

به نام خدا



برد مدار چاپی

آزمایشگاه مدار منطقی

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

نویسنده:

رادین چراغی

شماره دانشجویی:

۴۰۱۱۰۵۸۱۵

تاریخ ارائه تکلیف:

۱۴۰۲/۰۶/۰۷

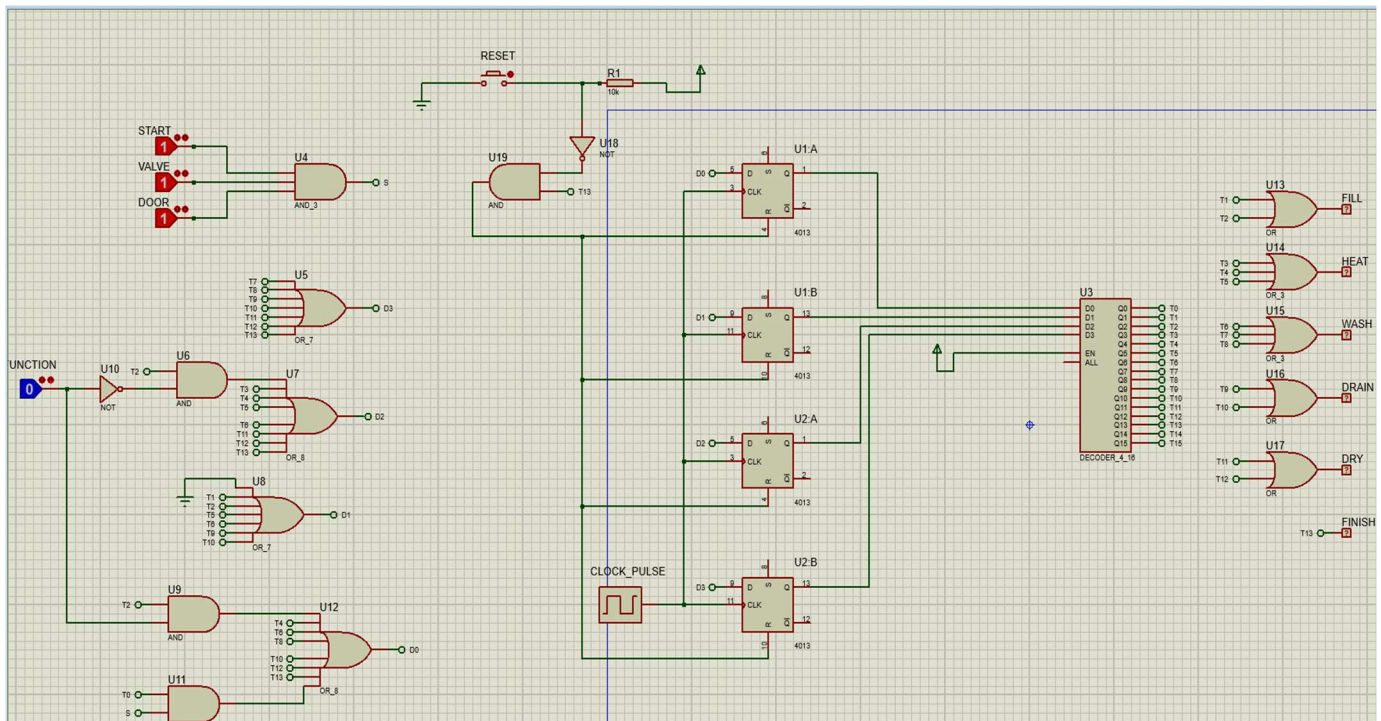
مقدمه

در این آزمایش از ما خواسته شده تا مدار کنترل کننده‌ای که در آزمایش ۴ طراحی کردیم (تایمر ماشین لباسشویی)، بر روی برد مدار چاپی (PCB) پیاده کنیم. هدف از انجام این آزمایش آشنایی با مدارهایی چاپی و قابلیت‌های نرم افزار Proteus برای پیاده‌سازی این نوع مدارها است. این آزمایش در نرم‌افزار Proteus انجام می‌شود.

برد مدار چاپی تایمر ماشین لباسشویی

ابتدا کمی به معرفی برد مدار چاپی یا همان PCB می‌پردازیم. برد مدار چاپی یکی از قطعات الکتریکی است که نقشی مهم در عملکرد صحیح وسایل الکترونیکی دارد. این قطعه شامل مجموعه‌ای از مدارهای الکتریکی است که قطعات مختلف مانند ایسی‌ها، مقاومت‌ها، خازن‌ها و ... روی آن قرار می‌گیرند. این قطعه می‌تواند یک طرفه و یا چند طرفه باشد. در این آزمایش ما با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار Proteus یک برد مدار چاپی برای تایمر ماشین لباسشویی طراحی می‌کنیم.

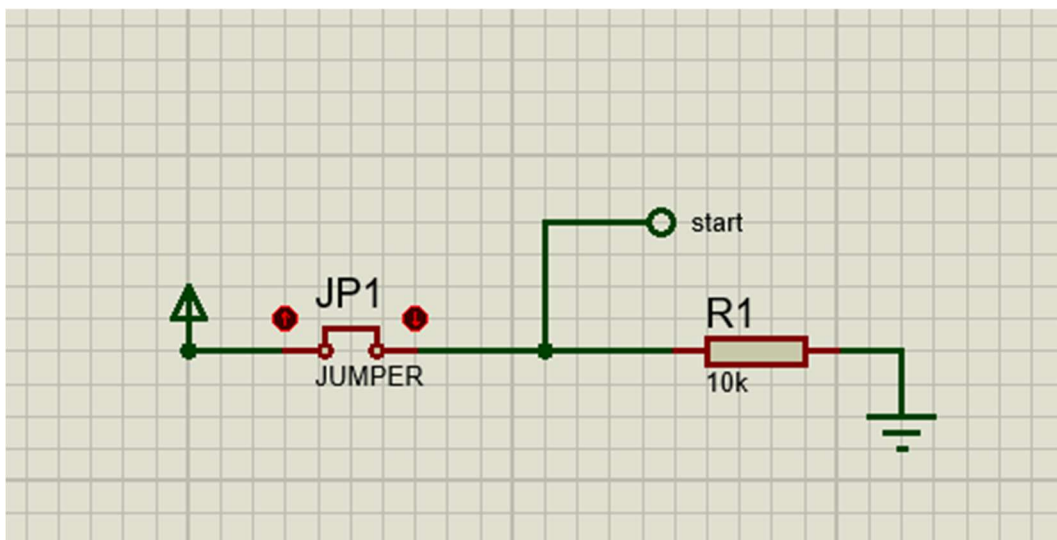
حال به شرح آزمایش می‌پردازیم. برای طراحی PCB یک مدار ما نیاز داریم تا قطعاتی که در آن مدار به کار رفته اند در Proteus دارای تصویر PCB باشند. از آنجایی که بسیاری از قطعاتی که در آزمایش ۴ از آن‌ها استفاده کرده بودیم تصویر PCB نداشتند بایستی آن قطعات را با قطعاتی که دارای تصویر PCB بودند جایگزین می‌کردیم. مدار طراحی شده در آزمایش ۴ در تصویر زیر قابل مشاهده است.



در مدار بالا به جز فلیپ فلاپ‌ها هیچ کدام از قطعات استفاده شده تصویر PCB نداشتند. به همین سبب این قطعات را با قطعات زیر جایگزین کردیم. در مدار بالا از قطعاتی با تعداد ورودی بالا استفاده شده بود که با توجه به نبود جایگزین، آن‌ها را به چند قطعه با تعداد ورودی کمتر تبدیل کردیم.

- 7408 و 74HC11 به جای گیت‌های اند دوتایی و سه‌تایی
- 7432، 74HC4075 و 74HC4072 به جای گیت‌های اور دو، سه و چهارتایی
- 74HC04 به جای گیت نات
- 74HC154 به عنوان دیکودر (با توجه به این که خروجی‌های دیکودر فعال پایین بودند مقابل هر خروجی یک معکوس‌کننده قرار دادیم).

از آنجایی که برای طراحی PCB ورودی‌ها و خروجی‌ها نمی‌توانند لاجیک باشند و همچنین push button تصویر PCB ندارد، قطعات دیگری را جایگزین آن‌ها می‌کنیم. برای ورودی‌ها و کلیدها، جامپر را به عنوان جایگزین در نظر می‌گیریم. در تصویر زیر چگونگی استفاده از جامپر را به ازای ورودی استارت مشاهده می‌کنید.

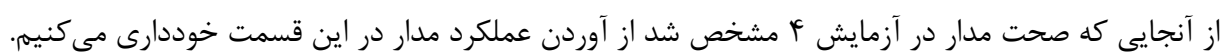


همانطور که در تصویر مشخص است در صورتی jumper در حالت فشرده شده، باشد start یک خواهد بود و در غیر این صورت صفر می‌شود. به همین صورت push button مربوط به ریست را با جامپر جایگزین می‌کنیم.

برای خروجی‌های از led استفاده می‌کنیم. برای این کار ابتدا Red LED را انتخاب می‌کنیم. باید دقت شود که led های موجود در Proteus از PCB پشتیبانی نمی‌کنند و باید با استفاده از packaging tools یکی از مدل‌هایی که دارای تصویر PCB است را به آن اضافه کنیم.

یکی از نکاتی که باید برای طراحی بهتر PCB به آن توجه کنیم کوچک بودن ابعاد PCB است. یکی از راه‌های آن استفاده از قطعات SMD به جای قطعات DIP است زیرا ابعاد آن‌ها کوچکتر است. برای این کار روی هر قطعه دو بار کلیک می‌کنیم و در پنجره باز شده گزینه مربوط به SMD را انتخاب می‌کنیم. پنجره مذکور در تصویر صفحه بعد مشاهده می‌شود.

پس از جایگزینی قطعات تصویر کلی مدار به صورت زیر می‌شود:

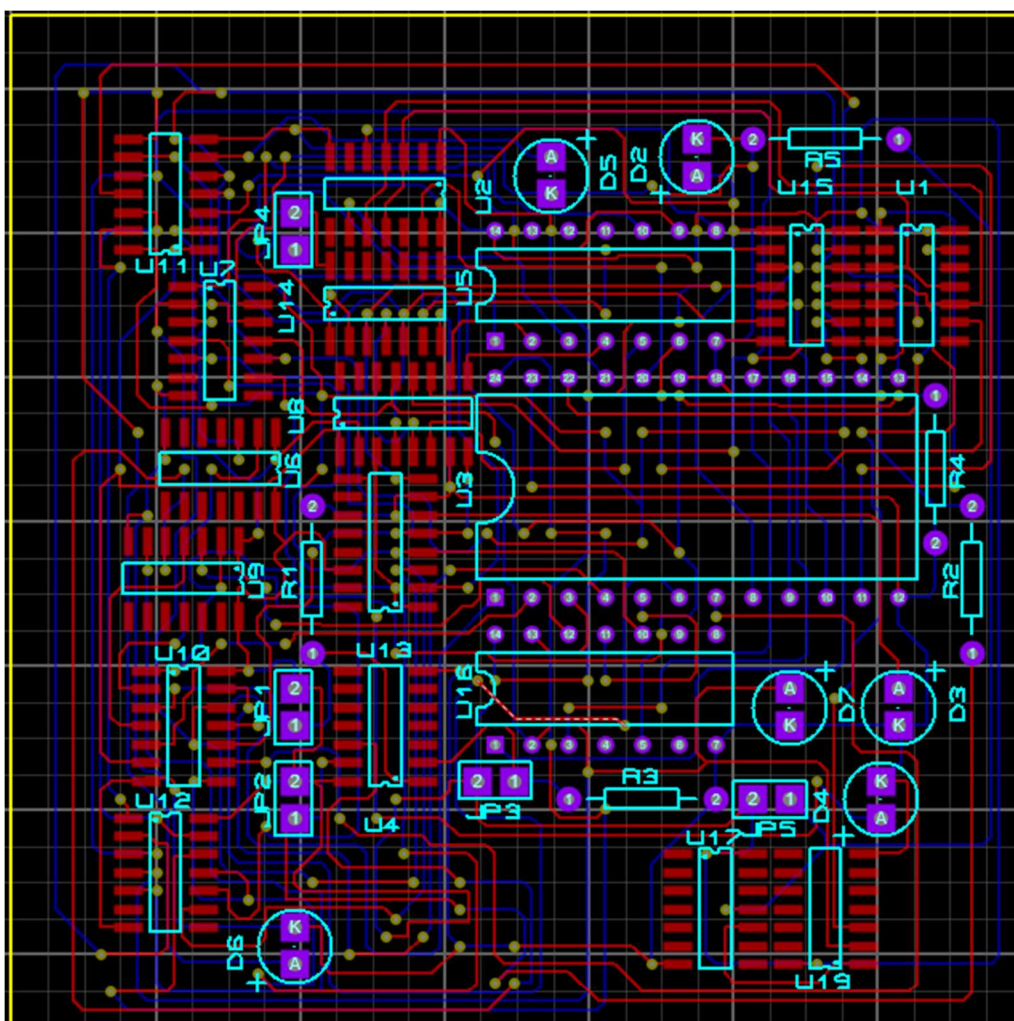


بعد از اتمام مدار نوبت به طراحی PCB می‌رسد. برای این کار از نوار بالای نرم‌افزار PCB layout را انتخاب کرده و به محیط مربوط به PCB نرم‌افزار Proteus می‌رویم. برای طراحی برد مدار چاپی باید ابتدا فضایی را برای مدار مشخص کنیم. برای این کار از نوار سمت چپ بخش 2D Graphics Box را انتخاب کرده و از نوار پایین رنگ زرد را انتخاب می‌کنیم و این فضا را با یک جعبه مربعی زرد رنگ مشخص می‌کنیم که در عکس‌هایی که در ادامه می‌آیند مشخص است.

حال پس از مشخص کردن فضا نوبت به قرار دادن قطعات می‌رسد. همانطور که گفته شد در این قسمت باید دقت شود که قطعات باید به صورتی قرار داده شوند که ابعاد PCB تا حد ممکن کوچک باشد. در حین قرار دادن قطعات باید حواسمان باشد تا فضای پرت و خالی تا حد امکان نداشته باشیم.

در نهایت پس از قرار دادن قطعات بایستی سیم‌کشی را انجام دهیم. بهتر است سیم‌کشی به صورت دو طرفه انجام شود تا ابعاد PCB کوچکتر شود. این موضوع با تفاوت رنگ سیم‌ها به صورت قرمز و آبی در تصاویر مشخص است. نکته‌ی دیگری که در فرایند سیم‌کشی باید به آن دقت کرد ۹۰ درجه نبودن زاویه سیم در پیچ‌ها است. زیرا ۹۰ درجه بودن می‌تواند باعث بروز مشکلاتی مانند اتصال کوتاه یا عملکرد نادرست مدار شود.

تصویر کلی مدار به صورت زیر می‌شود:



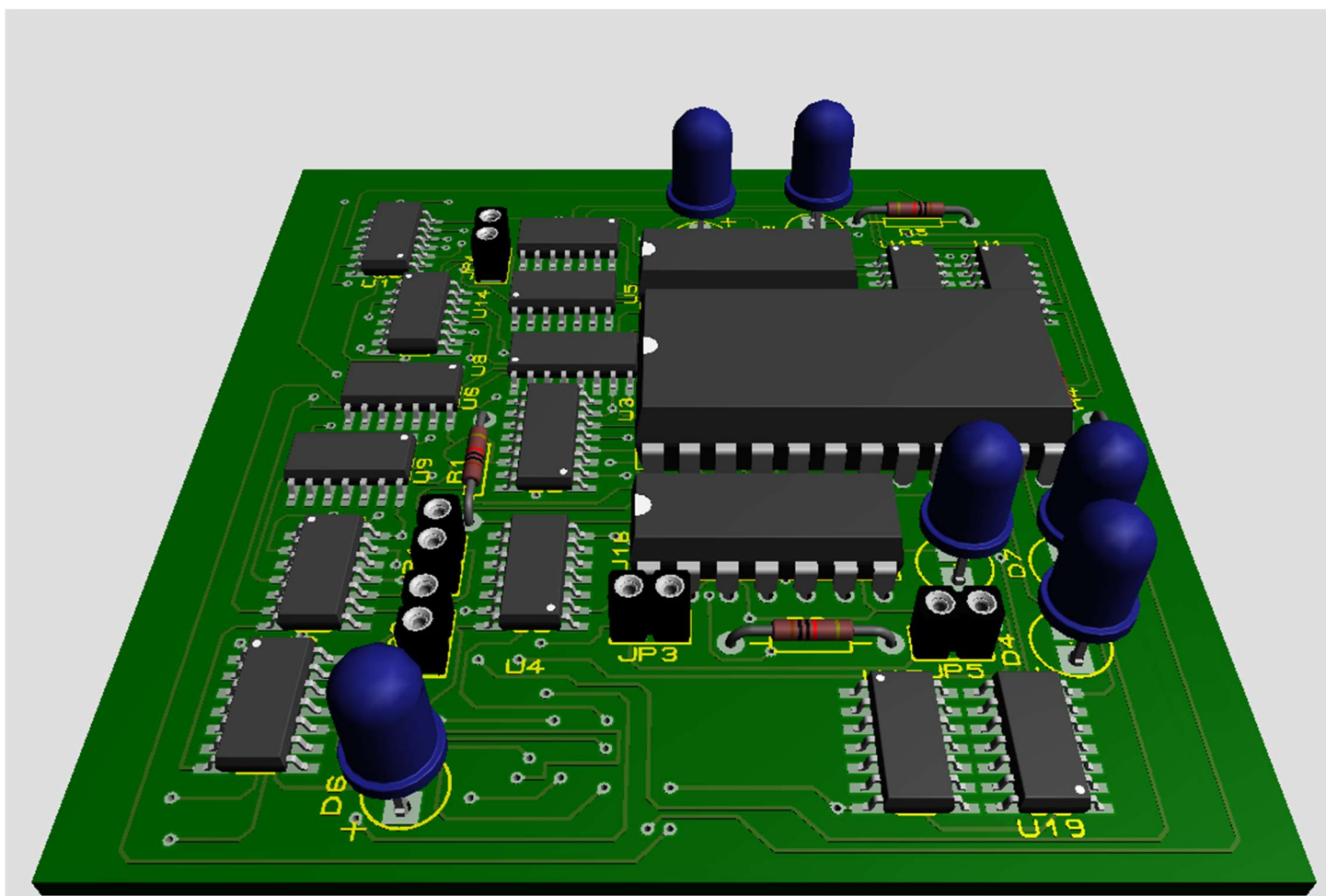
بعد از طراحی مدار نوار پایین را بررسی می‌کنیم تا ببینیم خطا داریم یا خیر. تصویر زیر نشان می‌دهد که به خطا نخورده‌ایم.



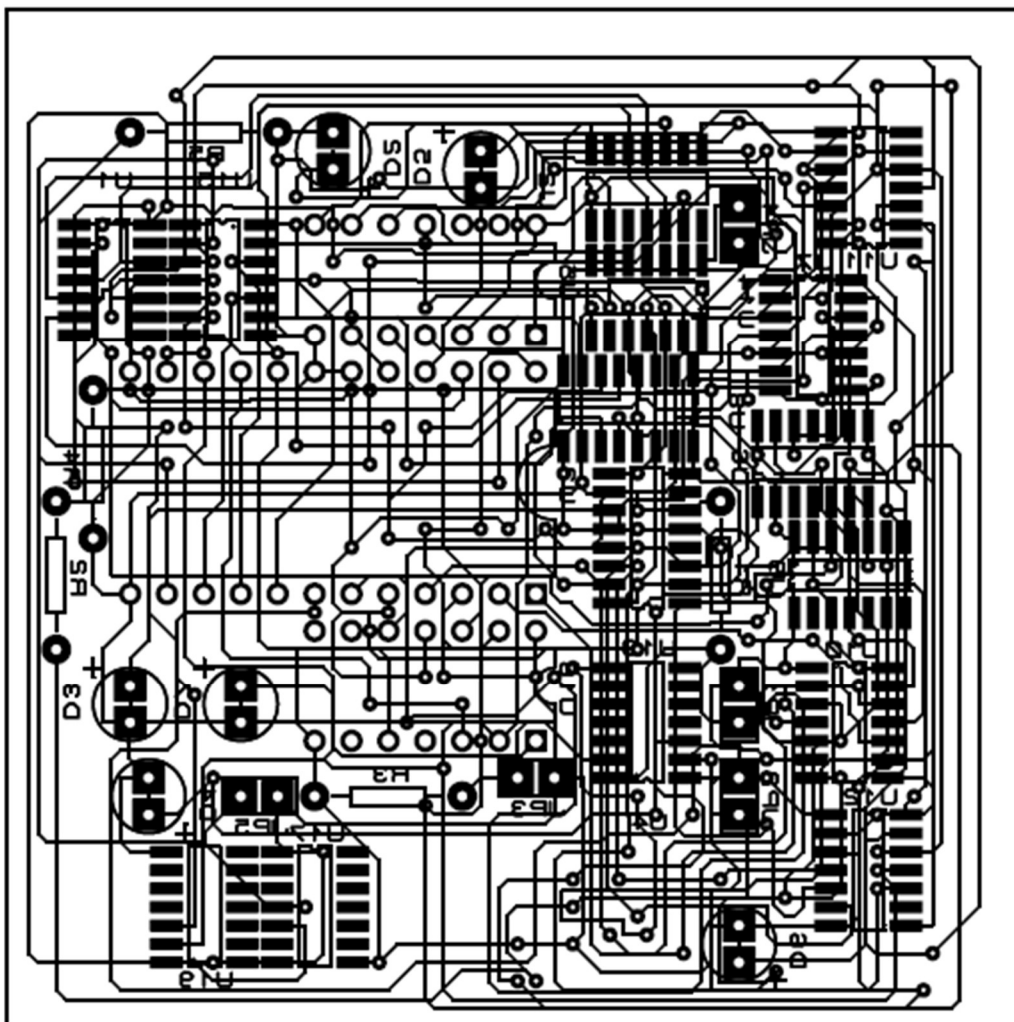
در نهایت از نوار بالا گزینه tools را انتخاب می‌کنیم و سپس از پنجره‌ی نشان داده شده گزینه Connectivity report را انتخاب می‌کنیم تا صحت مدار را بررسی کنیم. تصویر زیر نشان می‌دهد که خطایی وجود ندارد.

0 CRC violations found.

با کلیک کردن بر روی علامت چشم در نوار بالای نرم‌افزار به قسمت مربوط به شبیه‌سازی سه بعدی می‌رویم. در تصویر زیر نمایی سه بعدی از برد مدار چاپی قابل مشاهده است.



می‌توانیم از PCB طراحی شده خروجی چاپی بگیریم. به اینصورت که از نوار بالا گزینه output را انتخاب کرده و روی print layout کلیک می‌کنیم. خروجی آن به صورت یک فایل PDF به ما داده می‌شود.



نتیجه گیری

در این آزمایش با طراحی برد مدار چاپی یا همان PCB آشنا شدیم. در هنگام طراحی برد مدار چاپی تلاش کردیم که قرار دادن قطعات و سیم کشی را به صورتی انجام دهیم تا PCB ما کمترین ابعاد را داشته باشد. به طور کلی طراحی PCB اصول بسیار زیادی دارد و این آزمایش صرفاً مقدمه‌ای بر آن بود. به جز Proteus از نرم افزارهای دیگری مانند آلتیوم دیزاینر، مولتی سیم، EasyEDA و ... نیز می‌توان برای طراحی کردن برد مدار چاپی استفاده کرد. پس از طراحی PCB نوبت به چاپ روی برد خام می‌رسد که برای این کار شرکت‌های مختلفی نیز وجود دارد.