

به نام خدا



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی کامپیوتر

آزمایشگاه طراحی سیستم‌های دیجیتال

آزمایش دوم:
طراحی شماتیک مدار ترتیبی

محمدجواد هزاره، یاسین موسوی

تابستان ۱۴۰۰

فهرست مطالب

۲	۱	مقدمه
۲	۱.۱	هدف آزمایش
۲	۲.۱	شرح آزمایش
۳	۲	توصیف معماری سیستم
۳	۱.۲	رابط کاربری سیستم
۳	۲.۲	نحوه کار مدار
۵	۳.۲	توصیف ماژول‌ها
۵	۱.۳.۲	شمارنده ۴-بیتی
۶	۳	شبیه‌سازی

۱ مقدمه

۱.۱ هدف آزمایش

هدف از این آزمایش آشنایی با ابزار طراحی به کمک شماتیک و طراحی یک مدار ترتیبی است.

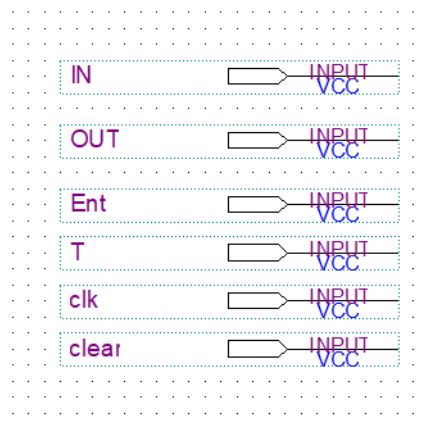
۲.۱ شرح آزمایش

در این آزمایش می‌خواهیم یک سیستم کنترل‌کننده اتومات در طراحی کنیم. هدف، کنترل کردن بازکردن در ورودی و بستن در خروجی است. اتاق ظرفیت ۱۵ نفره دارد و بنابراین اگر تعداد افراد حاضر در اتاق ۱۵ نفر باشد نباید در باز شود. همچنین برای ورود بازه زمانی مشخصی فرصت داریم و در خارج از این بازه نیز نباید در ورودی را باز کنیم. در خروجی اما مادامی که حداقل یک نفر در اتاق وجود دارد باز است و در صورتی که اتاق خالی شود بسته می‌شود.

۲ توصیف معماری سیستم

۱.۲ رابط کاربری سیستم

مطابق شکل ۱، مدار شامل ۶ ورودی است که دو ورودی IN و OUT به ترتیب زمانی ۱ می‌شوند که فردی به پشت در ورودی رسیده، و از در خروجی عبور کند. سیگنال Ent نیز زمانی ۱ می‌شود که فردی که قصد ورود دارد، دکمه ورود را فشار دهد. سیگنال T نیز از سیستم ساعت می‌آید، و اگر ۱ باشد یعنی در بازه زمانی مناسب برای ورود هستیم و در غیر این صورت یعنی زمان ورود گذشته یا هنوز آغاز نشده است. سیگنال‌های clk و clear نیز به ترتیب کلاک مدار و سیگنال ریست کردن شمارنده موجود در مدار هستند.



شکل ۱: ورودی‌های مدار

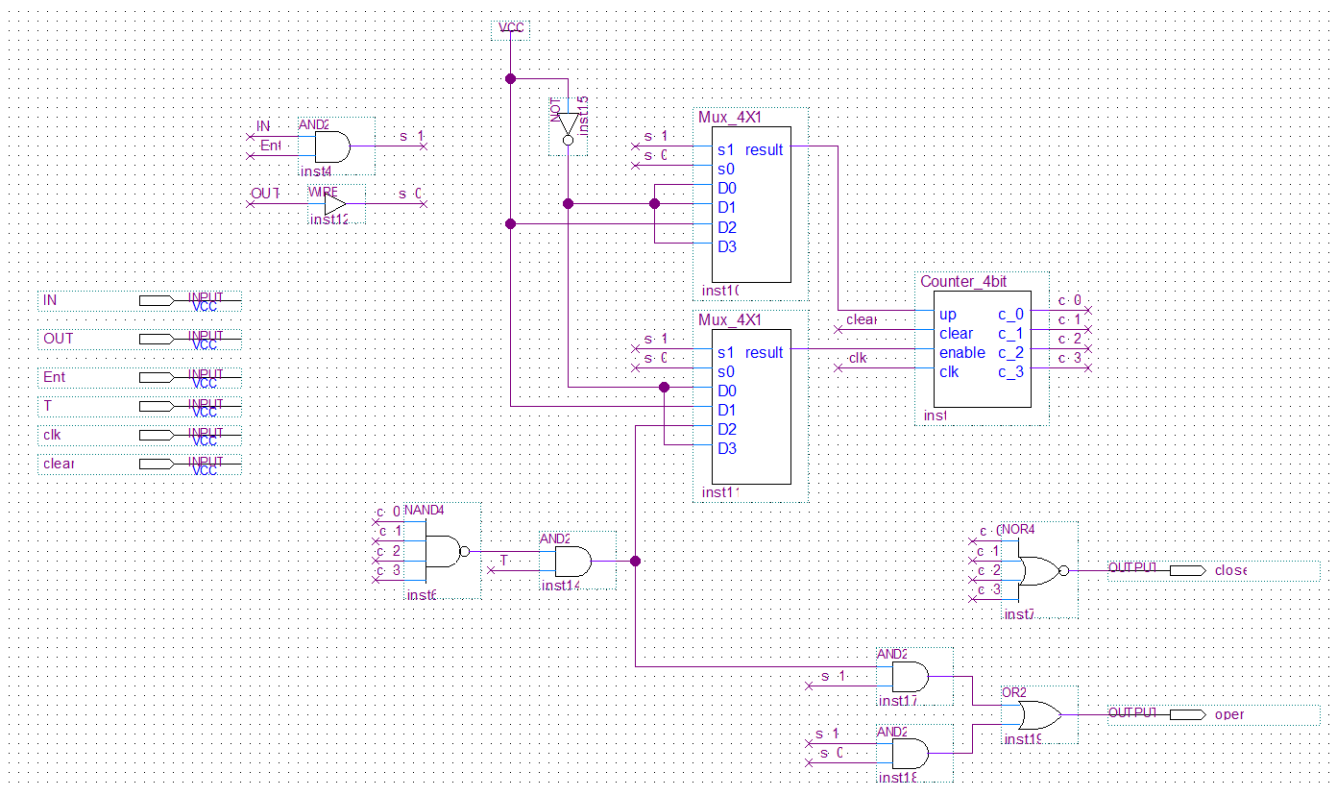
خروجی‌های مدار نیز شامل دو سیگنال open و close اولی اگر ۱ باشد در ورودی باز می‌شود و در غیر این صورت بسته. دومی نیز اگر ۱ باشد در خروجی بسته می‌شود و در غیر این صورت باز.

۲.۲ نحوه کار مدار

برای پیاده‌سازی مدار، از یک شمارنده ۴-بیتی استفاده شده است که تعداد افراد حاضر در اتاق را می‌شمارد و در هر مرحله با توجه به این که کسی خارج شده و یا قصد ورود دارد و در باز شده است یا خیر، این شمارنده یکی زیاد و یا یکی کم می‌شود. و اما ورود و خروج افراد به اتاق چهار حالت زیر را داراست:

- (۰۰): نه کسی قصد ورود داشته و نه کسی خارج شده باشد. در این صورت شمارنده را غیرفعال می‌کنیم که همان وضعیت قبلی خود را نگه دارد. مشخصاً سیگنال خروجی open نیز مقدار صفر خواهد داشت و در ورودی بسته خواهد ماند.

- (۰۱): کسی قصد ورود ندارد، اما یک نفر از اتاق خارج شده. در این حالت شمارنده را فعال کرده و نحوه شمارش آن را به صورت رو به پایین انتخاب می‌کنیم تا یکی کم شود.
 - (۱۰): یک نفر قصد ورود دارد، اما کسی خارج نشده است. در این حالت نخست چک می‌کنیم که فرد دکمه ورود را فشرده باشد و سپس اگر تعداد افراد کمتر از ۱۵ نفر بود و در بازه زمانی مناسب برای ورود بودیم، سیگنال خروجی open را ۱ کرده و همچنین شمارنده را فعال می‌کنیم و آن را به صورت شمارش رو به بالا قرار می‌دهیم تا یکی به تعداد بیافزاید.
 - (۱۱): یک نفر قصد ورود دارد و هم‌زمان یک نفر نیز خارج شده است. در این حالت شمارنده را غیر فعال می‌کنیم تا تعداد تغییری نکند و فقط سیگنال خروجی open را ۱ می‌کنیم.
- برای سیگنال خروجی close نیز فقط از عدد خروجی شمارنده استفاده می‌کنیم و هرگاه این عدد صفر شد، این سیگنال را نیز فعال می‌کنیم و در غیر این صورت صفر نگه می‌داریم.

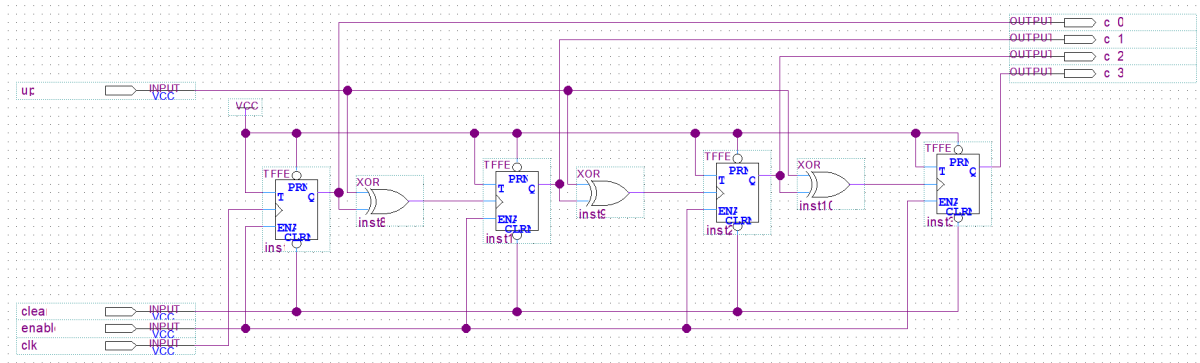


شکل ۲: نمای کلی مدار

۳.۲ توصیف ماژول‌ها

۱.۳.۲ شمارنده ۴-بیتی

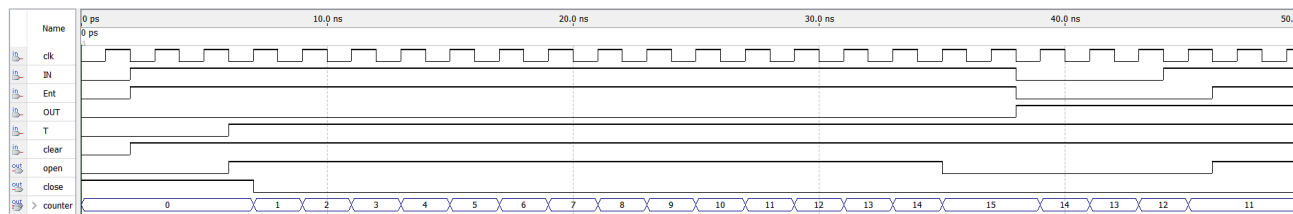
این ماژول یک شمارنده ۴-بیتی است که در هر دو جهت رو به بالا و پایین می‌شمارد. مدار داخلی این ماژول را می‌توانید در شکل ۳ مشاهده کنید.



شکل ۳: طراحی داخلی ماژول شمارنده

۳ شبیه‌سازی

شکل موج حاصل از شبیه‌سازی مدار نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: شکل موج