

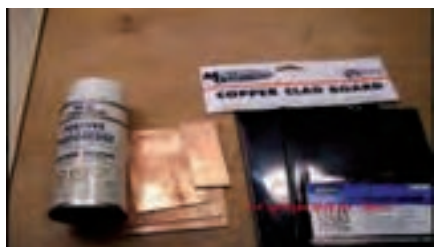
## تدریس پودمان چهارم: طراحی مدار چاپی و شبیه‌سازی واحد یادگیری ۵

### ترسیم نقشه فنی مدار چاپی با دست

روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر:

■ روش پوزیتیو (Positive ۲۰): از این روش برای تولید انبوه برد مدار چاپی استفاده می‌شود و علاوه بر تکثیر سریع مدار با دقت زیاد قابل طراحی است. در روش پوزیتیو ابتدا باید نقشه مدار چاپی طراحی شده را روی کاغذ شفاف انتقال داد. برای این منظور از کاغذ کالک و راپیدوگراف استفاده می‌شود. ابتدا کالک را روی نقشه می‌چسبانند سپس با قلم مخصوص (راپید Rapid) و شابلون پایه قطعات را رسم می‌کنند و در انتها خطوط ارتباطی را می‌کشند. پس از آماده شدن کاغذ کالک، برای اطمینان از پرننگ بودن نقشه و صحت اتصال قطعات، نقشه را مقابل نور می‌گیرند و پرننگی خطوط را کنترل می‌کنند. به علت شفاف بودن کالک از پشت کاغذ کالک، به عنوان نقشه معکوس شده، استفاده می‌شود. به جای انتقال نقشه روی کاغذ کالک می‌توان نقشه را روی طلق شفاف انتقال داد. برای انتقال نقشه روی طلق شفاف از لتراست (Letterset) مخصوص استفاده می‌شود. لتراست در یک طرف دارای چسب است و به راحتی روی طلق می‌چسبد. برای این منظور ابتدا پایه قطعات روی طلق چسبانده می‌شود، سپس ارتباط

بین پایه‌ها را توسط نوارهایی که برای این منظور ساخته شده است برقرار می‌کنند. شکل ۸۸ نحوه چسباندن لتراست مربوط به پایه قطعات و اتصال نوارها را نشان می‌دهد.



شکل ۸۸- چسباندن لتراست روی طلق

پس از انتقال نقشه روی طلق، برای استحکام بیشتر، تمام نقشه را با طلق نازک دیگری می پوشانند تا لتراست های چسبانده شده در جای خود محکم تر شده و جابه جا نشوند. پس از این مرحله فیبر مدار چاپی را در ابعاد مورد نیاز می برند سپس آن را کاملاً تمیز می کنند. محل تاریک خانه را با نور قرمز روشن می کنند. روی فیبر را با اسپری مخصوص که نسبت به نور طبیعی (به جز نور قرمز) حساس است می پوشانند. در ابتدا اسپری به صورت قطرات ریز روی فیبر ظاهر می شود و پس از چند لحظه سراسر فیبر را در بر می گیرد، شکل ۸۹.



شکل ۸۹

پس از خشک شدن اسپری، نقشه آماده شده را روی فیبر قرار می دهند و آن را جلوی نور می گیرند. زمان تابش نور آفتاب ۱۵ دقیقه و برای یک لامپ ۱۰۰ وات رشته ای ۱۰ دقیقه است. بعد از این مرحله فیبر را در محلول سود سوزآور (هیدرات سدیم NaOH) قرار می دهند. بعد از چند لحظه قسمت هایی از فیبر که زیر خطوط نقشه قرار داشته و تحت تابش نور قرار نگرفته است، پُر رنگ و قسمت های نور دیده، پاک می شود. در این حالت فیبر را با آب شست و شو داده و برای اسیدکاری آماده می کنند. مراحل کار در شکل های ۹۰ نشان داده شده است.



(ب) در اتاق تاریک با نور قرمز با اسپری روی سطح را بیوشانید

(الف) سطح کار را تمیز کنید



(ت) نقشه را روی سطح قرار دهید



(پ) چند لحظه صبر کنید تا اسپری خشک شود



(ج) نقشه را بردارید



(ث) سطح را نور دهید



(چ) فیبر آماده شده را شست و شو دهید  
شکل ۹۰- مراحل ساخت فیبر مدار چاپی

■ **روش چاپ سیلک (سیلک اسکرین - Silk Screen):** از این روش در اغلب کارخانه‌ها و کارگاه‌های تولیدی استفاده می‌شود. تولید و تکثیر مدارها با روش سیلک اسکرین سریع‌تر انجام می‌گیرد. این روش نسبت به دو روش قبل دارای دقت بیشتری است. در روش سیلک اسکرین ابتدا نقشه مدار چاپی را روی کاغذ معمولی یا پلک شفاف طراحی می‌کنند، سپس از طرح آماده شده عکس می‌گیرند و فیلم آن را آماده می‌کنند. در ادامه پارچه سیلک را که دارای استانداردهای ۶۸، ۹۰، ۱۱۰ سوراخ در سانتی‌متر مربع است، کمی بزرگ‌تر از اندازه موردنظر برش می‌دهند و پارچه را روی قاب چوبی به صورت کاملاً کشیده وصل می‌کنند، شکل ۹۱.



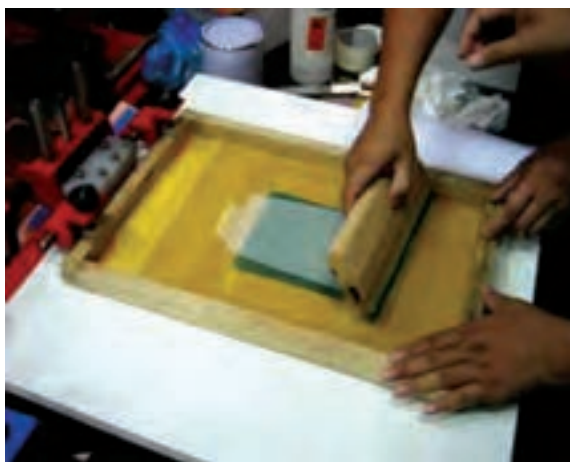
شکل ۹۱

■ در تاریک‌خانه یا در محلی با نور قرمز کم رنگ به وسیله کاردک لایه نازکی از ماده مخصوص چاپ سیلک را روی پارچه سیلک می‌کشند، سپس فیلم را از طرف بیرون قاب روی سیلک قرار می‌دهند. برای اجرای فرایند چاپ به وسیله یک لامپ ۱۰۰ وات از فاصله ۳۰ سانتی‌متری به مدت ۱۵ دقیقه به فیلم نور می‌تابانند. بعد از این مرحله پارچه را با آب شست‌وشو می‌دهند. به خاطر خاصیت ماده مخصوص و فرایند نوردهی، سوراخ‌هایی از پارچه که مورد تابش نور قرار نگرفته‌اند بسته نمی‌شوند. اما بقیه سوراخ‌ها که مورد تابش نور قرار گرفته‌اند به وسیله ماده مخصوص مسدود می‌شوند. شکل ۹۲.



شکل ۹۲

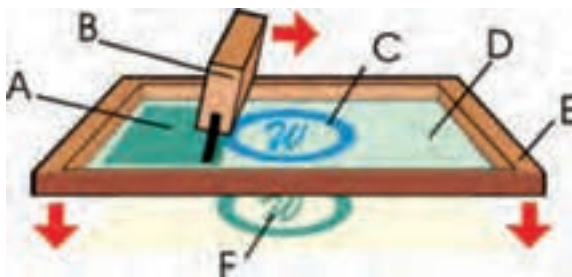
پس از انجام این مرحله فیبر مسی را پشت قاب چوبی قرار می‌دهند و با استفاده از قلم نقاشی روی پارچه را جوهرچاپ (ضد اسید) می‌کشند. جوهر از طریق سوراخ‌های باز، روی فیبر منتقل می‌شود و نقشه مدار چاپی روی آن نقش می‌بندد، شکل ۹۳. از یک سیلک می‌توان تعداد زیادی فیبر مدار چاپی تهیه کرد. پس از انجام کار می‌توانیم سیلک را به وسیله کلر یا آب ژاول شست‌وشو دهیم و دوباره نقشه دیگری را روی آن طرح کنیم.



شکل ۹۳

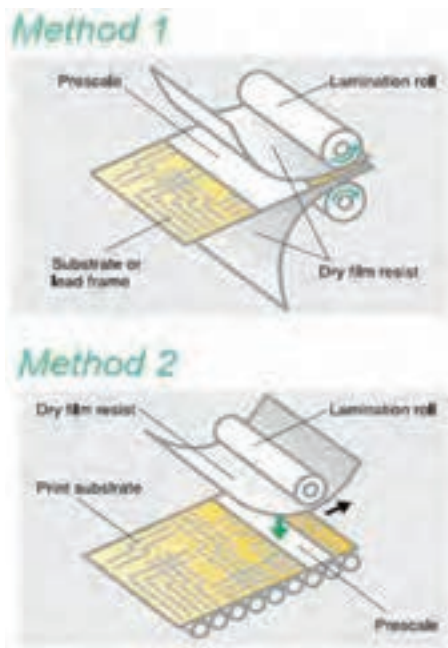
شکل ۹۴ یک نوع شابلون چاپ سیلک را نشان می‌دهد. در این شابلون طرح موردنظر بعد از پرینت کردن در زیر شابلون ظاهر و آماده چاپ می‌شود. اجزای مختلف شابلون به شرح زیر است:

- |          |              |         |
|----------|--------------|---------|
| A = رنگ  | B = کاردک    | C = طرح |
| D = توری | E = چهار چوب | F = چاپ |



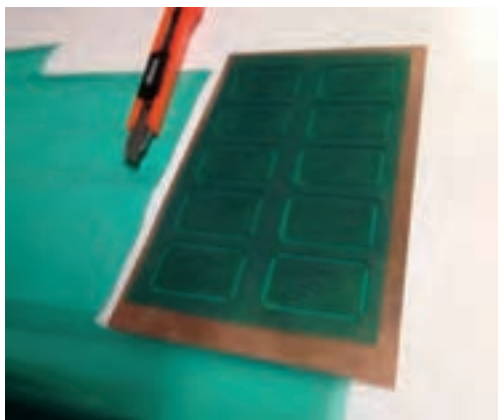
شکل ۹۴ - نحوه چاپ کردن در چاپ سیلک

■ **روش کار با لامینت (Laminate):** لامینت ماده‌ای ژلاتینی و حساس به نور است که معمولاً بین دو لایه ورق طلق پلاستیکی قرار داده می‌شود. به علت داشتن کیفیت بالا و دقت خوب معمولاً در کارهای ظریف، دقیق و حرفه‌ای این روش بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ورقه‌های 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، شکل ۹۵.



شکل ۹۵

■ **مرحله اول حساس کردن فیبر به کمک لامینت:** ابتدا فیبر مدار چاپی را باید کاملاً تمیز کنید و در تاریک‌خانه ورقه لامینت را به اندازه سطح فیبر مدار چاپی برش دهید. چون لامینت بین دو ورق طلق نازک قرار دارد، یکی از این دو لایه طلق پلاستیکی نازک‌تر و نرم‌تر از دیگری است (لایه طرف داخل رول نازک‌تر است). طلق پلاستیکی لایه داخلی رول لامینت را از این لایه به آرامی از یک گوشه بردارید و هم‌زمان ورقه لامینت را روی سطح مسی فیبر مدار چاپی به آرامی بچسبانید. سپس با دست روی لامینت را مالش دهید تا هیچ حبابی زیر آن باقی نماند. همچنین حرارت ایجاد شده در اثر مالش، سبب چسبیدن کامل لامینت به مس می‌شود برای اطمینان می‌توانید یک لایه پارچه نخی نازک را روی لامینت قرار داده و توسط اتو با حرارت کم آن را اتو کنید، شکل ۹۶.



شکل ۹۶

■ **مرحله دوم نوردهی:** از طریق عکاسی یا با استفاده از کامپیوتر از طرح مدار چاپی موردنظر یک نسخه فیلم منفی (نگاتیو) تهیه کنید. فیلم منفی طرح مدار چاپی را در تاریکخانه روی فیبر مدار چاپی با ورقه لامینت قرار دهید و شیشه‌ای تمیز روی آن بگذارید. حدود ۲ تا ۵ دقیقه توسط نور مستقیم خورشید به سطح فیبر نور بتابانید. البته می‌توانید به وسیله لامپ معمولی با وات زیاد یا چند لامپ فلورسنت نیز به سطح فیبر نور دهید. با توجه به نوع لامینت میزان نوردهی با خورشید یا با لامپ بسیار مهم است. زیرا نور زیاد یا نور کم باعث پایین آمدن کیفیت طرح یا ظاهر نشدن طرح می‌شود. پس از نور دادن به فیبر، شیشه و فیلم را از روی فیبر بردارید و لایه دوم طلق را که روی لامینت قرار دارد جدا کنید. (لایه دوم طلق ضخیم‌تر و شفاف‌تر از لایه اول طلق است) شکل ۹۷.



شکل ۹۷

■ **مرحله سوم ظاهر نمودن طرح:** حدود ۱۰ گرم پودر سفیدرنگ مخصوص ظهور لامینت را در یک لیتر آب سرد بریزید و محلول را خوب هم بزنید. در تاریک‌خانه، فیبر نور دیده را در محلول ظهور قرار دهید و به آرامی محلول را تکان دهید تا به تدریج طرح نقشه فیبر موردنظر روی فیبر ظاهر شود. پس از ظاهر شدن کامل طرح و پاک شدن محل‌هایی که باید مس آن پاک شود، فیبر را از محلول ظهور خارج کنید و آن را بلافاصله با آب شست‌وشو دهید تا محلول ظهور کاملاً از روی سطح فیبر پاک شود. سپس فیبر را خشک کنید تا رطوبتی روی آن باقی نماند.

■ **مرحله چهارم اسیدکاری - پاک کردن مواد لامینت:** برای حل کردن مس‌های اضافی فیبر مدار چاپی از اسید استفاده می‌کنیم. فیبر مدار چاپی را داخل اسید بیندازید تا مواد زائد آن برطرف و فیبر برای مونتاژ قطعات آماده شود. 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 بریزید و پس از حل نمودن کامل سود در آب، فیبر مدار چاپی تهیه شده را در محلول قرار دهید، پس از گذشت حدود چند دقیقه کلیه مواد لامینت از روی فیبر مدار چاپی پاک می‌شود. هرچه محلول سود غلیظ‌تر باشد پاک شدن مواد لامینت از روی فیبر سریع‌تر انجام می‌شود. پس از پاک شدن مواد لامینت، باید فیبر مدار چاپی را با آب شست‌وشو دهید و آن را برای سوراخ‌کاری قطعات آماده کنید.



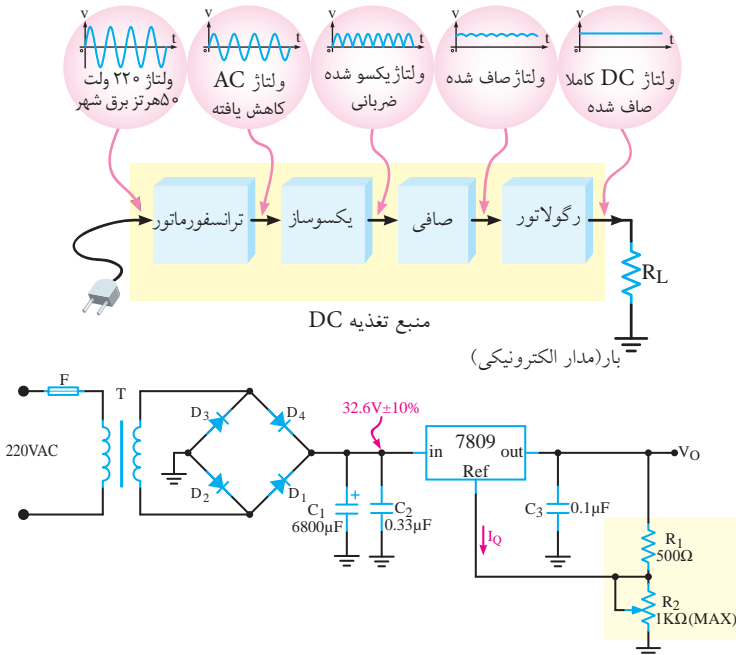
## کار برگ ارزشیابی مرحله کار

مرحله کار: اصول تهیه و طراحی مدار چاپی      کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست  
نام و نام خانوادگی هنرجو:      کد کار: ۰۳۰۴      تاریخ:

**آزمون نظری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش  
 ۱- به دلیل پیچیده شدن مدارهای الکترونیکی و زیاد شدن تعداد قطعات، برای ایجاد ارتباط الکتریکی بین قطعات در یک مدار از..... استفاده می کنند.  
 ۲- در ترسیم نقشه به صورت بلوک دیاگرام، عملکرد کلی قسمت های مختلف یک سیستم الکترونیکی در داخل بلوک مربوطه نوشته می شود.      صحیح  غلط   
 ۳- با توجه به بلوک دیاگرام و نقشه الکترونیکی، قطعاتی که در بخش یکسوسازی و صافی قرار گرفته اند را در جدول بنویسید.

ردیف	قسمت بلوک دیاگرام	قطعات مرتبط
۱	یکسوسازی	
۲	صافی	

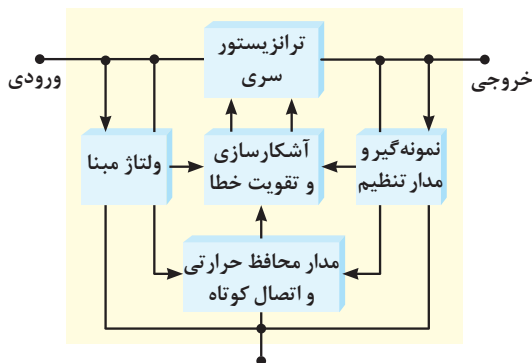
۴- چهار مورد از قواعدی که باید در ترسیم نقشه استاندارد الکترونیکی رعایت شود را شرح دهید.  
 .....۵



..... آزمون نرم افزاری:

مرحله کار: اصول تهیه و طراحی مدار چاپی  
 کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست  
 نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۴ تاریخ:

آزمون سخت‌افزاری: سؤال براساس الگوی پرسش  
 بارم آزمون: ۱۲ نمره  
 ۱- ابزار موردنیاز را برای ترسیم نقشه بلوک دیاگرام آماده کنید.  
 ۲- نقشه بلوک دیاگرام را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه با مقیاس مناسب روی کاغذ میلی‌متری و با دست رسم کنید.



شایستگی‌های غیرفنی:  
 بارم آزمون: ۲۰ نمره  
 ۱- به‌کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره  
 ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره  
 ۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره  
 ۴- مسئولیت‌پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره  
 ۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم‌گروهی خود و سایر گروه‌ها ۲ نمره  
 ۶- روحیه پاسخ‌دهی ۱ نمره  
 ۷- روحیه پرسش‌گری ۱ نمره

کلیه آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون‌برگ ۱-۸ انجام می‌شود.

## کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

مرحله کار: تهیه طرح مدار چاپی با دست  
 نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۴ تاریخ: کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست

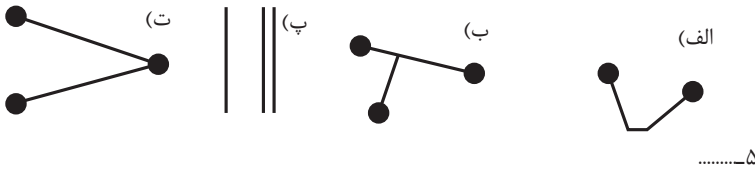
**آزمون نظری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش  
**بارم آزمون:** ۲۰ نمره

۱- در طراحی مدار چاپی، برای صرفه‌جویی در ابعاد بُرد، قرار دادن قطعات پُروات در کنار قطعات حساس به حرارت بلامانع است.  غلط  صحیح

۲- در طراحی مدار چاپی، برای استقرار قطعات بر روی بُرد، نباید ابعاد قطعات از ابعاد واقعی کوچک‌تر  بزرگ‌تر  باشد.

۳- فاصله پایه‌های خم‌شده در یک مقاومت ۲ واتی ۲۰ mm است و مقاومت به صورت افقی روی بُرد قرار می‌گیرد. فاصله بین دو پایه در طراحی مدار چاپی دقیقاً کدام باید باشد؟  
 الف) ۱۵ mm      ب) ۲۰ mm      پ) ۲۲ mm      ت) ۲۵ mm

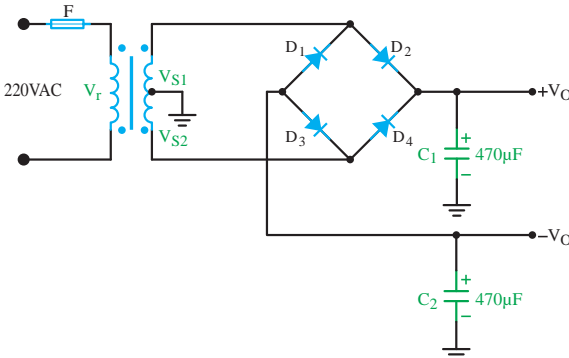
۴- در کدام گزینه طراحی خطوط ارتباطی با رعایت استاندارد انجام شده است؟



**آزمون نرم‌افزاری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش  
**بارم آزمون:** ۸ نمره

**آزمون سخت‌افزاری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش  
**بارم آزمون:** ۱۲ نمره

۱- ابزار و مواد موردنیاز را برای ترسیم طراحی مدار چاپی با دست آماده کنید.



۲- طرح مدار چاپی نقشه را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه ترسیم نمایید. ابعاد نقشه را ۶cm × ۴cm در نظر بگیرید.

۳- از طراحی انجام شده طرح معکوس تهیه کنید. (نکته: ترانسفورماتور در بیرون بُرد قرار دارد و فقط جای Pad سرهای ثانویه روی بُرد قرار می‌گیرد).

۴-.....

<b>مرحله کار:</b> تهیه طرح مدار چاپی با دست <b>نام و نام خانوادگی هنرجو:</b>	<b>کار:</b> ترسیم نقشه مدار چاپی با دست <b>کد کار:</b> ۰۳۰۴ <b>تاریخ:</b>
<b>شایستگی های غیر فنی:</b> ۱- به کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره ۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره ۴- مسئولیت پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره ۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم گروهی خود و سایر گروه ها ۲ نمره ۶- روحیه پاسخ دهی ۱ نمره ۷- روحیه پرسش گری ۱ نمره	
<b>کلیه آزمون ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون برگ ۱-۸ انجام می شود.</b>	

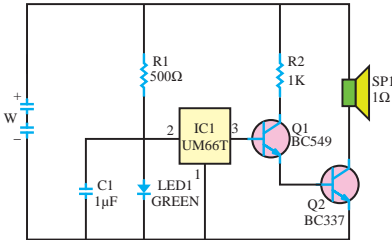
### کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

<b>مرحله کار:</b> روش های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر <b>نام و نام خانوادگی هنرجو:</b>	<b>کار:</b> ترسیم نقشه مدار چاپی با دست <b>کد کار:</b> ۰۳۰۴ <b>تاریخ:</b>
<b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش ۱- چاپ سیلکاسکرین برای انتقال طرح روی پارچه به کار می رود و برای انتقال طرح روی فیبر مدار چاپی روش مناسبی نیست. صحیح <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/> ۲- در انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با استفاده از مازیک ضد اسید، باید چند بار مازیک را به صورت رفت و برگشت روی خطوط کشید. صحیح <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/> ۳- ساده ترین روش تهیه طرح معکوس و انتقال آن روی فیبر چگونه است؟ شرح دهید. ۴- .....	
<b>آزمون نرم افزاری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش بارم آزمون: ۸ نمره -----	

مرحله کار: روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۴ تاریخ:

**بارم آزمون: ۱۲ نمره**

**آزمون سخت‌افزاری:**



۱- ابزار و مواد موردنیاز را برای تهیه طرح مدار چاپی آماده کنید.  
 ۲- طرح مدار چاپی نقشه الکترونیکی را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه ترسیم نمایید. ابعاد نقشه را ۵ cm × ۵ cm در نظر بگیرید.

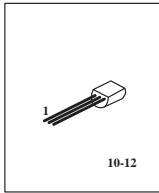
۳- از طراحی انجام شده طرح معکوس تهیه کنید.

۴- طرح معکوس را به روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید.

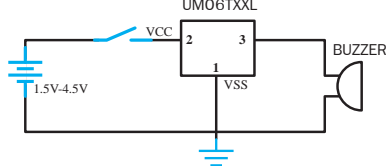
۵- به کمک مازیک ضداسید اثر به جا مانده از طرح را روی فیبر با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه، پُررنگ کنید.

۶- پس از ارزشیابی سطح فیبر را تمیز کنید.

۷- .....



1.VSS 2.VDD



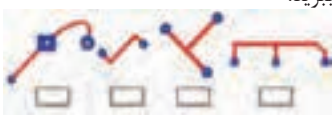
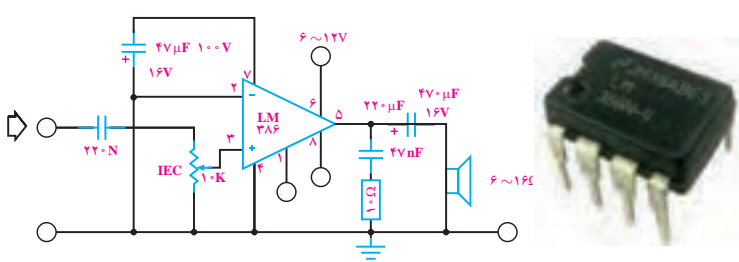
**بارم آزمون: ۲۰ نمره**

**شایستگی‌های غیرفنی:**

- ۱- به‌کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره
- ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره
- ۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره
- ۴- مسئولیت‌پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره
- ۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم‌گروهی خود و سایر گروه‌ها ۲ نمره
- ۶- روحیه پاسخ‌دهی ۱ نمره
- ۷- روحیه پرسش‌گری ۱ نمره

کلیه آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمونه‌برگ ۱-۸ انجام می‌شود.

### کار برگ ارزشیابی مراحل کار

<p>مرحله کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست</p>	<p>نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۴ تاریخ:</p>
<p><b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>۱- در ترسیم نقشه فنی معمولاً ورودی‌ها را در سمت چپ صفحه و خروجی‌ها را در سمت راست صفحه رسم می‌کنند. صحیح <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/></p> <p>۲- در انتقال طرح مدارچاپی روی فیبر با استفاده از ماژیک ضد اسید، باید چند بار ماژیک را در یک جهت روی خطوط کشید. صحیح <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/></p> <p>۳- روش‌های انتقال طرح روی فیبر مدار چاپی را نام ببرید.</p> <p>۴- طراحی مدار چاپی صحیح را با علامت (✓) مشخص کنید.</p> <p>۵- .....</p>	
	
<p><b>آزمون نرم‌افزاری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>بارم آزمون: ۸ نمره</p> <p>.....</p>	
<p><b>آزمون سخت‌افزاری:</b></p> <p>۱- ابزار و مواد موردنیاز را برای تهیه طرح مدار چاپی آماده کنید.</p> <p>۲- طرح مدارچاپی نقشه الکترونیکی را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه ترسیم نمایید. ابعاد نقشه را ۵cm × ۵cm در نظر بگیرید.</p> <p>۳- از طراحی انجام شده طرح معکوس تهیه کنید.</p> <p>۴- فیبر را مناسب طرح موردنظر آماده کنید.</p> <p>۵- به کمک ماژیک ضداسید اثر به جا مانده از طرح را روی فیبر با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه، پُررنگ کنید.</p> <p>۶- پس از ارزشیابی سطح فیبر را تمیز کنید.</p> <p>۷- .....</p>	
	

مرحله کار: ترسیم نقشه مدار چاپی با دست

تاریخ:

کد کار: ۰۳۰۴

نام و نام خانوادگی هنرجو:

بارم آزمون: ۲۰ نمره

شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱- به کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره
- ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره
- ۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره
- ۴- مسئولیت‌پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره
- ۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم‌گروهی خود و سایر گروه‌ها ۲ نمره
- ۶- روحیه پاسخ‌دهی ۱ نمره
- ۷- روحیه پرسش‌گری ۱ نمره

کلیه آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمونه برگ ۱-۸ انجام می‌شود.

## تدریس پودمان چهارم: طراحی مدار چاپی و شبیه سازی واحد یادگیری ۶

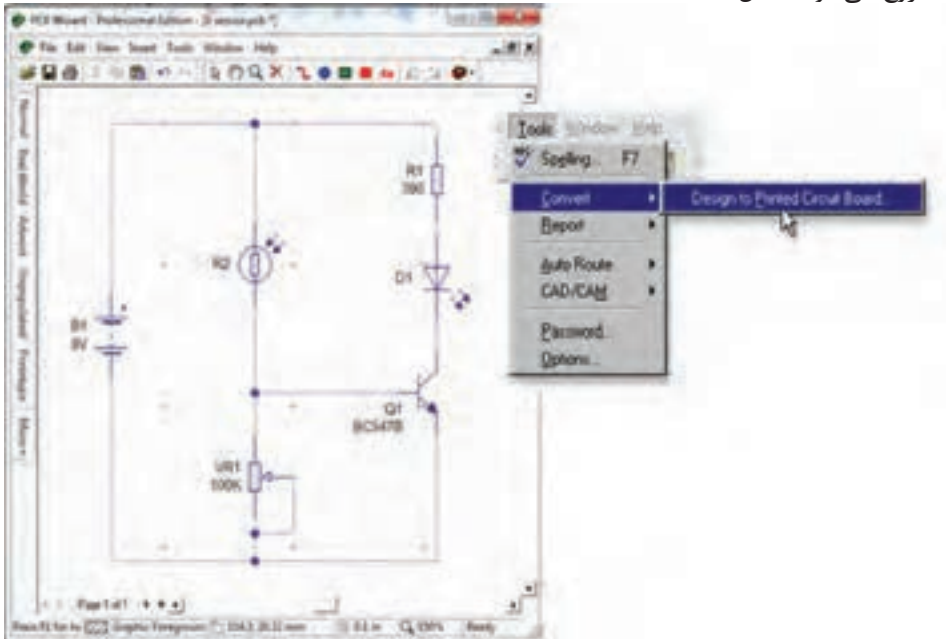
### شایستگی شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار

در روش دیگر طراحی مدار چاپی با کامپیوتر کاربر می تواند نظر خود را اعمال کند.

#### ● حالت دوم خودکار Automatic

(طراحی مدار چاپی با کامپیوتر به صورت سفارشی با نظر کاربر):

در این حالت، در فرایند ترسیم نقشه به صورت خودکار، کاربر می تواند در طراحی نقشه دخالت نماید. در این روش ابتدا نقشه فنی مدار رسم می شود. با کلیک روی زبانه Tools و انتخاب عملیات تبدیل نقشه فنی به طرح مدار چاپی شروع می شود، شکل ۹۸.

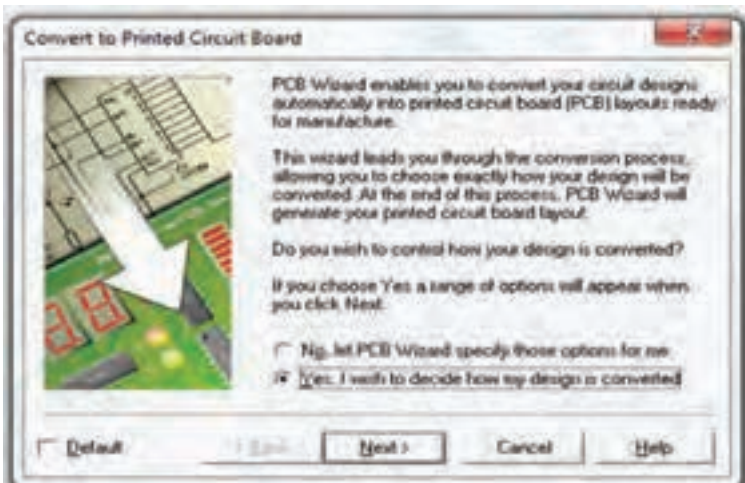


شکل ۹۸

سپس نرم افزار با طرح سؤال از کاربر می خواهد برای ورود به کنترل فرایند تبدیل نقشه فنی به طرح مدار چاپی تصمیم گیری کند. چنانچه کاربر بخواهد مدار چاپی را با نظر خود آماده سازد، با انتخاب گزینه Yes و کلیک روی Next نرم افزار در طی ۶ مرحله با نظارت طراح به صورت خودکار Automatic نقشه فنی را به طرح



مدار چاپی تبدیل می‌کند، شکل ۹۹.

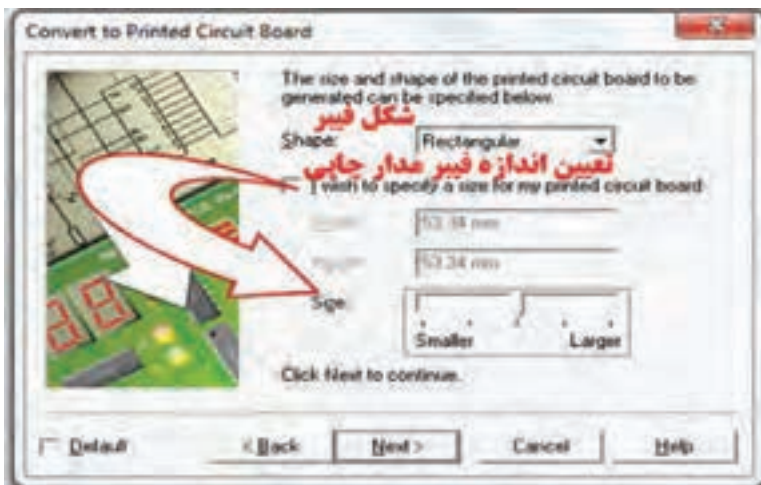


شکل ۹۹

این مراحل عبارت‌اند از:

● تعیین اندازه (Size) و شکل فیبر مدار چاپی

برای تعیین ابعاد فیبر مدار چاپی به صورت مستطیل یا دایره روی زبانه Shape در شکل ۱۰۰ کلیک کنید. اندازه طول و عرض فیبر را با نشانگر Size در کوچک‌ترین حد  $40/64$  mm و در بزرگ‌ترین حد  $63/5$  mm تنظیم کنید. برای مشخص کردن اندازه فیبر به دلخواه با ابعاد بیشتر از نشانگر Size گزینه I wish to specify a size my printed circuit Board را انتخاب کنید. در این حالت حداکثر اندازه طول و عرض فیبر را می‌توان تا  $250$  mm تعیین کرد، شکل ۱۰۰.



شکل ۱۰۰- تعیین شکل و اندازه فیبر مدار چاپی

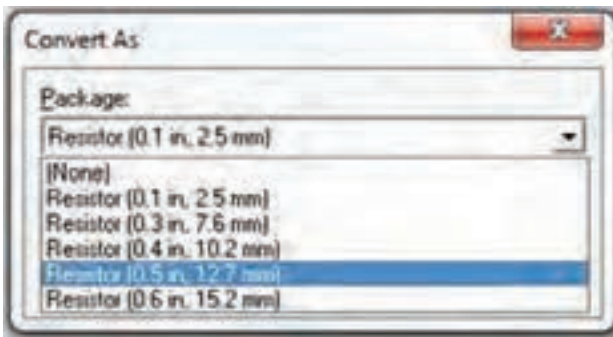
### ● انتخاب اندازه فیزیکی قطعه Footprint

در مرحله دوم با کلیک روی Next، فهرست قطعات استفاده شده روی برد نمایان می‌شود، با توجه به ابعاد فیبر، اندازه فیزیکی و Footprint قطعات قابل انتخاب است. برای مثال در شکل ۱۰۱ برای تعیین اندازه ابعاد مقاومت R۱ دوبار کلیک کنید. صفحه انتخاب اندازه فیزیکی مقاومت‌ها باز می‌شود.



شکل ۱۰۱- مسیر انتخاب اندازه فیزیکی قطعات روی فیبر مدارچاپی

با باز کردن زبانه بسته‌بندی (Package) شکل ۱۰۲، اندازه مقاومت‌ها نشان داده شده است. با انتخاب ابعاد مقاومت، برای ادامه مراحل طراحی روی Next کلیک کنید.



شکل ۱۰۲- انتخاب اندازه فیزیکی مقاومت R1

● **تعیین ولتاژ تغذیه +V و زمین پایه آی‌سی‌های دیجیتال در صورت طراحی مدارهای دیجیتال**

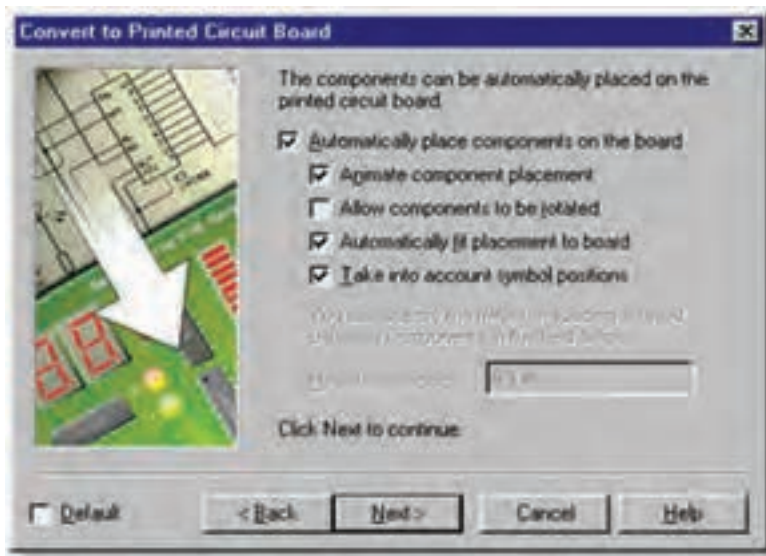
اگر طرح مدار چاپی، مدارهای دیجیتال باشد، لازم است که در این مرحله طبق شکل ۱۰۳ پایه‌های +V و زمین آی‌سی‌ها مشخص شود. در غیر این صورت Next را انتخاب کنید، و ادامه دهید.



شکل ۱۰۳- پایه های +V و زمین آی‌سی‌ها در طرح مدار چاپی

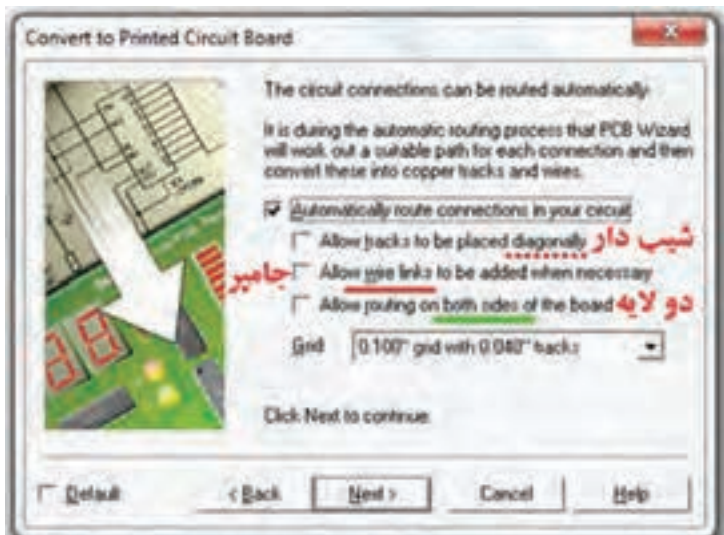
● **تعیین چگونگی قرارگیری قطعه روی برد**

تنظیم چگونگی قرارگیری قطعات به صورت خودکار، چرخش قطعه و قرارگیری مطابق با محل قطعه در نقشه فنی با توجه به شکل ۱۰۴ در این مرحله انجام می‌شود. روی Next کلیک کنید تا طراحی ادامه یابد.



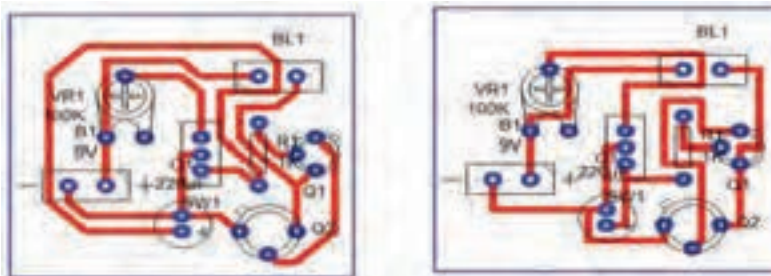
شکل ۱۰۴- تنظیم چگونگی قرارگیری قطعات روی فیبر مدار چاپی

در این مرحله از طراحی، شکل ۱۰۵، رسم خطوط مسی به صورت شیب‌دار (زاویه‌دار) برای اتصال به پایه‌ها در روی فیبر ترسیم می‌شوند. اگر تعداد قطعات زیاد و حجم طراحی خطوط بیشتر شود، می‌توانید با فعال کردن گزینه استفاده از سیم اتصال به صورت پل (جامپر Jumper) خطوط را از روی هم عبور دهید و همچنین طراحی فیبر را به صورت دو لایه انتخاب کنید.



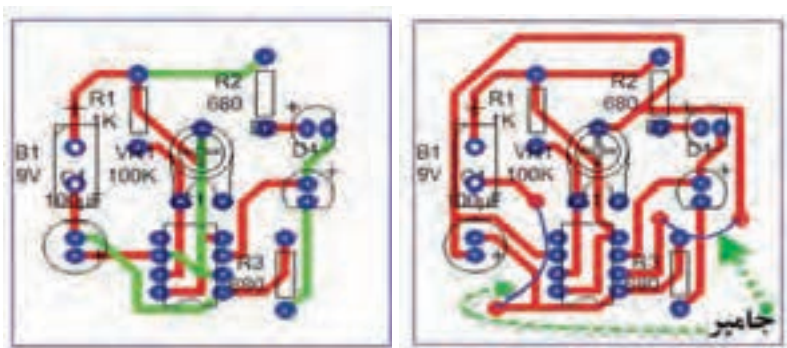
شکل ۱۰۵- تعیین رسم خطوط مسی با زاویه و جامپر و دو لایه بودن فیبر مدار چاپی

در شکل ۱۰۶-الف، طرح یک نمونه مدار چاپی با ترسیم خطوط مسی با زاویه قائم (۹۰ درجه) و در شکل ۱۰۶-ب با خطوط مسی زاویه دار نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که طراحی مدار چاپی با زاویه ۹۰ درجه پیشنهاد نمی‌شود.



شکل ۱۰۶ (الف) (ب)

در شکل ۱۰۷، طراحی فیبر مدار چاپی یک نمونه مدار را مشاهده می‌کنید. در این مدار از سیم اتصال پل (جامپر Jumper) استفاده شده است. شکل ۱۰۸، طراحی مدار به صورت دو لایه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۷-استفاده از جامپر در طراحی مدار چاپی شکل ۱۰۸-طراحی مدار را به صورت دو لایه

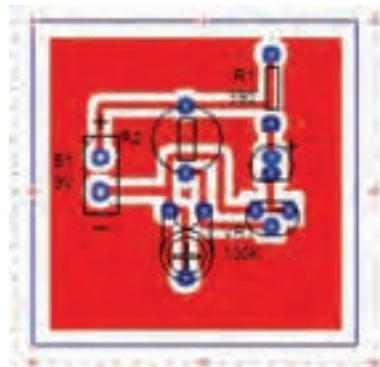


● اضافه کردن لایه مسی به فیبر مدار چاپی  
برای اضافه کردن لایه مسی روی فیبر، در شکل ۱۰۹ روی گزینه:  
Automatically add copper area(s) to the board



شکل ۱۰۹- مجوز برای اضافه کردن سطح مسی روی فیبر

کلیک کنید. با تأیید این گزینه، در انتهای کار، مس‌های اضافی که در ساختار مدار چاپی اثر ندارند روی فیبر باقی می‌ماند. از این لایه می‌توانیم به عنوان گرماگیر یا اتصال زمین استفاده کنیم. ضمن اینکه وجود این لایه سبب افزایش استحکام مکانیکی برد می‌شود، شکل ۱۱۰.



شکل ۱۱۰- اضافه کردن سطح مسی روی فیبر

### ● تأیید مسیریابی خودکار Automatic Routing

با کلیک بر روی convert در شکل ۱۱۱، مراحل تبدیل نقشه فنی به طرح مدار چاپی به اتمام می‌رسد و طرح نهایی بر روی صفحه نمایان می‌شود. به این ترتیب می‌توانیم طرح را چاپ و آن را برای انتقال به فیبر آماده کنیم.



شکل ۱۱۱- کامل کردن طراحی مدار چاپی

کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

<p>مرحله کار: شبیه سازی مدار الکترونیکی با نرم افزار کار: شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۶ تاریخ:</p>	
<p>آزمون نظری: سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>۱- دو نرم افزار متداول برای شبیه سازی مدارهای الکترونیکی، نرم افزارهای..... هستند.</p> <p>۲- به وسیله نرم افزار PCB Wizard می توانیم نقشه الکترونیکی را شبیه سازی و از عملکرد مدار اطمینان حاصل کنیم. درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p> <p>۳- چهار مورد از ویژگی های نرم افزار PCB Wizard را شرح دهید.</p> <p>۴- .....</p>	<p>بارم آزمون: ۲۰ نمره</p>
<p>آزمون نرم افزاری: سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>-----</p>	
<p>آزمون سخت افزاری:</p> <p>۱- نرم افزار مولتی سیم را فعال کنید.</p> <p>۲- نقشه الکترونیکی را در نرم افزار شبیه سازی کنید.</p> <p>۳- به وسیله نرم افزار PCB Wizard، نقشه الکترونیکی را به صورت دستی ترسیم کنید.</p> <p>۴- .....</p>	
<p>بارم آزمون: ۱۲ نمره</p>	
<p>شایستگی های غیر فنی:</p> <p>۱- به کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره</p> <p>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره</p> <p>۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره</p> <p>۴- مسئولیت پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره</p> <p>۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم گروهی خود و سایر گروه ها ۲ نمره</p> <p>۶- روحیه پاسخ دهی ۱ نمره</p> <p>۷- روحیه پرسش گری ۱ نمره</p>	
<p>کلیه آزمون ها بر اساس استاندارد عملکرد نمونه برگ ۱-۸ انجام می شود.</p>	



## کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

مرحله کار: تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی (نرم‌افزاری دستی و خودکار)

کار: شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار

نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۳۰۶ تاریخ:

**آزمون نظری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش

بارم آزمون: ۲۰ نمره

۱- برای طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار PCB Wizard تنظیمات اولیه با انتخاب ابعاد و مختصات نقطه مبدأ (ORIGIN) صورت می‌گیرد. درست □ نادرست □

۲- در طراحی مدار چاپی Track به معنی..... و Circuit Board به معنی..... است.

۳- در نوار منو، با انتخاب گزینه Grid/ Snap چه عملی را می‌توان انجام داد؟ شرح دهید.

۴- .....

**آزمون نرم‌افزاری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش

بارم آزمون: ۸ نمره

-----

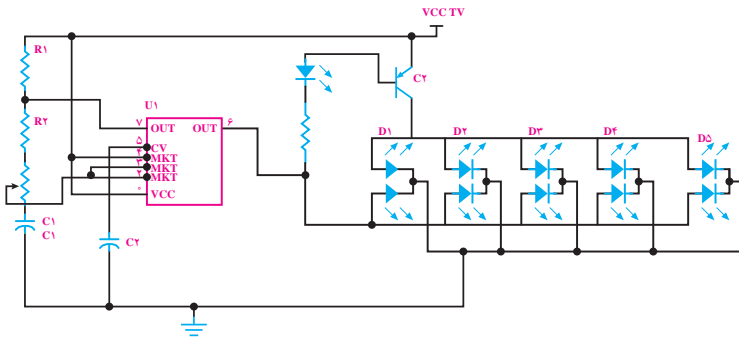
**آزمون سخت‌افزاری:**

بارم آزمون: ۱۲ نمره

۱- نرم‌افزار PCB Wizard یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر را فعال کنید.

۲- نقشه الکترونیکی مقابل را به صورت دستی به نقشه مدارچاپی تبدیل کنید. ابعاد نقشه را  $5\text{ Cm} \times 5\text{ Cm}$  در نظر بگیرید.

۳- .....



**شایستگی‌های غیرفنی:**

بارم آزمون: ۲۰ نمره

۱- به کارگیری ابزارهای استاندارد و استفاده صحیح از آنها (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۶ نمره

۲- دقت و تمرکز در اجرای کار (از طریق مشاهده) ۴ نمره

۳- رعایت ارگونومی هنگام کار (از طریق مشاهده و پرسش شفاهی) ۴ نمره

۴- مسئولیت‌پذیری در هنگام ارشد بودن در کارگاه ۲ نمره

۵- مشارکت در کار گروهی هنگام کار با هم‌گروهی خود و سایر گروه‌ها ۲ نمره

۶- روحیه پاسخ‌دهی ۱ نمره

۷- روحیه پرسش‌گری ۱ نمره

کلید آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمونه برگ ۱-۸ انجام می‌شود.

کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

نام و نام خانوادگی هنرجو:	کار: شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار کد کار: ۰۳۰۶ تاریخ:
<p>آزمون نظری: سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>۱- دستگاه های اندازه گیری در کدام منو قرار دارد؟</p> <p>۱- Simulation components</p> <p>۳- Instruments Power Source Components</p> <p>۲- ابزارهای گرافیکی در کدام منو قرار دارد؟</p> <p>۱- Basic components Instruments</p> <p>۴- Graphic Annotation</p> <p>۳- با انتخاب گزینه Convert در نرم افزار PCB Wizard چیدمان قطعات و اتصال پایه روی فیبر مدار چاپی به صورت خودکار انجام می شود. صحیح <input type="checkbox"/> غلط <input type="checkbox"/></p> <p>۴- معنای فارسی لغات زیر را بنویسید.</p> <p>Wizard ..... Placement.....</p> <p>..... Create.....</p> <p>..... ۵</p>	<p>بارم آزمون: ۲۰ نمره</p>
<p>آزمون نرم افزاری: سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>آزمون سخت افزاری:</p> <p>۱- ابزار و مواد مورد نیاز را برای تهیه طرح مدار چاپی آماده کنید.</p> <p>۲- نرم افزار PCB Wizard یا هر نرم افزار مناسب دیگر را فعال کنید.</p> <p>۳- نقشه الکترونیکی مدار زیر را با نرم افزار به نقشه مدار چاپی تبدیل کنید. ابعاد نقشه را ۵cm × ۵cm در نظر بگیرید.</p> <p>۴- فیبر را مناسب طرح مورد نظر آماده کنید.</p> <p>۵- از طرح پرینتی تهیه نموده و آن را به روی فیبر انتقال دهید و به کمک ماژیک ضداسید اثر به جا مانده از طرح را روی فیبر با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه، پُررنگ کنید.</p> <p>۶- پس از ارزشیابی سطح فیبر را تمیز کنید.</p> <p>..... ۷</p>	<p>بارم آزمون: ۸ نمره</p> <p>بارم آزمون: ۱۲ نمره</p>



## تدریس پودمان پنجم: ساخت پروژه ساده

### واحد یادگیری ۷

#### مونتاژ یک نمونه برد ساده کاربردی الکترونیکی

● پرینتر لیزری چگونه عمل می کند:

در پرینترهای لیزری هنگام چاپ ذرات جوهر (تونر)، از مخزن (کارتریج Cartridge) دستگاه خارج می شود و به صورت پودر بر روی صفحه‌ی کاغذ انتقال می یابد. برای آنکه تصویر یا متنی به وسیلهٔ چاپگرهای لیزری چاپ شود، تونر دستگاه که از جنس پلاستیک است بر اثر حرارت غلتک (Drum) ذوب می شود و بر روی کاغذ باقی می ماند. از طرفی به دلیل شکننده بودن فیبرهای مسی نمی توانیم آنها را در دستگاه چاپگر قرار دهیم تا حروف و سایر علائم به صورت مستقیم، بر روی فیبر مدار چاپی کشیده شوند، بنابراین باید به صورت غیرمستقیم تونر را از پرینتر بر روی فیبر مسی انتقال دهیم. برای این منظور ابتدا بر روی کاغذی که تونر به نرمی بر روی آن قرار می گیرد طرح مدار چاپی را با دقت ۴۰۰ dpi چاپ می کنیم. سپس با قرار دادن صفحه چاپ شده روی فیبر و حرارت دادن آن به وسیلهٔ اتو، تونر را برای بار دوم مذاب می کنیم و آن را روی فیبر مسی انتقال می دهیم، به این ترتیب طرح بر روی فیبر نقش می بندد، شکل ۱۱۲.



شکل ۱۱۲- چاپگر لیزری برای چاپ طرح مدار چاپی




فهرست پودمان‌ها، کارها و مراحل کار درس  
«طراحی و ساخت مدار چاپی»

پودمان	کار	مراحل کار
M۰۶ لحیم‌کاری قطعات گسسته	۰۲۰۲ مونتاژ قطعات مجزا (discrete)	اصول لحیم‌کاری
		ساخت سیم‌های رابط و سوکت
		دمونتاژ
		نصب یا مونتاژ (Mountage) قطعات
M۰۷ مدارهای کاربردی الکتریکی ساده	۰۲۰۷ دریل‌کاری و سیم‌کشی	انواع سیم‌بندی و اتصال انواع سوکت‌ها
		انتخاب وسایل مناسب برای دریل‌کاری
		مدار کلیدهای یک پل، دوپل، پریز و لامپ‌های کم‌مصرف
		مدارهای دیمر، فتوسل، در بازکن تصویری و کولر
M۰۸ مدارهای الکترونیکی ساده	۰۱۰۲ آزمایش قطعات نیمه هادی	آزمایش دیود و استخراج اطلاعات از برگه اطلاعاتی
		آزمایش دیود نوردهنده
		کاربرد دیود به عنوان یکسوساز
		رگولاتور زنی و آی‌سی‌های رگولاتور
		سایر کاربردهای دیود
		آزمایش سلول خورشیدی
۰۱۰۶ ترانزیستور و کاربرد عملی آن	تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت ترانزیستور تغذیه ترانزیستور انواع آرایش تقویت‌کننده‌ها آی‌سی آمپلی‌فایر صوت مدار کاربردی ترانزیستور با سنسورها	

اصول تهیه طراحی مدار چاپی	۰۳۰۴ ترسیم نقشه مدار چاپی با دست (مدارهای الکترونیکی ساده)	M۰۹ طراحی مدار چاپی و شبیه‌سازی
تهیه طرح مدار چاپی با دست		
روش‌های انتقال طرح مدار چاپی		
معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی	۰۳۰۶ شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار	
تهیه طرح مدار چاپی با نرم‌افزار		
تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی در نرم‌افزار به صورت دستی		
تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی در نرم‌افزار به صورت خودکار		
۱- آماده‌سازی برد مدار چاپی و قطعات مورد نیاز	۰۲۰۹ مونتاژ یک نمونه برد ساده کاربردی الکترونیکی	M۱۰ ساخت پروژه ساده
۲- مونتاژ قطعات روی برد		
۳- تمیزکاری برد مونتاژ شده		
۴- راه‌اندازی برد		

# ارزشیابی


**وزارت آموزش عالی و تحقیقات علمی**  
**مرکز ملی ارزشیابی**  
 شماره ثبت: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰  
 شماره پروانه: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰  
 شماره ثبت: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰  
 شماره پروانه: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰  
 شماره ثبت: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰  
 شماره پروانه: ۱۳۸۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰

ردیف	نام درس	نمره	نمرات					نمره نهایی
			تالی	تالی	تالی	تالی	تالی	
۱	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۲	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۳	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۴	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۵	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۶	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۷	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۹	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۰	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

ردیف	نام درس	نمره	نمرات					نمره نهایی
			تالی	تالی	تالی	تالی	تالی	
۱	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۲	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۳	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۴	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۵	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۶	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۷	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۹	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۰	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

نام دانشجو: \_\_\_\_\_ نام خانوادگی: \_\_\_\_\_  
 شماره دانشجویی: \_\_\_\_\_  
 نام استاد: \_\_\_\_\_  
 نام درس: \_\_\_\_\_  
 تاریخ ارزشیابی: \_\_\_\_\_  
 امضاء دانشجو: \_\_\_\_\_  
 امضاء استاد: \_\_\_\_\_

این گزارش برای اطلاع مدرع و ایجاد رونق صادر شده است.

## روز نمرات دروس آزمایشی های علمی و فنی

ردیف	نام درس	نمره	تالی	تالی	تالی	تالی	تالی
۱	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۲	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۳	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۴	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۵	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۶	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۷	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۹	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۰	تعمیرات اساسی ساختمان و برق	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

این گزارش برای اطلاع مدرع و ایجاد رونق صادر شده است.  
 نام دانشجو: \_\_\_\_\_ نام خانوادگی: \_\_\_\_\_  
 شماره دانشجویی: \_\_\_\_\_  
 نام استاد: \_\_\_\_\_  
 نام درس: \_\_\_\_\_  
 تاریخ ارزشیابی: \_\_\_\_\_  
 امضاء دانشجو: \_\_\_\_\_  
 امضاء استاد: \_\_\_\_\_



- ۱ اصول الکترونیک، گروپ، ترجمه احمد ریاضی، محمود همتایی و..... دانشکده شهید شمسی پور.
- ۲ اندرسن چارلز، دوره جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی فر، انتشارات سپهر.
- ۳ الکترونیک عمومی ۱، مؤلفان: ابوالقاسم جاریانی، شهرام نصیری سوادکوهی و.....، ۱۳۹۴، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۴ الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷، مؤلفان: فتح‌اله نظریان، فرشته داودی لعل آبادی و...، ۱۳۹۴، شرکت چاپ نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۵ الکترونیک عمومی ۲ کد ۴۹۰/۵، مؤلفان: شهرام نصیری سوادکوهی، یدالله رضازاده، و.....، ۱۳۹۴ شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۶ کارگاه الکترونیک مقدماتی کد ۳۵۹ /۶۲ مؤلفان: شهرام نصیری سواد کوهی، سید محمود صموتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۷ آزمایشگاه مجازی ۲ کد ۴۶۶/۶، مؤلفان: مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی و ..... شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۸ طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی کد ۲۱۰۲۶۴، مؤلفان علیرضا حجرگشت، محمدحسن اسلامی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۹ راهنمای کاربرد (help) نرم‌افزار PCB WIZARD.
- ۱۰ سایت‌های اینترنتی برگه‌های اطلاعات Data sheet، کتاب اطلاعات Data book و دستینه Hand book.
- ۱۱ Electronic devices and circuit theory by Robert Boylestad Louis Nashilsky.
- ۱۲ Transistor Fundamentals by Robert J Brite.
- ۱۳ Transistor Circuit action by Henry C. Vealch.
- ۱۴ Electronic Devices Electron flow version Floyd.
- ۱۵ by Norman Ahlhelm- unesco ۲۰۱۳, high reliability soldering and circuit board repair.

