



دانشکده مهندسی برق

مدارهای منطقی و سیستم‌های دیجیتال

دستور کار آزمایشگاه

دستور کار آزمایشگاه مدارهای منطقی

دکتر مهدی شعبانی

تهیه و تنظیم :

گروه مولفین

تابستان ۱۴۰۳

۱ مقدمه

دستور کار آزمایشگاه مدارهای منطقی و سیستم‌های دیجیتال زیر نظر آقای دکتر مهدی شعبانی، توسط گروه مولفین، به سرپرستی و هماهنگی آقای حسین مقیم تهیه شده است.

گروه مولفین (به ترتیب حروف الفبا):

- مهرشاد تاجی
- محمدباقر خندان
- طاها معماری
- حسین مقیم
- سید علیرضا موسوی
- علی یداللهی

بخشی از مطالب این دستور کار برگرفته از نسخه‌های تدوین شده توسط جناب آقای دکتر تابنده و جناب آقای دکتر موحدین است. از این رو، از اساتید محترم نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

هدف از آزمایشگاه

در هر آزمایشگاهی هدف اصلی، به کار بردن عملی تئوری‌های مطرح شده در درس مربوطه است که باعث می‌شود دانشجویان آنچه را در کلاس فرا می‌گیرند، عملاً مشاهده کنند و بدون واسطه استاد،

^۱ پاره‌ای از نکات و تصاویر استفاده شده در این بخش از «دستور کار آزمایشگاه مدارهای منطقی» دانشگاه صنعتی امیرکبیر و فایل «آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه الکترونیک^۱» دکتر فخارزاده برگرفته شده است.



خود دست به کار شوند. همزمانی درس و آزمایشگاه لازمه برآورده شدن این هدف مهم است که خوشبختانه طرح درس جدید در این مهم، کارنامه موفقی داشته است.

درمورد این آزمایشگاه، آمادگی قبلی دانشجویان امری اساسی است و در عمل حضور در آزمایشگاه بدون مطالعه قبلی کارایی بسیار ضعیفی را در پی خواهد داشت. از این رو، اکیدا توصیه می‌شود که دانشجویان قسمت پیش‌مطالعه هر آزمایش را قبل از حضور در جلسه آزمایشگاه با دقت تمام مطالعه کرده و پیاده‌سازی‌های لازمه را انجام دهند.

در این آزمایشگاه، دانشجویان با مفاهیم علمی گیت‌های منطقی، مدارهای منطقی ترکیبی و ترتیبی زبان برنامه‌نویسی Verilog به طور قابل قبولی آشنا می‌شوند. علاوه بر این، در آزمایش‌های انجامی بر روی بورد Zynq، مفهوم ادوات SoC را به خوبی آموخته و با کاربرد این درس در صنعت روز دنیا آشنا می‌شوند.

دستور آزمایشگاه

دستور آزمایشگاه، به طور کلی از ۳ بخش تشکیل یافته است. بخش نخست هر آزمایش (پیش‌مطالعه) مطالب مورد نیاز برای انجام آزمایش را برای دانشجویان ارائه نمی‌نماید. دانشجویان باستی این بخش را به دقت مطالعه کرده و درمورد مفاهیم جدید مطرح شده در هر آزمایش تحقیق کنند. در بعضی از آزمایش‌ها، لازم است که دانشجو با نحوه کار یک تراشه آشنا شود. از این رو توصیه می‌شود که شماره آن تراشه را در اینترنت جستجو کرده و به دنبال دیتاشیت آن باشد تا شماره‌های پایه‌ها و کارکرد هر کدام را یاد بگیرد.

بعضی از آزمایش‌ها، شامل پیش‌گزارش می‌باشند. در این بخش، پرسش‌هایی از بخش پیش‌مطالعه مطرح شده‌اند که پاسخ دادن به آن‌ها به دانشجو کمک می‌کند تا فضای ذهنی خود را برای آزمایش مدنظر آماده کند. از این‌رو نگارش پیش‌گزارش برای آزمایش‌هایی که این بخش را شامل می‌شوند، ضروری است و بخشی از نمره آزمایشگاه را تشکیل می‌دهد.

در بخش دوم، دستور کار هر آزمایش نوشته شده است که مراحل لازم برای انجام هر آزمایش را، به طور کامل و با جزئیات شرح داده است. تضمین می‌شود که اگر دانشجو بر قسمت پیش‌مطالعه کاملاً مسلط باشد و دستور کار را طبق مراحل پیش ببرد، مشکلی به وجود نخواهد آمد و آزمایش به خوبی انجام خواهد شد.



برای هر بخش دستور کار، زمان تقریبی انجام آن نوشته شده است. بنابراین در صورتی که در مدت زمانی تخمینی دانشجویی موفق به انجام آن بخش از آزمایش نشود، می‌تواند با صدا زدن دستیار آزمایشگاه، از او کمک گرفته تا با پرسش و پاسخ، هرگونه ابهام یا ایراد را رفع کند. توجه کنید که گام اول در یک عیب‌یابی موثر، یافتن یک نقطه شروع است. بررسی اتصالات و ولتاژ نقطه‌های مختلف مدار در این زمینه بسیار سودمند خواهد بود.

بعضی از آزمایش‌ها شامل گزارش‌کار به صورت خلاصه آنچه از آزمایش آموختید می‌باشد. بدین‌منظور، قالبی برای نگارش گزارش‌ها تدوین شده است که در [این پیوند](#) قابل مشاهده است. پس از انجام آزمایش‌های مربوطه، آموخته‌های خود را در آن نوشته و در سامانه درس‌افزار بارگذاری کنید.

اصول ایمنی آزمایشگاه

- وظیفه هر شرکت‌کننده‌ای در هر آزمایشگاه مرتبط با برق، رعایت قوانین ایمنی و سلامت است.
- پیش از آزمایش کرد مدار خود، از عملکرد درست دستگاه‌های مورد نیاز آزمایش، از قبیل منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور اطمینان حاصل کنید. در صورت مشاهده هر نوع خرابی یا عدم کارکرد درست در هر دستگاهی، سریعاً مربی آزمایشگاه را مطلع کنید.
- از برخورد هر قسمت از بدن خود با منابع تغذیه مدار و زمین پرهیز کنید.
- منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را پیش از ترک آزمایشگاه، خاموش نمایید. صندلی‌های خود را نیز به حالت اولیه، منظم سر جای خود قرار دهید. رعایت این موارد در پایان هر جلسه توسط دستیاران آموزشی بررسی و در ستون نظم گروه یادداشت می‌شود.
- دستیاران آموزشی موظف‌اند به طور مرتب با سرکشی به گروه‌های دانشجویی به آن‌ها کمک و همچنین پیشرفت کار در انجام آزمایش را تحقیق کنند و نمره عملی آزمایشگاه را در پایان آن جلسه برای یک‌یک افراد گروه تعیین نمایند. این نمره نقش اساسی در تعیین نمره نهایی آزمایشگاه خواهد داشت.
- پیش از روشن کردن منبع تغذیه، همه اتصال‌های مدار را بررسی کنید. روشن کردن منبع تغذیه باید در مرحله پایانی کار شما انجام گیرد.
- پس از پایان پذیرفتن آزمایش، اولین اتصالی که باید قطع شود، منبع تغذیه است.



- خوردن و آشامیدن توسط دانشجویان در جلسه آزمایشگاه ممنوع است.
- برای بیرون آوردن تراشه‌ها از بردبورد، حتماً از پنس تعییه شده در جعبه گروه خود استفاده کنید.
- در صورت بیش از حد گرم شدن تراشه‌ها به ویژه در آزمایش‌هایی که با بورد Zynq سروکار دارد، سریعاً اتصالات آن‌ها را از تغذیه قطع کرده و دستیار آموزشی خود را مطلع کنید.
- بورد Zynq بورد حساس و به نسبت گران قیمتی است. از این رو در محافظت از آن و استفاده صحیح از پایه‌ها و خروجی‌های آن، نهایت دقت را به خرج دهید.
- برخی از عناصر آزمایشگاهی مانند LED نسبت به جریان‌های بالا حساس‌اند؛ لذا هنگام استفاده از آن‌ها، مقاومت‌های محدود کننده جریان را فراموش نکنید.

رعایت هریک از موارد بالا، از بدیهیات شرکت در هر آزمایشگاه است. خواهشمند است با رعایت این قوانین، خود و دیگران را در برابر خطرات احتمالی مصون نگه دارید.

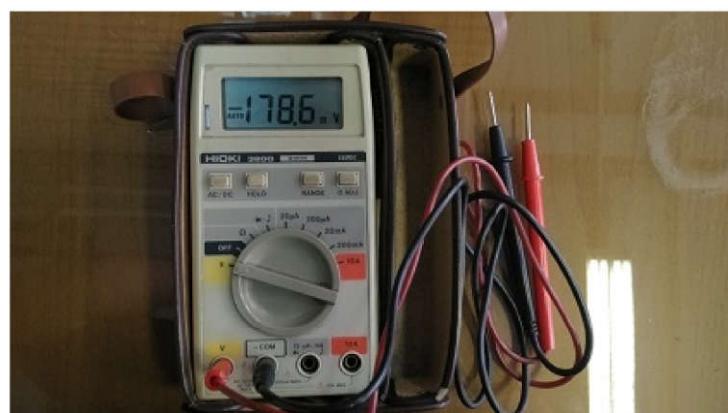
ضوابط آزمایشگاه

- دانشجویان می‌بایست راس ساعت مقرر در آزمایشگاه حضور یابند و پس از مدت زمان ۳ ساعت و انجام آزمایش، آزمایشگاه را ترک نمایند. پس از پایان کار هر جلسه آزمایشگاه، وسیله‌ها را در جعبه گروه خود قرار داده، میز کار خود را مرتب نموده و صندلی‌ها را پشت میزها قرار دهید.
- حضور و غیاب دانشجویان توسط دستیار آموزشی در آغاز جلسه آزمایشگاه انجام می‌شود.
- هریک از دانشجویان پس از گروه‌بندی، طبق شماره گروه خود، پشت میز مربوط به همان شماره می‌نشینند. وسایل مورد نیاز گروه‌های آزمایشگاه در کمد مخصوص هر گروه قرار دارد.
- در صورت مواجهه با یک IC خراب یا احتمال در خرابی IC، به کمک دستیار آموزشی خود به مسئول آزمایشگاه جهت تعویض قطعه مراجعه کنید.

آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه

مولتی متر دیجیتال

یک دستگاه مولتی متر دیجیتال از چهار بخش نمایشگر، سلکتور، کانکتور و پراب تشکیل شده است. بخش نمایشگر دستگاه کمیت‌های اندازه‌گیری شده را به نمایش می‌گذارد. در بخش سلکتور یا دستگیره انتخاب، شما می‌توانید نوع کمیت مورد نظر خود را که قصد اندازه‌گیری آن را دارید، انتخاب کنید. کانکتور بخشی از دستگاه است که پراب‌ها به آن متصل می‌شوند. هر دستگاه مولتی متر دارای دو پراب با رنگ‌های متفاوت (معمولاً قرمز و مشکی) هستند. معمولاً از پراب مشکی برای کانکتور مشترک (Common) یا (-) استفاده می‌شود. به غیر از کانکتور COM، کانکتور mA، کانکتور 10A و کانکتور ΩV به ترتیب برای اندازه‌گیری جریان‌های کوچک، اندازه‌گیری جریان‌های بزرگ (بزرگتر از ۲۰۰ میلی آمپر) و اندازه‌گیری ولتاژ و مقاومت مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل ۱ را ببینید.



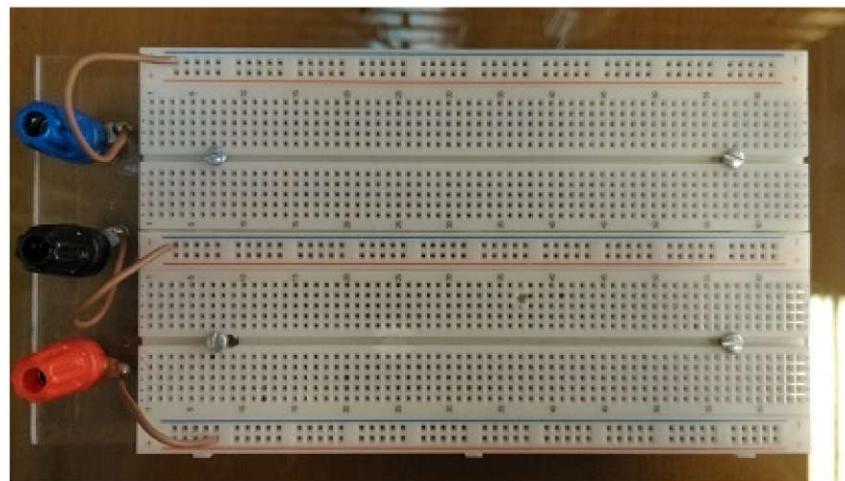
شکل ۱: مولتی متر

بردبورد

برای بستن و امتحان کردن مدارها راه های مختلفی وجود دارد که از بین آنها بهترین گزینه برای کارهای آزمایشگاهی استفاده از بردبورد است. این وسیله بیشتر برای کارهای نمونه سازی (prototyping) (PCB) استفاده می شود که در آن از درستی مداری که بعدا قرار است بروی بوردهای مدار چاپی (PCB) ساخته شود اطمینان حاصل می شود. چون در بردبورد برخلاف برددهای مدار چاپی عمل لحیم کاری صورت نمی گیرد، این وسیله قابل استفاده مجدد است. شکل ۲ را ببینید. با قرار دادن پایه های قطعات الکترونیکی در سوراخها و سپس برقراری اتصال به وسیله سیم می توانیم مدار خود را آماده کنیم. بردبورد نوارهای فلزی دارد که در زیر سوراخ های پلاستیکی قرار گرفته و آنها را به هم متصل می کند. نوارهای فلزی در شکل ۲ نشان داده شده اند.

سوراخ های ردیف های بالا و پایین به صورت افقی متصل هستند در حالیکه سوراخ های باقیمانده به صورت عمودی متصل هستند. اگر مانند شکل ۴ برد بورد را از بالا تا پایین به چهار بخش تقسیم کنیم، بخش اول و چهارم خطوط توان نام دارند و به صورت افقی به هم وصل هستند البته دقت شود که در برخی برد بوردها اتصال خطوط افقی (خطوط توان) سرتاسری نیست و برای برقراری اتصال در تمام طول خطوط توان نیاز هست که با استفاده از سیم این بخش های مجزا را به هم اتصال بدهیم. بخش های دوم و سوم که خطوط ترمینال نام دارند بر عکس بخش های اول و چهارم به صورت عمودی به هم متصل هستند، دقت شود که بخش دوم و سوم به وسیله شیاری از هم جدا شده اند و اتصالی بین بخش دوم و سوم به صورت پیش فرض برقرار نمی باشد.

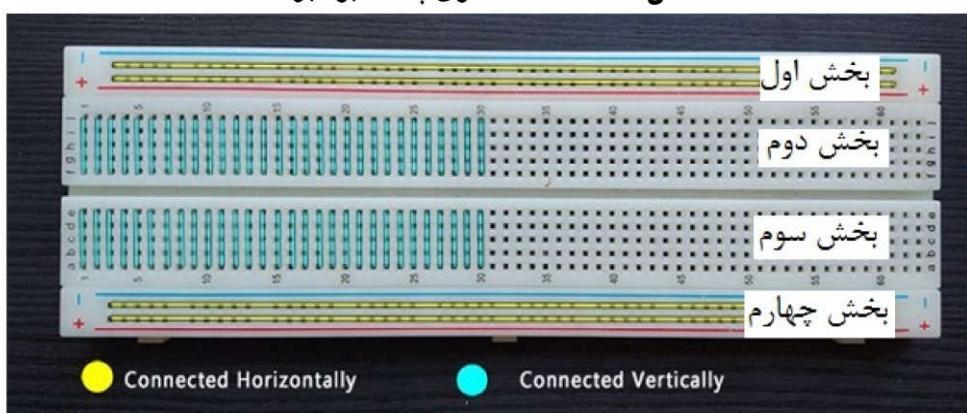
در هنگام کار با برد بورد دقت کنید قطعاتی که پایه نازکی دارند در جای خود ثابت باشند و لق نزنند. به دلیل کارکرد زیاد یک برد بورد، گاهی نوارهای فلزی که در زیر سوراخها قرار دارند شل می شوند و همین باعث می شود اتصالات به خوبی برقرار نشود. در چنین شرایطی، از سوراخ های مجاور استفاده کنید. پایه قطعه را بیش از حد داخل برد بورد وارد نکنید و از جسم خارجی برای محکم کردن پایه قطعه استفاده نکنید.



شکل ۲: برد بورد



شکل ۳: اتصالات فلزی پشت برد بورد



شکل ۴: خطوط اتصال برد بورد

منبع تغذیه DC

وظیفه منبع تغذیه تولید ولتاژ دیسی است. شکل ۵ را ببینید. این منبع تغذیه سه کanal خروجی دارد. اولی از سمت راست که CH3 نام دارد، تنها یک ولتاژ ثابت ۵ ولت را با حداکثر جریان خروجی ۳ آمپر می‌دهد. دو کanal بعدی یعنی CH1 و CH2 هر کدام می‌توانند ولتاژ متغیری را بین ۰ تا ۳۰ ولت تولید کنند. بنابراین به غیر از منبع ولتاژ ثابت پنج ولت، در جعبه این دستگاه عملاً ما دو منبع تغذیه داریم که می‌توانند به صورت مستقل از هم کار کنند. دقیق شود پورتی که روی آن GND نوشته شده است، به صورت خروجی نیست و برای امنیت دستگاه و اتصال بدنه تعییه شده است و شما نیازی به استفاده از آن ندارید. برای هر دو کanal دو پیچ قرار داده شده است که یکی مربوط به ولتاژ است و دیگری برای جریان، دقیق کنید که جریانی که به وسیله پیچ تنظیم می‌کنید، حد بالای جریانی است که می‌خواهید مدار بکشد و بدین معنا نیست که لزوماً تغذیه اینقدر جریان می‌دهد، همانطور که می‌دانید زمانی که ولتاژ را تنظیم می‌کنید، اینکه چقدر جریان کشیده شود بستگی به بار دارد. به عنوان مثال اگر عدد جریان را روی ۱ آمپر قرار داده باشید، در صورتیکه مدار بخواهد جریانی بیشتر از ۱ آمپر بکشد، منبع تغذیه به صورت اتوماتیک ولتاژ را کاهش می‌دهد تا جریان از مرز ۱ آمپر عبور نکند. همچنین توجه کنید ولتاژی که بر روی صفحه نمایش نشان داده می‌شود، ولتاژ ترمینال مثبت آن کanal نسبت به ترمینال منفی همان کanal است. کلید دیگر روی دستگاه، کلید ST.BY است. این کلید در صورتی که فعال باشد و چراغ بالای آن روشن باشد، نمی‌گذارد که دستگاه خروجی بددهد و می‌تواند از آسیب به مدار شما جلوگیری کند. همچنین کلید دیگری در وسط دستگاه وجود دارد که میتواند مد دستگاه را بین حالت مستقل و سری و موازی تغییر بدهد. ما معمولاً از این گزینه استفاده نمی‌کنیم و در صورت لزوم با سیم‌های سر موزی از بیرون این دو منبع را سری یا موازی می‌کنیم.



شکل ۵: منبع تغذیه DC

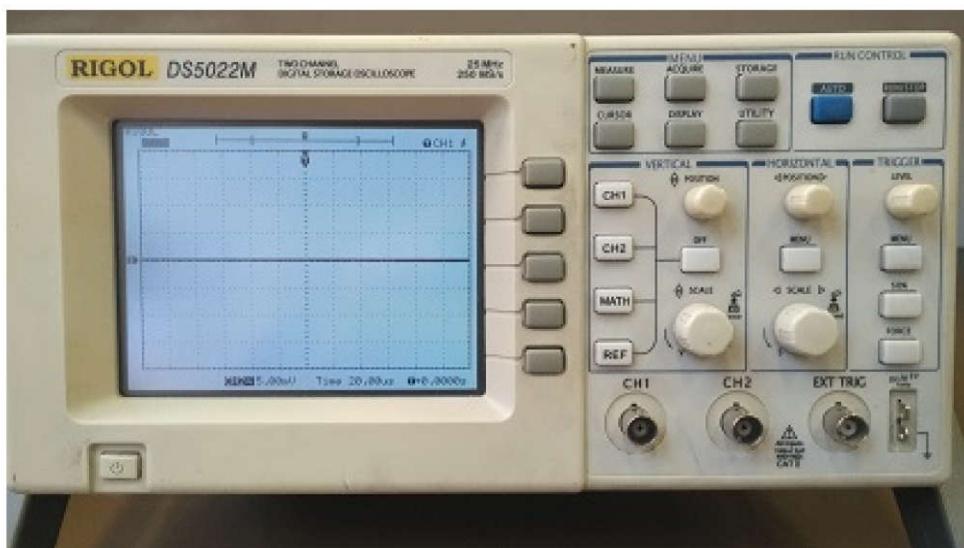


اسیلوسکوپ

اسیلوسکوپ وسیله نمایش سیگنال‌هاست. شکل ۶ را ببینید. عملکرد بخش‌های پرکاربرد اسیلوسکوپ به شرح زیر است:

- اسکیل افقی: همیشه باید تخمین مناسبی از دوره تناوب سیگنال ورودی داشته باشیم. به عنوان مثال دوره تناوب سیگنال یک کیلوهرتز، یک میلیثانیه است. پیچ اسکیل افقی تنظیم می‌کند که مقیاس محور افقی (زمان) در نمایشگر اسیلوسکوپ چقدر باشد. عدد این مقیاس در پایین نمایشگر اسیلوسکوپ نمایش داده می‌شود.
- اسکیل عمودی: اسیلوسکوپ دو کanal دارد. ابتدا با فشردن کلید CH1 یا CH2 مشخص می‌کنیم که در مورد کدام کanal می‌خواهیم تنظیم انجام دهیم، سپس مقیاس را عوض می‌کنیم.
- دکمه MATH: این دکمه منوی عملیات‌های ریاضی را باز می‌کند. به عنوان مثال می‌توانیم حاصل جمع سیگنال‌های دو کanal را رسم کنیم.
- دکمه OFF: وقتی می‌خواهیم کanal یک نمایش داده نشود، ابتدا کلید CH1 را می‌فشاریم سپس دکمه OFF را می‌فشاریم. برای نمایش مجدد کanal یک کافیست مجدداً دکمه CH1 را فشار دهیم. همین مکانیزم برای MATH و کanal دو برقرار است.
- منوی Trigger: محور افقی در اسیلوسکوپ بیانگر زمان است. اسیلوسکوپ در هر لحظه مقدار ولتاژ ورودی را اندازه می‌گیرد و آن را به صورت ارتفاع یک نقطه در نمایشگر ثبت می‌کند. سپس یک گام کوچک به سمت راست می‌رود و همین کار را تکرار می‌کند. چون این فرآیند هر لحظه انجام می‌شود ما یک خط پیوسته می‌بینیم. وقتی اسیلوسکوپ به انتهای سمت راست نمایشگر رسید، برمی‌گردد از سمت چپ دوباره رسم نمودار را ادامه می‌دهد. انگار دارد صفحه نمایشگر را از سمت چپ به آرامی به سمت راست جارو می‌کند، وقتی به سمت راست رسید، یکباره به ابتدای سمت چپ بر می‌گردد. فرکانس این پروسه به مقیاس زمانی اسیلوسکوپ بستگی دارد. اگر مقیاس زمانی را زیاد کنیم، تا جاییکه مثلاً هر خانه افقی نمایشگر برابر با یک ثانیه باشد، کاملاً قابل مشاهده است که اسیلوسکوپ از چپ به راست دارد سیگنال را رسم می‌کند و وقتی به انتهای رسید دوباره از اول شروع می‌کند. بنابراین اسیلوسکوپ یک فرکانس جاروب کردن دارد. نکته اینجاست که این فرکانس با فرکانس سیگنال ورودی ما دقیقاً

برابر نیست و مقداری اختلاف دارند. این باعث می‌شود سیگنال ما روی صفحه اسیلوسکوپ به سمت راست یا چپ راه برود. در اینصورت نمی‌توان به خوبی سیگنال را مشاهده کرد. برای حل این مشکل، Trigger مطرح شده است. با این ابزار ما به اسیلوسکوپ می‌فهمانیم که شروع سیگنال ما از کجاست و اسیلوسکوپ صبر می‌کند آن اتفاق در سیگنال ما رخ بدهد (مثلاً سطح سیگنال از یک حد کوچکی بالاتر بود)، بعد عملیات جاروب کردن فعال می‌شود. با این کار سیگنال ما روی صفحه راه نمی‌رود. پیچ level در منوی Trigger اندازه سطح آستانه‌ای را تنظیم می‌کند که سیگنال ما با عبور از آن، عملیات رسم سیگنال اسیلوسکوپ آغاز می‌شود. البته گزینه‌های دیگری مانند لبه بالا رونده و لبه پایین رونده را می‌توان به عنوان نشانه شروع دوره تناوب سیگنال به اسیلوسکوپ معرفی کرد (معمولًاً در سیگنال‌های دیجیتال این موارد استفاده می‌شوند).



شکل ۶: اسیلوسکوپ

- پراب‌های اسیلوسکوپ: این پروب‌ها در سر خود یک چنگک و قاب فنری دارند که سیم‌های برد بورد را نگه می‌دارد. بر روی آن‌ها یک دکمه x^{10} - x^1 وجود دارد که ما روی x^1 می‌گذاریم. اگر روی x^{10} بگذاریم سیگنال داخل پراب ده برابر تضعیف می‌شود. گوشه پایین سمت راست اسیلوسکوپ همواره یک خروجی ۳ ولت و ۱ کیلوهرتز وجود دارد که برای تست سلامت پروب‌ها از آن استفاده می‌شود. هرگاه شک کردید پروب قطعی دارد از آن استفاده کنید.

فانکشن ژنراتور

فانکشن ژنراتور می‌تواند سیگنال‌های متناوب با شکل موج‌های سینوسی، مربعی، مثلثی و دندان‌ارهای را با دامنه و فرکانس‌های مختلف تولید کند. شکل ۷ را ببینید، برای تولید سیگنال با این دستگاه، در ابتدا باید با استفاده از دکمه پاور دستگاه را روشن کنید، سپس با استفاده از کلید wave نوع موجی که می‌خواهید تولید کنید را مشخص کنید. نوع موج مشخص شده در بالای نمایشگر نشان داده می‌شود. سپس با استفاده از پیچ فرکانس می‌توانید فرکانس موج را تغییر دهید، دقت کنید که نمایشگر در هر لحظه تنها می‌تواند دامنه و یا فرکانس موج را نشان دهد، برای تغییر کمیتی که نشان می‌دهد باید کلید shift را فشار دهید و سپس دکمه ای که در بالای آن علامت V/F است را انتخاب کنید تا کمیتی که نشان می‌دهد از فرکانس به ولتاژ و یا بر عکس تغییر کند. پس از تعیین فرکانس می‌توانید با استفاده از پیچ AMPL دامنه موج را تغییر دهید، همچنین شما قابلیت این را دارید که یک مقدار OFFSET به سیگنال خود اضافه کنید که برای این مورد هم یک پیچ قرار داده شده است. پس از اینکه مشخصات مورد نظر را در فانکشن ژنراتور وارد کردید با فشردن کلید OUTPUT ON سیگنال مورد نظر شما بر روی کانکتور MAIN ایجاد می‌شود.

توصیه می‌شود در آزمایش‌های این درس از مود TTL فانکشن ژنراتور استفاده کنید؛ در صورتی که از مود GENERAL استفاده می‌کنید باید میزان ولتاژ OFFSET را به درستی تنظیم کنید تا در خروجی ولتاژ منفی ایجاد نشود.



شکل ۷: فانکشن ژنراتور



دانشکده مهندسی برق

مدارهای منطقی و سیستم‌های دیجیتال

آزمایش ۱ - آشنایی با گیت‌های منطقی

آزمایش ۱ - آشنایی با گیت‌های منطقی

هدف از این آزمایش آشنایی با گیت‌های منطقی و تحلیل مدارهای ساده ترکیبی است.

قطعات و تجهیزات مورد نیاز در این آزمایش

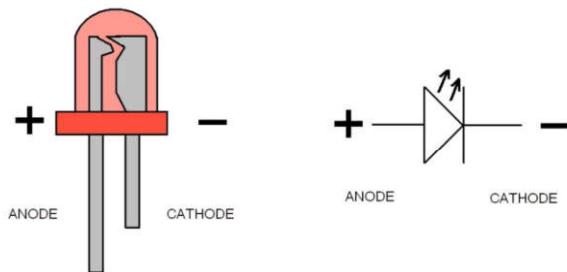
- آی‌سی 7404
- آی‌سی 7408
- آی‌سی 7432
- ماژول Dig Inverter
- مقاومت‌های ۲۲۰ اهمی
- LED
- بردبورد
- سیم جامپر
- منبع تغذیه
- مولتی‌متر
- سیگنال ژنراتور
- اسیلوسکوپ

۱- پیش مطالعه

در این آزمایش با گیت‌های منطقی پایه و تجهیزات آزمایشگاه آشنا خواهید شد. پیشنهاد می‌شود پیش از انجام آزمایش‌ها، دیتاباشیت مربوط به هر آی‌سی را مطالعه کنید تا آزمایش‌ها را سریع‌تر و با دقت بیشتری انجام دهید. چند نکته:

- در آزمایشگاه این درس هر کجا ولتاژ منطقی "0" و "1" ذکر شد، به ترتیب منظور ولتاژ زمین مدار و ولتاژ ۵ ولت می‌باشد.
- در درس مدارهای الکتریکی با بردبورد و نحوه اتصالات آن آشنا شدید. از آنجایی که سوراخ‌های آن به طور عرضی به هم‌دیگر متصل شده‌اند (مطابق شکل ۴)، به سادگی می‌توان قطعات الکترونیکی را بر روی آن قرار داد و برای برقراری اتصالات از هر ستون به ستون دیگر، از سیم‌های جامپر کمک گرفت.
- در اتصالات مدارهای خود بر روی بردبورد، سعی کنید تا جای ممکن جامپرهای کمتری استفاده کنید.
- برد مدار چاپی (Printed Circuit Board) صفحه‌ای از جنس معمولاً فایبرگلاس است که اتصالات بین قطعات بر روی آن حک شده، قطعات الکترونیکی مانند مقاومت، خازن و سلف بر روی آن مونتاژ شده و جهت استفاده در تجهیزات الکتریکی به کار گرفته می‌شود. در بخشی از این آزمایش، نمونه‌ای از یک برد PCB در اختیار شما قرار خواهد گرفت تا آزمایش را ساده‌تر انجام دهید.
- برای شناسایی پایه‌های LED از شکل ۱-۱ کمک بگیرید.

به منظور جلوگیری از سوختن LED‌ها استفاده از مقاومت‌های محدودکننده ۲۲۰ اهمی را هرگز فراموش نکنید!



شکل ۱-۱ : پایه‌های یک LED

۲ - پیش‌گزارش

مدار لازم برای بخش ۲-۶ از دستور کار را طراحی و از لحاظ تعداد گیت مصرفی بهینه‌سازی کنید.
مراحل رسیدن از Minterm ها به مدار متشکل از گیت‌های NAND را در پیش‌گزارش بنویسید.

۳ - دستور کار

۱-۲ - آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه مدارهای منطقی (۲۰ دقیقه)

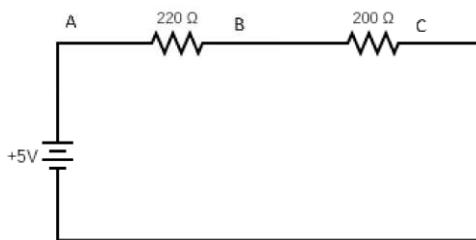
- هدف از انجام این بخش از آزمایش، آشنایی با اسیلوسکوپ‌های آنالوگ و دیجیتال، سیگنال ژنراتور و مولتی‌متر است که ابزار اولیه مورد استفاده در آزمایش‌های درس مدارهای منطقی بوده و تسلط بر آن‌ها مهم است.
- تحویل این بخش از آزمایش اجباری نیست. پیشنهاد می‌شود که به منظور مرور مطالب درس مدارهای الکتریکی، آن را انجام دهید. در صورتی که به این تجهیزات تسلط کامل دارید، می‌توانید به سراغ بخش بعدی آزمایش بروید.

۱-۱-۲ - آشنایی با مولتی‌متر

- مولتی‌متر دستگاهی برای اندازه‌گیری پارامترهای مدارهای الکتریکی اعم از ولتاژ، جریان و مقاومت است که معمولاً امکانی برای تست اتصالات مدار، اندازه‌گیری ظرفیت خازن و ...

را نیز شامل می‌شود.

- ابتدا مولتی‌متر را بر روی اهم تنظیم کنید و مقاومت چند عدد مقاومت کربنی با مقاومت نامی ۲۲۰ اهم و ۱۰۰ اهم را اندازه‌گیری کنید. مقادیر اندازه‌گیری شده را با مقادیر نامی مقایسه کنید و درصد خطای را بدست آورید. آیا این درصد خطای در محدوده خطای ذکر شده روی مقاومت است؟ آیا مقاومت‌های آبی‌رنگ، با مقاومت‌های کرمونگ متفاوت‌اند؟
- مدار شکل ۱-۲ را به وسیله دو مقاومت روی برد آزمایشگاه بیندید. مولتی‌متر را بر روی اندازه‌گیری ولتاژ تنظیم کرده و ولتاژ نقاط A، B، و C را اندازه‌گیری کنید و با مقادیر محاسبه شده آنها مقایسه نمایید. خطای اندازه‌گیری را بدست آورید. این خطای از چه چیزی ناشی شده است؟



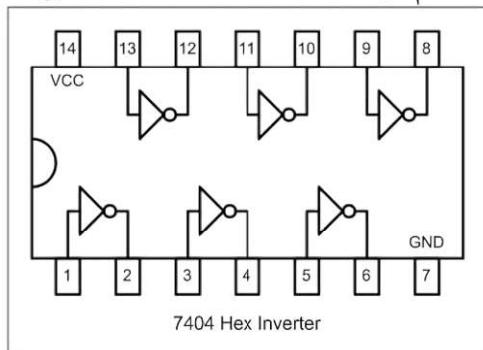
شکل ۱-۲ : مدار تقسیم ولتاژ با مقاومت

۱-۲-۲- آشنایی با اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور

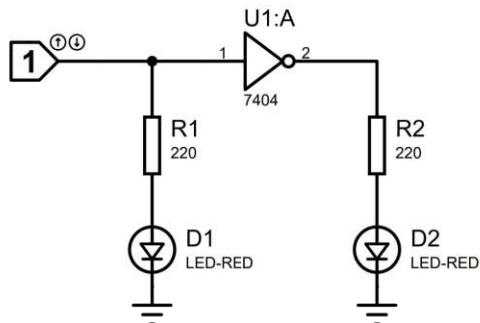
- در درس آزمایشگاه مدارهای الکتریکی، نحوه با کار اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور را که به ترتیب جهت نمایش و تولید سیگنال‌ها استفاده می‌شوند را آموختید. به منظور یادآوری مجدد قابلیت‌های آن‌ها می‌توانید به فایل آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه که در اختیار شما قرار داده شده است مراجعه کنید.
- موج کالیبراسیون اسیلوسکوپ را بر روی نمایشگر آن نمایش دهید. سیگنال ورودی را روی حالتهای AC Coupled و DC Coupled قرار دهید و تفاوت ایجاد شده را توجیه کنید. به نظر شما هر یک از این گزینه‌ها چه کاربردی دارند؟
- با استفاده از سیگنال ژنراتور، موج مربعی با فرکانسی در حدود ۱۰-۱۰۰ کیلوهرتز تولید کنید و روی اسیلوسکوپ نمایش دهید. دامنه و فرکانس موج تولیدی را با کمک خانه‌های صفحه نمایش‌گر اسیلوسکوپ بدست آورید.

۲-۲ - کار با آی سی 7404

- آی سی 7404 را در جای مناسبی از بردبورد قرار دهید.
- پین های تغذیه آی سی را شناسایی کرده و به آن ولتاژ ۵ ولت دی سی اعمال کنید (به شکل ۱-۳ مراجعه کنید).
- در این آی سی شش گیت منطقی وجود دارد. ورودی یکی از این گیت ها پین ۱ و خروجی آن پین ۲ می باشد.
- به ورودی این آی سی یک بار ولتاژ منطقی "۰" و بار دیگر ولتاژ منطقی "۱" را اعمال کنید. تغییرات خروجی را نسبت به ورودی های اعمالی یادداشت کنید. برای راحتی کار پیشنهاد می شود در ورودی و خروجی این آی سی یک LED به همراه یک مقاومت ۲۲۰ اهم به صورت سری متصل کنید. نمونه ای از این مدار را در شکل ۴-۱ مشاهده می کنید (با استفاده از حالت اهم متر مولتی متر، از ۲۲۰ اهم بودن مقاومت اطمینان حاصل کنید).



شکل ۱-۳ : پین های آی سی 7404



شکل ۱-۴ : مدار نمونه بخش ۲-۲

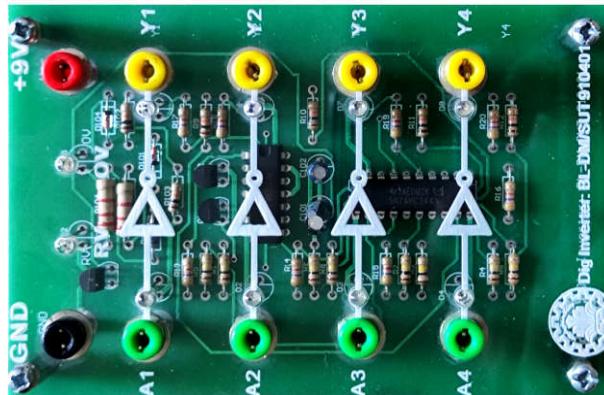
- مولتی متر را روی حالت ولت متر تنظیم کرده و پس از اعمال ورودی های "۰" و "۱" منطقی،

در هر حالت ولتاژ خروجی را اندازه‌گیری کرده و یادداشت کنید.

۲-۲-۲ - کار با مازول Dig Inverter

در طراحی مدارات دیجیتال و آنالوگ، بهینه‌سازی مساحت مصرفی و طول اتصالات از اهمیت بالایی برخوردار است. در صنعت الکترونیک، بعد از صحبت‌سنجدی عملکرد مدار بر روی بردبورد و اطمینان از آن، به مرحله طراحی و ساخت برد مدار چاپی (Printed Circuit Board) می‌رسیم.

در شکل ۱-۵، تصویری از مازول Dig Inverter که در اختیار دارید را می‌بینید. این برد به منظور کار ساده‌تر با آی‌سی 7404 و همچنین محافظت از آن در برابر تغذیه معکوس و یا بیشتر از میزان ولتاژ نامی طراحی شده است.



شکل ۱-۵ : مازول Dig Inverter

- پین VCC آی‌سی را به خروجی منبع تغذیه و پین Gnd را به زمین آن متصل کنید و خروجی منبع تغذیه را بر روی ۹ ولت DC تنظیم کنید.
- این بار یکی از گیت‌ها را از بردی که اختیار دارید انتخاب کرده و مقادیر منطقی "۰" و "۱" به ورودی آن اعمال کنید.
- مقادیر خروجی آی‌سی 7404 را در بخش قبل با مقادیر بدست‌آمده از این برد مقایسه کنید و از صحبت عملکرد آی‌سی اطمینان حاصل کنید.

۲-۲-۳- بدبست آوردن مشخصه خروجی گیت NOT

پایه وسط یک پتانسیومتر ۵ کیلوواهم را به ورودی گیت متصل کنید و دو اتصال دیگر را به زمین و ولتاژ ۵ ولت DC وصل کنید. با تغییر پتانسیومتر، ولتاژ اعمالی به ورودی گیت از ۰ تا ۵ ولت تغییر می‌کند. در حین تغییر پتانسیومتر، ولتاژ خروجی گیت را اندازه‌گیری کنید؛ در منطقه‌ای که تغییر ولتاژ سریع است، تعداد نقطه‌های بیشتری را اندازه‌گیری کنید. سپس مشخصه خروجی بر حسب ورودی را برای گیت رسم کنید. با توجه به مشخصه، محدوده‌های ولتاژ مربوط به ناحیه ولتاژ منطقی "۰" و "۱" را تعیین کرده و آن‌ها را با مقادیر داده شده در دیتاشیت مقایسه کنید.

۲-۳- بررسی جدول صحبت آی‌سی 7408 (۱۵ دقیقه)

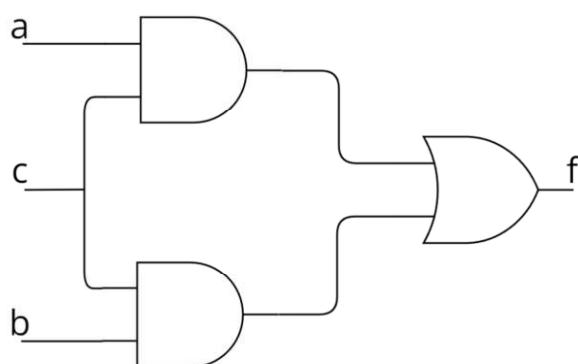
- آی‌سی 7408 یک گیت AND چهارگانه است به گونه‌ای که چهار جفت ورودی و چهار خروجی دارد. حال این آی‌سی را در جای مناسبی از بردبورد قرار دهید.
- پین‌های تغذیه آی‌سی را شناسایی کرده و به آن ولتاژ ۵ ولت DC اعمال کنید.
- پین‌های مربوط به یکی از گیت‌های این آی‌سی را شناسایی کنید و سپس در هریک از ورودی و خروجی‌های آن، یک LED به همراه یک مقاومت ۲۲۰ اهم سری قرار دهید.
- به ورودی‌های این گیت به ازای تمام حالات (جدول ۱-۱)، ولتاژ منطقی "۰" و "۱" اعمال کنید و برای هر حالت، خروجی گیت را یادداشت کنید.
- جدول درستی حاصل از بخش قبل را با عملکرد مورد انتظار مقایسه کنید و از صحت کار آی‌سی اطمینان حاصل کنید.

Input 1	Input 2	Output
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول ۱-۱ : جدول درستی آی‌سی 7408

۴-۲- بررسی صحت خروجی مدار ترکیبی (۳۰ دقیقه)

- در بخش‌های قبل با آی‌سی‌های 7404 و 7408 که به ترتیب مربوط به گیت‌های منطقی NOT و AND بودند آشنا شدیم. در این بخش، به کمک این دو آی‌سی و همچنین گیت منطقی OR (آی‌سی 7432)، یک مدار ترکیبی خواهیم ساخت.
- مدار زیر را بیندید و به ازای تمام ورودی‌های ممکن، خروجی را متناسب با جدول ۲-۱ کامل کنید.



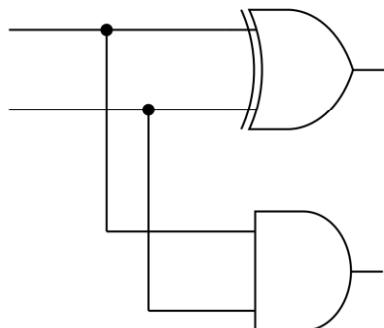
شکل ۱-۶ : مدار ترکیبی

a	b	c	f(0/1)	f(volt)
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

جدول ۱-۲ : جدول درستی مدار ترکیبی

۲-۵-۵- تجزیه و تحلیل عملکرد مدار ترکیبی (۲۰ دقیقه)

- آی سی 7486 مربوط به گیت منطقی XOR می باشد.
- مدار شکل ۱-۷ را بر روی بردبورد بیندید.
- همان طور که مشاهده می کنید، این مدار دو عدد خروجی دارد. خروجی های آن را به ازای مقادیر مختلف ورودی های آن بررسی کنید. به نظر شما، این مدار چه کاربردی دارد؟



شکل ۱-۷: تصویر یک مدار Half Adder

۲-۶- بهینه‌سازی یک تابع منطقی (۱ ساعت)

در این بخش از آزمایش، فرآیند کامل از بهینه‌سازی یک تابع منطقی تا پیاده‌سازی آن به کمک کمترین گیت‌های NAND را طی می‌کنیم.

- تابع منطقی با توصیف زیر را در نظر بگیرید.

$$f = \sum(0, 2, 4, 5, 8, 10, 12, 13)$$

- به کمک آنچه در درس مدارهای منطقی آموخته‌اید، سعی کنید کم‌هزینه‌ترین عبارت جبری را برای ساخت این تابع پیشنهاد بدهید. فرض کنید که تنها مجاز به استفاده از گیت‌های NAND هستید و تعداد گیت‌های استفاده شده هزینه شماست.

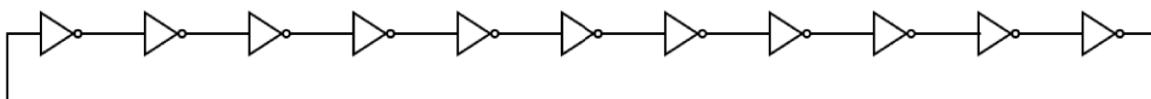
- آی‌سی 7400 یک آی‌سی NAND چهار کاناله است. به کمک این آی‌سی‌ها، عبارت خود را بر روی بردبورد محقق کنید.

- با اعمال ورودی‌های مختلف، عملکرد درست طراحی خود را صحت‌سنجی کنید.

۲-۷- امتیازی : طراحی یک نوسان‌ساز (۲۰ دقیقه)

- توسط دو عدد آی‌سی 7404 و پشت سر هم بستن ۱۱ گیت NOT و اتصال خروجی گیت آخر به ورودی گیت اول یک نوسان‌ساز به وجود می‌آید که دوره تناوب آن ۱۱ برابر تاخیر

انتشار یک گیت است. با اندازه‌گیری دوره تناوب موج روی اسیلوسکوپ، تاخیر انتشار گیت را محاسبه کنید و با مقداری که در دیتاشیت آی‌سی است مقایسه کنید. فرض کنید گیت‌ها مشابه هستند. ضمناً برای افزایش دقت به جای اندازه‌گیری زمان یک سیکل، می‌توانید تعداد سیکل‌ها را افزایش دهید. به عنوان مثال تعداد سیکل‌ها را در چند خانه اسیلوسکوپ اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱-۸ : نوسان‌ساز متشكل از ۱۱ گیت NOT

توجه : در طراحی مدارهای ترکیبی، مجاز به ایجاد حلقه و اتصال خروجی مدار به ورودی آن نیستیم. مدار پیشنهادی در این بخش از آزمایش، تنها کاربرد آموزشی دارد.

گزارش

در خصوص آنچه آموختید گزارشی یک الی دو صفحه‌ای بنویسید.
دیدگاه خود نسبت به بخش‌های مختلف آزمایش را به انضمام پیشنهاد هایتان بنویسید.