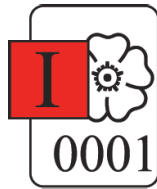




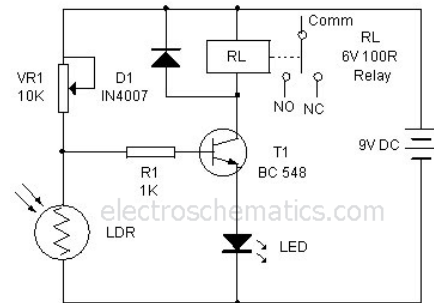
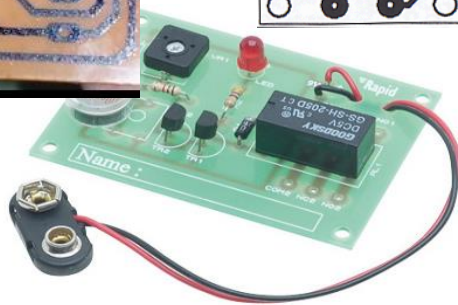
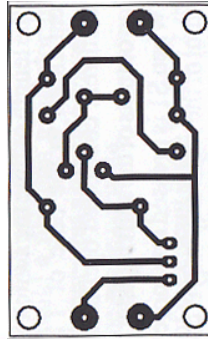
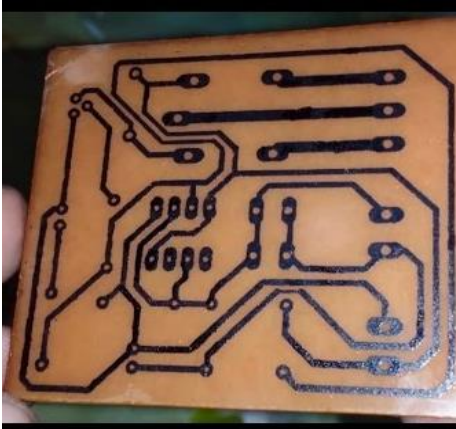
# فصل چهارم



## طراحی مدار چاپی

و

## شبیه سازی



برای تولید، نظارت و کنترل کیفیت محصولات الکترونیکی ترسیم نقشه‌های الکترونیکی بسیار اهمیت دارد. نقشه‌های الکترونیکی شامل بلوک دیاگرام، نقشه فنی و طرح مدار چاپی است که براساس قوانین و استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک با دست و نرم‌افزار ترسیم می‌شوند. ساخت مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های مختلف با تهیه فیبرمدارچاپی امکان‌پذیر است. با آماده شدن فیبر، قطعات الکترونیکی با آرایش خاصی روی فیبرنصب (مونتاژ) می‌شوند. ارتباط الکتریکی این قطعات با خطوط مسی برقرار می‌شود. چگونگی چیدمان قطعات بر روی فیبرمدارچاپی مهم است، زیرا چیدمان صحیح سبب صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت و تولید مدارها در دستگاه‌های الکترونیکی می‌شود. لازم است توجه داشته باشید که وجود یک یا چند برد الکترونیکی در یک دستگاه مانند سیستم ارتباطی تصویری سبب می‌شود فرمان‌های لازم برای عملکرد آن دستگاه شکل گیرد.



## واحد یادگیری

### ترسیم نقشه فنی مدار چاپی با دست

آیا تا به حال پی برده‌اید:

#### استاندارد عملکرد

ترسیم نقشه فنی و مدار چاپی مدار  
های الکترونیکی ساده با استفاده از  
نرم افزار، با رعایت استاندارد

• برای ساخت دستگاه‌های الکترونیکی از چه نقشه‌هایی استفاده می‌شود؟

• نصب قطعات الکترونیک و اتصال آن در دستگاه‌ها چگونه است؟

• تهیه فیبر مدار چاپی با نرم‌افزار سرعت تولید محصولات را افزایش می‌دهد؟

• روش‌های انتقال طرح مدار چاپی به فیبر چگونه اجرا می‌شود؟

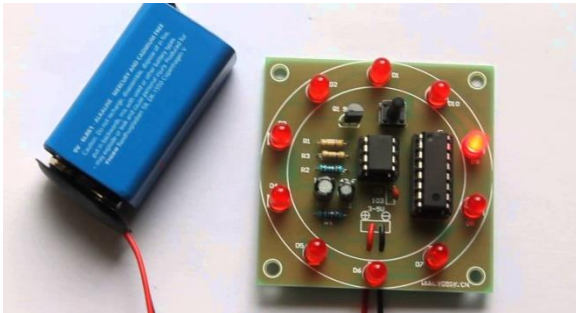
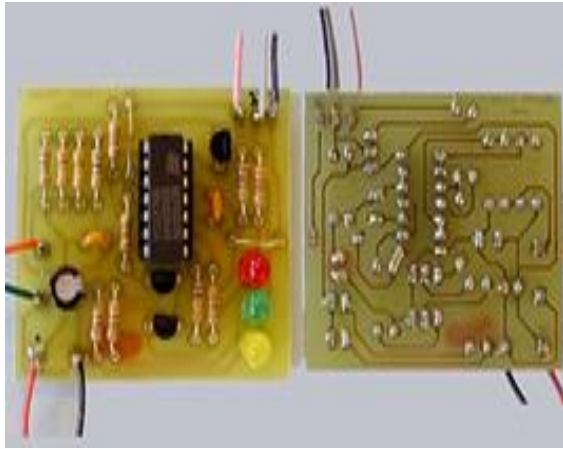
• نصب (مونتاژ) قطعات بر روی برد مدار الکترونیکی چگونه و با چه ترتیبی به اجرا در می‌آید؟

قطعات الکترونیکی در کلیه دستگاه‌های مختلف روی برد مدار چاپی مونتاژ می‌شوند. بردهای مدار چاپی را به صورت یک لایه و چند لایه می‌سازند. وجود این ساختار سبب کوچک شدن ابعاد دستگاه‌های الکترونیک و الکترونیکی و افزایش کیفیت عملکرد آن‌ها می‌شود.

در این واحد یادگیری، ابتدا نقشه فنی مدارهای الکترونیکی را توسط نرم‌افزار ترسیم و شبیه‌سازی می‌کنید و صحت عملکرد آن را مورد تأیید قرار می‌دهید. سپس نقشه فنی را با استفاده از دست و نرم‌افزار به مدارهای چاپی تبدیل می‌نمایید. در تمام مراحل اجرای کار عملی رعایت نکات ایمنی و بهداشتی، توجه به سایر مهارت‌های غیر فنی مانند کار گروهی، رعایت نظم و ترتیب، مدیریت منابع، کاربرد فناوری و توجه به نکات زیست‌محیطی که همواره اهمیت خاصی دارد، باید در تمام مراحل مورد توجه قرار گیرد و به طور دقیق به اجرا درآید.

## ۱-۵- اصول تهیه طراحی مدار چاپی

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 با سیم اتصال می دادند. این روش مطابق شکل ۱-۵ جای زیادی اشغال می کرد.

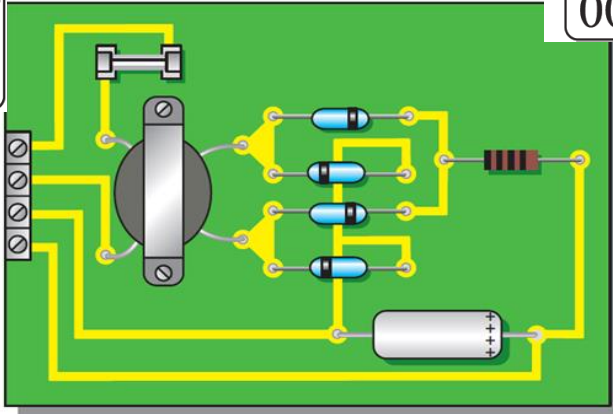


شکل ۱-۵ - نصب قطعات الکترونیکی در دستگاه های قدیمی

امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده تر شدن مدارهای الکترونیکی این طریقه سیم کشی نمی تواند کاربردی داشته باشد، لذا به جای آن از مدار چاپی شکل ۲-۵ استفاده می شود.

شکل ۲-۵ - نصب قطعات الکترونیکی بر روی فیبر مدار چاپی

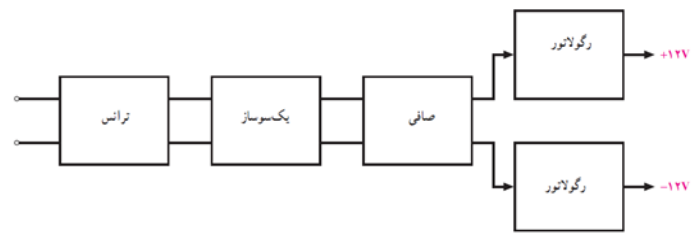
برای ساختن یک دستگاه الکترونیکی ابتدا باید با چگونگی عملکرد قسمت های مختلف دستگاه آشنا شویم، از این رو لازم است که قطعات الکترونیکی و الکترونیک مورد نیاز هر قسمت را شناسایی کنیم و نحوه ارتباط الکترونیکی آن ها را مشخص نمائیم. برای این منظور از نقشه بلوک دیاگرام و



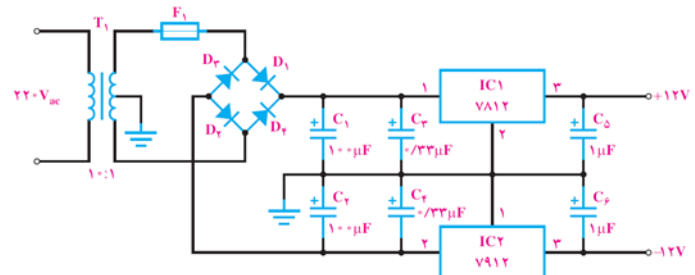
شکل ۵-۵- نقشه مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

کارگروهی

ابتدا بلوک دیاگرام شکل ۵-۶ را با نقشه فنی شکل ۵-۷ مطابقت دهید و بلوک‌ها را روی نقشه با خط چین رسم کنید. سپس در شکل ۵-۸ تلاش کنید ارتباط نقشه مدار چاپی را با نقشه فنی بیابید. نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۵-۶- نمای بلوکی یک منبع تغذیه دابل

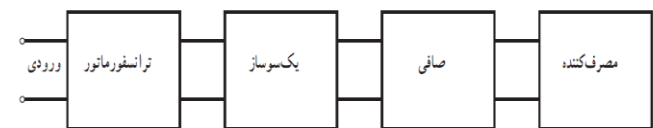


شکل ۵-۷- نقشه الکترونیکی یک منبع تغذیه دابل

نقشه فنی استفاده می‌کنیم. با توجه به پیشرفت فناوری، امروزه انواع نقشه‌های مدارهای الکترونیکی را با رایانه تهیه می‌کنند.

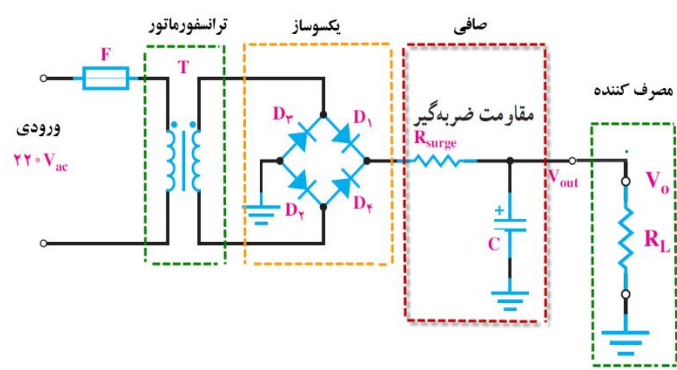
**ترسیم نقشه‌های بلوکی**

معمولاً برای نمایش عملکرد قسمت‌های مختلف مدار یک سیستم الکترونیکی از بلوک دیاگرام استفاده می‌کنند. در این فرایند مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل یا بلوک مخصوص می‌نویسند و ورودی‌ها و خروجی‌های هر بلوک را مشخص می‌کنند. در شکل ۵-۳ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده رسم شده است.

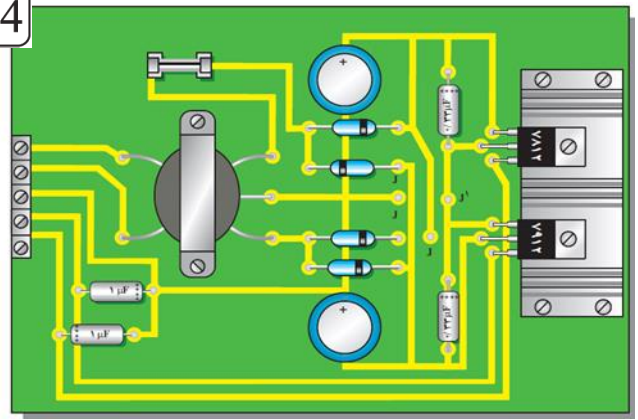


شکل ۵-۳- بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده

شکل ۵-۴ نقشه فنی الکترونیکی منبع تغذیه ساده را در ارتباط با بلوک دیاگرام شکل ۵-۳ نشان می‌دهد. در شکل ۵-۵ منبع تغذیه در اندازه واقعی روی فیبر مدار چاپی نشان داده شده است. در این نقشه، ورودی و خروجی مدار به ترمینالی در سمت چپ نقشه وصل شده است.



شکل ۵-۴- نقشه مدار الکترونیکی یک منبع تغذیه ساده



شکل ۸-۵- برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

### ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

در مباحث گذشته درباره چگونگی ترسیم نقشه‌های فنی الکترونیکی صحبت کردیم. معمولاً در نقشه‌های استاندارد لازم است عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. هم‌چنین باید قواعد و قراردادهای مربوط به آن نیز رعایت گردد. برخی از مهم‌ترین قراردادهای ترسیم نقشه استاندارد الکترونیکی به شرح زیر است.

- ۱- ترسیم کلی مدارها باید از سمت چپ به سمت راست صورت گیرد.
- ۲- ورودی‌ها در سمت چپ صفحه و خروجی‌ها در سمت راست صفحه در نظر گرفته شود.
- ۳- متناسب با مراحل کار و عملکرد مدار باید عناصر و قطعات به ترتیب و به دنبال هم رسم شود.
- ۴- مقادیر ولتاژهای بیشتر در بالای صفحه و مقادیر ولتاژهای کم‌تر در پایین صفحه قرار گیرند. مثلاً مقادیر ولتاژهای مربوط به یک مدار ترانزیستوری به صورت  $+12V$  در بالای صفحه و علامت زمین به صورت  $\perp$  در پایین صفحه مشخص شود.

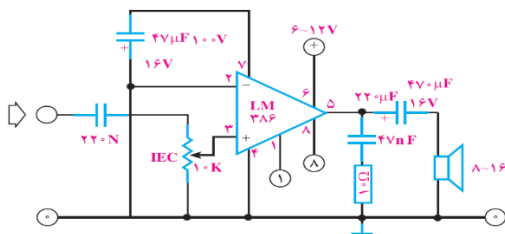
۵- مدارهایی که در نقشه وجود دارد ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهد مانند منبع تغذیه باید در نیمه پایینی صفحه رسم شود.

۶- خطوط اتصال بین اجزای مدار باید به طور دقیق و کامل کشیده شود.

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

۸- وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و نقاط برخورد به یکدیگر وصل می‌شوند، باید براساس استاندارد IEC محل اتصال با یک نقطه توپُر مشخص شود.

در شکل ۹-۵ ویژگی‌های کلی ترسیم یک نقشه الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است.



شکل ۹-۵- نقشه مدار تقویت کننده صوت

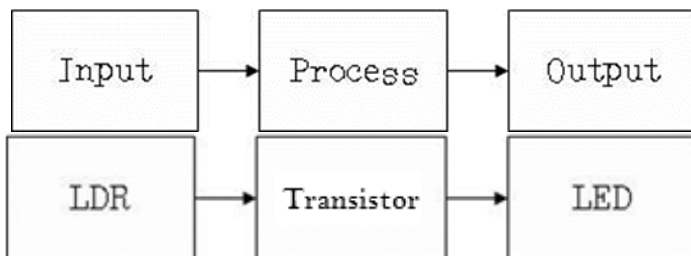
### کار عملی ۱: ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی

هدف: مهارت در نقشه خوانی و ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: مداد، پاک کن، کاغذ، نقشه فنی مدار

### مراحل اجرای کار

در شکل ۱۰-۵ بلوک دیاگرام و نقشه فنی کنترل روشنایی با حسگر LDR ترسیم شده است. بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدار را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه با مقیاس مناسب روی کاغذ میلی‌متری ترسیم کنید.



شکل الف - بلوک دیاگرام کنترل روشنایی

## استاندارد طراحی مدار چاپی:

تبدیل یک نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید طبق استانداردهای موجود صورت پذیرد. مدار چاپی باید با رعایت فواصل پایه‌ها، حجم و اندازه حقیقی قطعات طراحی شود.

همچنین موارد زیر نیز باید حتماً به اجرا درآورده شود:

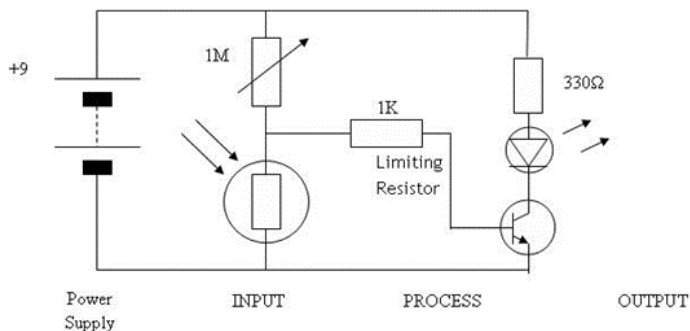
- طرح مدار چاپی به گونه‌ای باشد که ورودی‌ها مدار در یک سمت و خروجی‌ها در سمت دیگر قرار گیرند.
- قطعات حرارتی مانند مقاومت‌ها و ترانزیستورهای پاور و نباید در کنار قطعات حساس به حرارت مانند دیودها و ترانزیستورهای کوچک قرار گیرد.
- قطعات به گونه‌ای در کنار هم چیده شوند که هنگام تعمیر به راحتی بتوان آن‌ها را تعویض کرد.
- در فرایند طراحی باید محل قرار گرفتن قطعاتی مانند رادیاتور که در نقشه الکترونیکی دیده نمی‌شوند، جای پیچ در نظر گرفته شود.
- پهنای خطوط باید متناسب با جریان عبوری و نیز مقاومت آن در حد قابل قبول باشد.

**بحث گروهی:** در باره استانداردهای مدار چاپی با همکار گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

## ۲-۵ تهیه طرح مدار چاپی با دست:

برای تهیه طرح اولیه مدار چاپی مراحل زیر به اجرا در می‌آید.

- با استفاده از نقشه مدار، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب محل قرار گرفتن قطعات را مشخص می‌کنیم. محل استقرار قطعات نباید از ابعاد واقعی قطعات کوچک‌تر باشد اما محل قرار گرفتن قطعات را می‌توان تغییر داد. شکل ۱۱-۵.



ب- نقشه فنی الکترونیکی کنترل روشنایی

شکل ۱۰-۵- نقشه بلوک دیاگرام و فنی کنترل روشنایی

## طراحی مدار چاپی با دست:

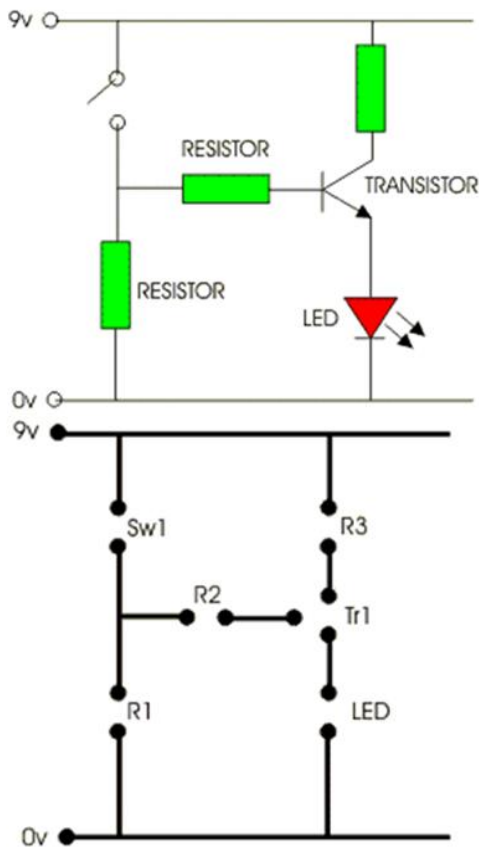
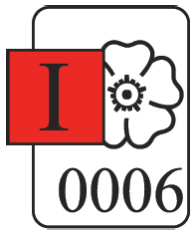
در مدارهای چاپی یک لایه عناصر در یک طرف فیبر مدارهای چاپی قرار می‌گیرند. ارتباط بین قطعات به وسیله لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد برقرار می‌شود. استفاده از مدار چاپی، حجم مدار را کوچک می‌کند، ضمن اینکه می‌توانیم ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان را با توجه به میزان جریان و خازن پراکنده ترسیم کنیم. به طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم کشی به شرح زیر است:

● مانع شلوغی اتصالات و سیم کشی‌ها می‌شود.  
 ● ابعاد مدارهای ساخته شده کوچک‌تر می‌شود.  
 ● در زمان تعمیر دستگاه، دنبال کردن مسیرهای ارتباطی به سهولت انجام می‌شود.

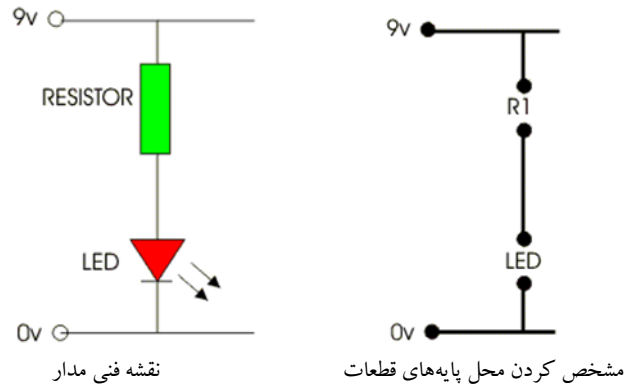
● مونتاژ مدار سریع‌تر و آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر است.  
 ● تولید دستگاه‌های الکترونیکی در شمارگان بالا آسان‌تر است.

مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.

**بحث گروهی:** درباره مزایای مدار چاپی با همکار گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

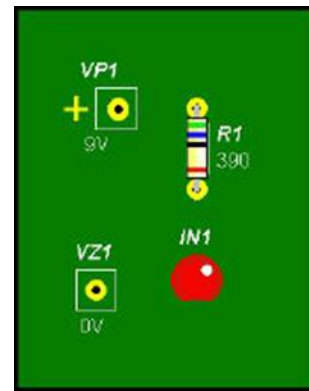


شکل ۱۳-۵- اختصاص دایره یا پد pad به هر پایه



شکل ۱۱-۵- طرح اولیه مدار چاپی

● پس از ترسیم طرح اولیه، قطعات را روی برد، مکان‌یابی و بررسی کنید، شکل ۱۲-۵.



شکل ۱۲-۵- جای گذاری قطعات روی برد

● فاصله پایه‌ها در فیبر مدار چاپی باید با ابعاد و فاصله پایه‌های قطعات در اندازه واقعی مطابقت داشته باشد. مثلاً اگر فاصله پایه‌های یک مقاومت ۲ واتی که به طور افقی روی فیبر قرار می‌گیرد، ۱۵mm باشد باید در طراحی مدار چاپی نیز حداقل ۱۵mm فاصله بین دو پایه در نظر گرفته شود.

در شکل ۱۴-۵ نمونه‌هایی از فاصله پایه‌های مقاومت نشان داده شده است.

● در صورت نیاز مسیرها را تغییر می‌دهیم.

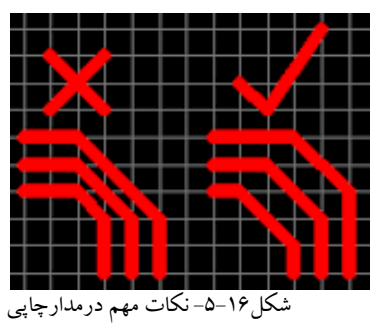
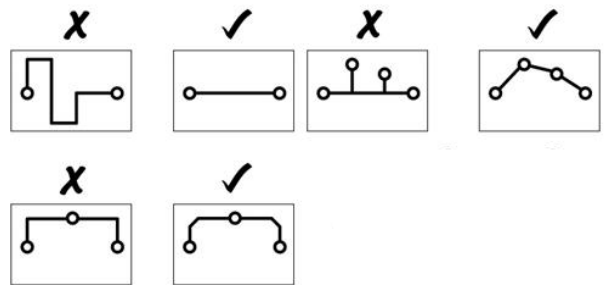
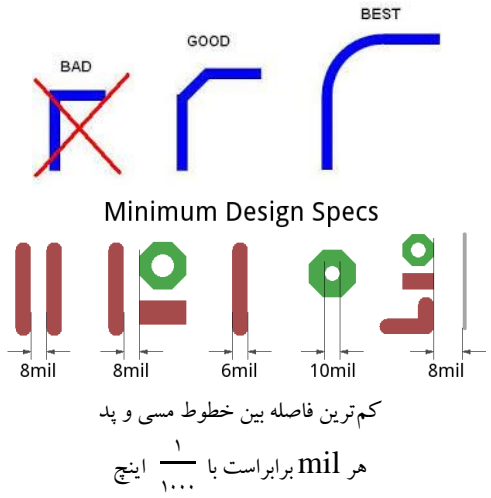
**فعالیت:** با توجه به توضیحات داده شده یک طرح اولیه واقعی برای یک مقاومت و یک LED رسم کنید.

**کامل کردن طرح مدار چاپی:**

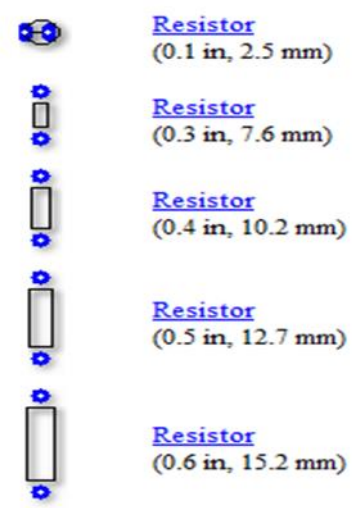
پس از ترسیم طرح اولیه، مراحل زیر را اجرا می‌کنیم.

● برای پایه هر قطعه یک دایره منظور می‌کنیم. این دایره را پد (pad) می‌گویند. اگر در یک منطقه چندین پایه نزدیک به یکدیگر قرار گیرند باید برای هر پایه یک پد جداگانه منظور شود، شکل ۱۳-۵.

**فعالیت:** نقشه معکوس مداری را که طراحی کرده‌اید، با دست و بدون استفاده از ابزار رسم کنید. در شکل ۱۶-۵، نمونه‌هایی از نکات مربوط به ارتباط پایه‌ها در طراحی مدار نشان داده است:



**۳-۵ روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر:**  
 پس از تبدیل نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید آن را روی فیبر منتقل کنیم. انواع روش‌های زیر برای انتقال طرح روی فیبر وجود دارد:  
 ۱- روش انتقال باماژیک ضد اسید



شکل ۱۴-۵- فاصله پایه‌های مقاومت

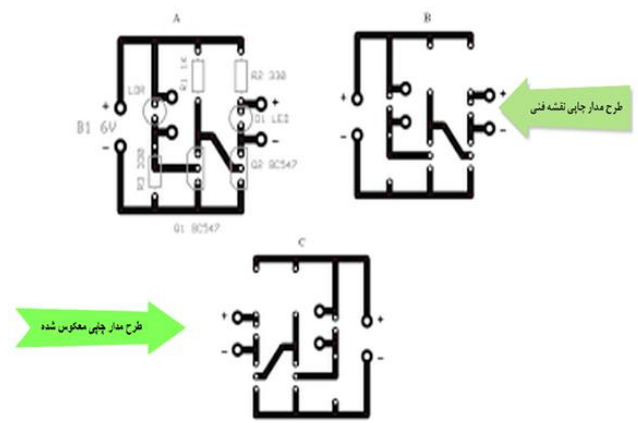
● لازم است پایه‌هایی که به سیم متصل می‌شوند کوتاه‌ترین فاصله را داشته باشند. اگر در مدار اصلی دو سیم از روی یکدیگر عبور کنند و به هم متصل نباشند، بر روی فیبر مدار چاپی نیز این دو سیم نباید به هم وصل شوند.

**کامل کردن فرایند طراحی:**

● چون در مدار چاپی یک لایه، قطعات مدار در یک طرف فیبر و مسیرهای مدار چاپی در طرف دیگر فیبر قرار می‌گیرند، باید طرح مدار چاپی که از روی نقشه به دست می‌آید معکوس شود.

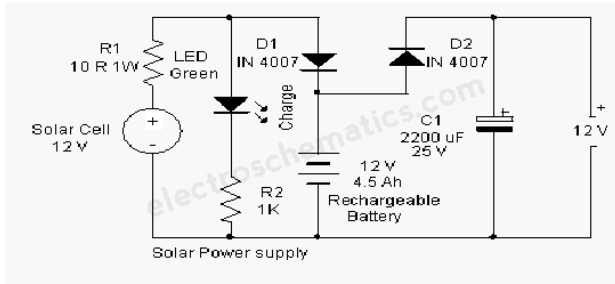


نقشه مدار چاپی شکل ۱۵-۵ را به عنوان تمرین اولیه طراحی کنید.



شکل ۱۵-۵- طرح مدار چاپی معکوس شده





شکل ۱۸-۵- نقشه فنی مدار الکترونیکی برای تهیه طرح مدار چاپی

### مراحل اجرای کار

۱- ابتدا یک فیبر مدار چاپی به اندازه ۵×۵ سانتی متر با راهنمایی معلم برش دهید و آن را کاملاً تمیز کنید، شکل ۱۹-۵.



شکل ۱۹-۵- شستشو و تمیز کردن فیبر مدار چاپی

۲- با استفاده از نقشه مدار الکترونیکی، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب با رعایت مراحل طراحی، طرح مدار چاپی را ترسیم کنید.

۳- نقشه مدار چاپی تهیه شده را به وسیله کاربن، معکوس کنید. برای این کار کافی است کاربن را وارنه روی کاغذ دیگر بگذارید و مسیرها را ترسیم کنید.

۴- به وسیله کاربن نقشه را روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید. به این ترتیب که با کشیدن قلم روی خطوط و پایه‌های قطعات، اثر طرح، روی مس فیبر مدار چاپی منتقل می‌شود. یک نمونه طرح مدار چاپی را در شکل ۲۰-۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰-۵- طراحی مدار چاپی و نقشه معکوس مدار چاپی

۲- استفاده از حرارت اتو

۳- پوزیتیو (۲۰ Positive)

۴- چاپ سیلک اسکرین

از آن جا که تنوع گسترده‌ای در انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر وجود دارد و در کار عملی ۲ روش مازیک را توضیح داده‌ایم، در این قسمت به شرح روش اتو می‌پردازیم.

سایر روش‌ها در کتاب همراه هنرجو آمده است.

### روش استفاده از حرارت اتو:

در این روش، نقشه مدار چاپی که روی کاغذ گلاسه چاپ شده است را با استفاده از حرارت اتو روی فیبر مدار چاپی منتقل می‌کنیم، شکل ۱۷-۵. در بخش‌های بعدی به یک کار عملی با استفاده از حرارت اتو می‌پردازیم.



شکل ۱۷-۵- انتقال طرح مدار چاپی به روی فیبر با اتو

### کار عملی ۲:

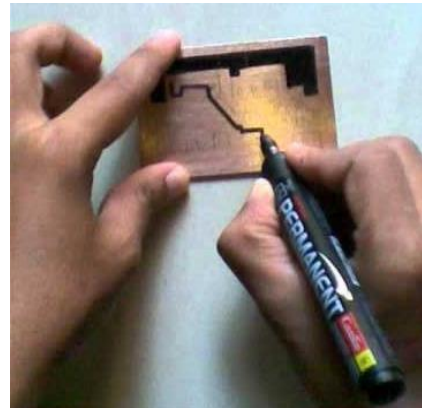
طراحی مدار چاپی منبع تغذیه و انتقال آن روی فیبر با روش مازیک

هدف: کسب مهارت در طراحی چاپ و انتقال روی فیبر

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:

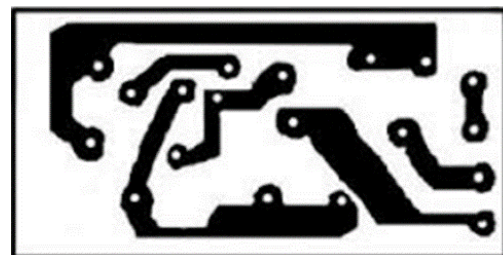
مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، مازیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی شکل ۱۸-۵.

۵- با استفاده از ماژیک ضد اسید، اثر به جا مانده از کاربن را پررنگ کنید، شکل ۲۱-۵.



شکل ۲۱-۵- طرح مدار چاپی انتقال داده شده روی فیبر با ماژیک

۶- در صورت نیاز، عناصر را با شابلون دایره یا شابلون مخصوص مدار چاپی روی فیبر رسم کنید و با استفاده از خط کش، پایه‌ها را به یکدیگر وصل کنید. هنگام کار با ماژیک باید دقت کنید که ماژیک چند بار روی فیبر در جهت عکس یکدیگر کشیده نشود. خطوط ترسیم شده مانند شکل ۲۲-۵ باید پررنگ باشد، زیرا در صورت کم رنگ بودن، اسید روی مس فیبر اثر می‌کند و مس‌های خطوط ارتباطی را از بین می‌برد.



شکل ۲۲-۵- طرح مدار چاپی

۸- طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی طرح اجرا شده را با الکل یا تینر، از روی فیبر پاک کنید.

کار عملی ۳: طراحی مدار چاپی تقویت کننده و انتقال آن روی فیبر با روش ماژیک

هدف: کسب مهارت در طراحی مدار چاپی و انتقال به روی

فیبر

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:

مداد، پاک کن، کاغذ، کاربن، ماژیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی مورد نظر

توجه

توجه: نوع مدار تقویت کننده و قطعات مربوط به آن، با توجه به امکانات قابل تغییر است.

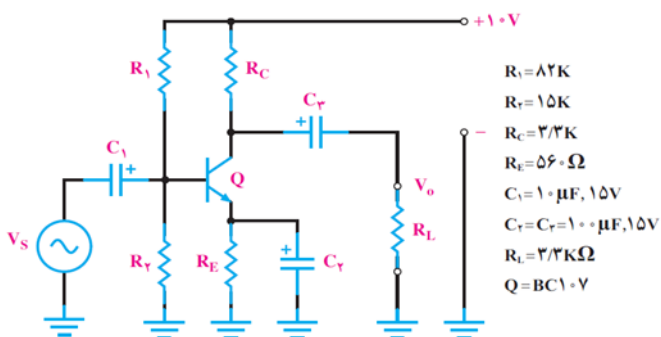
مراحل اجرای کار

۱- طرح مدار چاپی شکل ۲۳-۵ را که یک تقویت کننده امپدانس مشترک است، با توجه به ابعاد قطعات در کادر مناسب طراحی کنید. کلیه مقاومت‌ها  $\frac{1}{4}$  وات هستند. در طراحی مدار چاپی، حتماً به ابعاد دقیق قطعات توجه نمایید.

۲- با سایر اعضاء گروه در مورد طرح مدار چاپی مشاوره کنید و بهترین طرح را انتخاب و طرح خود را مطابق آن اصلاح کنید.

۳- یک فیبر مدار چاپی را با ابعاد مورد نیاز برش دهید. طرح انجام شده را پس از معکوس کردن به طور کامل روی آن انتقال دهید.

۴- طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی، طرح اجرا شده را از روی فیبر مدار چاپی پاک کنید.



شکل ۲۳-۵- مدار تقویت کننده امپدانس مشترک

کار عملی ۴: طراحی مدار چاپی حسگر صوتی و انتقال آن روی فیبر با روش ماژیک

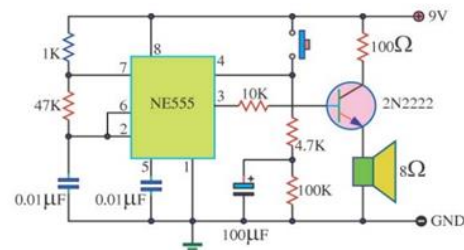
هدف: کسب مهارت در طراحی، انتقال و چاپ آن روی فیبر

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:

مداد، پاک کن، کاغذ، کاربن، مازیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی انتخاب شده

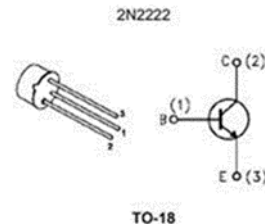
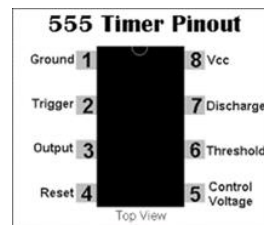
مراحل اجرای کار:

۱- شکل ۲۴-۵ مدار یک نمونه حسگر هشداردهنده (آلارم، آژیر) صوتی است. مدار چاپی این حسگر را در کادر مناسب طراحی کنید.



شکل ۲۴-۵- مدار هشداردهنده صوتی

- ۲- طرح خود را جهت ارزیابی با سایر گروه‌ها تعویض کنید.
- ۳- طرح اصلاح شده و نهایی را معکوس کنید.
- ۴- یک فیبر مدار چاپی به اندازه مناسب آماده کنید.
- ۵- طرح معکوس شده را با مازیک روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید. در هنگام طراحی مدار چاپی، به اندازه واقعی آی‌سی، ترانزیستور و کلید فشاری توجه کنید.
- ۶- در شکل ۲۵-۵ شکل ظاهری ترانزیستور و آی‌سی و شماره پایه‌های آن‌ها رسم شده است.



شکل ۲۵-۵- شکل ظاهری ترانزیستور و آی‌سی استفاده شده

در مدار هشداردهنده صوتی

۷- طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی، طرح اجرا شده را از روی فیبر پاک کنید.

الگوی پرسش

۱- ترسیم طرح کلی مدارها باید از سمت راست به سمت چپ صورت گیرد.

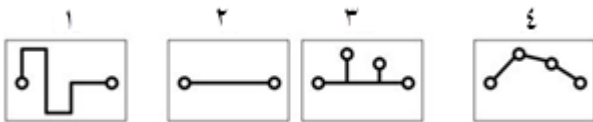
صحيح □ غلط □

۲- برای آشنایی با چگونگی عملکرد قسمت‌های مختلف یک دستگاه از کدام نقشه استفاده می‌کنند؟

۳- چهار مورد از مزایای استفاده از مدار چاپی را بنویسید؟

۴- پهنای خطوط در مدار چاپی باید متناسب با ... و ... . آن باید در حد قابل قبول باشد.

۵- کدام طرح مدار چاپی صحیح است؟



۶- چرا طرح مدار چاپی باید معکوس شود؟

۷- روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر را نام ببرید.

### استاندارد عملکرد

مونتاژ و دموونتاژ قطعات الکترونیکی و سایر اجزاء مدار بر اساس دقت و استانداردهای تعریف شده

## واحد یادگیری ۶

### شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار آیا تا به حال فکر کرده اید:

- چگونه می‌توان قبل از پیاده‌سازی سخت‌افزاری یک مدار الکترونیکی به صحت عملکرد آن پی برد؟
  - به چه دلیل استفاده نرم‌افزارهای شبیه‌سازی از اتلاف وقت و هدر رفتن سرمایه ملی جلوگیری می‌کند؟
  - چه نرم‌افزاری‌هایی برای شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی وجود دارند؟
  - برای طرح مدار چاپی مدارهای ساده و پیچیده الکترونیکی از چه نرم‌افزارهایی استفاده می‌کنند؟
  - دقت و سرعت عملکرد نرم‌افزارها در ترسیم مدار چاپی در مقایسه با اجرای دستی آن چه تفاوت‌هایی دارد؟
- با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی می‌توانید صحت عملکرد مدار را تأیید کرده و کمیت‌های مدار را اندازه بگیرید. همچنین قادر خواهید بود عملکرد مدار را تجربه و تحلیل کنید. پس از تأیید نقشه و عملکرد آن، با استفاده از نرم‌افزار می‌توانید طرح مدار چاپی نقشه مورد نظر را آماده‌سازی کنید. در این واحد یادگیری ابتدا با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی مانند مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار کاربردی دیگر، نقشه‌های ساده الکترونیکی را شبیه‌سازی می‌کنید. سپس با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند PCB Wizard یا هر نرم‌افزار ساده طراحی مدار چاپی موجود نقشه فنی را به طرح مدار چاپی تبدیل می‌کنید. لازم به یادآوری است که استفاده از نرم‌افزارهای حرفه‌ای مانند پروتل، دی‌ایکس‌پی و آلتیوم در پایه یازدهم و در درس پروژه ساخت آموزش داده خواهد شد. در تمام مراحل اجرای کار شایستگی‌های غیر فنی مانند دقت و تمرکز اجرای کار، رعایت ارگونومی، کار ایمنی با رایانه و مشارکت فعال در گروه باید مورد توجه قرار گیرد و به طور دقیق اجرا شود.

## ۱-۶ معرفی نرم افزار شبیه سازی

امروزه قبل از اجرای پروژه وساخت مدارهای الکترونیکی از نرم افزار استفاده می کنند. با استفاده از نرم افزار می توان برای تشخیص صحت عملکرد مدار واندازه گیری کمیت ها، آن را شبیه سازی و تحلیل کرد. استفاده از نرم افزارهای مولتی سیم (Multisim) و پروتئوس (Proteus) برای شبیه سازی، بیشتر از سایر نرم افزارها متداول است. قبلاً تا حدودی با این گونه نرم افزارها آشنا شده اید.

### کار عملی ۵:

#### شبیه سازی مدار الکترونیکی چراغ چشمک زن

هدف: کسب مهارت شبیه سازی مدارهای الکترونیکی با نرم افزار

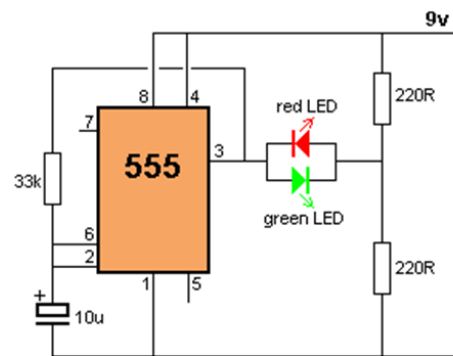
ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط- رایانه- نقشه

فنی مدار مورد نظر

مراحل اجرای کار

۱- در صورتی که نرم افزار مولتی سیم (یا هر نرم افزار مرتبط دیگر) روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه اندازی کنید.

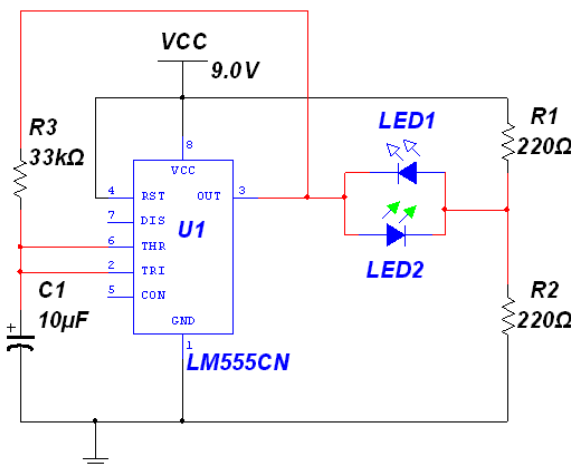
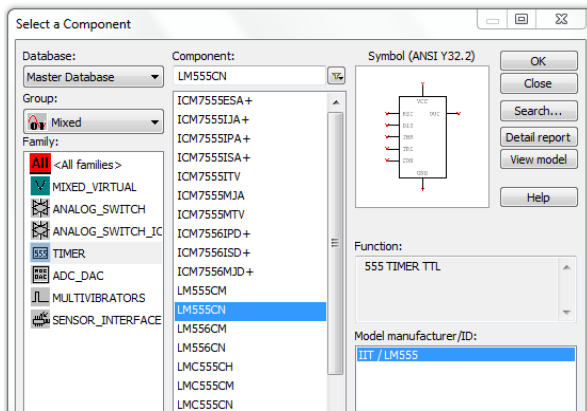
۲- مدار شکل ۱-۶ را در نرم افزار مولتی سیم ببندید.



BI-POLAR LED DRIVER

شکل ۱-۶- مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵

۳- برای استفاده از آی سی ۵۵۵ در نرم افزار، آن را از گروه (Place Mixed) و مسیر نشان داده شده در شکل ۲-۶ به روی محیط کار نرم افزار بیاورید.



شکل ۲-۶- مسیر انتخاب آی سی ۵۵۵ و مدار چشمک زن با نرم افزار

۴- فایل مدار چشمک زن را ذخیره کنید.

### ۲-۶ تهیه طرح مدار چاپی با نرم افزار

نرم افزارهای طراحی مدار چاپی در بازار جهانی بسیار تنوع دارند. پروتل (Protel)، دی ایکس پی (DXP)، سرکت میکر (Circuit maker)، پی سی بی دیزاین (PCB Design)، پد توپد (pad2pad) و پی سی بی ویزارد (PCB Wizard) از جمله نرم افزارهایی هستند که برای طراحی مدار

چاپی به کار می روند. در شکل ۳-۶ چند نمونه از نرم افزارهای مدارچاپی را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۶- چند نمونه از نرم افزارهای طراحی مدارچاپی

**نکته:** در این پایه تحصیلی با توجه به اینکه مدارهای ساده الکترونیکی انتخاب شده اند نرم افزار ساده ای مانند

PCB Wizard انتخاب و آموزش داده شده است. در پایه تحصیلی آینده، نرم افزارهای حرفه ای ترمانند پروتل (Protel) آموزش داده خواهد شد.

**معرفی نرم افزار PCB Wizard:**

این نرم افزار یکی از نرم افزارهای کم حجم برای ترسیم نقشه فنی (شماتیک) مدارهای الکترونیکی و تبدیل آن به طرح

مدار چاپی است. این نرم افزار دارای ویژگی هایی به شرح زیر است:

🖥️ در اینترنت به راحتی قابل دسترس است و همچنین به صورت قابل حمل (پرتابل) و نصب بر روی رایانه می باشد. 🖥️ Help بسیار ساده و کامل دارد.

🖥️ نماد فنی و اندازه فیزیکی اکثر قطعات متداول الکتریکی و الکترونیکی، در کتابخانه آن موجود است.

🖥️ قابلیت تایپ متن فارسی بر روی نقشه های فنی پروژه های درسی را دارد.

🖥️ امکانات کامل برای طراحی مدار چاپی به صورت دستی Manually و اتوماتیک Automatic Routing را دارد.

🖥️ امکان چاپ نقشه های فنی، طرح مدارچاپی به صورت معمولی و آینه ای، جای گذاری قطعات بر روی برد فیبر مدار چاپی، شکل واقعی مدارمونتاز شده بر روی برد را دارد.

برای تهیه این نرم افزار به یکی از آدرس های زیر در اینترنت مراجعه کنید.

PCB Wizard ۳. ۵۰ Pro Unlimited. exe - Google Drive - ۱

[http://۴downloads.ir/۱۳۸۸/۰۹/\\_pcb\\_wizard\\_۳۵۰\\_pro\\_unlimited-۲](http://۴downloads.ir/۱۳۸۸/۰۹/_pcb_wizard_۳۵۰_pro_unlimited-۲)

۲- [http://۴downloads.ir/۱۳۸۸/۰۹/\\_pcb\\_wizard\\_۳۵۰\\_pro\\_unlimited-۲](http://۴downloads.ir/۱۳۸۸/۰۹/_pcb_wizard_۳۵۰_pro_unlimited-۲)

### کار عملی ۶:

#### نصب نرم افزار PCB Wizard

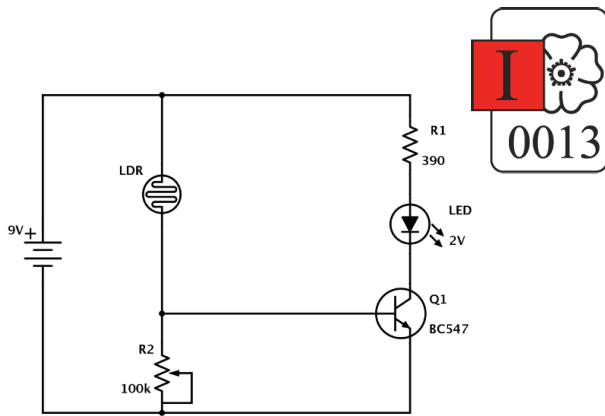
**هدف:** کسب مهارت بارگیری نرم افزار PCB Wizard از اینترنت و نصب آن

**ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:** نرم افزار مرتبط - رایانه - اینترنت  
**مراحل اجرای کار**

۱- از آدرس های اینترنتی، نرم افزار را بارگیری کنید.

۲- پس از استخراج کردن Extract فایل بارگیری شده، سند (فایل) PCBWIZARD. exe را از پوشه PCB Wizard ۳. ۵۰ Pro Unlimited اجرا کنید.





شکل ۵-۶- مدار کنترل روشنایی با مقاومت تابع نور LDR

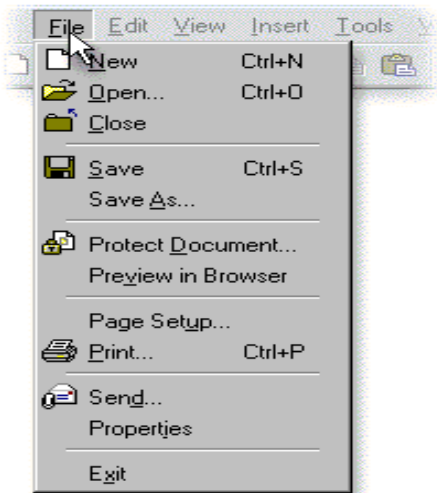
### مراحل اجرای کار

**فیلم:** فیلم ۲ چگونگی ترسیم نقشه فنی را ببینید.

۱- مدار را با نرم افزار مولتی سیم (یا هر نرم افزار مرتبط دیگر) ببندید. در مدار شبیه سازی شده مقاومت  $R_2$  را ثابت و برابر  $100K\Omega$  قرار دهید و به جای LDR از یک پتانسیومتر  $10K\Omega$  استفاده کنید.

۲- فایل را ذخیره کنید.

۳- نرم افزار PCB Wizard را فعال کنید. روی منوی فایل FILE شکل ۶-۶ کلیک کنید و یک سند جدید New باز کنید.



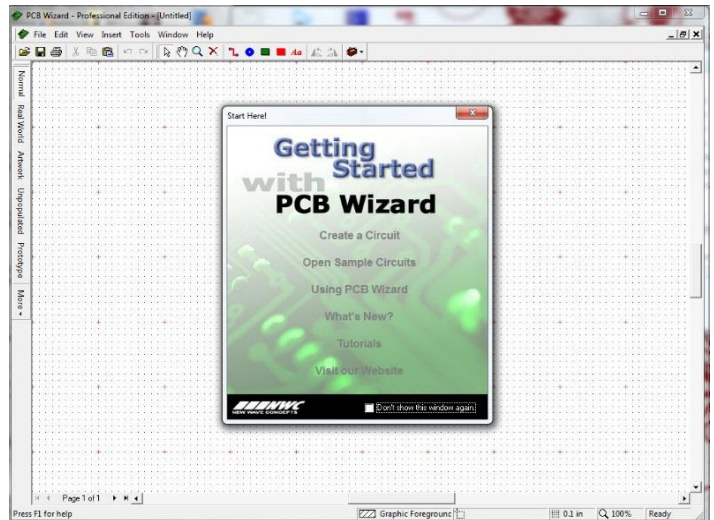
شکل ۶-۶ ایجاد یک سند جدید در منوی File در

نرم افزار PCB Wizard

۴- مدار شکل ۵-۶ را با توجه به مراحل زیر رسم کنید.

- اضافه کردن قطعه از موزه Gallery به محیط کار نرم افزار
- اتصال قطعات به یکدیگر

با اجرای نرم افزار تصویر شکل ۴-۶ ظاهر می شود.



شکل ۴-۶- تصویر فعال بودن نرم افزار PCB Wizard

در ابتدای اجرای نرم افزار PCB Wizard می توان یکی از گزینه های طرح مدار، باز کردن مثال ها، طراحی مدار چاپی، چه خبر، آموزش و از وب سایت ما دیدن کنید را، انتخاب نمایید.

### کار عملی ۳:

رسم نقشه فنی حسگر تابع نور LDR با نرم افزار PCB Wizard

**هدف:** کسب مهارت تحلیل، شبیه سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم افزار مولتی سیم و PCB Wizard

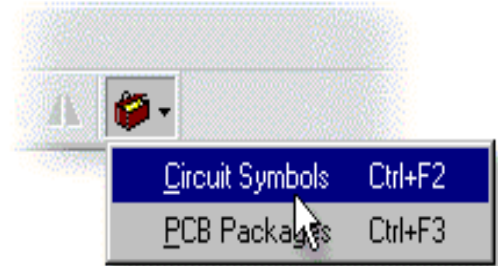
**ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:** نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

**فیلم:** فیلم عملکرد مدار با حسگر نوری را مشاهده و نکات مهم آن را به خاطر بسپارید.

مدار شکل ۵-۶ یک حسگر تشخیص روشنایی است که با تابیدن نور به قطعه مقاومت تابع نور LDR، مقاومت آن کاهش می یابد و سبب افزایش ولتاژ دوسر مقاومت  $10K\Omega$  می شود. در این شرایط هدایت ترانزیستور بیشتر شده و به اشباع می رود و دیود نورانی روشن می شود.

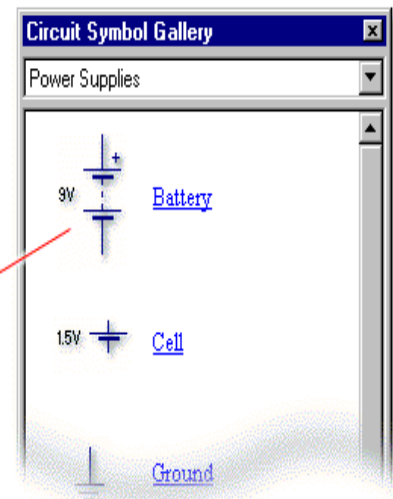
● تغییر مقدار عناصر مدار

۳- اگر گالری نرم افزار باز نیست، می توانید با کلیک بر روی دگمه در سمت راست، نوار ابزار را باز کنید. مطابق شکل ۶-۷ نمادهای مدار را انتخاب کنید. هم چنین می توانید از کلیدهای میانبر  $Ctrl+F2$  برای این منظور استفاده کنید.



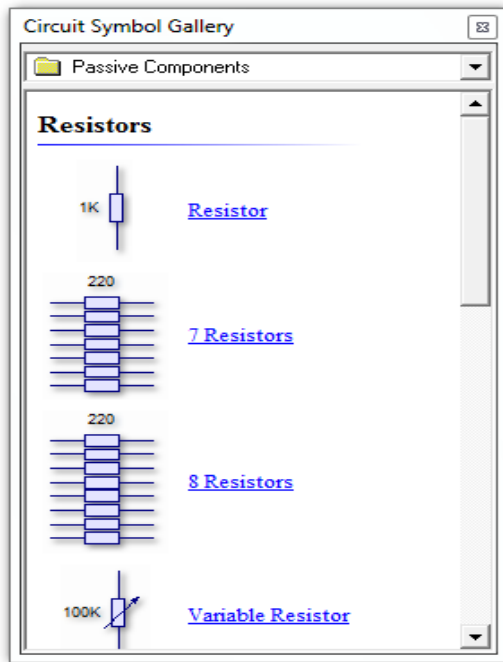
شکل ۶-۷- Gallery نرم افزار

۴- از زبانه Power Supplies گالری، نماد باتری را انتخاب کنید. برای انجام این کار مکان‌نمای ماوس را روی نماد باتری ببرید و روی آن کلیک کنید و ماوس را حرکت دهید. نماد باتری را به همراه ماوس به محیط کار نرم افزار بکشید و دوباره کلیک چپ کنید تا باتری به طور ثابت روی میز کار نرم افزار قرار گیرد. در شکل ۶-۸ نحوه انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم افزار را مشاهده می کنید.



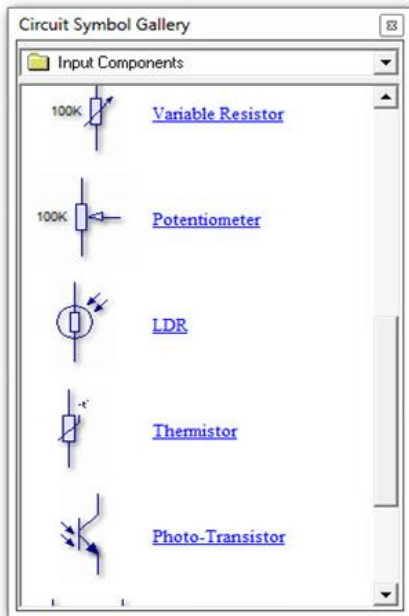
شکل ۶-۸- انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم افزار

۴- قطعات الکتریکی غیر فعال R,C,L از زبانه Passive Component شکل ۶-۹ انتخاب می شود. یک مقاومت انتخاب کنید.



شکل ۶-۹- قطعات غیر فعال RCL

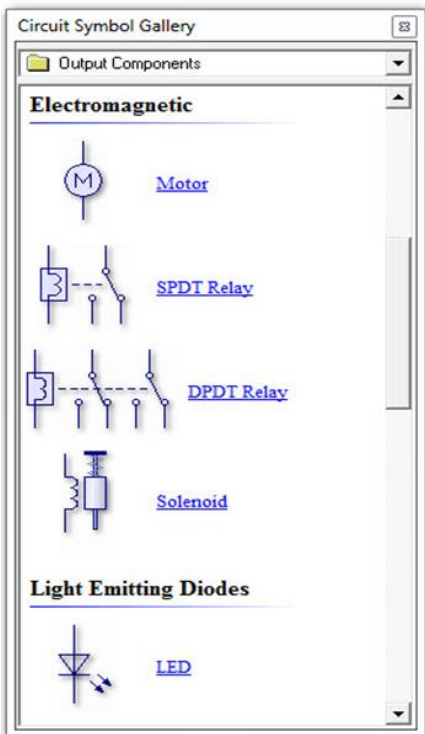
۵- مقاومت تابع نور LDR را از زبانه Input Components انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید.



شکل ۶-۱۰- عناصر ورودی مدار



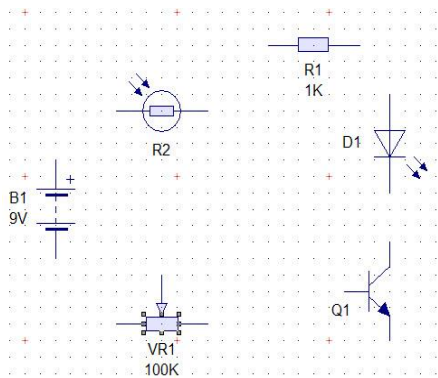




شکل ۱۲-۶ زبانه قطعات خروجی Output Components

**سؤال ۲-** زبانه خروجی (Output Components) گالری را باز کنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

**توجه:** به گونه‌ای عناصر مدار را چیدمان کنید که آرایش مدار اصلی را داشته باشد.

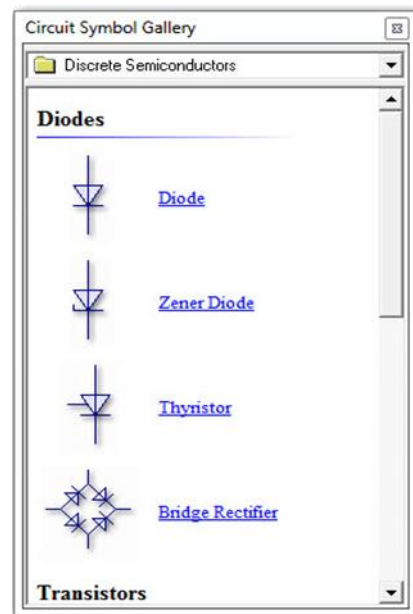


شکل ۱۳-۶- چیدمان قطعات مدار بر روی میز کار نرم افزار

برای منظم کردن مدار و چیدمان افقی یا عمودی قطعات، ابتدا قطعه مورد نظر را انتخاب کنید. سپس از کلیدهای چرخش به چپ Rotate Left(Ctrl+L) و چرخش به راست Rotate Right(Ctrl+R) که در نوار ابزار شکل ۱۴-۶

**سؤال ۱-** زبانه ورودی (Input Components) گالری را باز کنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

۶- قطعات نیمه‌هادی شامل دیود معمولی، دیود زنر، پل دیود، و ترانزیستور معمولی BJT، ترانزیستور FET, MOSFET و قطعات صنعتی مانند تریستور در زبانه قطعات گسسته (Discrete Semiconductors) مطابق شکل ۱۱-۶ وجود دارد. یک ترانزیستور انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید.

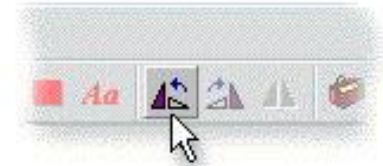


شکل ۱۱-۶ زبانه قطعات نیمه‌هادی

(Discrete Semiconductors)

۷- دیود نورانی LED را از زبانه قطعات خروجی Output Components شکل ۱۲-۶ انتخاب کنید.

وجود دارد، استفاده کنید.



Rotate Left(Ctrl+L)

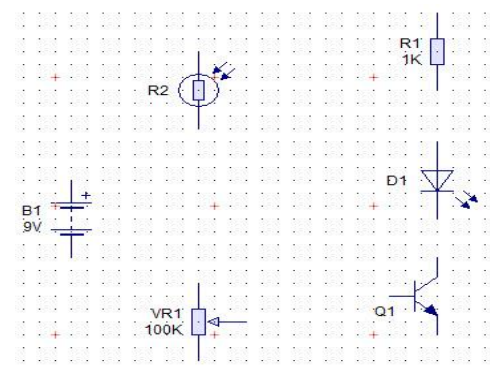
شکل ۶-۱۴- کلید چرخش به چپ

همچنین می‌توانید پس از انتخاب قطعه روی آن راست کلیک کرده و گزینه Arrange را انتخاب کنید. سپس با توجه به مسیر نشان داده شده در شکل ۶-۱۵ چرخش قطعه به راست یا چپ را انجام دهید.



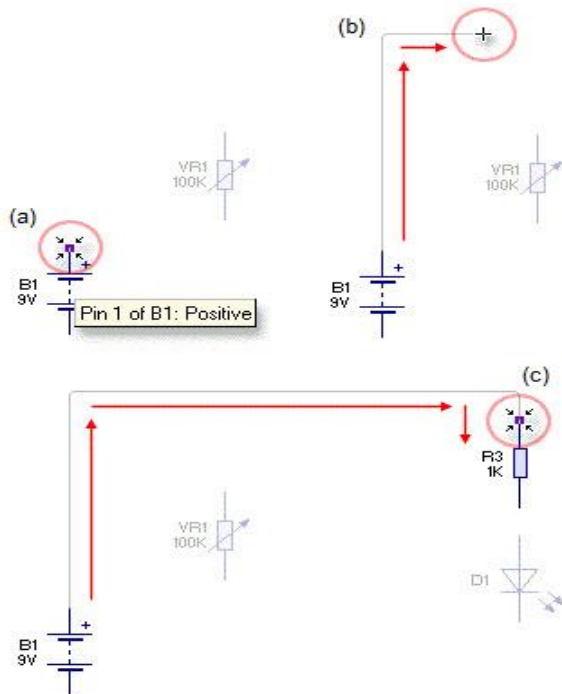
شکل ۶-۱۵- مسیر چگونگی چرخش قطعه به چپ یا راست

پس از چیدمان قطعات به طور منظم طبق شکل ۶-۱۶، نوبت به اتصال و سیم‌بندی عناصر مدار می‌رسد.



شکل ۶-۱۶- چیدمان قطعات مطابق با نقشه فنی شکل ۶-۵

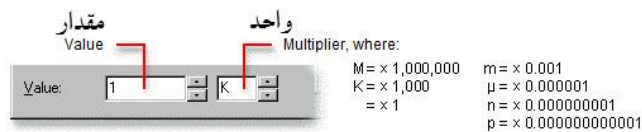
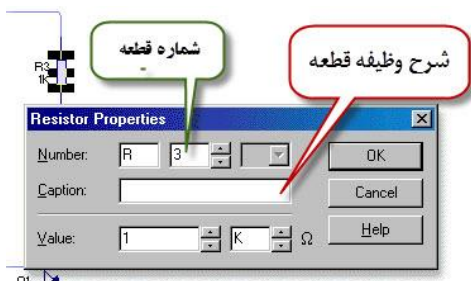
۷- برای ترسیم اتصال خطوط بین قطعات، مکان نمای ماوس را روی پین مثبت باتری قرار دهید. در این حال علامت مکان‌نما به صورت نقطه توپر به همراه علامت ضربدر، تغییر شکل می‌دهد. همزمان کلیک چپ ماوس را پایین نگه دارید و ماوس را حرکت دهید تا سیم کشیده شود تا به پایه قطعه برسد و به پین مورد نظر وصل شود. در شکل ۶-۱۷ چگونگی اتصال سیم به قطعات نمایش داده شده است.



شکل ۶-۱۷- نحوه اتصال خطوط به پایه‌های قطعات

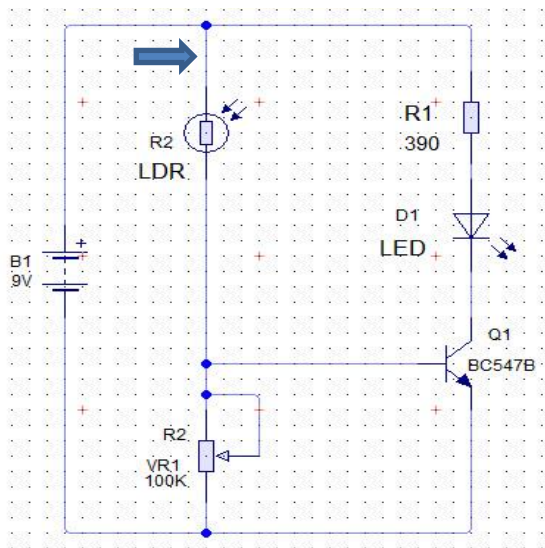
۸- مراحل را ادامه دهید تا طبق شکل ۶-۱۸ اتصال خطوط بین پایه‌های قطعات کامل شود.

۱۰- برای تغییر مقدار قطعات R,C,L روی آن‌ها دوبار کلیک کنید و با توجه به شکل ۲۰-۶ شماره، نام و مقدار قطعه را به میزان مورد نظر تغییر دهید.



شکل ۲۰-۶- تغییر شماره، نام و مقدار قطعه

۱۱- پس از اتمام کار باید نقشه فنی مدار حسگر تشخیص روشنایی را با توجه به شکل ۲۱-۶ کامل باشد.



شکل ۲۱-۶- نقشه فنی کامل شده مدار حسگر روشنایی در

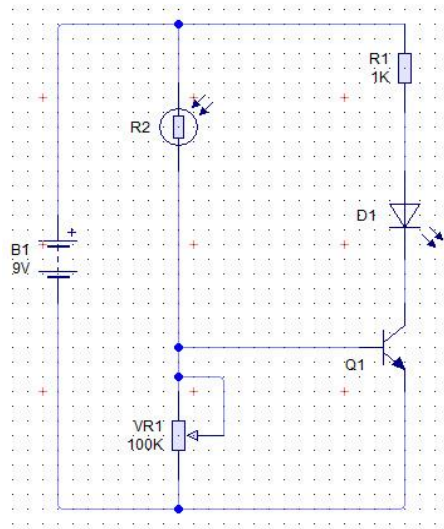
نرم افزار PCB Wizard

**فعالیت:** با کلیک کردن روی Tools، گزینه:

Report Insert parts list Report

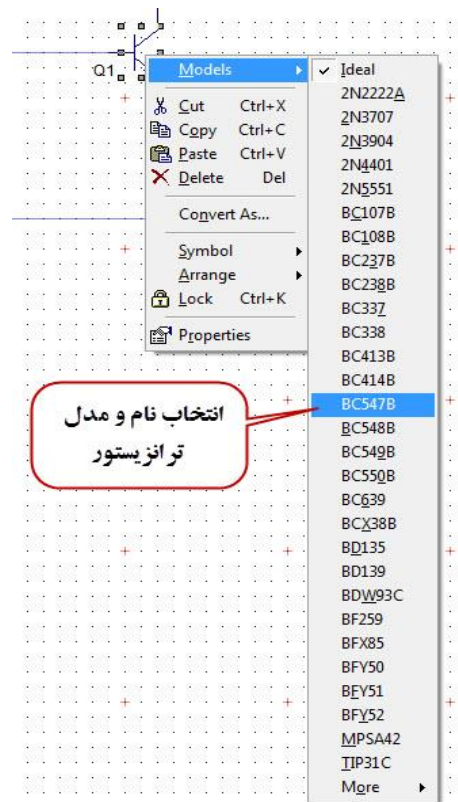
را انتخاب کنید. ماوس را از گوشه سمت چپ بالا، کامل روی نقشه مدار بکشید. چه اتفاقی می افتد؟ نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۱۰- فایل را ذخیره کنید.



شکل ۱۸-۶- ترسیم خطوط اتصال پایه‌های قطعات

۹- پس از ترسیم نقشه مدار می‌توانید مقادیر و مدل عناصر را تغییر دهید. روی ترانزیستور کلیک کنید و سپس کلیک راست را بزنید و از گزینه مدل Models نام ترانزیستور را انتخاب کنید. در شکل ۱۹-۶ چگونگی انتخاب ترانزیستور نشان داده شده است.



شکل ۱۹-۶- نحوه انتخاب نام و مدل ترانزیستور

## کار عملی ۷:

رسم نقشه فنی مدار کنترل دما و مدار راه انداز رله با ترانزیستور

### در نرم افزار PCB Wizard

هدف: کسب مهارت تحلیل، شبیه سازی و رسم نقشه فنی مدارهای

الکترونیکی با نرم افزار مولتی سیم و PCB Wizard

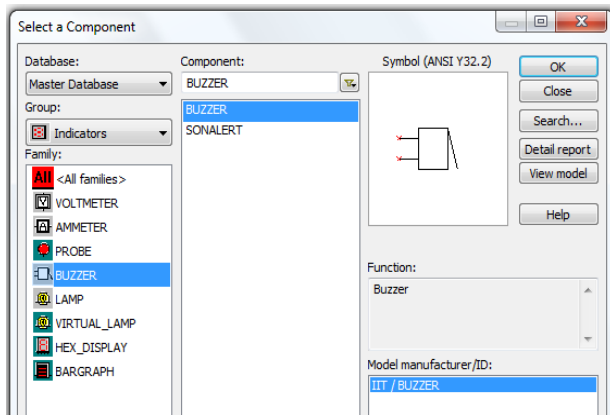
ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه

فنی مدار

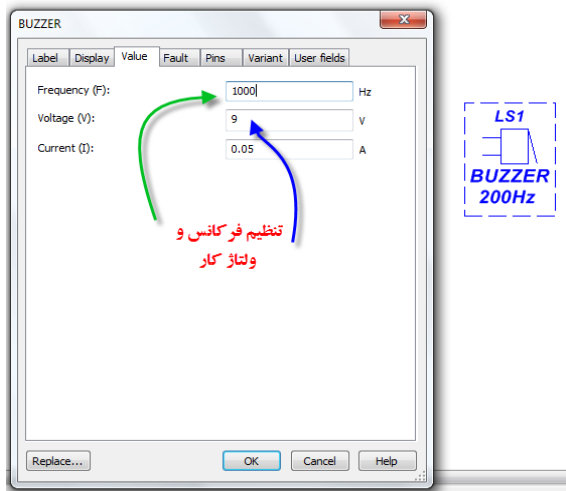
### مراحل اجرای کار

۱- مدارهای شکل الف-۶-۲۲ و شکل ب-۶-۲۳ را با نرم افزار

مولتی سیم شبیه سازی کنید.



شکل ۶-۲۴- مسیر انتخاب بی زر



شکل ۶-۲۵- تنظیم فرکانس و ولتاژ کار بی زر

۲- نقشه فنی مدارهای شکل ۶-۲۲ و شکل ۶-۲۳ را با

نرم افزار PCB Wizard رسم کنید.

### ۶-۲ تهیه طرح مدار چاپی با نرم افزار

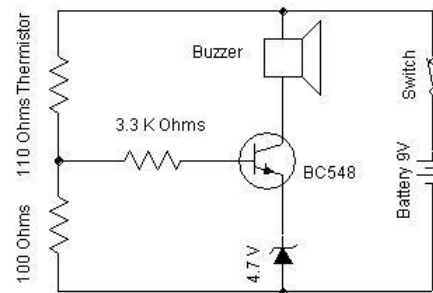
تبدیل نقشه فنی مدار به یک طرح مدار چاپی PCB به

### صورت دستی Manually

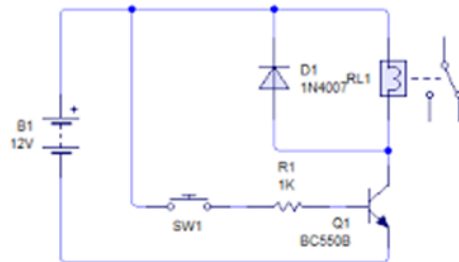
پس از ترسیم نقشه شماتیک مدار حسگر تشخیص روشنایی، فیبر مدار چاپی آن را طراحی می کنیم. می خواهیم طرح مدار چاپی را به صورت دستی رایانه ای طراحی کنیم. منظور از طراحی دستی رایانه ای این است که اتصال ها را خودمان با استفاده از ماوس ترسیم نمائیم.

## کار عملی ۸:

رسم نقشه مدار چاپی با نرم افزار PCB Wizard



شکل ۶-۲۲- مدار کنترل دما با مقاومت تابع حرارت (NTC)



شکل ۶-۲۳- مدار راه انداز رله با ترانزیستور

توجه

بی زر را از گروه Indicator به محیط کار

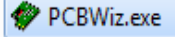
نرم افزار مطابق شکل ۶-۲۴ بیاورید. مقادیر فرکانس و ولتاژ

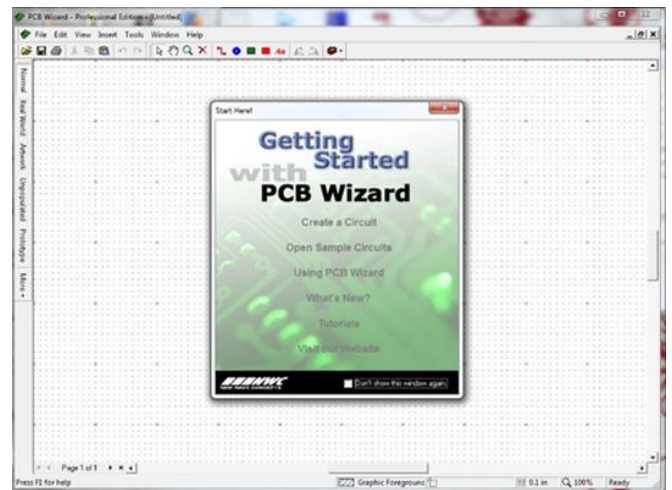
کار بی زر را با توجه به شکل ۶-۲۵ تنظیم کنید.

هدف: کسب مهارت طراحی مدارچاپی با نرم افزار به روش دستی رایانه ای

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱- برای شروع کار، صفحه جدیدی را برای طراحی مدار چاپی باز کنید. با دوبار کلیک (دوبل کلیک) کردن روی نماد اجرای نرم افزار  می توانید آن را باز کنید. چند لحظه صبر کنید تا شکل ۲۶-۶ ظاهر شود.

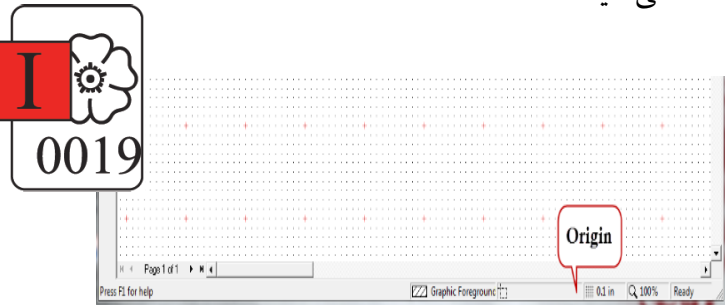


شکل ۲۶-۶- تصویر شروع به کار نرم افزار PCB Wizard

روی گزینه Create a Circuit کلیک کنید تا فایل جدید باز شود. یادآور می شود که نوارهای این نرم افزار در حالت طراحی مدار چاپی همان نوارهای حالت نقشه کشی فنی (شماتیک) است و شباهت زیادی با سایر نرم افزارها از جمله نرم افزارهای ادیسون و مولتی سیم دارد. به عنوان مثال نوار منوی این نرم افزار بسیار شبیه نوار منوی نرم افزار مولتی سیم است. برای طراحی مدار چاپی لازم است تنظیم های اولیه را انجام دهیم. تنظیم های اولیه مواردی مانند انتخاب ابعاد مدار چاپی، Grid/Snap, Origin را در بر می گیرد.

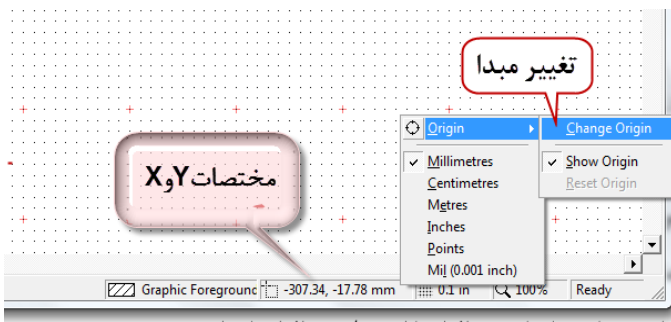
۲- تعیین ابعاد و مختصات نقشه مدار چاپی:

در پایین صفحه و سمت راست یک دایره کوچک وجود دارد که آن را نقطه مبدأ یا Origin می نامیم. معمولاً هنگام تعیین ابعاد فیبر مدار چاپی نقطه مبدأ (Origin) با مختصات  $X=0$  و  $Y=0$  به طور خودکار در پایین و سمت چپ انتخاب می شود. این ویژگی برای تمام نرم افزارهای مدار چاپی وجود دارد. در شکل ۲۷-۶ نقطه مبدأ (Origin) را مشاهده می کنید.



شکل ۲۷-۶- نقطه مبدأ Origin

روی محل مبدأ Origin، شکل ۲۸-۶ کلیک راست کنید و واحد مختصات X و Y را روی میلی متر قرار دهید.

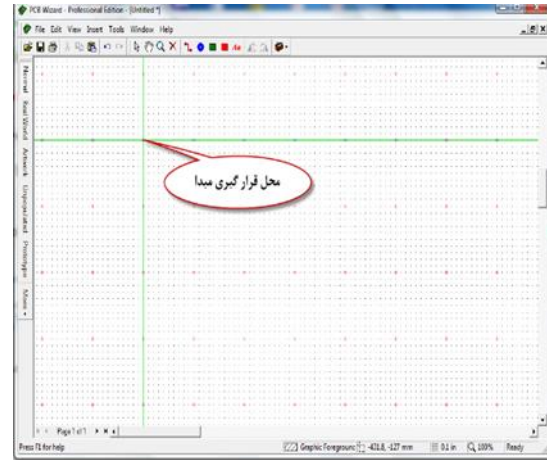


شکل ۲۸-۶- Origin و تعیین واحد مختصات X و Y

۳- روی تغییر مبدأ (Change Origin) کلیک کنید و نقطه مبدأ را مطابق شکل ۲۹-۶ در سمت چپ در نقطه  $X=0$  بالا قرار دهید. در این حالت مبدأ به طور خودکار مختصات  $X=0$  و  $Y=0$  تبدیل می شود. این فعالیت را چندین بار انجام دهید.

مکان نما را روی هر یک از نشانه‌ها بگذارید و متن ایجاد شده را با متن شکل ۳۱-۶ که ترجمه آن است، مقایسه کنید.

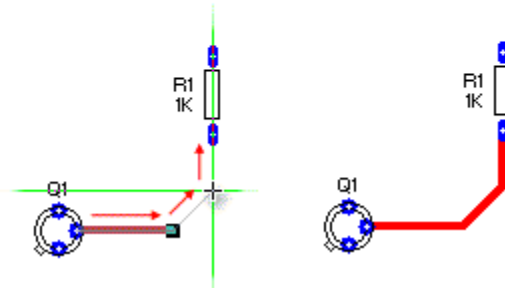
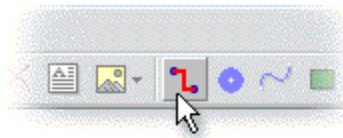
۵- ترسیم خطوط مسی (Track) برد مدار چاپی: برای رسم خطوط مسی روی زبانه Track کلیک چپ کنید. مکان نما به صورت دو خط + سبز رنگ در می‌آید. مطابق شکل ۳۲-۶ ابتدا روی پایه ترانزیستور کلیک چپ کنید تا اتصال برقرار شود و خط سبز رنگ مکان نما به رنگ قرمز در آید. سپس به پایه مقاومت اتصال دهید و کلیک کنید تا ارتباط مسی بین دو قطعه برقرار شود.



شکل ۲۹-۶- محل قرار گیری مبدا

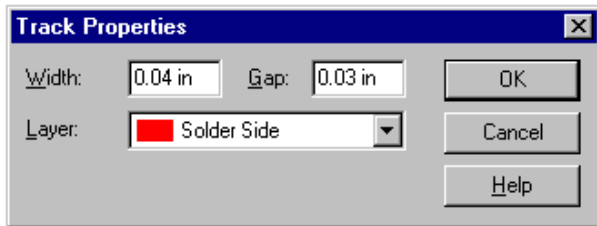
● معرفی جعبه ابزار نرم‌افزار

در شکل ۳۰-۶ جعبه ابزار نرم‌افزار را برای طرح مدار چاپی ملاحظه می‌کنید. در صورتی که مکان نما را روی زبانه مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد آن به زبان اصلی نوشته می‌شود.



شکل ۳۲-۶ نحوه اتصال خطوط مسی بین پایه قطعات

۶- با دو بار کلیک کردن روی هر نوار مسی شکل ۳۳-۶ ظاهر می‌شود. در این حالت می‌توانیم پهنای خطوط (Width)، لایه برد مدار چاپی (Layer) و کمترین فاصله بین دو نوار مسی (Gap) را تغییر دهیم. پهنای خطوط را تغییر دهید.



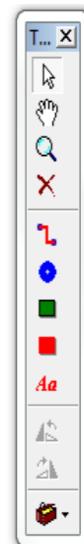
شکل ۳۳-۶ تعیین ویژگی‌های خطوط مسی

۷- قرار دادن Pad (دایره) سوراخ روی برد مدار چاپی:



شکل ۳۰-۶ جعبه ابزار

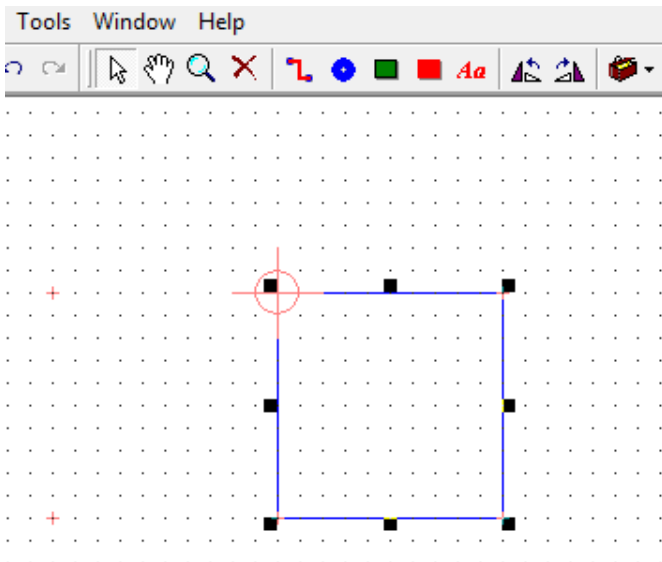
۴- در شکل ۳۱-۶ در مقابل هر زبانه، کار آن به طور خلاصه بیان شده است.



	انتخاب قطعه از برد و جایابی آن
	جایابی منطقه ای که در آن کار می‌کند
	ابزار بزرگ‌نمایی
	حذف کردن
	ایجاد نوار مسی روی برد مدار چاپی
	قرار دادن pad سوراخ دار روی برد مدار چاپی
	کادرابعاد و شکل برد مدار چاپی
	قرار دادن لایه ی مسی روی برد
	درج متن روی برد
	چرخش به سمت چپ (هنگام قرار گرفتن قطعه روی برد فعال می‌شود)
	چرخش به سمت راست (هنگام قرار گرفتن قطعه روی برد فعال می‌شود)
	قرار دادن نماد فنی قطعات برای نقشه کشی شماتیک و انتخاب قطعه براساس ابعاد و محل پایه هادر طراحی برد مدار چاپی

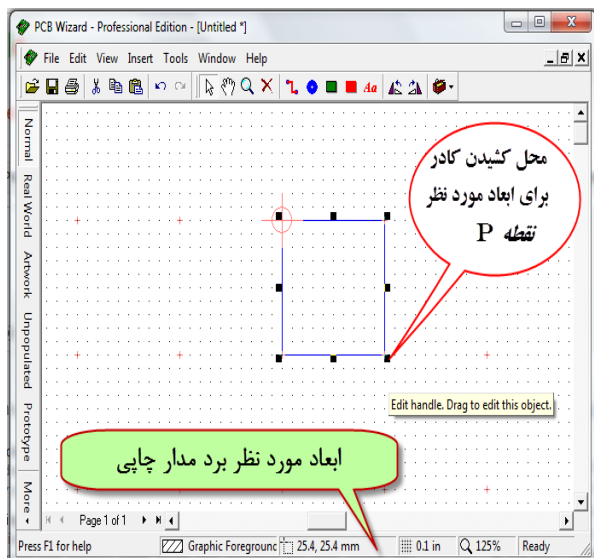
شکل ۳۱-۶ توضیح زبانه‌ها

در این حالت مکان نما تغییر حالت می دهد و به صورت + و دو خط عمود برهم به رنگ سبز در می آید. مکان نما را به نقطه مبدا روی صفحه محیط کار که قبلاً تعیین کردید، انتقال داده و کلیک کنید. ابعاد برد مطابق شکل ۳۷-۶ بر روی صفحه ظاهر می شود.



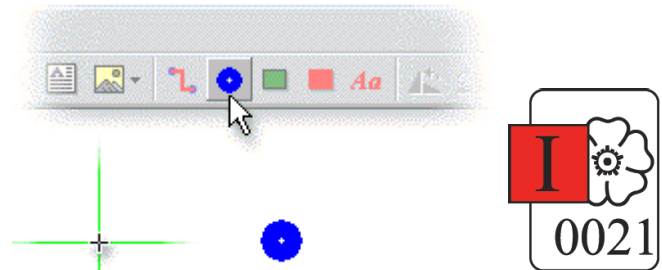
شکل ۳۷-۶ - چگونگی رسم ابعاد برد مدار چاپی

۱۰- برای تعیین دقیق ابعاد برد می توانید روی نقطه P شکل ۳۸-۶ کلیک چپ کنید و آن را پایین نگه دارید (Drag) و بکشید تا به ابعاد مورد نظر خود برسید.



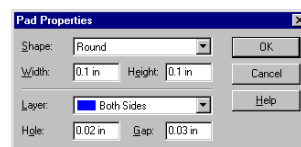
شکل ۳۸-۶ - نحوه تعیین اندازه برد مدار چاپی

Pad ها اتصال هایی هستند که با استفاده از آن ها می توانیم سیم قطعات بزرگ مانند ترانسفورماتور و پایه قطعه را به طرف دیگر برد مدار چاپی لحیم کنیم. با ایجاد چهار سوراخ در چهار گوشه برد، می توانیم برد مدار چاپی را با پیچ بر روی بدنه دستگاه الکترونیکی نصب نماییم. Pad ها را از جعبه ابزار شکل ۳۴-۶ می توان انتخاب کنید.



شکل ۳۴-۶ - انتخاب Pad از جعبه ابزار

۸- برای تغییر ویژگی های (Properties)، Pad ها مانند شکل ۳۵-۶، پهنا، ارتفاع و کمترین فاصله دو سوراخ، لایه برد روی Pad، دو بار کلیک کنید. برای تعیین قطر سوراخ براساس پایه قطعات، مقدار Hole را تغییر می دهیم. پدها را انتخاب و ابعاد آن را تغییر دهید.



له کردن یا کشیدن عرض یا ارتفاع سوراخ

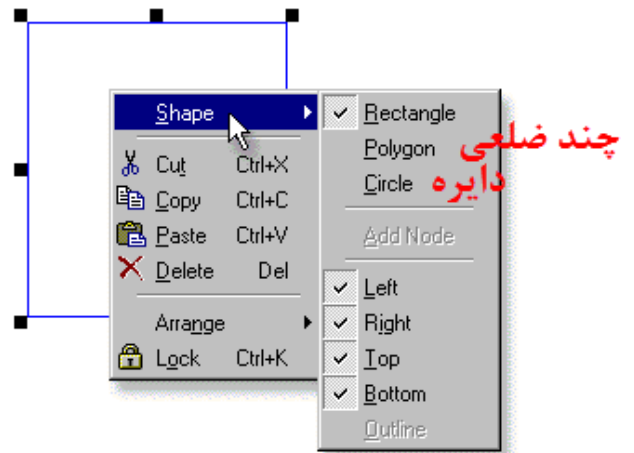
شکل ۳۵-۶ - تعیین ویژگی های Pad ها

۹- تعیین اندازه ابعاد برد مدار چاپی: برای تعیین ابعاد برد مدار چاپی روی آیکون Circuit Board روی جعبه ابزار شکل ۳۶-۶ کلیک کنید.



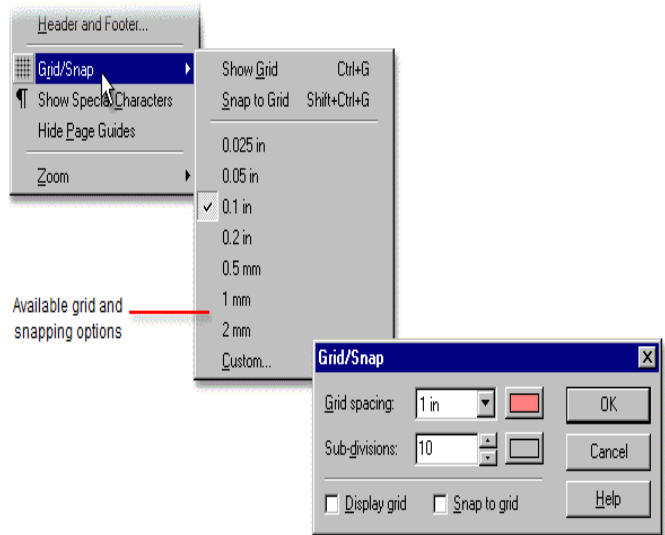
شکل ۳۶-۶ - آیکون ابعاد برد مدار چاپی Circuit Board

۱۱- برای تغییر شکل کادر برد مدار چاپی از مستطیل شکل به چند ضلعی یا دایره‌ای شکل، روی کادر ابتدا کلیک چپ کنید، سپس کلیک راست کنید تا شکل ۳۹-۶ ظاهر شود.



شکل ۳۹-۶ نحوه تغییر شکل کادر برد مدار چاپی

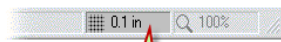
۱۲- با کلیک کردن روی زبانه View در نوار منو، فهرست مربوطه را باز کنید. روی زبانه Grid/Snap کلیک کنید. نوارهای مختلف باز می‌شود، شکل ۴۰-۶ ابعاد و شکل مورد نظر را انتخاب کنید و تمرین نمایید.



شکل ۴۰-۶ باز کردن نوارهای مختلف Grid/Snap

۱۳- گزینه‌ای به نام Grid/Snap وجود دارد. این گزینه میزان جابه جایی خطوط و قطعات را به ازاء هر پله حرکت ماوس واره یا صفحه کلید تعیین می‌کند. هر قدر این عدد کوچک‌تر

باشد، جابه جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. Grid/Snap را روی ۰/۵ میلی‌متر (توجه ابعاد روی اینچ قرارداد) قرار دهید. در این صورت در هر مرحله از جابجایی قطعه در برابر هر حرکت قطعه به اندازه ۰/۵ میلی‌متر جابجا می‌شود. برای تنظیم Grid/Snap می‌توانید از مسیر دیگر مطابق شکل ۴۱-۶ از نوار منو پایین صفحه نرم‌افزار مقدار آن را تعیین کنید.



### کلیک راست برای تنظیم Grid/Snap

شکل ۴۱-۶ مسیر تنظیم Grid/Snap

واحدهای میلی‌متر و اینچ با گریدهای مختلف را تغییر دهید. ۱۴- مدار شکل ۲۲-۶ را در فیبری با ابعاد ۵×۶ ترسیم کنید.

### کار عملی ۶:

#### طراحی مدار چاپی برد حسگر تشخیص نور

هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی بانرم‌افزار به روش

دستی رایانه‌ای

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم‌افزار مرتبط - رایانه - نقشه

فنی مدار

مراحل اجرای کار

طراحی مدار چاپی مدار شکل ۴۲-۶ را با انجام مراحل زیر انجام می‌دهیم.

تعیین اندازه برد مدار چاپی

قراردادن Pad سوراخ در چهار گوشه برد مدار چاپی

اضافه کردن نماد قطعات در مدار چاپی

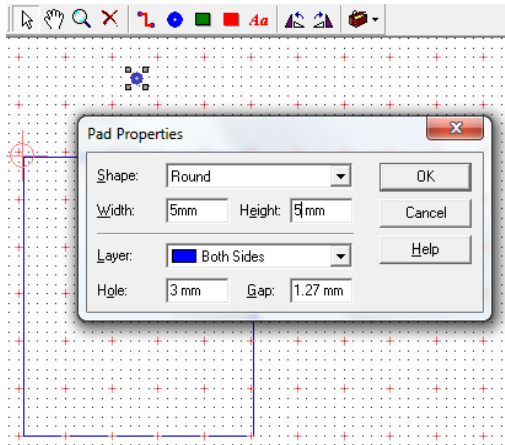
PCB Component

اتصال ارتباط مسی بین پایه قطعات

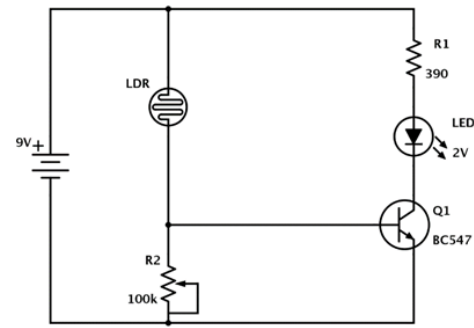
اضافه کردن لایه مسی بر روی سطح مدار چاپی در

صورت نیاز






شکل ۴۴-۶ تغییر اندازه Pad گوشه‌های برد مدار چاپی

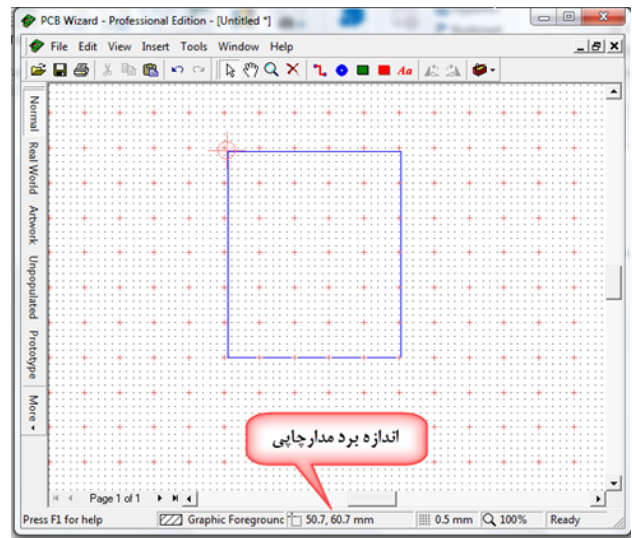


شکل ۴۲-۶ مدار حسگر تشخیص نور

### مراحل اجرای کار:

۱- اندازه برد را برای این مدار ۵×۶ سانتی متر (۵۰×۶۰ میلی متر) در نظر می‌گیریم. پس از تعیین نقطه Origin روی

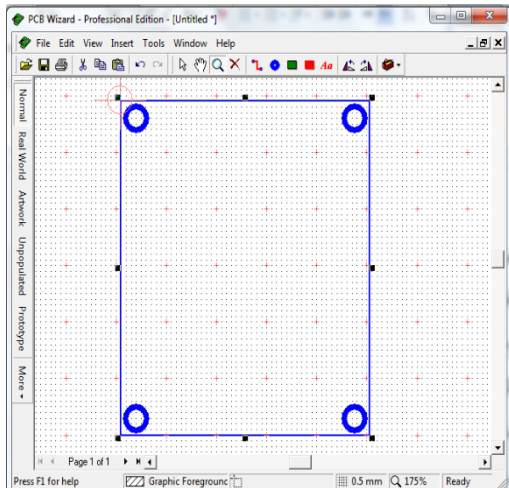
نماد  circuit board کلیک می‌کنیم، شکل ۴۳-۶ و کادر برد مدار چاپی را رسم می‌کنیم.



شکل ۴۳-۶ اندازه برد مدار چاپی ۵۰×۶۰ میلی متر

۲- معمولاً برای نصب برد مدار چاپی به بدنه دستگاه، از سوراخ‌های چهار گوشه برد، قطر ۳ میلی متر در نظر می‌گیرند. یک pad انتخاب و روی آن دوبار کلیک کنید. سپس پهنا (Width) و ارتفاع (Pad Height) را روی ۵ میلی متر و سوراخ (Hole) آن را روی ۳ میلی متر بگذارید شکل ۴۴-۶.

۳- حال ۳ مرتبه از pad تنظیم شده Copy بگیرید و در فاصله ۳ میلی متری از لبه‌های چهار طرف برد قرار دهید. برای copy کردن مانند سایر نرم‌افزارها روی pad کلیک راست کنید و گزینه Copy را انتخاب کنید و یا از کلیدهای میانبر ctrl+c استفاده کنید. برای چسباندن کلیک راست کنید و Paste را انتخاب کنید یا از کلیدهای ctrl+c استفاده شود. طرح شما باید مشابه طرح نشان داده شده در شکل ۴۵-۶ باشد.



شکل ۴۵-۶ چهار سوراخ گوشه‌های برد

۴- در زبانه PCB Component  Gallery

شکل ۴۶-۶ فهرست اندازه استاندارد فیزیکی (ابعاد واقعی) قطعات (Footprint) آورده می‌شود. از این فهرست مقاومت‌ها را با اندازه پایه‌های میلی متر انتخاب کنید.

۶- پتانسیومتر و مقاومت تابع نور LDR را از زبانه input component و باتری را از power supplies انتخاب کنید و در محل های مورد نظر بگذارید. یک دیود نورانی را از زبانه ۵mm LEDs (standard) انتخاب کنید. ترانزیستور را با توجه به برگه اطلاعاتی آن در شکل ۴۸-۶ نوع To92 در نظر بگیرید. مدل پایه های ترانزیستور را از زبانه Discrete Semiconductors انتخاب کنید. در شکل ۴۹-۶ مسیر انتخاب نوع پایه های ترانزیستور را مشاهده می کنید.

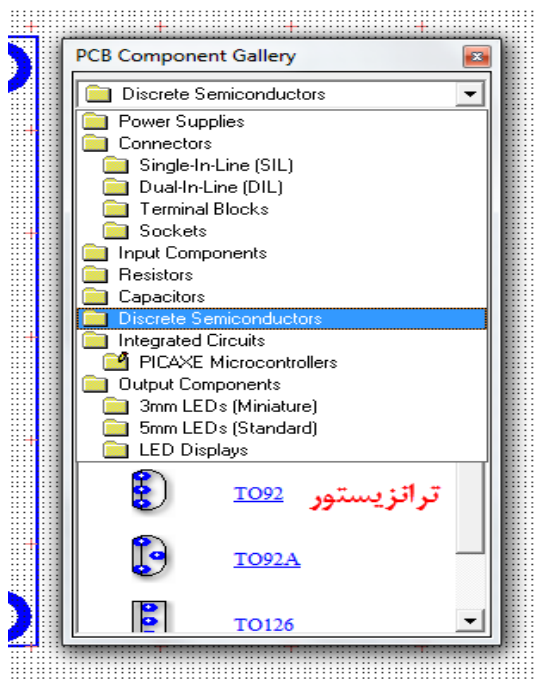
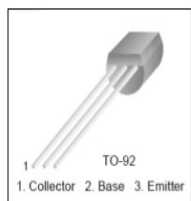
### BC547 (NPN - Transistor)

➤ The BC547 transistor is an NPN Epitaxial Silicon Transistor.

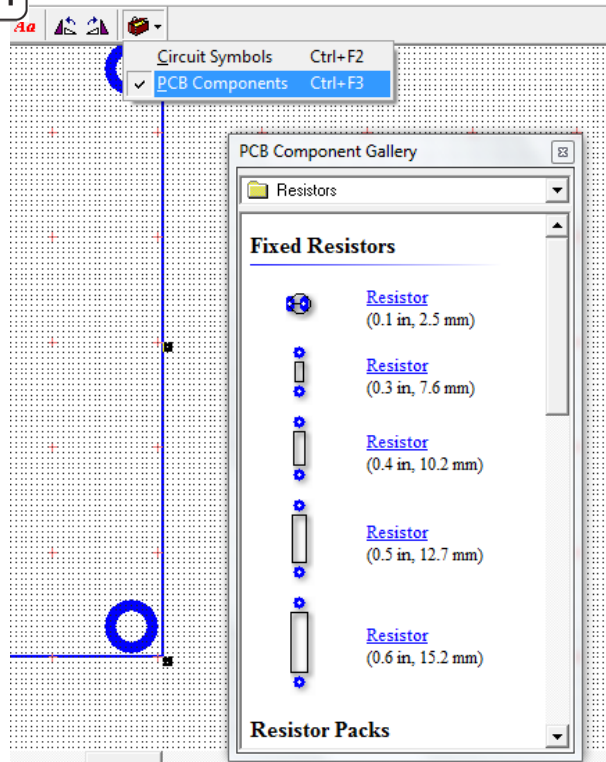
➤ It is used in general-purpose switching and amplification BC847/BC547 series 45 V, 100 mA NPN general-purpose transistors.

➤ The ratio of two currents ( $I_c/I_b$ ) is called the DC Current Gain of the device and is given the symbol of  $h_{fe}$  or nowadays Beta, ( $\beta$ ).

شکل ۴۸-۶ برگه اطلاعاتی ترانزیستور BC547

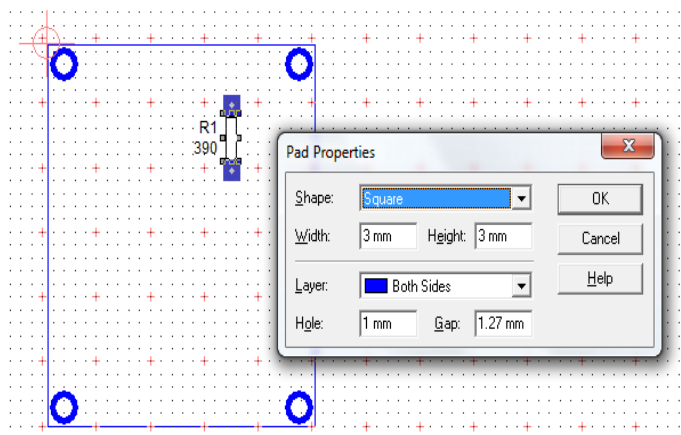


شکل ۴۹-۶ انتخاب پایه های ترانزیستور BC547



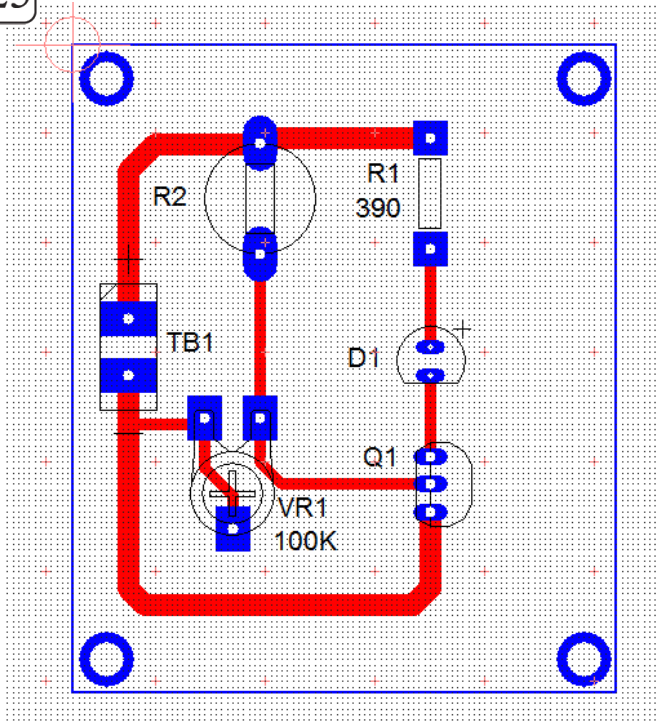
شکل ۴۶-۶ PCB Component Gallery فهرست قطعات

۵- برای افزایش استحکام pad مربوط به پایه های قطعات در برابر خوردگی اسید حلال مس های اضافی بهتر است ابعاد آن را افزایش دهید. روی قطعه کلیک راست کنید. Pads را انتخاب کنید و پهنا و ارتفاع را به ۳ میلی متر تغییر دهید. قطر مناسب سوراخ برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور ۱ میلی متر است. بنابراین (Hole) سوراخ pad ها را روی اقرار دهید شکل ۴۷-۶.

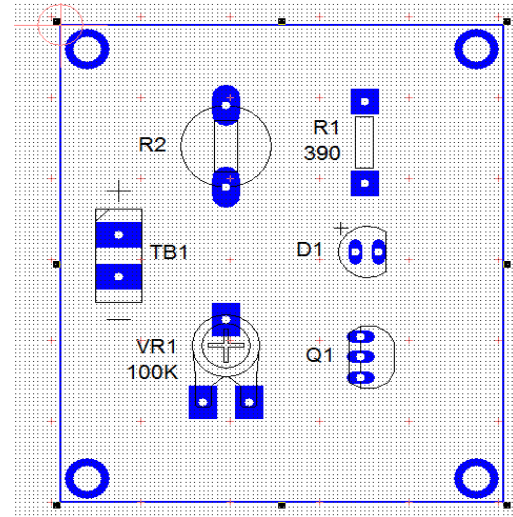


شکل ۴۷-۶ تغییر شکل و اندازه pad پایه های مقاومت


۷- بعد از انتخاب قطعات می توانید اندازه و شکل Pad های مربوط به پایه قطعات را، مشابه مقاومت R1 تغییر دهید. یک نمونه تغییرات را در شکل ۵۰-۶ ملاحظه می کنید.



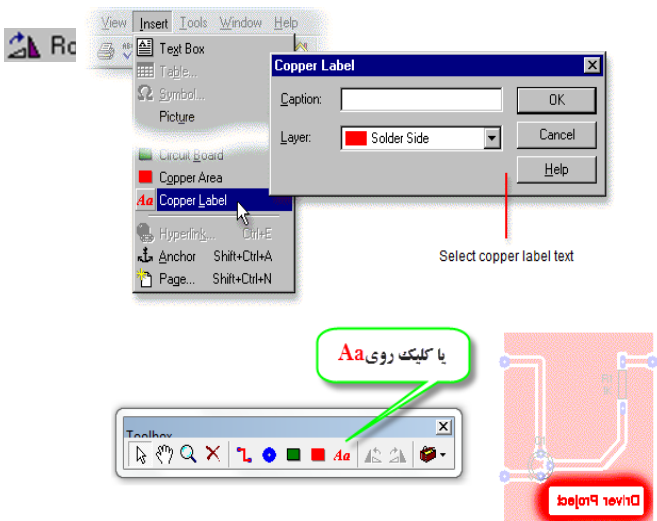
شکل ۵۱-۶- ارتباط مسی پایه های قطعات



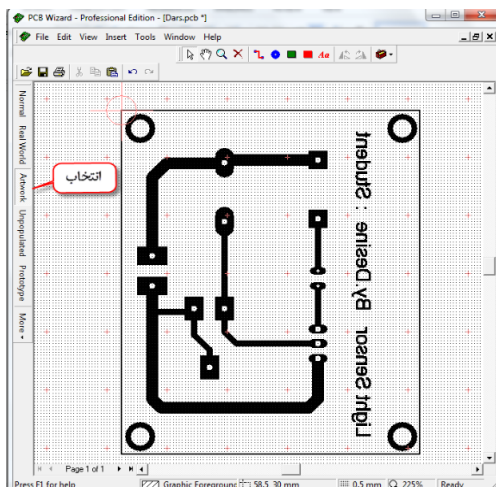
شکل ۵۰-۶- تغییر شکل پایه های قطعات

۸- حال نوبت ارتباط مسی بین قطعات است. ارتباط خطوط مسی ولتاژ +V و زمین  $\perp$  باید از سایر خطوط پهن تر باشد. با کلیک روی  ارتباط مسی بین پایه ها را برقرار کنید. برای آنکه بین مقاومت R1 و پایه مثبت LED و پتانسیومتر با LDR اتصال مسی بهتری برقرار باشد، پتانسیومتر را ۱۸۰ درجه و LED را ۹۰ درجه به راست چرخش دهید. پس از اتمام ارتباط مسی بین پایه ها باید شکل ۵۱-۶ حاصل شود.

۹- نام مدار و مشخصات (By. Desine :Name Student) طراح مدار چاپی را می توانیم با برجسب (متن) مسی بر روی برد بنویسیم. متن ها در فیلتر بصورت معکوس درج می شود. در شکل ۵۲-۶ مسیر انتخاب برجسب مسی را نشان می دهد. طبق شکل ۵۳-۶ درج متن نام مدار و طراح مدار چاپی را بنویسید.

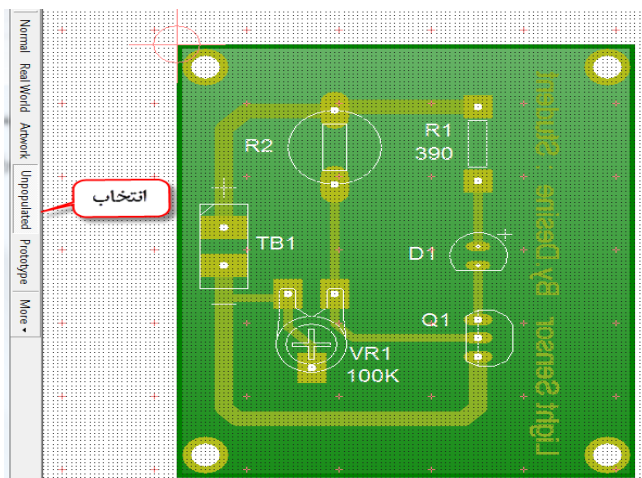


شکل ۵۲-۶- مسیر انتخاب برجسب مسی



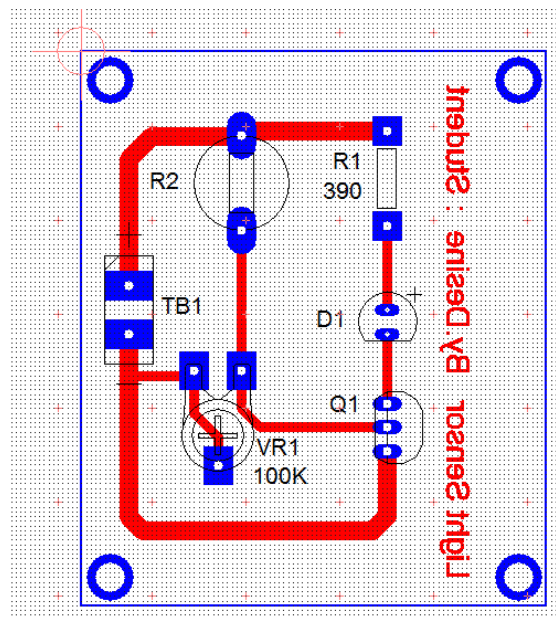
شکل ۶-۵۵- طرح مدار چاپی مدار حسگر روشنایی

اگر روی دکمه Unpopulated نشان داده شده در شکل ۶-۵۶ کلیک کنید. نقشه چیدمان قطعات (Placement) ظاهر می‌شود. این نقشه در موقع مونتاژ قطعات به عنوان راهنما به کار می‌رود.



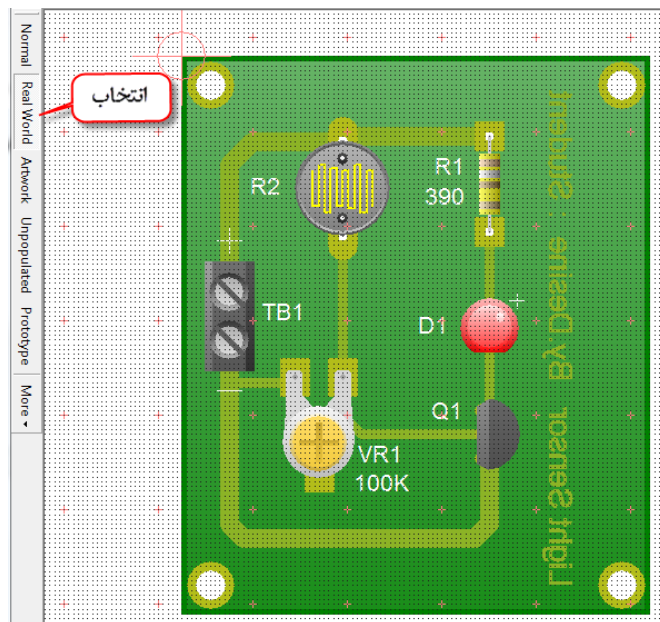
شکل ۶-۵۶- نقشه چیدمان قطعات

۱۳- با کلیک روی دکمه prototype نمونه اولیه ساخت مدار چاپی طبق شکل ۶-۵۷ برای بایگانی ایجاد می‌شود.



شکل ۶-۵۳- نوشتن متن مسی نام مدار و طرح مدار چاپی

۱۰- روی دکمه Real word (دنیای واقعی) کلیک کنید، باید مطابق صفحه شکل ۶-۵۴ تصویر واقعی فیبر مدار چاپی به همراه قطعات ظاهر شود.



شکل ۶-۵۴- تصویر واقعی فیبر مدار چاپی

۱۱- با کلیک روی دکمه Artwork طرح مدار چاپی را مشاهده خواهید کرد، شکل ۶-۵۵.

۱۲- پس از چاپ طرح با یکی از روش‌های انتقال که فراگرفتید، طرح را روی یک فیبر واقعی انتقال دهید.



۴-۶ طراحی مدار چاپی با نرم افزار به صورت خود کار  
کار عملی ۸:

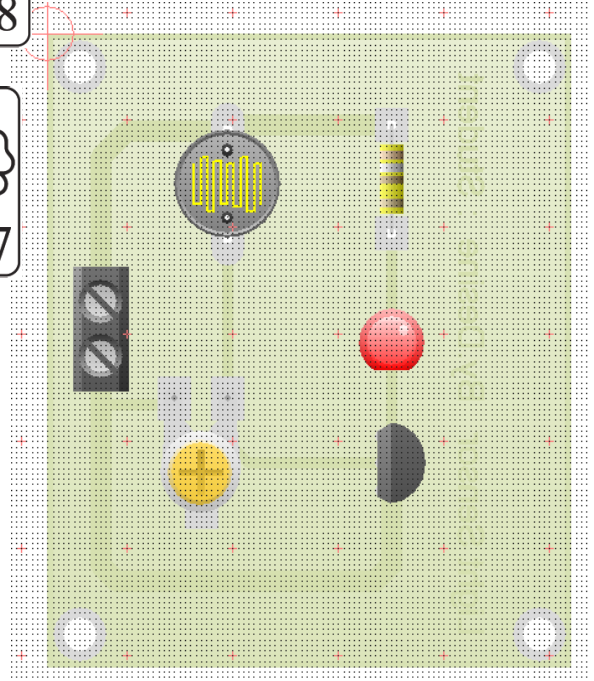


طراحی مدار چاپی به صورت خود کار  
هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم افزار به روش  
خود کار

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط - رایانه -  
نقشه فنی مدار

### مراحل اجرای کار

در این روش ابتدا نقشه فنی مدار رسم می شود. سپس به  
صورت خود کار (Automatic) نقشه فنی به طرح مدار چاپی  
تبدیل می شود، شکل ۵۹-۶.



شکل ۵۷-۶ نمونه بایگانی فیبر مدار چاپی

### کار عملی ۷:

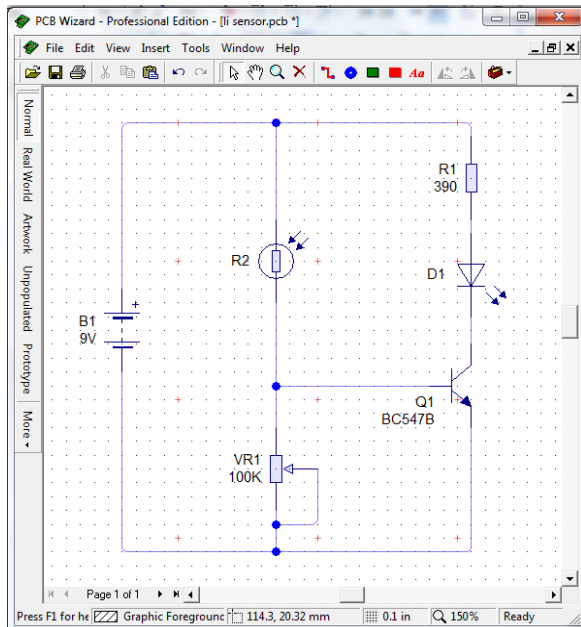
طراحی مدار چاپی مدار چراغ چشمک زن

هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم افزار به روش  
دستی رایانه ای

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه  
فنی مدار

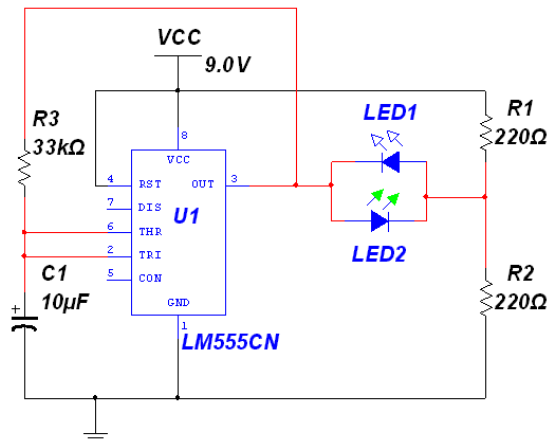
### مراحل اجرای کار

۱- فیبر مدار چاپی مدار شکل ۵۸-۶ را در ابعاد ۷۰×۶۰  
طراحی کنید.



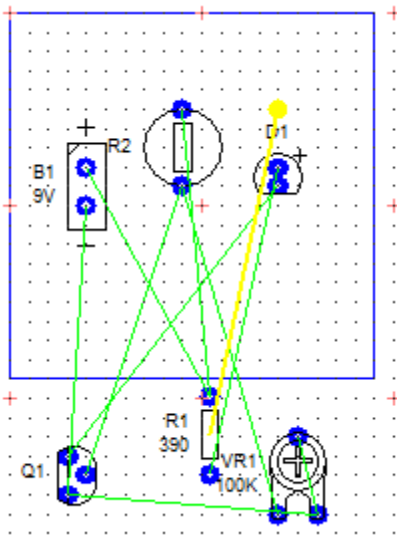
شکل ۵۹-۶ ترسیم نقشه فنی مدار حسگر روشنایی

۱- با کلیک روی زبانه Tools و انتخاب Convert مطابق  
شکل ۶۰-۶، عملیات تبدیل نقشه فنی الکترونیکی مدار به  
طرح مدار چاپی آغاز می شود.



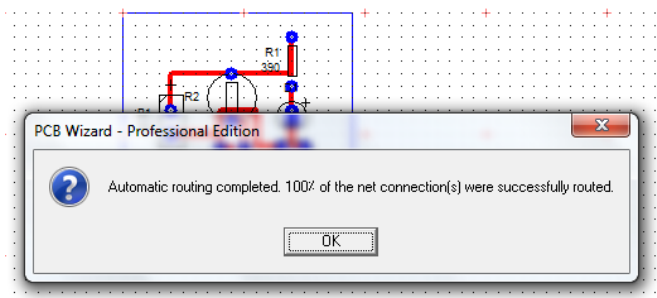
شکل ۵۸-۶ مدار چشمک زن با آی سی ۵۵۵

۴- روی گزینه Convert کلیک کنید. در این لحظه چیدمان قطعات و اتصال پایه‌ها روی فیبر مدار چاپی شکل ۶-۶۲ به صورت خودکار انجام می‌شود.



شکل ۶-۶۲- چیدمان قطعات و اتصال پایه روی فیبر مدار چاپی

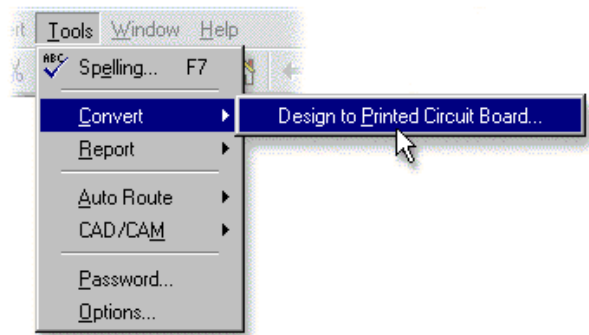
۵- در انتهای اجرای عملیات، متن "مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجرا شد" بر روی صفحه ظاهر می‌شود شکل ۶-۶۳.



شکل ۶-۶۳- مسیریابی خودکار و اتصالات

به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجرا شد.

۶- با کلیک روی OK، لایه مسی نیز به برد اضافه می‌شود، شکل ۶-۶۴.

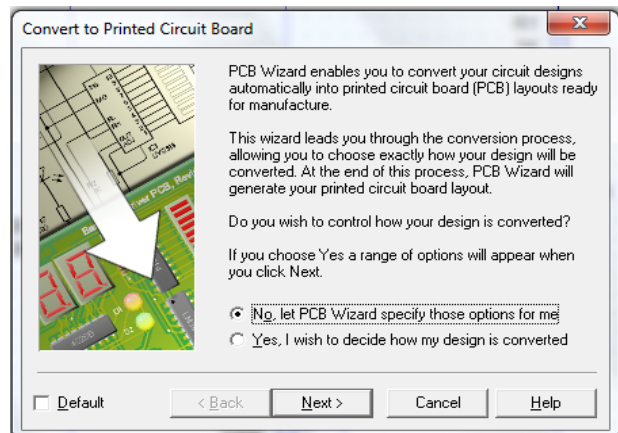


شکل ۶-۶۰- زبانه تبدیل نقشه فنی به فیبر مدار چاپی

۲- در شروع فرایند تبدیل یک پرسش از سوی نرم‌افزار برای طراح مطرح می‌شود که آیا شما تصمیم به کنترل چگونگی تبدیل مدار به طرح مدار چاپی را دارید؟

Do you wish to control how your design is converted?

بعد از انتخاب Convert این پرسش در صفحه شکل ۶-۶۱ ظاهر می‌شود.



شکل ۶-۶۱- پرسش از کاربر برای تصمیم‌گیری چگونگی تبدیل

مدار به طرح مدار چاپی

روی No کلیک کنید به این ترتیب به نرم‌افزار اجازه می‌دهید تا با توجه به استانداردهای تعریف شده اقدام به ترسیم خطوط رابط مدار چاپی نماید.

۳- روی گزینه Next کلیک کنید. در صفحه بعد نرم‌افزار آمادگی خود را برای فرایند تبدیل اعلام می‌کند.

## 6-5- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری

1- در نرم افزار PCB Wizard کلیدهای میان بر Ctrl+F2 برای باز کردن فهرست نماد فنی قطعات است.

صحیح  غلط

2- مقاومت تابع نور LDR از نوار فهرست Passive Components انتخاب می شود.


صحیح  غلط


3- دیود نورانی LED از نوار فهرست

Out put Components انتخاب می شود.

صحیح  غلط

4- کلیدهای میان بر Ctrl+L برای ..... است.

5- نماد  در جعبه ابزار برای قرار دادن ..... روی صرح فیبر مدار چاپی است.

6- برای ترسیم ..... روی برد مدار چاپی از ابزار  استفاده می شود.

7- میزان جابجایی خطوط و قطعات در نرم افزار را ..... تعیین می کند.

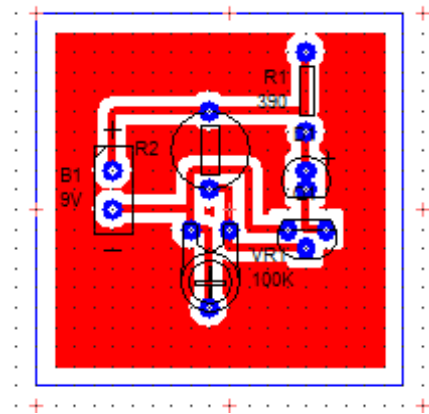
8- برای چاپ طرح مدار چاپی کدام گزینه را باید انتخاب کرد.

الف (Real word)      ب (Artwork)

پ (Unpopulated)      ت (Prototype)

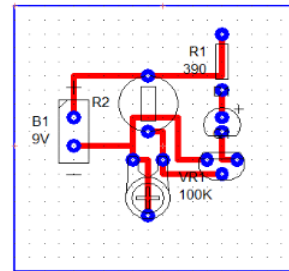
9- با کلیک کردن روی  چه فرایندی انجام می شود؟ شرح دهید.

10- آیا با نرم افزار PCB Wizard می توانید فهرست قطعات به کار رفته در مدار را تهیه کنید؟ مراحل تهیه فهرست قطعات را بنویسید.



شکل 6-64- اضافه شدن لایه مسی به برد مدار چاپی

7- روی لایه مسی کلیک کنید تا انتخاب شود. سپس آن را حذف (Delete) کنید. در این صورت شکل 6-65 بوجود می آید. نرم افزار به طور خودکار برای طرح مدار چاپی، اندازه برد را برحسب تعداد قطعات، با حداقل فاصله نوارهای چاپی، انتخاب می کند.



شکل 6-65- حذف لایه مسی و طرح مدار چاپی

8- با انتخاب حالت های فیبر مدار چاپی در واقعیت (Real word)، طرح مدار چاپی (Artwork) و نقشه جای گذاری قطعات (Unpopulated) شکل 6-56 و شکل 6-57 و شکل 6-65 که به صورت خودکار طراحی شده اند را با حالت طراحی دستی که در بخش قبل طراحی شده اند مقایسه کنید.

9- طرح های هنرجویان در کارگاه با هم تعویض شود، سپس هر هنرجو کار گروه دیگر را بررسی کند و مورد ارزیابی قرار دهد.

۱۱- معنای فارسی هر یک از لغات زیر را بنویسید.

الف) Origin :

ب) Convert :

پ) Track :

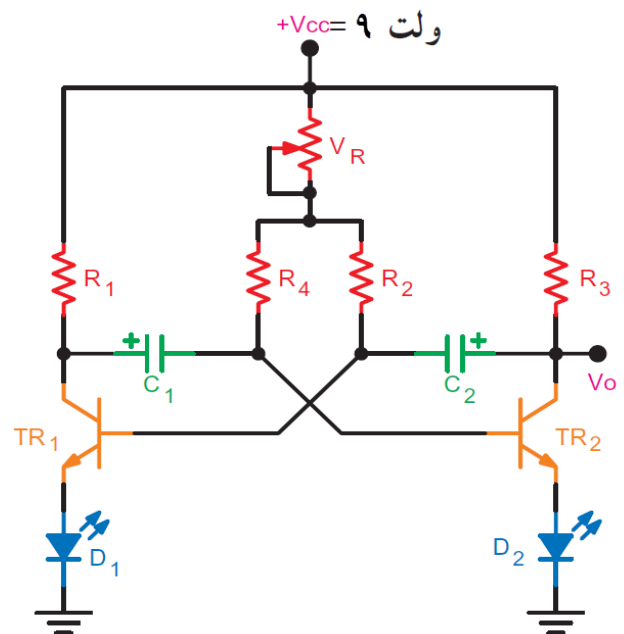
ت) Artwork :

### ۶-۶- آزمون عملی پایانی واحد یادگیری

طرح مدار چاپی مدار شکل ۶-۶۶ را با استفاده از نرم افزار

PCB WIZARD به صورت دستی رایانه ای طراحی کنید.

کلید مقاومت ها  $\frac{1}{4}$  وات هستند. در طراحی مدار چاپی، به اندازه دقیق قطعات توجه کنید.



$$R_1 = R_3 = 330\Omega$$

$$V_R = 10\text{K}\Omega$$

$$R_4 = R_5 = 47\text{k}\Omega$$

$$V_{CC} = 9\text{ Volt}$$

$$C_1 = C_2 = 22\mu\text{F}$$

$$D_1 = D_2 = \text{LED}$$

$$TR_1 = TR_2 = \text{BC107}$$

شکل ۶-۶۶ مدار چشمک زن با ترانزیستور