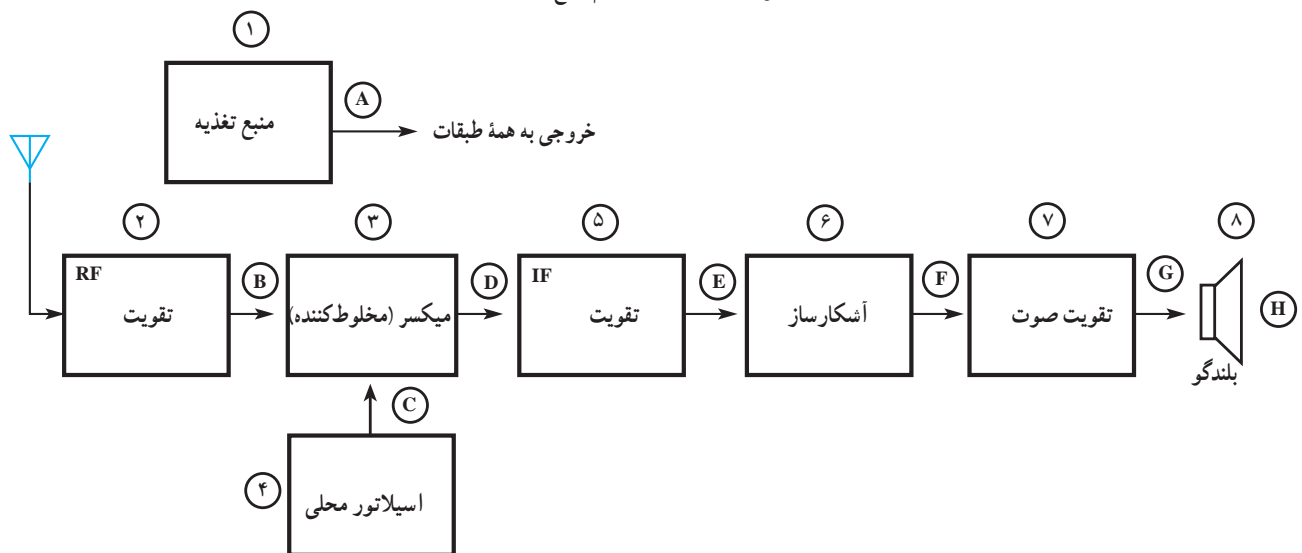


یا بلوک مخصوص می نویسیم و ورودی ها و خروجی های هر بلوک را مشخص می کنیم. در شکل ۳-۷ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه و در شکل ۳-۸ بلوک دیاگرام یک گیرنده رادیویی رسم شده است.

۸-۵-۳- ترسیم نقشه های الکترونیکی : برای آن که کار هر مجموعه از مدارهای الکترونیکی را به طور جداگانه نشان دهیم لازم است از بلوک دیاگرام استفاده کنیم. برای این منظور معمولاً مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل



شکل ۳-۷- بلوک دیاگرام منبع تغذیه



شکل ۳-۸- بلوک دیاگرام گیرنده رادیویی AM

پروژه به نتیجه برسد و اجرایی شود، حس اعتماد و پشتکار را در فراگیرنده افزایش می دهد. از آن جا که غالباً هنرجویان از اجرای یک کار واقعی عملی هراس دارند، با اجرای این پروژه، ترس آنان از اجرای کار عملی ریخته می شود و به راحتی می توانند در محیط های مختلف بازار کار به صورت فعال و خلاق عمل کنند. در این پروژه هنرجو باید در طی زمان تعیین شده مراحل زیر را عملیاتی و اجرا نماید.

- انتخاب نقشه پروژه و دریافت تأییدیه از معلم مربوطه
- بررسی و تحلیل مدار پروژه به صورت اجمالی
- تهیه فهرست قطعات و مراجعه به بازار و خرید قطعات
- طراحی و ساخت مدار چاپی

\* ۹-۵-۳- کار عملی شماره ۴ : با استفاده از نرم افزار مولتی سیم علائم استاندارد داده شده در جدول ۳-۳ را ترسیم کنید و پرینت آن را در محل تعیین شده بچسبانید و درباره انجام این فعالیت توضیح دهید.

\* ۱۰-۵-۳- یکی از نقشه های کتاب مبانی برق یا الکترونیک عمومی ۱ یا هر نقشه دیگری که مورد تأیید مربی کارگاه است را انتخاب کنید و با استفاده از نرم افزار مولتی سیم آن را ترسیم نمایید. پرینت نقشه ترسیم شده را در محل تعیین شده بچسبانید.

۱۱-۵-۳- انتخاب پروژه : اجرای پروژه می تواند موجب ارتقای سطح علمی هنرجویان شود و زمینه مناسبی را برای ارتباط آنان با بازار کار فراهم آورد. هم چنین در صورتی که

— آزمایش قطعات و نصب آن روی بُرد مدار چاپی

— راه اندازی و نهایی کردن پروژه

— تهیه گزارش پروژه و مستندسازی آن

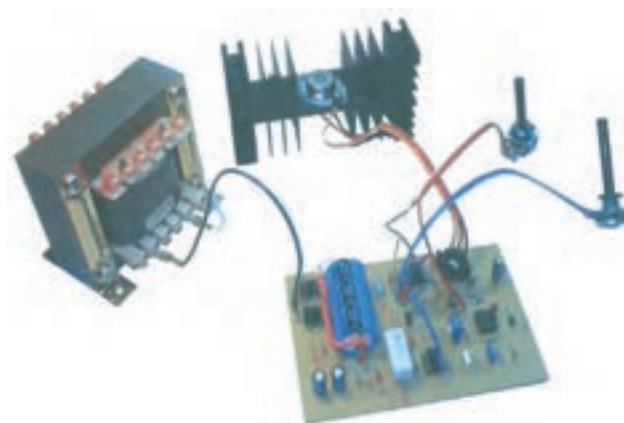
— ارائه پروژه به کلاس در زمان تعیین شده توسط مربی.

هنگام انتخاب مدار پروژه سعی کنید مداری انتخاب کنید

که قابل اجرا و نهایی شدن باشد. در این فرایند، زمانی هنرجو نمره

پروژه را دریافت خواهد نمود که آن را راه اندازی کرده باشد. شکل

۳-۹ یک نمونه پروژه اجرا شده را نشان می دهد.



شکل ۳-۹— یک نمونه منبع تغذیه به عنوان پروژه

• به بازار مراجعه کنید و قطعات مورد نظر را خریداری  
نمایید. هنگام خرید قطعه دقت کنید تا قطعاتی را که خریداری  
می کنید با قطعات مورد نیاز شما انطباق داشته باشد.

• مدار چاپی پروژه را طراحی کنید و آن را رسم نمایید.

• مدار چاپی ترسیم شده را روی فیبر انتقال دهید و آن را  
اسیدکاری کنید.

• فیبر مدار چاپی آماده شده را سوراخ کاری کنید.

• قطعات را مورد آزمایش قرار دهید.

• قطعات را روی فیبر مدار چاپی نصب کنید.

• از فیبر آماده شده تصویری تهیه کنید.

• مدار را راه اندازی کنید.

• در صورتی که مدار راه اندازی نشد، برای رفع عیب آن  
اقدام کنید.

• در صورت امکان، پروژه را به صورت نرم افزاری اجرا  
کنید.

## ۳-۶— نتایج کار عملی

نتایج به دست آمده از اجرای کار عملی در این فصل را  
بنویسید.

## ۳-۷— الگوی پرسش

### کامل کردنی

۳-۷-۱— ISO اول کلمات انگلیسی ..... است.

۳-۷-۲— CE استاندارد است که اختصاص به

محصولات کشورهای ..... دارد و HDC اختصاص  
به کشورهای ..... دارد.

### جوهر کردنی

۳-۷-۳— نام مؤسسه یا استاندارد را در ستون (الف) به

علامت اختصاری آن در ستون (ب) با خطوط رنگی اتصال دهید.

\* ۳-۵-۱۲— در این مرحله یک پروژه ساده مناسب را

با مشاوری با مربی کارگاه انتخاب کنید و نقشه آن را در محل تعیین

شده بچسبانید. تا پایان سال تحصیلی باید این پروژه را در زمان

تعیین شده توسط مربی اجرا نمایید.

۳-۵-۱۳— در مراحل اجرای پروژه که شامل تهیه قطعات،

آزمایش قطعات، تهیه فیبر مدار چاپی، مونتاژ، لحیم کاری و راه اندازی

است مراحل را که در ادامه می آید را مورد توجه قرار دهید.

• نقشه پروژه مورد نظر را تهیه کنید و به تأیید معلم خود

برسانید.

• فهرست قطعات مورد نیاز را تهیه کنید.

| الف   | ب    |
|---|------|
| استاندارد انجمن کیفیت برق                           | CECC |
| استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک آمریکا | IEC  |
| استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک                | IECQ |
| استانداردهای کمیته قطعات الکترونیک                  | IEEE |

### چهارگزینه‌ای

۳-۷-۴- نماد اتصال شاسی (اتصال بدنه) کدام است؟



(۲)



(۴)

۳-۷-۵- در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی کدام گزینه

صحیح نیست.

۱- ورودی‌ها در طرف چپ و خروجی‌ها در طرف راست

صفحه قرار گیرد.

۲- مقادیر ولتاژهای بیش‌تر در بالای صفحه و ولتاژ کم‌تر

در پایین صفحه قرار می‌گیرند.

۳- محل عبور خطوط از روی یک‌دیگر با نقطه تویر

مشخص می‌شود.

۴- در حدامکان خطوط به صورت قائم (با زاویه  $90^\circ$ ) یک‌دیگر را قطع کنند.

### تشریحی

۳-۷-۶- معنی لغات انگلیسی را بنویسید.

الف) Standard

ب) Brand

پ) Local

ت) International

۳-۷-۷- استاندارد TUV روی چه مواردی نظارت

دارد؟ شرح دهید.

۳-۷-۸- کار اصلی مؤسسه ANSI را بنویسید.

۳-۷-۹- نماد فنی نقطه اتصال، فیوز، بوبین با هسته

فریتی و تقویت‌کننده را رسم کنید.

۳-۷-۱۰- اجرای یک پروژه عملی چه مزایایی دارد؟

در مورد آن توضیح دهید.

### ۳-۸- ارزشیابی

پس از پاسخ دادن به سؤال‌های الگوی پرسش و کامل

کردن دفتر گزارش کار، در زمان تعیین شده، گزارش کار را جهت

ارزشیابی تحویل دهید.

### تهیه مدار چاپی

زمان اجرا : ۲۴ ساعت آموزشی

#### هدف کلی

طراحی مدار چاپی با استفاده از کامپیوتر و ساخت آن

هدف های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که بتواند :

- |   |   |
|---|---|
| – مزایای استفاده از مدار چاپی را شرح دهد.   | – فیبر شرح دهد.                                   |
| – مشخصات انواع فیبر مدار چاپی را شرح دهد.   | – به روش های متداول، نقشه مدار چاپی را به روی     |
| – استانداردهای نحوه طراحی مدار چاپی را شرح دهد.                                       | فیبر انتقال دهد.                                  |
| – نقشه مدار چاپی یک نمونه مدار الکترونیکی ساده را مطابق با استاندارد، با دست رسم کند. | – فیبر مدار چاپی را برای مونتاژ و نصب قطعات آماده |
| – با استفاده از نرم افزار نقشه چند نمونه مدار چاپی ساده را رسم کند.                   | کند.  |
| – روش های متداول انتقال نقشه مدار چاپی را روی   | – به روش صحیح، قطعات را روی فیبر مدار چاپی        |
|   | سوار کند.   |
|   | – حیطه های عاطفی بیان شده در فصل اول را رعایت     |
|   | کند.  |



## ۱-۴ - اطلاعات مقدماتی

در گذشته برای ساختن یک مدار الکترونیکی ابتدا نقشه مدار را روی فیبر مخصوص قرار می دادند، سپس جای پایه های المان های الکترونیکی را روی فیبر سوراخ می کردند و پایه ها را طبق نقشه از زیر با سیم به هم اتصال می دادند. این عمل به علت اشغال جای زیاد، وجود سیم های متعدد و عبور سیم ها از روی یکدیگر، بارازیت زیادی را در مدار به وجود می آورد. امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده تر شدن مدارات الکترونیکی این طریقه سیم کشی دیگر استفاده ای ندارد و از مدار چاپی استفاده می شود.

در یک مدار چاپی عناصر روی یک طرف فیبر قرار می گیرند و خطوط ارتباطی به وسیله لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد برقرار می شود، استفاده از مدار چاپی حجم مدار را کوچک می کند، علاوه بر این که در این روش می توان ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان را به طور دقیق ترسیم کرد و مانع ایجاد ظرفیت خازنی پراکنده شد. به طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم کشی به شرح زیر است:

- از شلوع شدن اتصالات و سیم کشی ها جلوگیری می شود.
- اندازه مدارها کوچک می شود.

● به هنگام تعمیر مدار دنبال کردن خطوط به سهولت انجام

می شود.

- مونتاژ مدار سریع و آسان و مقرون به صرفه است.
- تکثیر و تولید زیاد لوازم الکترونیکی آسان تر است.
- مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه های تولید کننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.
- صرف نظر از روش های مختلف طراحی و تکثیر مدار چاپی اجرای مراحل زیر در تمام روش ها مشابه است:
- چسباندن ورقه نازک مس روی فیبر عایق (مرحله ساخت فیبر).

- طراحی مدار چاپی با در نظر گرفتن اندازه حقیقی و استانداردهای موجود.

- استفاده از روش های رایج در انتقال مدار روی فیبر.
- قرار دادن فیبر در داخل اسید و از بین بردن مس های اضافی.

- تمیز کردن فیبر و سوراخ کردن آن.
  - لحیم کاری و مونتاژ عناصر روی فیبر.
- در شکل ۱-۴ پنج مرحله از مراحل فوق نشان داده شده است.



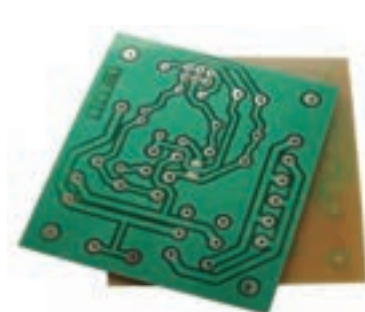
طراحی مدار چاپی و انتقال طرح روی فیبر



تمیز کردن



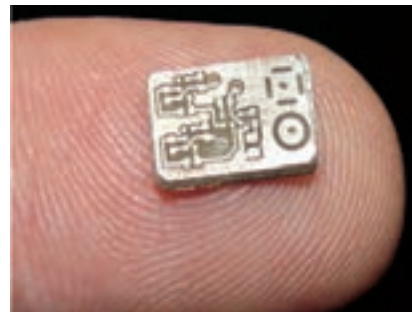
ساخت فیبر



فیبر آماده مونتاژ

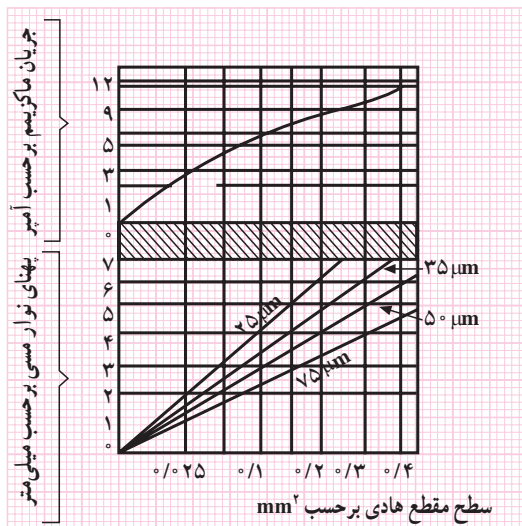


سوراخ کاری با مته



فیبر مدار چاپی آماده سوراخ کاری

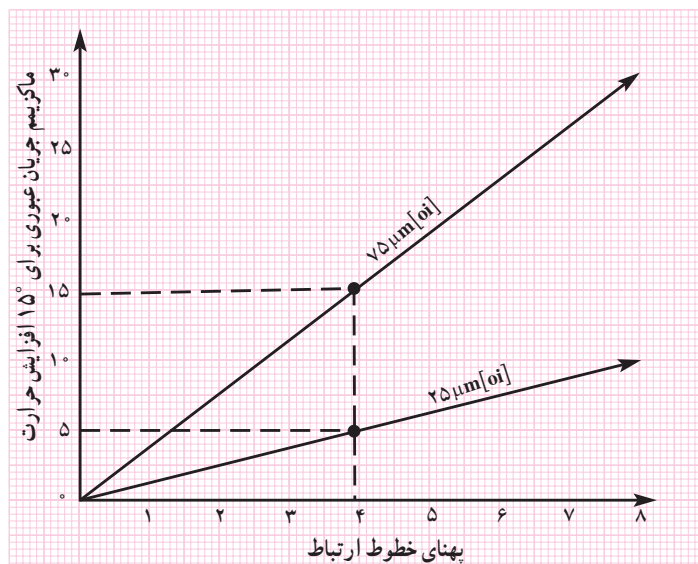
شکل ۱-۴ - مراحل تهیه مدار چاپی



شکل ۴-۲

به ضخامت  $75 \mu m$ ، دارای سطح مقطعی برابر  $3 \text{ mm}^2$  است. ماکزیمم جریان قابل عبور از این سطح مقطع با توجه به نمودار برابر  $10 \text{ A}$  خواهد بود. این مقدار جریان به اندازه  $10^\circ$  درجه، حرارت مس را بالا می‌برد.

برای درجه حرارت‌های مختلف منحنی‌های دیگری نیز وجود دارد. در شکل ۴-۳ ماکزیمم جریان عبوری به‌طور مستقیم قابل محاسبه است.



شکل ۴-۳

بستگی به ضخامت لایه‌های مس و پهنای خطوط ارتباط دارد. مقاومت ایجاد شده باید طوری در نظر گرفته شود که باعث افت ولتاژ در

#### ۴-۱-۱- ضخامت لایه‌های مس روی فیبر : لایه‌های

مس چسبانده شده روی فیبر مدار چاپی نیز دارای استانداردهای مشخص است. ضخامت لایه‌های مس چسبانده شده بر روی فیبر معمولاً  $25 - 50 - 75$  میکرومتر است.

به علت نازک بودن لایه‌های مس، ارتباط پایه‌های عناصر دارای محدودیت‌هایی است. این محدودیت‌ها شامل حداکثر جریان عبوری از خطوط ارتباطی و ماکزیمم مقاومت ایجاد شده در محل اتصالات است. همچنین ولتاژی هم که می‌توان بین دو نقطه اتصال داد، دارای محدودیت است. در طراحی برای فرکانس بالا خاصیت خازنی باید در نظر گرفته شود. برای در نظر گرفتن محدودیت‌های فوق جداول و استانداردهایی وجود دارد که می‌توان با استفاده از آن‌ها مدار چاپی را بدون اشکال طراحی کرد.

#### ۴-۱-۲- محاسبه ماکزیمم جریان عبوری از لایه‌های

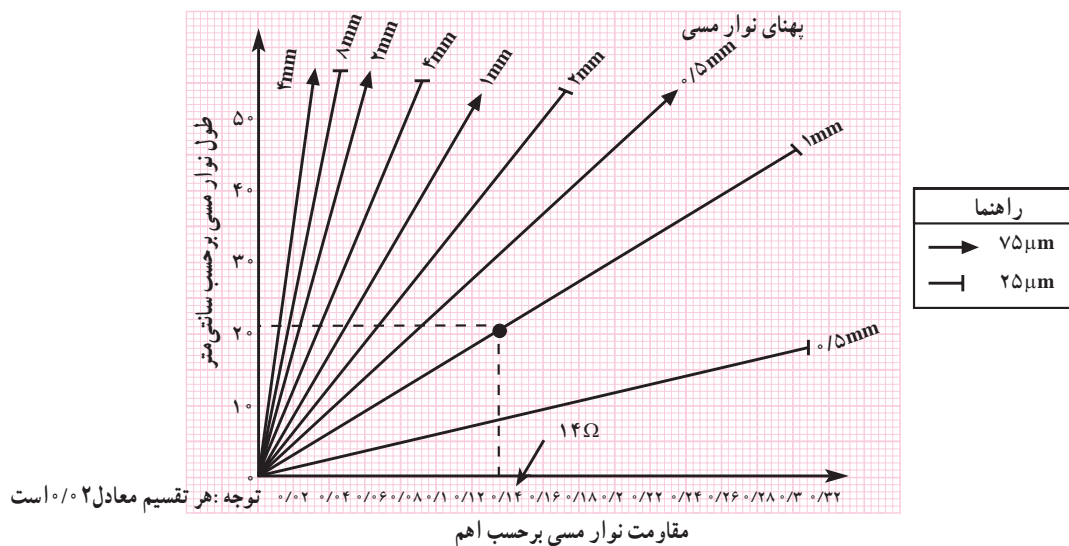
مس : برای محاسبه ماکزیمم جریان عبوری از لایه‌های مس با پهنای مختلف از نمودار شکل ۴-۲ استفاده می‌شود.

در این شکل ابتدا با داشتن پهنای خطوط ارتباطی از منحنی پایین، سطح مقطع محل عبور جریان به دست می‌آید. سپس با استفاده از منحنی بالایی ماکزیمم جریان عبوری مجاز تعیین می‌شود. به عنوان مثال خطی با پهنای  $4 \text{ mm}$  روی فیبر با لایه‌های

#### ۴-۱-۳- محاسبه مقاومت خطوط ارتباطی :

مقاومت ایجاد شده بر روی فیبر مدار چاپی در اثر خطوط ارتباطی،

طول مسیر و نیز تلفات قدرت بیش از حد نشود. با داشتن سطح منحنی شکل ۴-۴ مقاومت خطوط ارتباطی را با پهنا و طول های مقطع و طول یک هادی می توان مقاومت آن را محاسبه کرد. مختلف نشان می دهد.



شکل ۴-۴

به عنوان مثال مقاومت خطی به طول ۲۰ cm و پهنای ۱ mm بر روی فیبری با لایه ۲۵ μm حدود ۱۴ اهم است. اگر از این خط ارتباطی، جریانی برابر ۲A عبور کند، افت ولتاژی برابر ۲۸V ولت ایجاد می شود. در بعضی مدارها که به مقاومت کم با وات بالا نیاز است می توان از لایه مسی روی فیبر به عنوان مقاومت استفاده کرد. با اضافه نمودن فواصل پایه المان ها می توان طول لایه مسی را

اضافه نمود و مقاومت مورد نظر را به دست آورد.

۴-۱-۴ فاصله خطوط ارتباطی: حداقل فاصله بین دو خط ارتباطی با توجه به ولتاژ مدار محاسبه می شود. اگر فاصله خطوط با در نظر گرفتن ولتاژ مدار از حد مجاز کم تر شود باعث ایجاد جرقه و یا ارتباط بین دو خط می شود. در جدول ۴-۱ حداقل فاصله بین دو نقطه متناسب با ولتاژ مدار آورده شده است.

جدول ۴-۱

| ولتاژ DC یا ماکزیمم ولتاژ AC | ۵۰-۰ | ۱۰۰-۵۱ | ۱۷۰-۱۰۱ | ۲۵۰-۱۷۱ | ۵۰۰-۲۵۱ |
|------------------------------|------|--------|---------|---------|---------|
| حداقل فاصله mm               | ۰/۵  | ۰/۷    | ۱       | ۱/۲     | ۳       |

در کنار المان های حساس به حرارت مانند دیودها و ترانزیستورهای کوچک قرار نگیرد.

- قطعات در مدار به صورتی کنار یکدیگر قرار گیرند که هنگام تعمیر به راحتی بتوان آن ها را تعویض کرد.
- مکان هایی که در نقشه الکترونیکی دیده نمی شوند مانند رادیاتور، جای پیچ و غیره باید در نظر گرفته شود.
- پهنای خطوط باید متناسب با جریان عبوری و مقاومت ایجاد شده باشد.

۴-۱-۵ استاندارد طراحی مدار چاپی: تبدیل یک نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید طبق استانداردهای موجود انجام پذیرد. مدار چاپی باید با رعایت فواصل پایه ها، حجم المان ها و با اندازه حقیقی قطعات طراحی شود. علاوه بر رعایت اندازه قطعات نکات مهم زیر نیز در طراحی مدار چاپی باید رعایت شود:

- نقشه های الکترونیکی به صورتی به نقشه مدار چاپی تبدیل شود که ورودی ها در یک طرف و خروجی ها در طرف دیگر قرار گیرند.
- قطعات حرارتی نظیر مقاومت ها و ترانزیستورهای پرات

## ۴-۱-۶- طرز تهیه طرح مدار چاپی : برای طرح

مدار چاپی باید مراحل زیر اجرا شود.

- پایه‌هایی را که بر روی نقشه به یکدیگر متصل هستند با کوتاه‌ترین فاصله ممکن به هم وصل کنید. باید توجه داشته باشید که اگر دو سیم از روی یکدیگر عبور کنند ولی اتصال نداشته باشند این خطوط روی فیبر مدار چاپی نباید به هم وصل شوند.
- چون قطعات مدار در یک طرف فیبر و مدار چاپی در طرف دیگر فیبر قرار می‌گیرند باید طرح مدار چاپی که از روی نقشه به دست می‌آید معکوس شود.

- با استفاده از نقشه مدار، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب جای قطعات را مشخص می‌کنیم. جای قطعات نباید از ابعاد قطعات کوچک‌تر باشد. محل قطعات را می‌توان تغییر داد.
- برای پایه هر قطعه یک دایره منظور می‌کنیم. حتی اگر در یک منطقه چندین پایه نزدیک به یکدیگر قرار داشته باشند باید برای هر پایه یک دایره منظور شود.

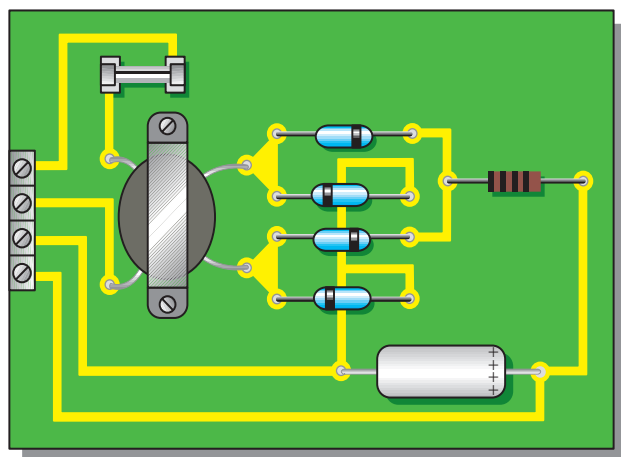
## ۴-۱-۷- نکته‌های مهم در طراحی مدار چاپی :

- فواصل پایه‌ها باید با فواصل حقیقی مطابقت داشته باشد مثلاً اگر فاصله پایه‌های یک مقاومت ۲ وات که به‌طور افقی روی فیبر قرار می‌گیرد ۱۷ mm باشد باید در طراحی مدار چاپی نیز در شکل ۴-۵ آمده است :

| روش غیر استاندارد | روش استاندارد |  |
|-------------------|---------------|--|
|                   |               | از ایجاد زوایای تیز داخلی و خارجی خودداری کنید، زیرا هنگام لحیم کاری باعث جدا شدن مس از فیبر می‌شود. |
|                   |               | همیشه از کوتاه‌ترین مسیر ارتباط استفاده کنید.  |
|                   |               | فواصل خطوط کشیده شده را رعایت کنید.  |
|                   |               | هرگز چند جای سوراخ بی‌دری را کنار یکدیگر و مماس برهم قرار ندهید زیرا باعث برجسته شدن لحیم می‌شود.    |
|                   |               | از ارتباط دو نقطه با پهنای یکسان خودداری کنید زیرا باعث جاری شدن لحیم می‌شود.                        |

شکل ۴-۵- نکات مهم در طراحی مدار چاپی

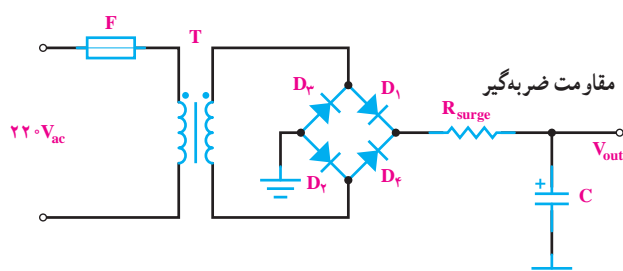




شکل ۴-۷- نقشه مدار چاپی و جای قطعات در اندازه‌های واقعی

#### ۴-۱-۸- مثال ۱: شکل ۶-۴ نقشه الکترونیکی یک

منبع تغذیه ساده را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶- نقشه الکترونیکی یک منبع تغذیه ساده

#### در شکل ۷-۴ نقشه مدار چاپی و جای قطعات در اندازه

واقعی نشان داده شده است.

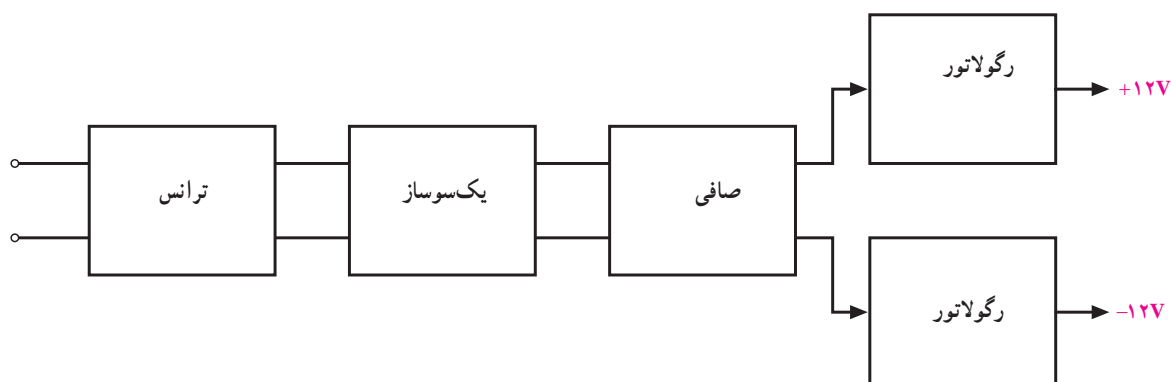
#### ۴-۱-۹- مثال ۲: در شکل ۸-۴ نمای بلوکی یک

منبع تغذیه دابل که دارای ولتاژ خروجی +۱۲ و -۱۲ ولت

است نشان داده شده است.

البته در این نقشه، ورودی و خروجی مدار به ترمینالی در

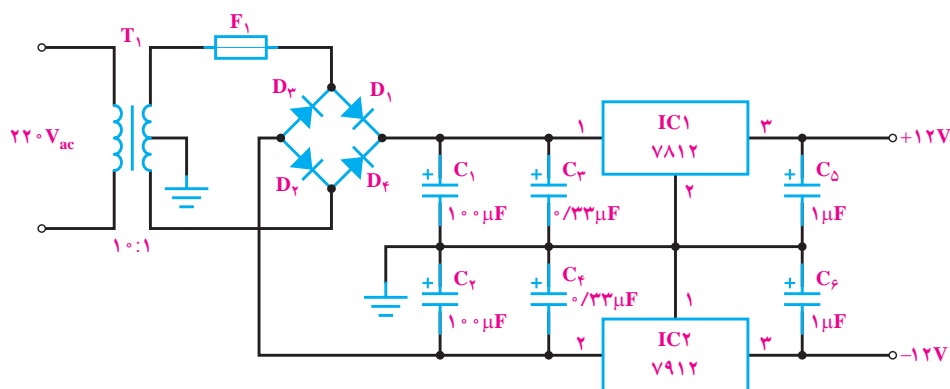
سمت چپ نقشه وصل شده است.



شکل ۴-۸- نمای بلوکی یک منبع تغذیه دابل

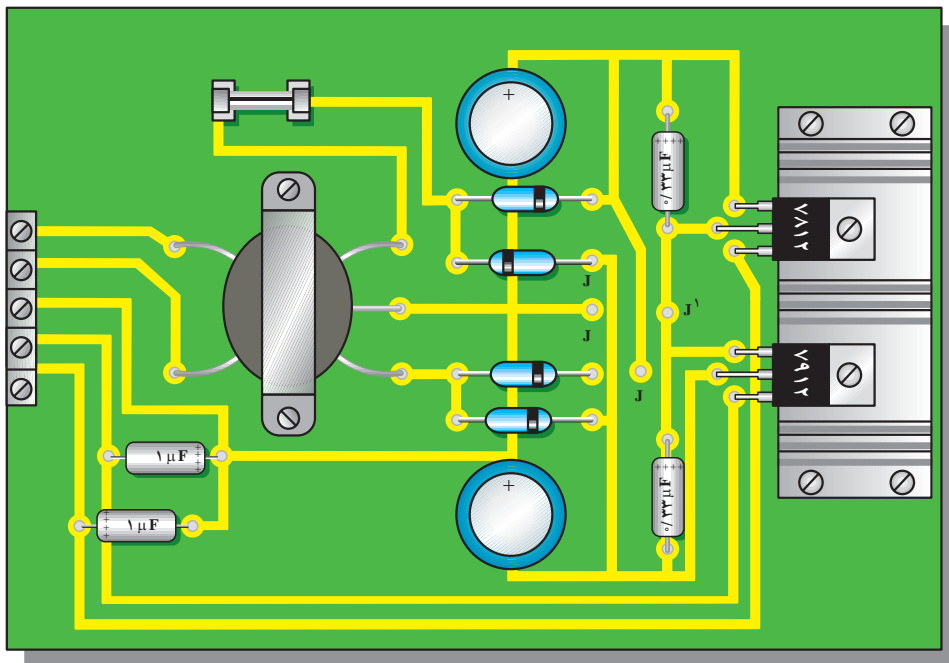
#### در شکل ۹-۴ نمای مداری این منبع تغذیه دابل رسم

شده است.



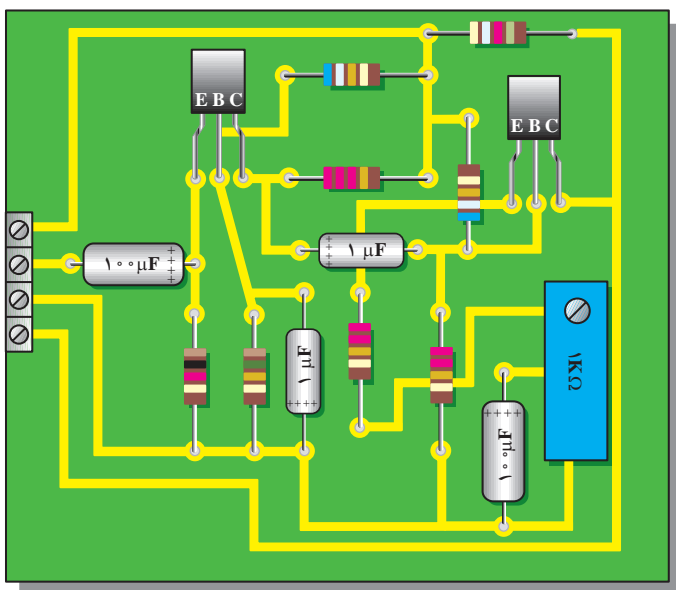
شکل ۴-۹- نقشه الکترونیکی یک منبع تغذیه دابل

در شکل ۱۰-۴ طرح مدار چاپی و جای قطعات در اندازه محیط بهتر تبادل حرارت کند روی گرماگیر (هیت سینک) نصب واقعی رسم شده است: البته آی سی ۷۸۱۲ برای آن که بتواند با شده است.

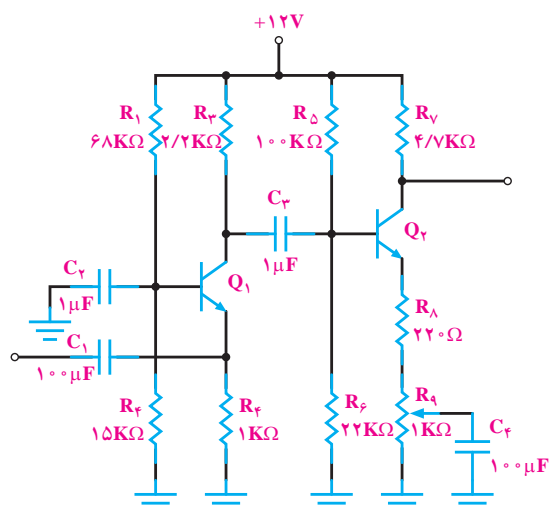


شکل ۱۰-۴ برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه‌های واقعی

۱۰-۱-۴-مثال ۳: در شکل ۱۱-۴ نقشه الکترونیکی یک پری آمپلی فایر ترانزیستوری رسم شده است. شماره هر دو ترانزیستور ۲N۳۹۰۴ می باشد. در شکل ۱۲-۴ برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی این نقشه الکترونیکی رسم شده است.

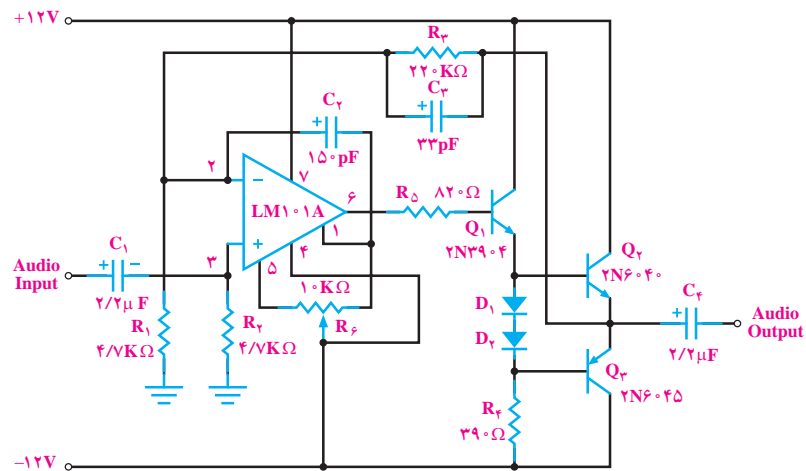


شکل ۱۲-۴ برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه‌های واقعی



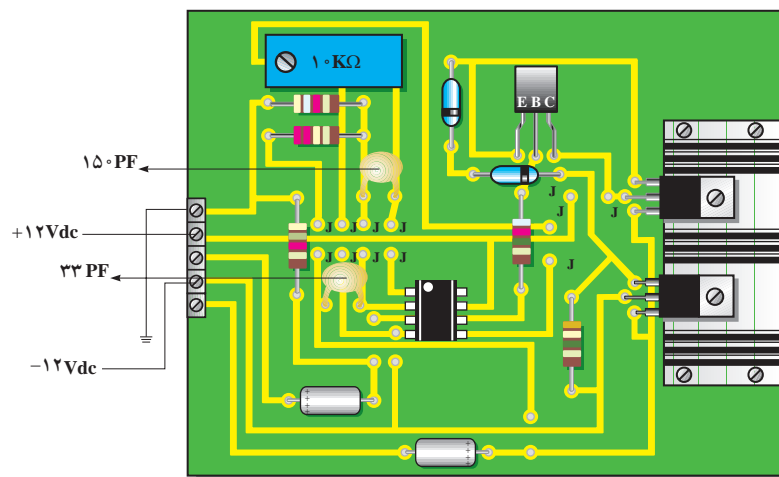
شکل ۱۱-۴ نقشه الکترونیکی یک آمپلی فایر ترانزیستوری

۱۱-۴-۱-۴: مثال ۴: در شکل ۴-۱۳ نقشه الکترونیکی یک آمپلی فایر با آی سی و ترانزیستور رسم شده است.



شکل ۴-۱۳- نقشه الکترونیکی یک آمپلی فایر با آی سی و ترانزیستور

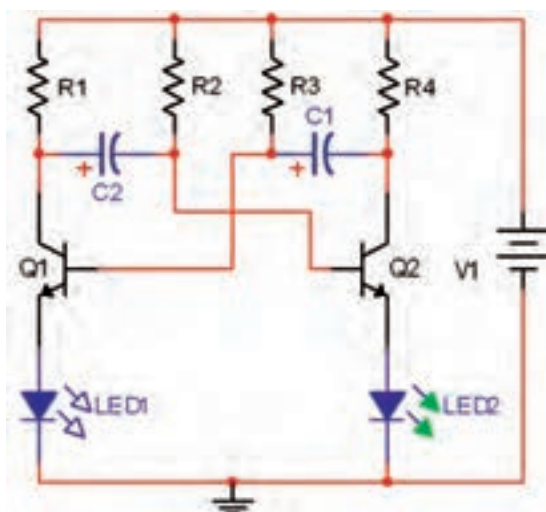
در شکل ۴-۱۴ برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی این نقشه الکترونیکی رسم شده است.



شکل ۴-۱۴- برد مدار چاپی و جای قطعات

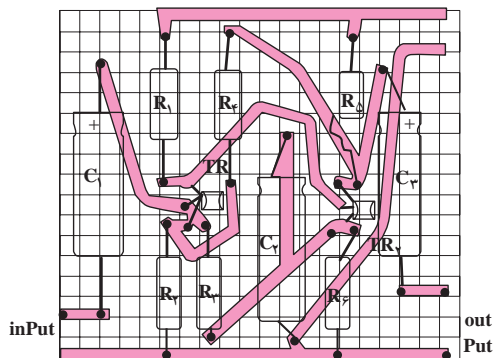
۱۲-۴-۱-۴: مثال ۵: در شکل ۴-۱۵ مدار یک

مولتی ویراتور بی ثبات (نوسان ساز موج مربعی) و در شکل ۴-۱۶ طرح مدار چاپی آن رسم شده است.

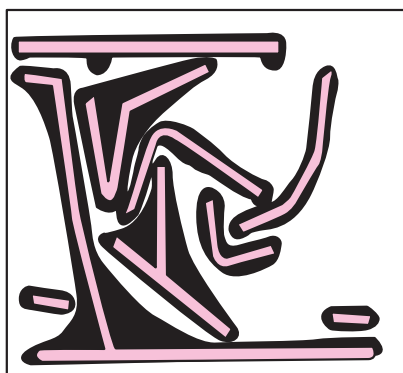


شکل ۴-۱۵- مولتی ویراتور بی ثبات

شکل ۱۹-۴ با در نظر گرفتن اندازه حقیقی قطعات مدار چاپی طرح شده است. در شکل ۲۰-۴ نقشه معکوس و روی فیبر منتقل شده است.

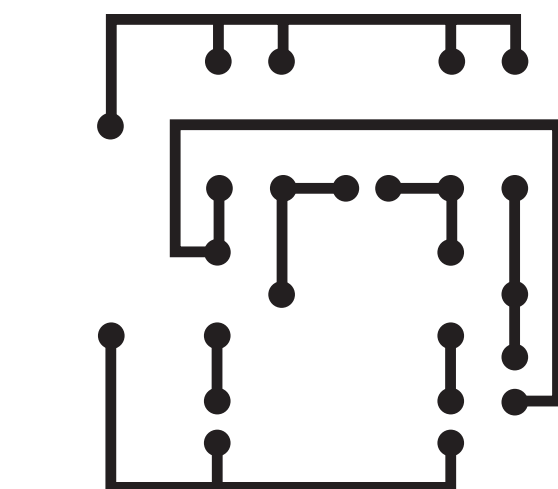


شکل ۱۹-۴ طرح مدار چاپی



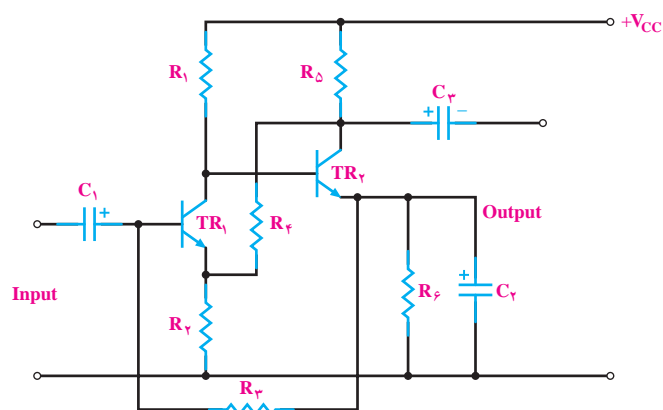
شکل ۲۰-۴ طرح معکوس شده مدار چاپی

۱۳-۴-۱-۶ مثال ۶: شکل ۱۷-۴ نقشه مدار الکتریکی یک تقویت کننده دو طبقه است. در شکل ۱۸-۴ مدار کمی ساده تر شده و ارتباط عناصر با یکدیگر مشخص شده است.



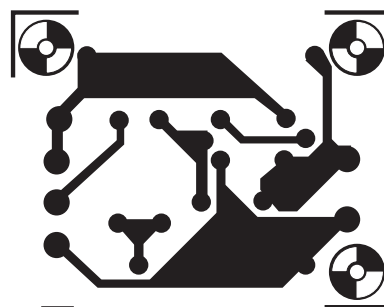
شکل ۱۶-۴ طرح مدار چاپی مولتی ویراتور

۱۳-۴-۱-۶ مثال ۶: شکل ۱۷-۴ نقشه مدار الکتریکی یک تقویت کننده دو طبقه است. در شکل ۱۸-۴ مدار کمی ساده تر شده و ارتباط عناصر با یکدیگر مشخص شده است.



### \* ۴-۳- کار با نرم افزار

با جست و جو در فضای مجازی، نرم افزاری بیابید که بتوانید با استفاده از آن طراحی مدار چاپی را اجرا کنید.  
در این فصل یکی از نرم افزارهای مدار چاپی مشابه Pad2Pad معرفی شده است.



شکل ۴-۲۲- مدار چاپی

### ۴-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

مداد، پاک کن، کاغذ، کاربن، کاغذ کالک یا طلق شفاف،  
ماژیک ضد اسید یا لتراست، لامینت، (خط و نقطه و پایه آی سی)  
فیبر مدار چاپی، اسید.

قطعات الکترونیکی مطابق با مدار انتخاب شده، ابزار  
لحیم کاری، نرم افزار طراحی مدار چاپی، میز نور، وان اسیدکاری یا  
(ظرف برای اسید و هیت)، اسفنج ظرف شویی، ابزار سوراخ کاری،  
الکل، پنبه، ماده ظهور فیلم لامینت

### ۴-۵- مراحل اجرای کار عملی

۴-۵-۱- هدف کلی را در کتاب گزارش کار بنویسید.

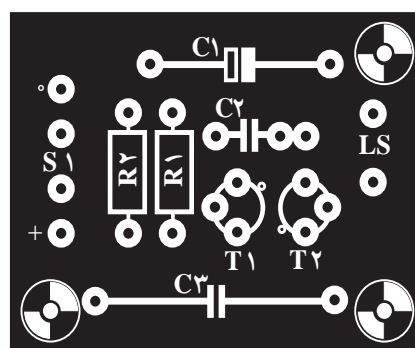
قسمت اول: طراحی مدار چاپی

\* ۴-۵-۲- کار عملی شماره ۱: طرح مدار چاپی شکل

۴-۲۴ را که یک منبع تغذیه بارگولاتور ولتاژ ترانزیستوری است،  
در کادر مناسب طراحی کنید. کلیه مقادیر  $\frac{1}{4}$  وات هستند. در  
طراحی مدار چاپی، به اندازه دقیق قطعات توجه شود.  
طرح مدار چاپی را در دفتر گزارش کار ترسیم کنید.

شکل ۴-۲۳ جای قطعات را روی فیبر مدار چاپی نشان

می دهد.

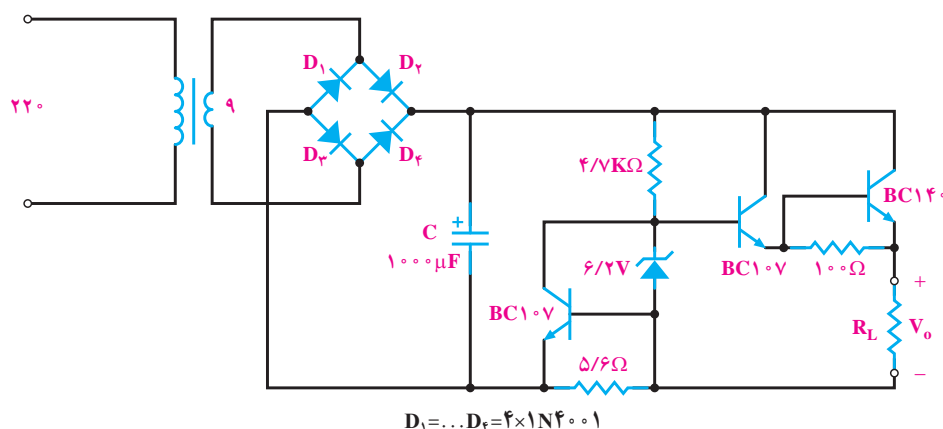


شکل ۴-۲۳- جای قطعات

### ۴-۲- نکات ایمنی

کلیه نکات ایمنی مرتبط با کار عملی فصل اول را در این

مرحله نیز اجرا کنید.

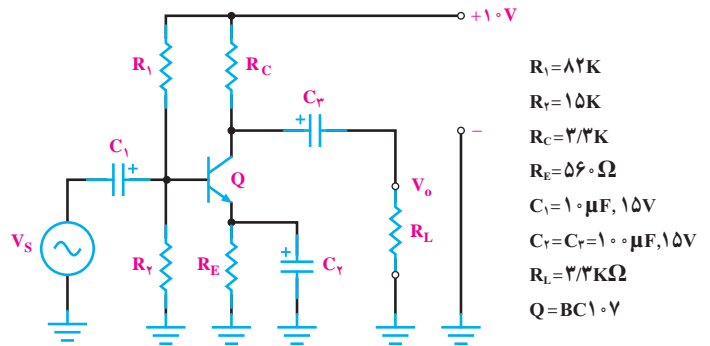


شکل ۴-۲۴- منبع تغذیه بارگولاتور ولتاژ ترانزیستوری



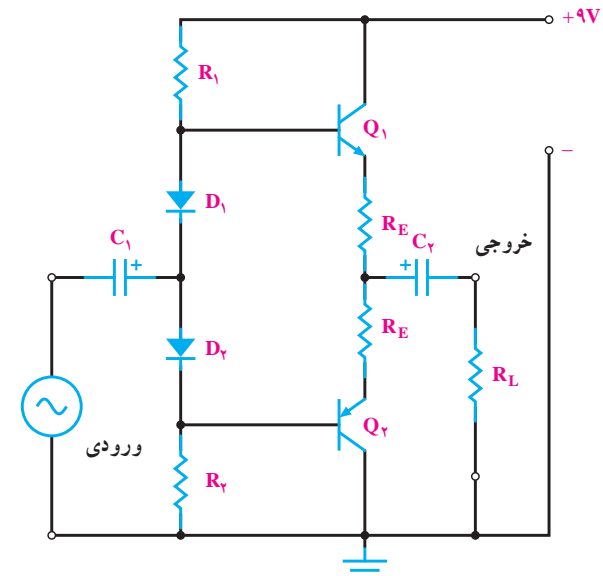
۴-۵-۳ کار عملی شماره ۲: مدار شکل ۴-۲۵ یک تقویت کننده امیتر مشترک است طرح مدار چایی تقویت کننده را در کادر مناسب طراحی کنید.

\*۴-۵-۴ مدار چایی تهیه شده را در کتاب گزارش کار ترسیم کنید.



شکل ۴-۲۵ تقویت کننده امیتر مشترک

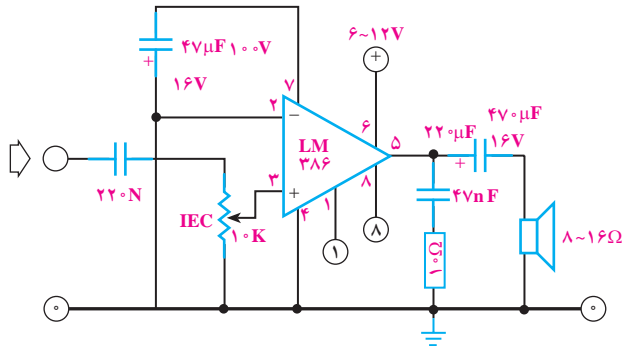
۴-۵-۵ کار عملی شماره ۳: مدار شکل ۴-۲۶ یک تقویت کننده انتهایی کامپلی منتاری است. مدار چایی آن را در کادر مناسب طراحی کنید.



شکل ۴-۲۶ تقویت کننده کامپلی منتاری

\*۴-۵-۶ مدار چایی طراحی شده را در کتاب گزارش کار ترسیم کنید.

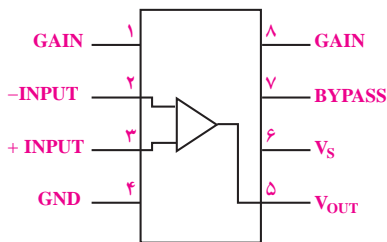
۴-۵-۷ کار عملی شماره ۴: شکل ۴-۲۷ الف مدار یک تقویت کننده انتهایی است. مدار چایی آن را در کادر مناسب طراحی کنید. در طراحی به اندازه واقعی آی سی و پتانسیومتر  $10K\Omega$  توجه کنید. در شکل ۴-۲۷ ب و پ شکل ظاهری آی سی و شماره پایه های آن رسم شده است.



الف



ب



پ

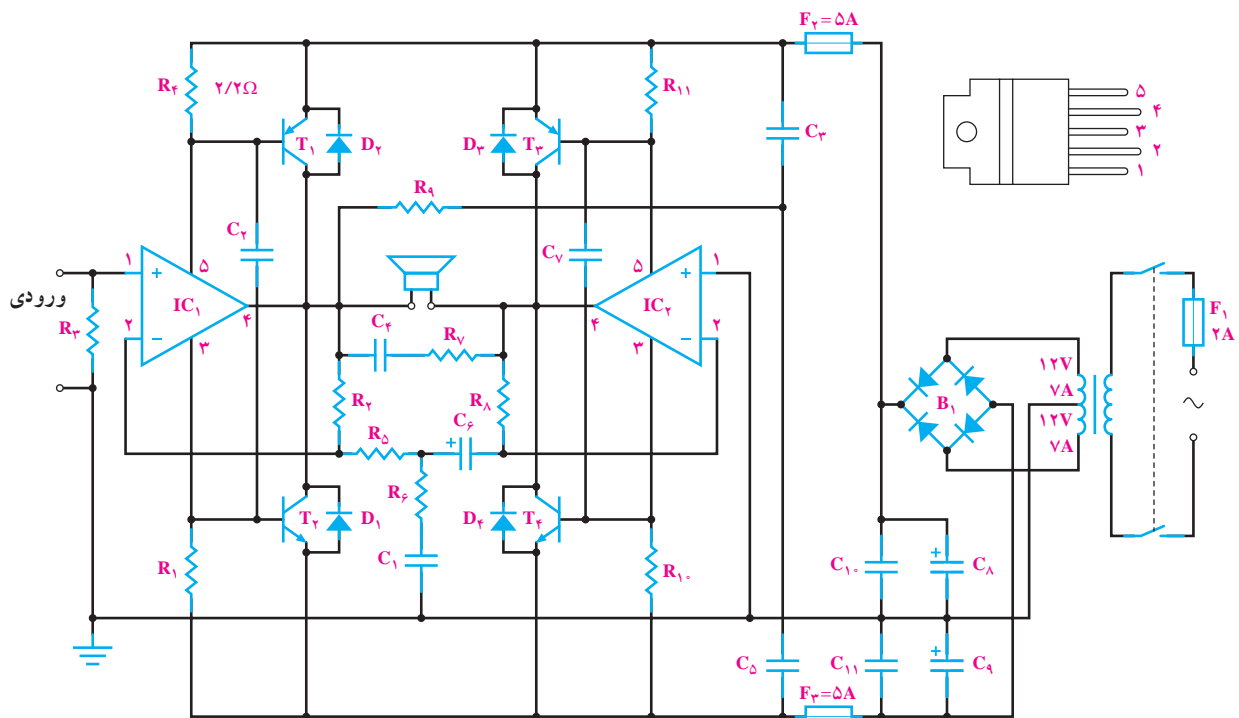
شکل ۴-۲۷ تقویت کننده با آی سی

\*۴-۵-۸ مدار چایی طراحی شده را در کتاب گزارش کار ترسیم کنید.

۴-۵-۹ کار عملی شماره ۵: آمپلی فایر پر قدرت (این کار عملی در صورت داشتن وقت اضافی انجام شود) مدار تقویت کننده پر قدرت شکل ۴-۲۸ را تبدیل به یک مدار چایی کنید.

### لیست قطعات

|                  |                           |                            |                        |
|------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| $C_8, C_9$       | ۲۲۰۰۰ میکروفاراد، ۲۵ ولت  | $R_1, R_4, R_{10}, R_{11}$ | مقاومت ها :<br>۲/۲ اهم |
| $C_{10}, C_{11}$ | ۱۰۰ نانوفاراد             | $R_2, R_3, R_8$            | ۱۰۰ کیلو اهم           |
|                  | نیمه هادی ها :            | $R_5, R_6$                 | ۳/۳ کیلو اهم           |
| $D_1 - D_4$      | دیود IN4001               | $R_7, R_9$                 | ۱ اهم                  |
| $B_1$            | پل یک سوساز، ۵ آمپر       |                            | خازن ها :              |
| $T_1, T_3$       | ترانزیستور TIP36 یا BD250 | $C_1$                      | ۱/۵ نانوفاراد          |
| $T_2, T_4$       | ترانزیستور TIP35 یا BD249 | $C_2, C_3, C_4, C_5, C_7$  | ۲۲۰ نانوفاراد          |
| $IC_1, IC_2$     | آی سی TDA2030             | $C_6$                      | ۱۰ میکروفاراد، ۴۰ ولت  |



شکل ۲۸-۴ آمپلی فایر پر قدرت

● روش استفاده از حرارت اتو : در این روش، نقشه

مدار چاپی که روی کاغذ گلاسه یا کالک چاپ شده است را با

استفاده از حرارت اتو روی فیبر مدار چاپی منتقل می کنیم، شکل

۴-۳۱.

\* ۱۰-۵-۴ مدار چاپی طراحی شده را در کتاب

گزارش کار ترسیم کنید.

قسمت دوم : روش های انتقال نقشه مدار چاپی روی

فیبر

● روش مازیک یا لیتراست : ابتدا فیبر مدار چاپی را

کاملاً تمیز کنید. سپس نقشه مدار چاپی تهیه شده را معکوس

کنید و به وسیله کاربن نقشه را روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

با کشیدن قلم روی خطوط و پایه های قطعات اثر طرح روی مس

پس از تبدیل نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید آن

را روی فیبر منتقل کرد. در زیر چند روش انتقال مدار چاپی روی

فیبر توضیح داده می شود.

روی طلق شفاف منتقل کنید. برای انتقال نقشه روی طلق شفاف از لتراست مخصوص استفاده می‌شود. این لتراست در یک طرف دارای چسب است و به راحتی روی طلق می‌چسبد.

برای این منظور ابتدا پایه قطعات را روی طلق بچسبانید، سپس ارتباط بین پایه‌ها را توسط نوارهایی که برای این منظور ساخته شده است برقرار کنید. شکل ۲۹-۴ و ۳۰-۴ نحوه چسباندن لتراست مربوط به پایه قطعات و اتصال نوارها را نشان می‌دهد.



شکل ۲۹-۴- نحوه چسباندن لتراست مربوط به پایه قطعات



شکل ۳۰-۴- نحوه چسباندن نوار

پس از انتقال نقشه روی طلق، برای استحکام بیش‌تر، می‌توان روی تمام نقشه را با طلق نازک دیگری پوشاند تا لتراست‌های چسبانده شده در جای خود محکم‌تر شده و جابه‌جا نشوند. پس از این مرحله فیبر مدار چاپی را که در ابعاد معین بریده شده است کاملاً تمیز کنید و در محل تاریک‌خانه (می‌توان تاریک‌خانه را با نور قرمز روشن کرد)، روی فیبر را با اسپری مخصوص که نسبت به نور حساس است بپوشانید. در ابتدا اسپری به صورت قطرات ریز روی فیبر ظاهر می‌شود و پس از چند لحظه سراسر فیبر را می‌پوشاند. پس از خشک شدن کامل اسپری نقشه آماده شده را روی فیبر قرار دهید و آن را جلوی نور بگیرید. زمان تابش نور آفتاب ۱۵ دقیقه و برای یک لامپ ۲۰۰ وات ۱۰ دقیقه است.

فیبر مدار چاپی منتقل می‌شود. با استفاده از ماژیک ضد اسید اثر به جا مانده از کاربن را پررنگ کنید. در این مرحله می‌توانید پایه عناصر را با شابلون دایره و یا شابلون مورد نظر روی فیبر رسم کنید و با استفاده از خط کش پایه‌ها را به یکدیگر ارتباط دهید. هنگام کار با ماژیک باید دقت کنید که ماژیک چند بار روی فیبر در جهت عکس یکدیگر کشیده نشود. خطوط ترسیم شده باید پررنگ باشد، زیرا در صورت کم‌رنگ بودن اسید روی آن‌ها اثر می‌کند و مس‌های خطوط ارتباطی را از بین می‌برد. به جای ماژیک می‌توانید از لتراست استفاده کنید. در این روش، لتراست قطعه مورد نظر را روی فیبر قرار دهید و قلم را روی علامت مورد نظر بکشید تا لتراست روی فیبر منتقل شود. باید توجه کنید که قلم فقط روی علامت مورد نظر کشیده شود و روی علایم اطراف آن کشیده نشود، زیرا علایم جانبی روی فیبر اثر می‌گذارد و هنگام اسیدکاری، مس قسمت‌هایی که مورد نظر نیست روی فیبر باقی می‌ماند.

۱۱-۴-۵- کار عملی شماره ۶: مدار منبع تغذیه ساده مربوط به مثال ۱ را به روش ماژیک یا لتراست بر روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

\* ۱۲-۴-۵- مراحل انجام کار را در کتاب گزارش کار بنویسید و عکس‌های آن را بچسبانید.

● روش پوزیتیو (Positive 20): از این روش برای تولید زیاد استفاده می‌شود و علاوه بر تکثیر سریع می‌توان مدار را با دقت زیاد طراحی کرد.

در این روش ابتدا باید نقشه مدار چاپی طراحی شده را روی کاغذ شفاف انتقال داد. برای این منظور از کاغذ کالک و راییدوگراف استفاده می‌شود. ابتدا کالک را روی نقشه بچسبانید و سپس با راییدو و شابلون پایه قطعات را رسم کنید و در انتها خطوط ارتباطی را بکشید. به علت عدم استفاده از ماژیک در این روش، می‌توان خطوط ارتباطی را نزدیک به هم ترسیم کرد. پس از آماده شدن کاغذ کالک، برای اطمینان از پررنگ بودن نقشه و صحت اتصال قطعات، نقشه را مقابل نور بگیرید و پررنگی خطوط را کنترل کنید. به علت شفاف بودن کالک از پشت کاغذ کالک، به عنوان نقشه معکوس شده استفاده می‌شود.

به جای انتقال نقشه روی کاغذ کالک می‌توانید نقشه را

بعد از این مرحله فیبر را در محلول سود سوزآور قرار دهید. بعد از چند لحظه به خاطر خاصیت اسپری قسمت‌هایی از فیبر که زیر خطوط نقشه بوده و تحت تابش نور قرار نگرفته است، پُررنگ می‌شود.

حال فیبر را با آب بشویید و آن را برای اسیدکاری آماده کنید.

**۱۳-۴-۵- کار عملی شماره ۷:** در صورتی که امکانات لازم را در اختیار دارید، نقشه مدار چاپی یک نمونه از مدارهای مربوط به مثال‌ها را به روش پوزیتو (Positive 20) بر روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

**\* ۱۴-۴-۵- مراحل اجرای کار را در کتاب گزارش کار بنویسید.**

● **روش چاپ سیلک (سیلک اسکرین):** از این روش در اغلب کارخانه‌ها و کارگاه‌های تولیدی استفاده می‌شود. تولید و تکثیر مدارها با این روش سریع‌تر انجام می‌گیرد. این روش نسبت به دو روش قبل دارای دقت بیشتری است. در این روش ابتدا باید نقشه مدار چاپی را روی کاغذ معمولی و یا طلق شفاف طراحی کنید، سپس از طرح آماده شده عکس بگیرید و فیلم آن را آماده کنید.

پارچه سیلک را که دارای استانداردهای ۶۸-۹۰-۱۱۰ سوراخ در سانتی متر مربع است به اندازه موردنظر ببرید و پارچه را روی قاب چوبی به صورت کاملاً کشیده وصل کنید. در یک تاریک‌خانه یا در محلی با نور قرمز کم‌رنگ با کاردک ماده مخصوص چاپ سیلک را روی پارچه سیلک بمالید، سپس فیلم را از طرف بیرون قاب روی سیلک قرار دهید. حال به وسیله یک لامپ ۱۰۰ وات از فاصله ۳۰ سانتی متری به مدت ۱۵ دقیقه به فیلم نور بتابانید. بعد از این مرحله پارچه را بشویید. به خاطر خاصیت ماده مخصوص سوراخ‌هایی از پارچه که مورد تابش نور قرار نگرفته‌اند به وسیله ماده مخصوص بسته نمی‌شوند. اما بقیه سوراخ‌ها که مورد تابش نور قرار گرفته‌اند به وسیله ماده مخصوص مسدود می‌شوند. پس از انجام این مرحله فیبر مسی را پشت قاب چوبی قرار دهید و با استفاده از قلم نقاشی روی پارچه را جوهر ضد اسید

بمالید. جوهر از طریق سوراخ‌های بسته نشده، مطابق نقشه، روی فیبر منتقل می‌شود. از یک سیلک می‌توان تعداد زیادی فیبر مدار چاپی تهیه کرد. می‌توان پس از شستن سیلک به وسیله کلر یا آب ژاول نقشه دیگری را روی آن طرح کرد.

**۱۵-۴-۵- کار عملی شماره ۸:** در صورتی که امکانات لازم را در اختیار دارید، نقشه مدار چاپی یک نمونه از مدارهای مربوط به مثال‌ها را به روش چاپ سیلک بر روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

**\* ۱۶-۴-۵- مراحل اجرای کار را در کتاب گزارش کار بنویسید.**

● **روش کار با لامینت:** لامینت ماده‌ای است ژلاتینی و حساس به نور که معمولاً بین دو لایه ورق طلق پلاستیکی قرار داده می‌شود. به علت داشتن کیفیت بالا و دقت خوب معمولاً در کارهای ظریف و دقیق و حرفه‌ای و چاپ به تعداد زیاد، این روش بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. لامینت باید در تاریکی مطلق، دور از مجاورت هوا و در دمای زیر  $25^{\circ}\text{C}$  نگه‌داری شود. کار با لامینت چهار مرحله دارد.

**مرحله اول - حساس کردن فیبر به کمک لامینت:** ابتدا فیبر مدار چاپی را باید کاملاً تمیز و صاف نمود. سپس در تاریک‌خانه لامینت را به اندازه سطح فیبر مدار چاپی برش داد. چون لامینت بین دو ورق طلق قرار دارد، یکی از این دو لایه طلق پلاستیکی نازک‌تر و نرم‌تر از دیگری است (لایه طرف داخل رول)، طلق پلاستیکی روی لامینت را از این لایه به آرامی از یک گوشه برداشته، در همین لحظه لامینت را روی سطح مسی، فیبر مدار چاپی به آرامی بچسبانید. باید با دست روی لامینت را مالش داد تا هیچ حبابی زیر آن نماند، در ضمن حرارت ایجاد شده توسط مالش سبب چسبیدن کامل لامینت به مس می‌شود. می‌توان برای اطمینان کار پارچه‌ای نخی را روی لامینت قرار داده و توسط اتو با حرارت کم، روی لامینت چسبیده به فیبر را اتو کرد.

**مرحله دوم - نوردهی:** از طرح مدار چاپی موردنظر باید یک نسخه فیلم منفی (نگاتیو) تهیه نمود. این عمل از طریق عکاسی یا کامپیوتر انجام می‌گیرد. فیلم منفی طرح مدار چاپی را که قبلاً تهیه کرده‌اید باید در تاریک‌خانه روی فیبر مدار چاپی حساس

به لامینت قرار داده و سپس شیشه‌ای تمیز روی آن قرار دهید. حدود ۲ تا ۵ دقیقه توسط نور مستقیم خورشید به سطح فیبر نور دهید. البته می‌توان توسط لامپ معمولی با وات زیاد یا چند لامپ فلورسنت نیز به سطح فیبر نور داد. میزان نوردهی با لامپ بسیار مهم است. زیرا نور زیاد یا نور کم باعث پایین آمدن کیفیت یا ظاهر نشدن طرح می‌شود. (میزان نور و زمان دقیق نوردهی با لامپ بهتر است تجربه شود).

پس از نور دادن به فیبر، شیشه و فیلم را از روی فیبر بردارید، سپس لایه دوم طلق را که روی لامینت قرار دارد بردارید (لایه دوم طلق ضخیم‌تر و شفاف‌تر از لایه اول طلق است).

**مرحله سوم — ظاهر نمودن طرح:** حدود ۱۰ گرم پودر سفیدرنگ مخصوص ظهور لامینت را در یک لیتر آب سرد ریخته و محلول را خوب هم بزنید. در تاریک خانه فیبر نور خورده را در محلول ظهور تهیه شده قرار داده و به آرامی آن را تکان دهید. به تدریج طرح روی فیبر ظاهر می‌شود. پس از ظاهر شدن کامل طرح و پاک شدن کامل لامینت در نقاط خارج از طرح، فیبر را از محلول ظهور خارج نموده و بلافاصله آن را با آب کاملاً شست و شو دهید تا محلول ظهور کاملاً از روی سطح فیبر پاک شود. سپس فیبر را کاملاً خشک کنید تا هیچ قطره آب یا رطوبتی روی فیبر نماند.

**۱۷-۵-۴ — کار عملی شماره ۹:** در صورتی که امکانات لازم را در اختیار دارید، نقشه مدار چاپی یک نمونه از مدارهای مربوط به مثال‌ها را به روش لامینت بر روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

**\* ۱۸-۵-۴ — مراحل انجام کار را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.**

**قسمت سوم — اسیدکاری:** برای حل کردن مس‌های اضافی فیبر مدار چاپی از اسید استفاده می‌کنیم. البته مس‌های اضافی فیبر مدار چاپی تهیه شده به روش‌های دیگر هم توسط اسید حل شده و فیبر مدار چاپی برای مونتاژ قطعات آماده می‌شود.

**مرحله اول — طرز تهیه محلول اسید و آماده نمودن فیبر برای مونتاژ:** اسید مورد استفاده معمولاً پرکلرودوفر است. هنگام درست کردن اسید باید به نکات زیر توجه کنید:

- حتماً از ظروف شیشه‌ای، لعابی یا چینی استفاده کنید.

- در ظرف به اندازه‌ای آب بریزید تا با قرار دادن فیبر در داخل آن، محلول حدود ۲ میلی‌متر بالاتر از سطح فیبر قرار گیرد.

- حتماً آب را گرم کنید. یا این که آب گرم در ظرف بریزید. اگر از ظرف پیرکس استفاده می‌کنید ظرف را روی حرارت خیلی کم نگاه دارید.

- به پرکلرودوفر تا اندازه‌ای آب اضافه کنید که محلول تقریباً غلیظی به دست آید.

- فیبر مدار چاپی را در داخل محلول قرار دهید و محلول را به آرامی تکان دهید.

- پس از خورده شدن مس اضافی فیبر، فیبر را از محلول خارج کنید و آن را کاملاً بشویید.

**مرحله دوم — پاک کردن مواد مائیک ضد اسید، لتر/است، پوزیتیو یا لامینت:** برای پاک کردن مواد لامینت روی سطح خطوط مسی فیبر مدار چاپی معمولاً از محلول غلیظ سود سوزآور استفاده می‌کنند. حدود ۲۰ گرم سود را در یک لیتر آب سرد ریخته و پس از حل نمودن کامل سود در آب، فیبر مدار چاپی تهیه شده را در محلول قرار می‌دهند، پس از گذشت حدود چند دقیقه کلیه مواد لامینت از روی فیبر مدار چاپی پاک می‌شود. البته هرچه محلول سود غلیظ‌تر باشد پاک شدن مواد لامینت سریع‌تر انجام می‌گیرد. پس از پاک شدن مواد لامینت باید فیبر مدار چاپی را با آب شست و شو داد.

**۱۹-۵-۴ — کار عملی شماره ۱۰:** فیبر مدار چاپی که به روش لامینت تهیه کرده‌اید را با استفاده از اسید برای مونتاژ قطعات، آماده نمایید.

**\* ۲۰-۵-۴ — مراحل انجام کار را در کتاب گزارش کار و فعالیت آزمایشگاهی بنویسید.**

**۲۱-۵-۴ — کار عملی شماره ۱۱:** فیبر مدار چاپی آماده شده توسط لامینت را با استفاده از محلول غلیظ سود سوزآور پاک کنید.

**قسمت چهارم — سوراخ کاری و نصب قطعات**

پس از آماده نمودن فیبر مدار چاپی باید جای پایه قطعات را به وسیله دریل، و با مته با قطر مناسب، سوراخ نمود. مته مناسب برای پایه قطعاتی نظیر مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور



۲۲-۵-۴- کار عملی شماره ۱۲ : یکی از فیبرهای

مدار چاپی آماده شده در مراحل قبل را به وسیله دریل و با مته با قطر مناسب، سوراخ نمایید.

\* ۲۳-۵-۴- مراحل انجام کار را در کتاب گزارش

کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

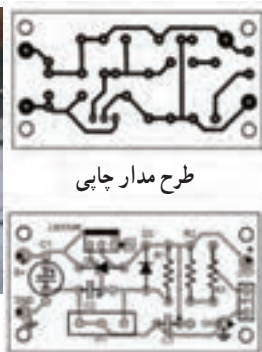
و آی سی مته شماره یک است. پس از سوراخ نمودن فیبر قطعات را در جای مناسب آن قرار داده و پایه قطعات را روی سطح مس لحیم می‌نمایند.

شکل ۳۱-۴- مراحل تهیه برد مدار چاپی و قطعات مونتاژ

شده روی آن‌ها را نشان می‌دهد.



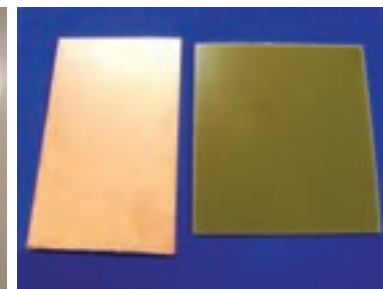
انتقال طرح از طریق سیلک



طرح مدار چاپی



تمیز کردن لایه مس



پشت و روی مس



اسید کاری



پاک کردن کاغذ از روی فیبر اتو نشده



میز نور



انتقال طرح از طریق اتو

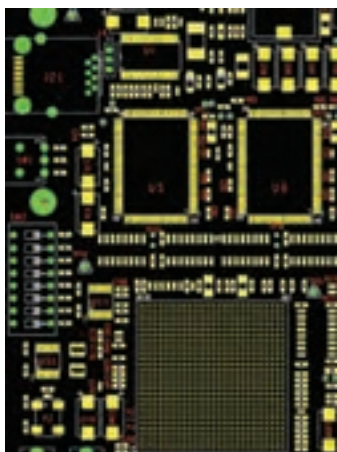


درل برای سوراخ کاری



فیبر آماده

فیبرهای مونتاژ شده



فیبر سوراخ کاری شده



شکل ۳۱-۴- قطعات مونتاژ شده روی برد مدار چاپی

## قسمت پنجم - کار با نرم افزار

امروزه طراحی مدار چاپی با استفاده از کامپیوتر و نرم افزارهای مربوطه انجام می شود. استفاده از کامپیوتر کار طراحی را بسیار ساده کرده است.

نرم افزارهای طراحی مدار چاپی در بازار جهانی بسیار تنوع دارد. پروتل (Protel)، دی ایکس بی (DXP)، پی سی بی دی زاین (PCB Design)، سرکیت میکر (Circuit maker) و پد توپد (pad2pad) از جمله نرم افزارهایی هستند که برای طراحی مدار چاپی به کار می روند. در شکل ۴-۳۲ صفحه اصلی نرم افزار pad2pad را ملاحظه می کنید.



شکل ۴-۳۴- مدار ساخته شده با pad2pad

یادآور می شود که نرم افزار pad2pad مورد استفاده در این قسمت از نوع نرم افزار آزمایشی وابسته (Toterial) است که محدودیت دارد. محدودیت مربوط به تعداد قطعات و عملیات طراحی است.

مراحل طراحی مدار چاپی با استفاده از pad2pad در بخش چهارم فصل اول کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول آمده است. برای اجرای مراحل طراحی به کتاب ذکر شده مراجعه نمایید.

\* ۴-۵-۲۴- کار عملی شماره ۱۳ : با استفاده از نرم

افزار pad2pad نقشه مدار چاپی یکسوساز تمام موج را طراحی کنید. مراحل کار را در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی بنویسید.

## \* ۴-۶- نتایج کار عملی

نتایج به دست آمده از اجرای کار عملی در این فصل را

بنویسید.

## ۴-۷- الگوی پرشش

کامل کردنی

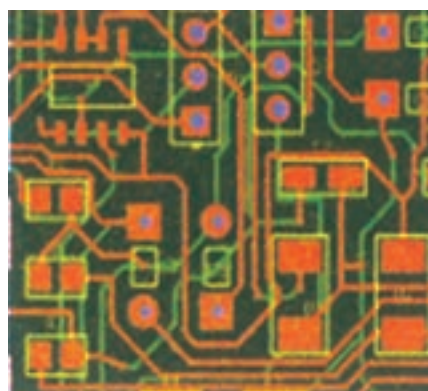
۴-۷-۱- در طراحی مدار چاپی با کیفیت بالا و دقت

خوب و برای کارهای حرفه ای ظریف و دقیق از روش ... استفاده می شود.



شکل ۴-۳۲- صفحه اصلی نرم افزار pad2pad

در شکل ۴-۳۳ نمونه ای از مدار طراحی شده، نمایش داده شده است.



شکل ۴-۳۳- نمونه ای از طراحی مدار چاپی با استفاده از نرم افزار pad2pad

۱) ۵/۰ (۲) ۷/۰ (۳) ۱ (۴) ۱/۲  
۸-۴-۷-۴ کدام طرح مدار چایی صحیح است؟



کوتاه پاسخ

۹-۴-۷-۴ برای حل کردن مس‌های اضافی فیبر مدار چایی معمولاً از کدام اسید استفاده می‌کنند؟

تشریحی

۱۰-۴-۷-۴ چهار مورد مزایای استفاده از مدار چایی را در مقایسه با سیم‌کشی شرح دهید.

۱۱-۴-۷-۴ مراحل تهیه فیبر مدار چایی را به روش لامینت به ترتیب مراحل انجام کار نام ببرید.

۱۲-۴-۷-۴ مواد لامینت روی خطوط مسی را چگونه پاک می‌کنند؟ شرح دهید.

۱۳-۴-۷-۴ چرا برای انتقال طرح مدار چایی روی فیبر باید طرح معکوس تهیه نمود؟ شرح دهید.

۸-۴-۷-۴ ارزشیابی

پس از پاسخ دادن به سؤال‌های الگوی پرسش و کامل کردن کتاب گزارش کار در زمان تعیین شده، کتاب گزارش کار را جهت ارزشیابی تحویل دهید.

۲-۴-۷-۴ زمان تابش نور در تهیه مدار چایی به روش Positive ۲۰ برای نور آفتاب ..... دقیقه و با لامپ ۲۰۰ وات ..... دقیقه است.

صحیح یا غلط

۳-۴-۷-۴ در طراحی مدار چایی قطعات پُروات نباید در کنار قطعات حساس به حرارت قرار گیرند.

صحیح □ غلط □

۴-۴-۷-۴ اگر فاصله خطوط ارتباطی با در نظر گرفتن ولتاژ مدار از حد مجاز کم تر شود، باعث ایجاد جرقه یا ارتباط بین دو خط می‌شود.

صحیح □ غلط □

چهارگزینه‌ای

۵-۴-۷-۴ در کدام روش طراحی مدار چایی از نوردی استفاده نمی‌شود؟

۱) Positive ۲) سیلک

۳) لتراست ۴) لامینت

۶-۴-۷-۴ مراحل حساس کردن با مواد، نوردی، ظاهر نمودن طرح و اسیدکاری مربوط به کدام روش تهیه فیبر مدار چایی است؟

۱) چاپ سیلک ۲) Positive 20

۳) کار با لامینت ۴) کار با لتراست

۷-۴-۷-۴ در طراحی مدار چایی اگر ولتاژ مدار ۰ تا ۵۰ ولت باشد، حداقل فاصله لازم برای دو خط ارتباطی مجاور هم چند میلی‌متر است؟

### عیب‌یابی

زمان اجرا : ۶ ساعت آموزشی

#### هدف کلی

کاربرد نکات اولیه جهت عیب‌یابی مدارهای الکترونیکی

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

– با توجه به آموخته‌های خود اثر عیوب ایجاد شده را روی نقاط مختلف مدار تجزیه و تحلیل کند.  
– مراحل عیب‌یابی را آن‌قدر تکرار کند تا کاملاً مهارت لازم را به‌دست آورد.  
– براساس مراحل اجرای کار گزارش کار تهیه کند.  
– حیطه‌های عاطفی بیان شده در فصل اول را رعایت کند.

– اصول اولیه عیب‌یابی را شرح دهد.  
– عیب‌های مختلف را روی یک مدار ساده که در آزمایشگاه اندازه‌گیری آن را آزمایش نموده است ایجاد کند.  
– با استفاده از تستر ساده‌ای که ساخته است اثرات ایجاد عیب را در مدار بررسی کند.  
– نتایج به‌دست آمده در مدارهای معیوب و سالم را با هم مقایسه کند.

## ۵-۱- اطلاعات اولیه

### ۵-۱-۱- عوامل بروز عیب در دستگاه الکتریکی

و الکترونیکی: هر دستگاهی که ساخته می‌شود در اثر عوامل مختلف ممکن است معیوب شود. پاره‌ای از عوامل به شرح زیر است:

● بروز عیب در فرایند ساخت

● بروز عیب در اثر کارکردن دستگاه و تمام شدن عمر مفید قطعات

● بروز عیب در اثر استفاده نادرست از دستگاه

● بروز عیب در اثر کاهش یا افزایش ولتاژ و جریان کار دستگاه

بروز عیب در دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی اجتناب‌ناپذیر بوده و هر دستگاهی خواه ناخواه معیوب خواهد شد.

### ۵-۱-۲- لزوم رفع عیب در دستگاه الکتریکی و

الکترونیکی: آیا هر دستگاهی که معیوب شود قابل تعمیر است؟ این پرسشی است که همواره در ذهن هنرجویان و دست‌اندرکاران مطرح می‌شود. برخی از دستگاه‌ها هستند که به صورت یک بار مصرف ساخته می‌شوند. انواع اسباب‌بازی‌های الکتریکی و الکترونیکی از این نوع وسایل هستند. معمولاً این دستگاه‌ها را تعمیر نمی‌کنند، زیرا هزینه تعمیر آن خیلی زیاد می‌شود. یک بار مصرف بودن دستگاه به معنی غیرقابل تعمیر بودن آن نیست، بلکه تعمیر آن مقرون به صرفه نیست.

مقرون به صرفه بودن تعمیر یک دستگاه بستگی به قیمت دستگاه و شرایط موجود در جامعه دارد. برای مثال ممکن است تعمیر یک دستگاه پخش صوت اتومبیل در ایران مقرون به صرفه باشد، حال آن که در کشورهای اروپایی به دلیل گران بودن دست‌مزد، تعمیر، مقرون به صرفه نباشد.

### ۵-۱-۳- عیب‌یابی و اشتغال: در دهه ۱۳۵۰ تعمیر

تلویزیون به عنوان یک شغل محسوب می‌شد، زیرا معمولاً دستگاه‌های تلویزیون در آن زمان نیاز به تعمیر پیدا می‌کردند. ضمن این که خانواده‌ها تلویزیون را برای مدت‌های طولانی مثلاً ۲۰ سال مورد

استفاده قرار می‌دادند. در این مقطع به دلیل گران بودن تلویزیون، و استفاده طولانی از آن‌ها تعمیر تلویزیون یک شغل محسوب می‌شد و مغازه‌هایی وجود داشتند که تعمیر تلویزیون را انجام می‌دادند. در دهه ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ به دلیل تغییرات اساسی که در فناوری تلویزیون پدید آمد، تلویزیون‌ها کم‌تر نیاز به تعمیر پیدا می‌کنند لذا تعمیر تلویزیون دیگر به عنوان شغل محسوب نمی‌شود.

### ۵-۱-۴- عیب‌یابی و تعمیرات در دستگاه‌های

الکتریکی و الکترونیکی: در هر صورت هر دستگاهی نیاز به تعمیرات جزئی و خاص دارد که هر تکنیسین باید آن را بیاموزد. در این فصل به آموزش اصول عمومی عیب‌یابی و تعمیر می‌پردازیم.

## ۵-۲- نکات ایمنی در تعمیرات و عیب‌یابی در دستگاه

کلیه نکات ایمنی بیان شده در کارهای عملی گذشته را در این فصل نیز مورد توجه قرار دهید و اجرا نمایید.

## ۵-۳- کار با نرم افزار

با استفاده از نرم افزارهایی که در اختیار دارید و آن‌ها را آموخته‌اید عیب‌یابی را در مراحل مختلف به صورت نرم افزاری نیز اجرا کنید.

## ۵-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

— کیف ابزار

— مواد مورد نیاز برای ساخت دستگاه تستر

— دستگاه تستر Tester

— انواع نرم افزارها، مانند مولتی‌سیم و ادیسون

— لوازم مورد نیاز برای روشن کردن یک لامپ شامل کلید،

سیم‌های رابط، منبع تغذیه و لامپ

هدف کلی فصل و مواردی که با ستاره مشخص شده است

را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، جلد دوم (آزمایشگاه اندازه‌گیری و کارگاه الکترونیک مقدماتی) بنویسید.





در شکل ۵-۲ این نوع تستر را ملاحظه می‌کنید. این نوع تستر را تستر لامپی می‌گویند.



شکل ۵-۲ یک تستر ساده

نوع دیگری از تستر وجود دارد که در داخل آن یک باتری نیز قرار می‌گیرد، نشان‌دهنده آن ممکن است یک لامپ، یک بیزر (Buzzer) یا یک ملودی باشد. در این تسترها از مدارهای الکترونیکی نیز استفاده می‌شود. در شکل ۵-۳ نمونه‌ای از این نوع تستر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۳ تستر (Tester) لامپی باتری دار

اصول کار و تحلیل مدار دستگاه داشته باشد و تجربه خود را در این ارتباط به کار گیرد تا بتواند دستگاه را تعمیر کند. با اطلاعاتی که شما تاکنون کسب کرده‌اید، فقط می‌توانید عیوب مختصر یک مدار ساده را برطرف کنید. قبل از شروع تعمیر لازم است از طریق بازدید چشمی به‌طور مستقیم یا با استفاده از ابزاری مانند ذره‌بین، دستگاه را مورد بازرسی قرار دهید.

- عیب‌یابی دستگاه با چهار روش صورت می‌گیرد.
- با اندازه‌گیری ولتاژ توسط ولت‌متر
- با اندازه‌گیری جریان توسط آمپر متر
- با اندازه‌گیری مقاومت توسط اهم‌متر
- با استفاده از دستگاه تستر

#### \* ۵-۵-۶ مدار شکل ۵-۱ را با استفاده از روش‌های

اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت مورد آزمایش قرار دهید و نتایج حاصل را بنویسید.

#### \* ۵-۵-۷ تجربه عیب‌یابی از طریق اندازه‌گیری ولتاژ،

جریان و مقاومت را با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم نیز انجام دهید و درباره آن توضیح دهید.

#### \* ۵-۵-۸ مدار روشن کردن یک لامپ را با استفاده

از لامپ واقعی و کلید ببندید و مراحل عیب‌یابی را از طریق اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت انجام دهید. درباره نتایج توضیح دهید. مدار معیوب و سالم را با هم مقایسه کنید.

توجه: در این مرحله عیب‌گذاری روی مدار توسط شما انجام می‌شود.

#### ۹-۵-۵ تستر (Tester) و کاربرد آن

- برای سادگی کار در مواقعی که نیاز به اندازه‌گیری ندارید، می‌توانید از تستر مدار استفاده کنید.

● تسترها در دو نوع ساخته می‌شوند. یک نوع آن بدون باتری است و در داخل آن فقط یک لامپ یا مدار ساده الکترونیکی قرار دارد. از این تستر در مدار زنده یا به عبارت دیگر مداری که در آن ولتاژ وجود دارد، استفاده می‌شود. مثلاً اگر فیوزی، در مدار سوخته باشد با قرار دادن این تستر در دو سر فیوز، لامپ داخل آن روشن می‌شود و نشان می‌دهد که فیوز سوخته است.

\*۵-۵-۱۰- تحقیق کوتاه از شبکه اینترنت : با جست و جو در شبکه اینترنت تصاویر دیگری از انواع تسترها را پیدا کنید و آن‌ها را در محل‌های تعیین شده بچسبانید.

۵-۵-۱۱- ساخت یک تستر ساده (یک تستر لامپی بسازید) : با استفاده از یک عدد فاز متر، یک عدد لامپ ۱۲ ولتی کوچک و مقداری سیم و فیش، یک عدد تستر لامپی بسازید و آن را در کارهای خود مورد استفاده قرار دهید.

با استفاده از وسایل دور ریز در منزل مانند قوطی کرم، عروسک کوچک نیز می‌توانید تستر مناسبی را بسازید. در تستر خود سعی کنید علاوه بر روشن شدن لامپ، یک بیزر یا ملودی نیز به صدا درآید. مدار تستر همان مدار لامپ یک پل است که در آن از کلید استفاده نمی‌شود.

\*۵-۵-۱۲- مراحل ساخت یک تستر دستگاه : درباره قطعات و نیز مراحل مختلف ساخت یک تستر به طور کامل و دقیق و مصور توضیح دهید.

\*۵-۵-۱۳- تست و عیب‌یابی دستگاه : اکنون با استفاده از مولتی‌متر و تستر مدارهای مختلفی را مورد آزمایش و عیب‌یابی قرار دهید و نتایج حاصل را به طور خلاصه و به صورت علمی گزارش کنید. مراحل عیب‌یابی را تحلیل کنید.

\*۵-۶- درباره نتایج حاصل از این کار عملی به طور خلاصه توضیح دهید.

## \*۵-۷- الگوی پرسش کامل‌کردنی

۵-۷-۱- کلید معیوب ممکن است ..... یا ..... شود.

### صحیح یا غلط

۵-۷-۲- کاهش یا افزایش ولتاژ و جریان دستگاه ممکن است منجر به ایجاد عیب در دستگاه شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۵-۷-۳- یک بار مصرف بودن دستگاه به مفهوم غیرقابل تعمیر بودن دستگاه است.

صحیح ☐ غلط ☐

### تشریحی

۵-۷-۴- عوامل بروز عیب در دستگاه‌های مختلف را شرح دهید.

۵-۷-۵- وقتی یک قطعه معیوب می‌شود ممکن است چه حالت‌هایی در آن رخ دهد؟ شرح دهید.

۵-۷-۶- عیب‌یابی دستگاه با چند روش صورت می‌گیرد؟ توضیح دهید.

## ۵-۸- ارزشیابی

پس از پاسخ دادن به سؤال‌های الگوی پرسش و کامل کردن گزارش کار در زمان تعیین شده توسط مربی، گزارش کار خود را جهت ارزشیابی ارائه کنید.

### اجرای پروژه

زمان اجرا: ۱۲ ساعت آموزشی

#### هدف کلی

اجرای یک پروژه کوچک الکترونیکی

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

– از اهداف اجرای پروژه تحلیل مختصر و کلی بدون وارد شدن به جزئیات ارائه دهد.  
– پروژه را روی برد مونتاژ و راه‌اندازی کند.  
– براساس مراحل اجرای کار گزارش کار مناسب تهیه کند.  
– حیطه‌های عاطفی بیان شده در فصل اول را رعایت کند.

– اهداف اجرای پروژه را شرح دهد.  
– نقشه فنی مدار پروژه را با استفاده از نرم‌افزار ترسیم کند.  
– نقشه مدار چاپی پروژه را با استفاده از نرم‌افزار تهیه کند.  
– قطعات پروژه را تهیه و آماده کند.  
– فیبر مدار چاپی پروژه را آماده کند.

## ۶-۱-۱ اطلاعات اولیه

در فصل سوم یک پروژه ساده را انتخاب کردید و مقدمات اجرای آن را فراهم نمودید. در این فصل مراحل را که تاکنون اجرا کرده‌اید مستند می‌کنید و پروژه خود را به پایان می‌رسانید. در صورتی که پروژه شما نیاز به عیب‌یابی داشت، فصل پنجم را دوباره به‌طور دقیق مطالعه کنید و فرایند عیب‌یابی را یاد بگیرید و در رفع عیب پروژه خود مورد استفاده قرار دهید.

**نکته مهم:** بروز عیب در پروژه یک فرایند طبیعی است و شما باید بتوانید عیب پروژه را رفع کنید و آن را راه‌اندازی نمایید.

## ۶-۲-۲ نکات ایمنی

کلیه نکات ایمنی که تاکنون گفته شده است را در مراحل اجرای این پروژه نیز به‌طور دقیق اجرا کنید.

## ۶-۳-۳ کار با نرم‌افزار

با استفاده از نرم‌افزارهایی که تاکنون آموخته‌اید در هر قسمت که نیاز باشد نرم‌افزار مرتبط را به کار ببرید.

## ۶-۴-۴ قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

— کیف ابزار

— نقشه پروژه

— قطعات پروژه

— فیبر مدار چاپی

هدف کلی فصل و مواردی که با ستاره مشخص شده است را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

## ۶-۵-۵ مراحل اجرای پروژه

\*۶-۵-۱ هدف: هدف از اجرای پروژه را به‌طور

خلاصه شرح دهید.

## \*۶-۵-۲ نقشه دستگاه: نقشه فنی پروژه را با استفاده

از یکی از نرم‌افزارهایی که تاکنون آموخته‌اید ترسیم کنید و پرینت آن را در محل تعیین شده بچسبانید. درباره نحوه ترسیم مدار با نرم‌افزار به‌طور خلاصه توضیح دهید.

## \*۶-۵-۳ ترسیم نقشه پروژه: با استفاده از نرم

افزار نقشه مدار چاپی پروژه را ترسیم کنید و پرینت آن را در محل تعیین شده بچسبانید. درباره چگونگی ترسیم مدار توضیح دهید.

## \*۶-۵-۴ آماده‌سازی قطعات و وسایل پروژه:

اکنون قطعات پروژه را آماده کنید و سلامت آن را آزمایش کنید. آزمایش قطعات را می‌توانید با اهم‌متر یا تستری (Tester) که ساخته‌اید انجام دهید. درباره اجرای این مرحله به‌طور خلاصه توضیح دهید.

## \*۶-۵-۵ فیبر مدار چاپی: اکنون فیبر مدار چاپی را

با ابعاد مورد نیاز ببرید و آن را کاملاً تمیز کنید. درباره این مرحله به‌طور خلاصه توضیح دهید.

## \*۶-۵-۶ آماده‌سازی نقشه فیبر مدار چاپی: نقشه

فیبر مدار چاپی را با یکی از روش‌هایی که آموخته‌اید به روی فیبر انتقال دهید. درباره چگونگی انتقال نقشه روی فیبر و روشی که استفاده کرده‌اید توضیح دهید.

## \*۶-۵-۷ سوراخکاری فیبر مدار چاپی: باید فیبر

مدار چاپی را سوراخکاری کنید و قطعات را روی آن مونتاژ نمایید. درباره چگونگی انجام این عملیات توضیح دهید.

## \*۶-۵-۸ راه‌اندازی پروژه: پروژه را راه‌اندازی

کنید. در صورتی که پروژه راه‌اندازی نشد با استفاده از روش‌های عیب‌یابی و به کمک مربی خود عیب پروژه را برطرف کنید. درباره چگونگی راه‌اندازی پروژه و عیب‌یابی آن توضیح دهید.

## \*۶-۶-۶ شرح کامل پروژه

اکنون فعالیت‌های انجام شده برای ساخت پروژه را در تمام مراحل به‌طور خلاصه توضیح دهید. مشکلات مراحل اجرای پروژه خود را نیز بنویسید.



## \*۶-۷- الگوی پرسش

۶-۷-۱- به چه دلیل این پروژه را انتخاب کرده‌اید؟ در سه سطر توضیح دهید.

۶-۷-۲- اصول کار دستگاه ساخته شده و کاربرد آن را به‌طور عمومی و در صنعت شرح دهید.

۶-۷-۳- مراحل ساخت مدار چاپی را به اختصار شرح دهید.

۶-۷-۴- مشکلات خود را در ارتباط با این پروژه بیان کنید.

۶-۷-۵- در هنگام راه‌اندازی پروژه، با چه عیبی

برخورد کردید. چگونه آن‌ها را برطرف نمودید؟ شرح دهید.

۶-۷-۶- ولتاژ کار دستگاه ساخته شده و جریان مصرفی دستگاه چه قدر است؟

۶-۷-۷- در رفع عیب دستگاه، از چه وسایلی استفاده نموده‌اید؟ نام ببرید.

## \*۶-۸- ارزشیابی

پس از پاسخ دادن به سؤالات الگوی پرسش و کامل کردن کتاب گزارش کار در زمانی که توسط مربی کارگاه تعیین می‌شود آن را ارائه دهید.

## منابع و مآخذ

- ۱- مبانی مخابرات و رادیو سال سوم رشته الکترونیک فنی و حرفه‌ای کد ۴۶۶/۹ تألیف سید محمود صموتی - یدالله رضازاده
- ۲- آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو رشته الکترونیک فنی و حرفه‌ای کد ۴۷۲/۱ تألیف سید محمود صموتی - یدالله رضازاده
- ۳- رسم فنی سال سوم هنرستان کد ۶۳۷ تألیف حسین نوری - حسین دینانی
- ۴- کار کارگاهی سال دوم هنرستان کد ۵۱۶/۱ تألیف سید محمود صموتی - حسن خاور - عسگر شفق - فرود کمالی
- ۵- کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک سال سوم هنرستان کد ۶۳۷/۱ تألیف منوچهر برادران جمیلی
- ۶- ابزار مقدماتی الکترونیک کاردانش کد ۶۰۵/۳ تألیف فتح اله نظریان
- ۷- مقاومت سلف خازن در جریان متناوب کاردانش کد ۶۰۵/۵ تألیف فتح اله نظریان
- ۸- الکترونیک کاربردی فنی و حرفه‌ای کد ۴۸۸/۳ تألیف شهرام نصیری سوادکوهی - شهرام خدادادی
- ۹- کارگاه الکترونیک عمومی جلد اول و جلد دوم کد ۴۸۸/۷
- ۱۰- مبانی الکترونیک کاردانش کد ۶۰۴/۷ تألیف شهرام خدادادی
- ۱۱- کاتالوگ‌ها و مراجع موجود در صنعت و بازار کتاب
- ۱۲- استفاده از سایت‌های اینترنت.
- ۱۳- نرم‌افزار مولتی‌سیم، الکترونیک ورک بنچ و نرم‌افزار پد توپد (Multisim , Electronic work Bench, Pad 2Pad)

