

به نام خدا

گزارش کار دوم آزمایشگاه مدارهای منطقی



دانشکده مهندسی کامپیوتر

آزمایش دوم: شیفت-رجیستر

علی محمدزاده شبستری

۴۰۱۱۰۶۴۸۲

تابستان ۱۴۰۲

فهرست

۳	مقدمه
۳	طراحی و ساخت یک شیفتر- رجیستر
۷	استفاده از شیفتر- رجیستر آماده
۱۲	جمع بندی
۱۲	منابع

مقدمه

هدف این آزمایش بررسی منطق شیفت-رجیسترها و نحوه ساخت آن‌هاست. این آزمایش در دو بخش انجام می‌شود.

- در بخش اول، منطق شیفت-رجیستر را بررسی می‌کنیم و حالات مختلفی برای آن می‌سازیم. این حالات شامل:

- * مدار شیفت به راست

- * مدار شیفت به چپ

- * مدار شیفت دوجهته (bidirectional shift)

- * مدار بارگذاری موازی (parallel loading)

- در بخش دوم، با استفاده از یک آی‌سی به نام 7495 مدار پیشرفته‌تری می‌سازیم. در این بخش نیازی به پیاده‌سازی منطق شیفت-رجیستر نداریم، زیرا این قطعه خودش این کار را انجام می‌دهد. ما از خروجی‌های این آی‌سی استفاده می‌کنیم تا مشاهده چند رشته خاص را بررسی کنیم.

طراحی و ساخت یک شیفت-رجیستر

۳-۱-۱ | ساخت یک شیفت-رجیستر

بخش تئوری ::

در ابتدا می‌خواهیم یک شیفت‌رجیستر با قابلیت بارگذاری موازی و شیفت رو به بالا بسازیم. سپس قابلیت شیفت به راست را به آن اضافه می‌کنیم. بعد از آن یک مدار دیگر با قابلیت شیفت دوجهته می‌سازیم.

منطق شیفت-رجیستر بر اساس یک ورودی به نام mode مشخص می‌شود. به عبارت دیگر مقدار mode به ما می‌گوید شیفت انجام بشود یا بارگذاری. اگر مدار شیفت دوجهته داشته باشیم، مقدار mode جهت شیفت را مشخص می‌کند. برای انجام دادن شیفت، باید ورودی هر فلیپ‌فلاپ را از خروجی فلیپ‌فلاپ قبلی/بعدی بگیریم که این را باتوجه به جهت شیفت مشخص می‌کنیم. همچنین برای لود کردن، بیت‌های ورودی را به فلیپ‌فلاپ می‌رسانیم.

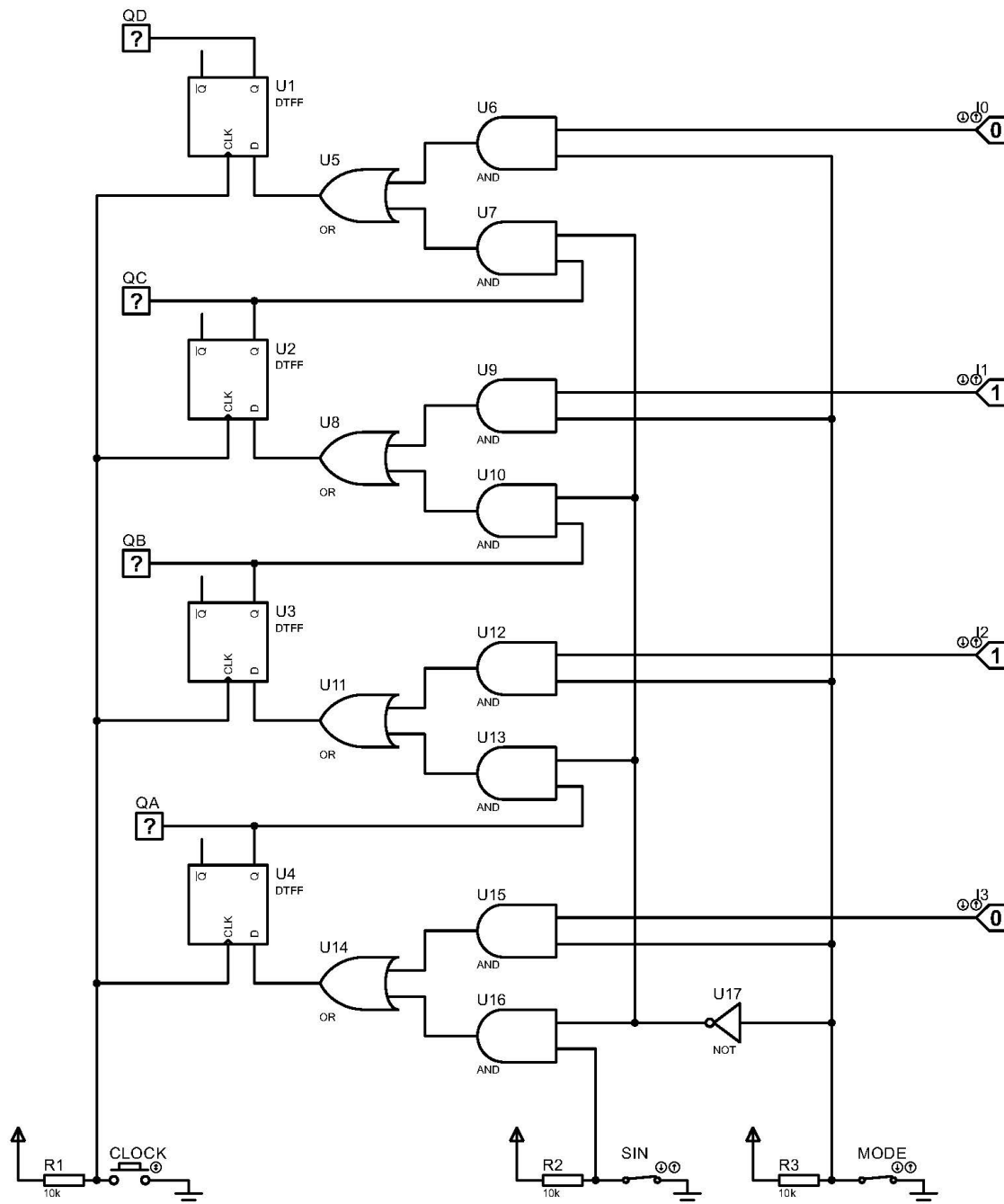
به منظور مشخص کردن شیفت یا بارگذاری، از دو گیت AND استفاده می‌کنیم. در یکی از آن‌ها mode را با input، و در دیگری نات mode را با خروجی فلیپ‌فلاپ کناری اند می‌کنیم. در نهایت خروجی این دو گیت را وارد یک OR می‌کنیم و آن را به ورودی هر فلیپ‌فلاپ می‌دهیم.

هر چهار فلیپ‌فلاپ یک clock مشترک دارند. این کلاک را می‌توانیم توسط یک push button بسازیم. هر بار که دکمه فشرده شود، فلیپ‌فلاپ‌های ما که حساس به لبه‌ی پایین‌رونده هستند کار جدید خود را انجام می‌دهند.

ورودی‌های mode و S_{in} را توسط یک switch مشخص می‌کنیم. وقتی که سویچ بسته‌است، آن‌ها به power ۵ ولتی (معادل با ۱ منطقی) وصل هستند. هرگاه سویچ بسته شود، آن‌ها به ground (معادل صفر منطقی) وصل هستند. کاربرد S_{in} برای مقداردهی به بیت ابتدایی/انتهاپی است که پس از شیفت خالی نماند و مقدار S_{in} را بپذیرد.

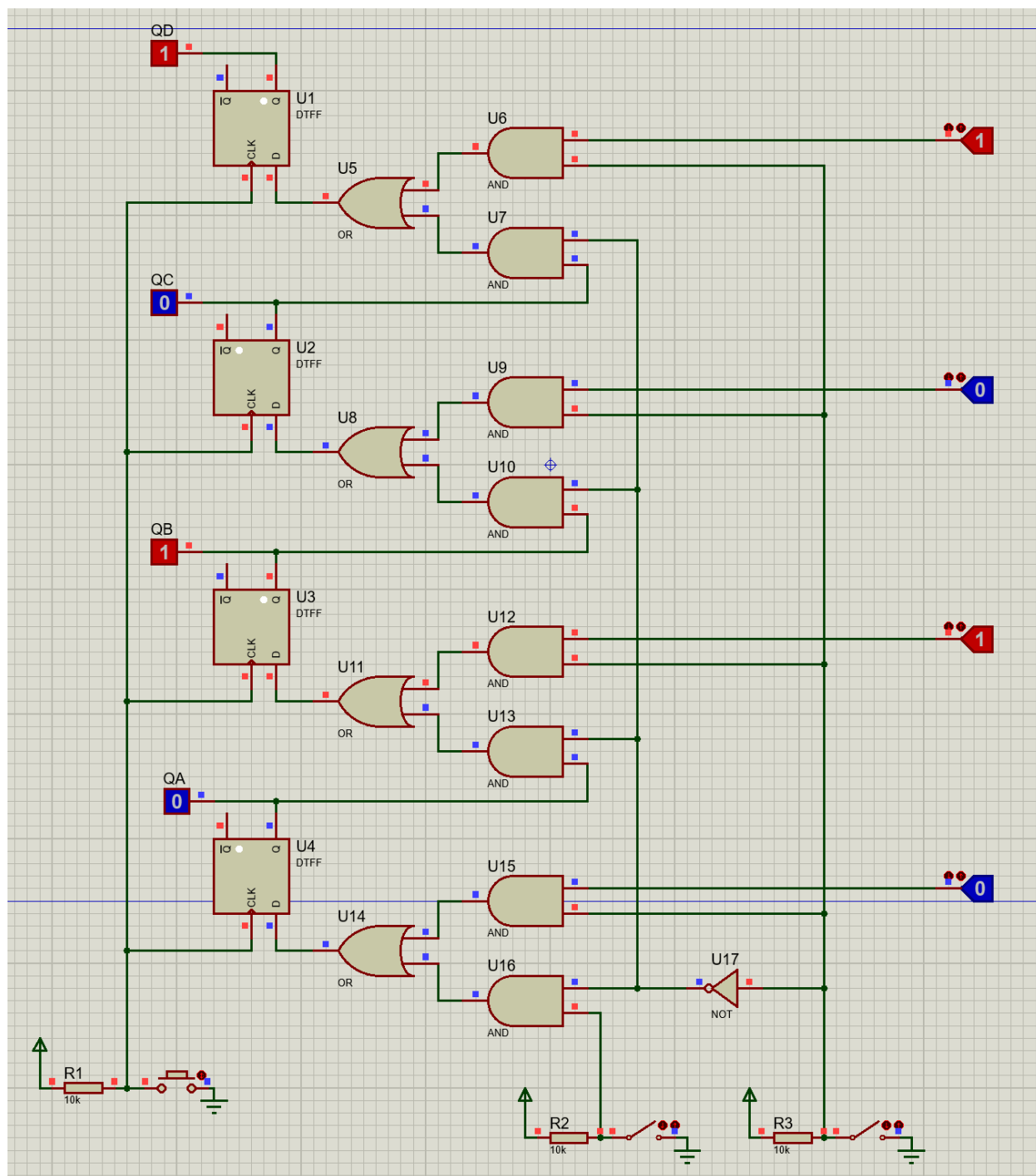
بخش عملی ::

مدار زیر در برنامه پروتئوس طراحی شده و در قسمت Export Graphics خروجی تصویری گرفته شده‌است.



۱- مدار شیفت به بالا - بارگذاری موازی

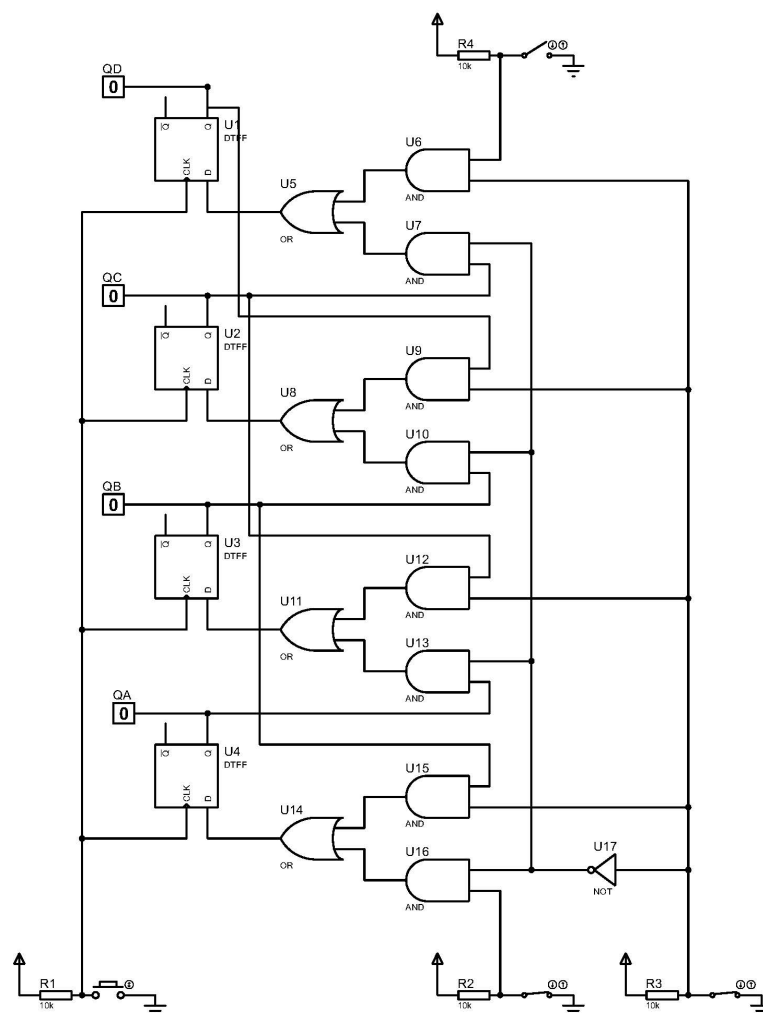
۳-۱-۲ | تست مدار: در آزمایش از ما خواسته شده که مقدار ۱۰۱۰ را از ورودی‌ها بگیریم و در شیفتر-رجیستر بارگذاری کنیم. به این منظور، باید mode را روی ۱ بگذاریم تا نشان دهیم عمل لود باید انجام شود. سپس اجرا (run) می‌کنیم و یک مرتبه دکمه کلاک را می‌فشاریم. با این کار خواهیم دید که مقادیر ورودی در فلیپ‌فلاپ‌های ما ذخیره شده‌اند. تصویری از خروجی کار موجود است.



۲- بارگذاری و ذخیره‌سازی مقدار ۱۰۱۰ از ورودی

۳-۲-۳ | شیفت به راست: اکنون می‌توانیم فلیپ فلاپ A را به‌عنوان بیت بارزش در نظر بگیریم. در نتیجه شیفتی که این مدار برای ما انجام می‌دهد به سمت راست خواهد بود. در واقع این همان شیفت به بالایی است که مدار صفحه‌های قبل ما انجام می‌داد. فقط یک جهت را برای آن در نظر گرفتیم. پس می‌توانیم بگوییم اگر A را بیت بارزش در نظر بگیریم، آنگاه مدار ما قابلیت شیفت به راست و بارگذاری موازی را دارد. برای شیفت به راست باید $mode=0$ باشد و مقدار S_{in} وارد بیت بارزش می‌شود.

۳-۲-۴ | شیفت دوجہتہ: همانطور که شیفت به راست را ساختیم، می‌توانیم شیفت به چپ را هم بسازیم. یعنی مداری داشته باشیم که بتواند شیفت را در دو جهت انجام دهد. این مدار بسیار مشابه مدار قبلی است. با این تفاوت که به‌جای inputها در ورودی فلیپ‌فلاپ‌ها، مقدار آن یکی فلیپ‌فلاپ کناری را می‌دهیم. ضمناً وظیفه‌ی $mode$ مشخص کردن جهت شیفت است. مقدار ۱ برای شیفت به چپ است. زیرا در واقع شیفت به چپ جایگزین بارگذاری موازی در مدار قبلی شده‌است.



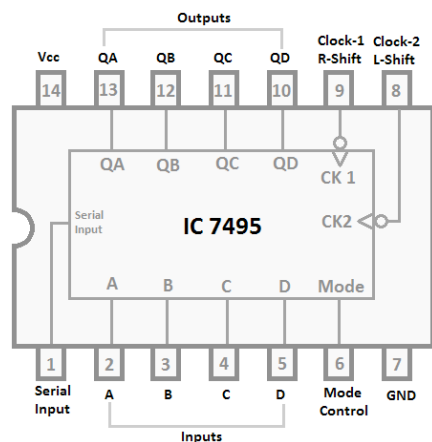
۳- مدار شیفت دوجہتہ

استفاده از شیفتر رجیستر آماده

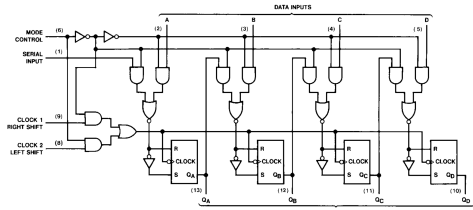
۱-۲-۳ | ساختن و تکمیل مدار

بخش تئوری ::

ابتدا تراشه‌ی ۷۴۹۵ را انتخاب می‌کنیم. تصویر زیر که در دیتاشیت آن موجود است، نمای بیرونی آن را نشان می‌دهد. این تراشه تعدادی بیت ورودی و تعدادی بیت خروجی دارد.



۴- نمای بیرونی تراشه ۷۴۹۵



۵- منطق داخلی تراشه ۷۴۹۵

* Serial Input: یا همان S_{in} برای وقتی که شیفتر به راست

انجام می‌دهیم، این مقدار وارد فلیپ فلاپ اول شود.

* A, B, C, D: بیت‌های ورودی برای بارگذاری موازی

* Mode Control: که مشخص می‌کند شیفتر شود یا لود.

* GND: زمین

* Clock2: کلاک لود

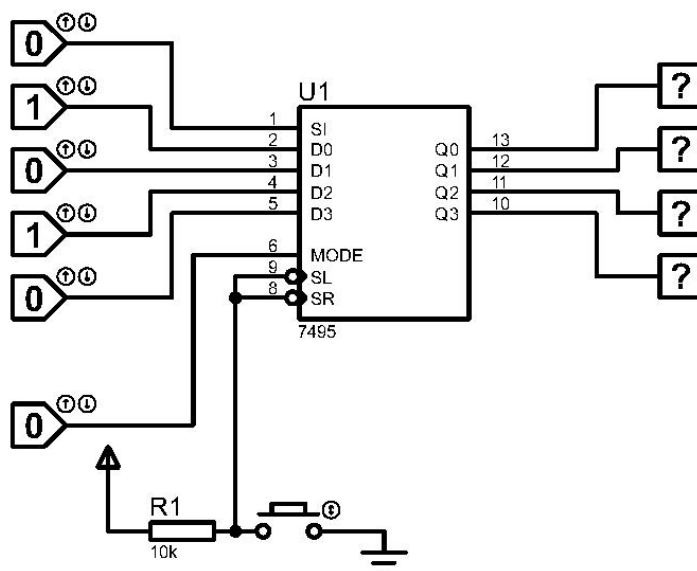
* Clock1: کلاک شیفتر به راست

* Q_A, Q_B, Q_C, Q_D : خروجی های فلیپ‌فلاپ‌ها

* VCC: ولتاژ مثبت

بخش عملی ::

مدار موردنظر را در پروتئوس طراحی کردیم و از آن خروجی تصویری گرفتیم.



۶- شیفتر رجیستر آماده با قطعه ۷۴۹۵

۳-۲-۲ | مشاهده رشته‌های خاص در خروجی شیفت-رجیستر

بخش تئوری ::

می‌خواهیم مدار ما در لحظه خروجی‌ها را بررسی کند و به محض این که یکی از رشته‌های 1101, 1110, 0010, 0001 مشاهده شود، عدد یک را نشان دهد. به این منظور ما یک جدول درستی و جدول کارنو رسم می‌کنیم. سپس رابطه را می‌نویسیم و تا حد امکان آن را ساده می‌کنیم.

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Z
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

۷- جدول درستی

Q_3Q_2 Q_1Q_0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	1	0
11	0	0	0	0
10	1	0	1	0

۸- جدول کارنو

همانطور که در جدول کارنوی آن مشاهده می‌شود، هیچ همسایگی نمی‌توانیم پیدا کنیم تا مدار به صورت ساده‌شده‌تر ب SOP بنویسیم. شاید بتوانیم با استفاده از گیت‌های دیگر به جز AND و OR استفاده کنیم. لذا رابطه آن را می‌نویسیم تا ببینیم ساده‌تر می‌شود یا خیر.

در زیر رابطه خروجی مشاهده می‌شود

$$Z = Q_3'Q_2'Q_1'Q_0 + Q_3'Q_2'Q_1Q_0' + Q_3Q_2Q_1'Q_0 + Q_3Q_2Q_1Q_0'$$

می‌توانیم برخی عوامل مشترک را فاکتور بگیریم. در دو جمله اول از $Q_3'Q_2'$ و در دو جمله دوم از Q_3Q_2 .

$$Z = Q_3'Q_2'(Q_1'Q_0 + Q_1Q_0') + Q_3Q_2(Q_1'Q_0 + Q_1Q_0')$$

اکنون می‌توانیم از این پرانتز فاکتور بگیریم.

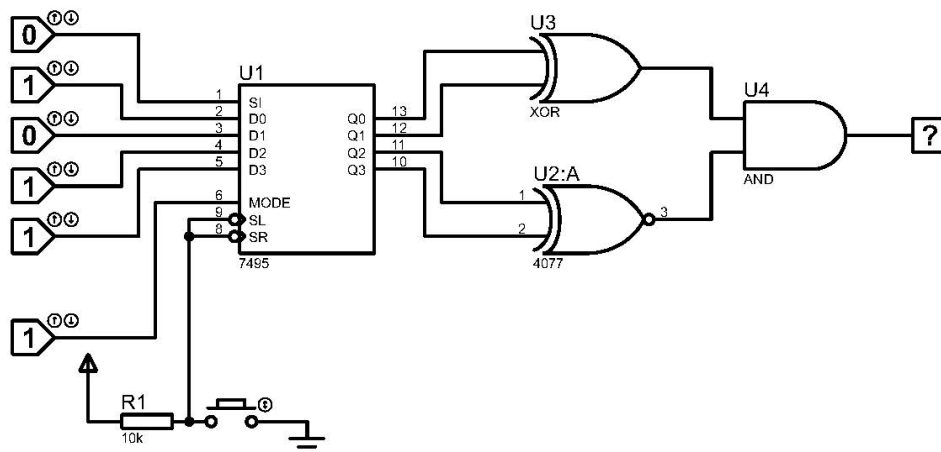
$$Z = (Q_1'Q_0 + Q_1Q_0') \cdot (Q_3'Q_2' + Q_3Q_2)$$

طبق روابطی جبر بول خروجی را ساده کردیم. با کمی دقت متوجه می‌شویم که پرانتزهای بالا همان XOR و XNOR هستند. در نتیجه خواهیم داشت:

$$Z = (Q_3 \odot Q_2) \cdot (Q_1 \otimes Q_0)$$

بخش عملی ::

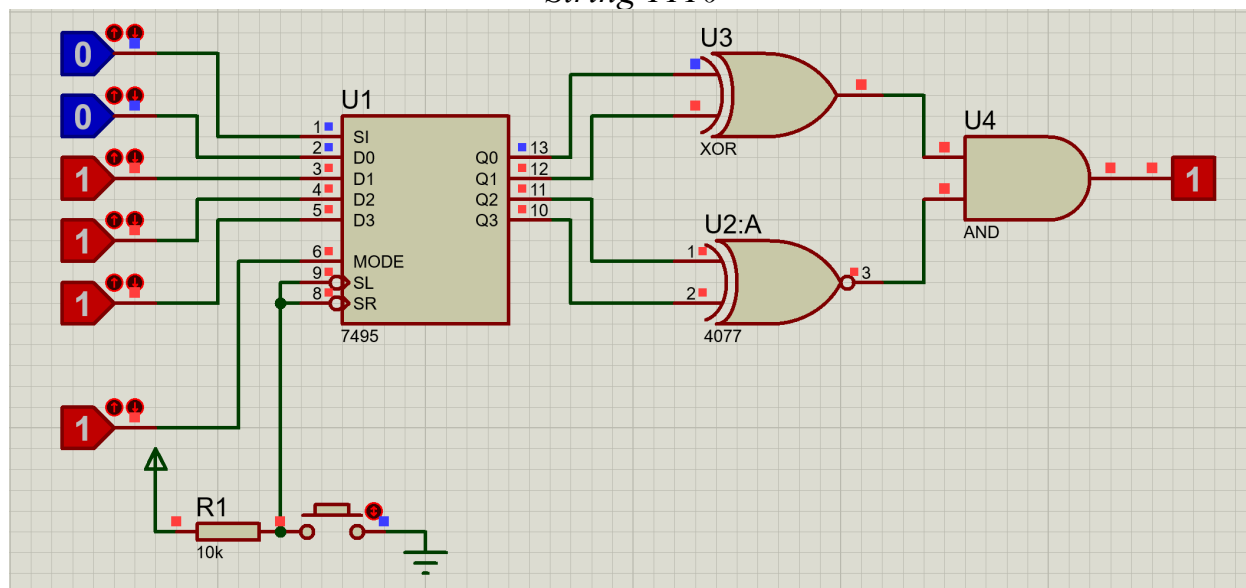
پس به راحتی گیت‌های مورد نیاز را اضافه می‌کنیم و مدار را می‌سازیم.



۹- مداری که در خروجی‌های شیفت‌رجیستر رشته‌های خاص را شناسایی می‌کند

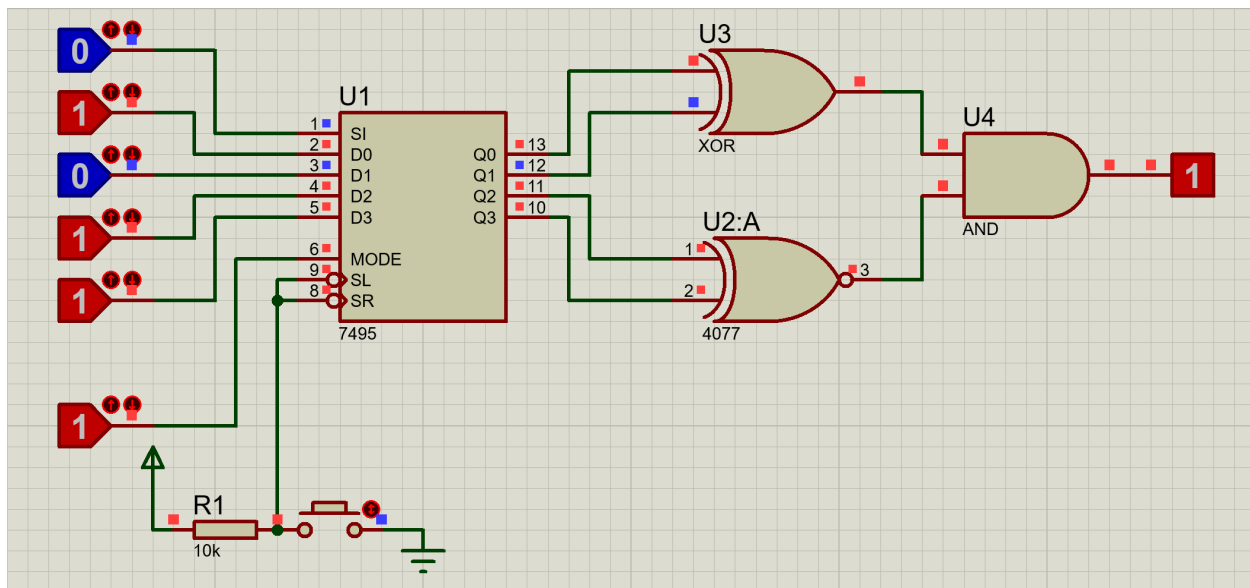
برای اطمینان از صحت عملکرد آن را تست می‌کنیم. در شکل کنار خروجی‌های فلیپ‌فلاپ رنگ قرمز به معنای ۱ بودن آن است. همانطور که مشاهده می‌شود، اگر رشته‌مان را به صورت $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$ در نظر بگیریم، می‌خواهیم ببینیم در چهار حالت مطلوب ما و یک حالت نامطلوب دیگر خروجی به چه صورت خواهد بود.

String 1110



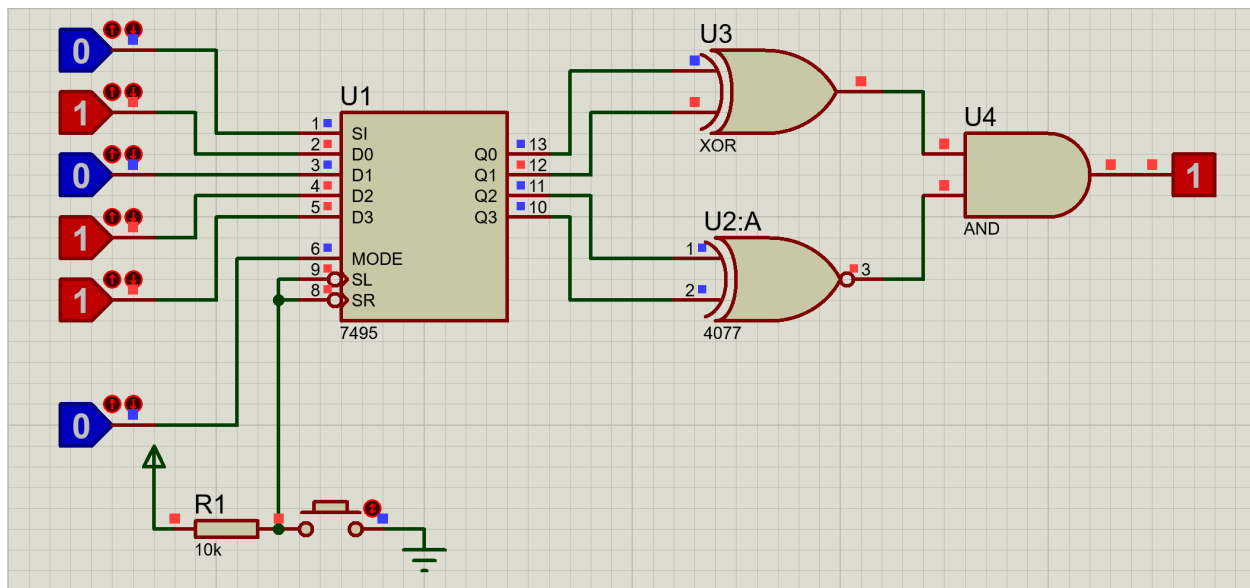
۱۰- بررسی رشته ۱۱۱۰ - خروجی ۱

String 1101



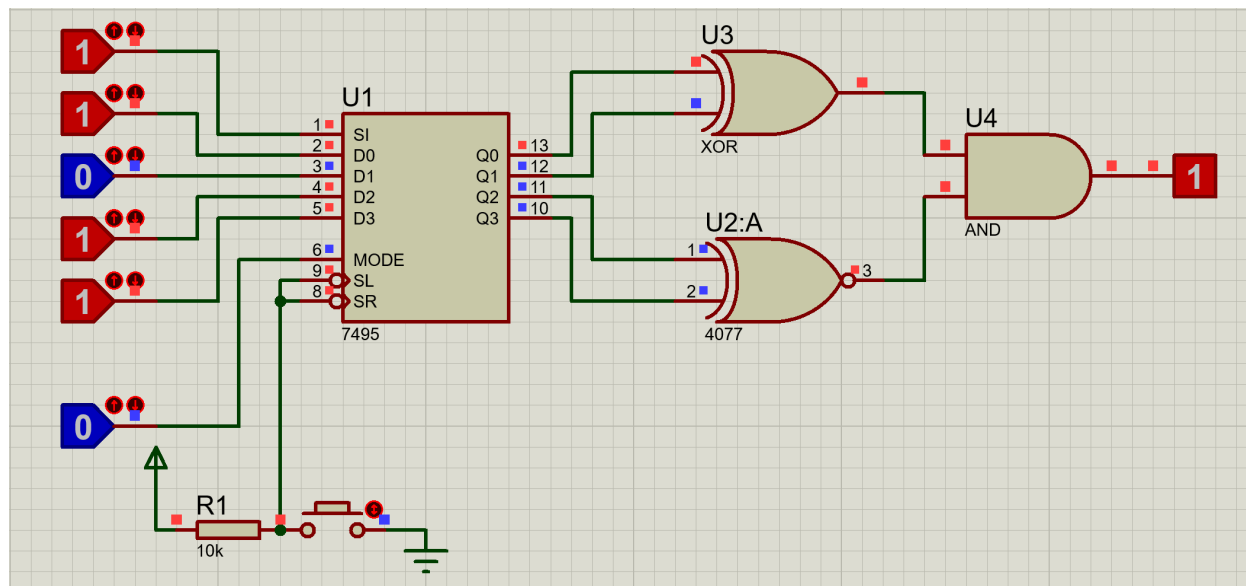
۱۱- بررسی رشته ۱۱۰۱ - خروجی = ۱

String 0010



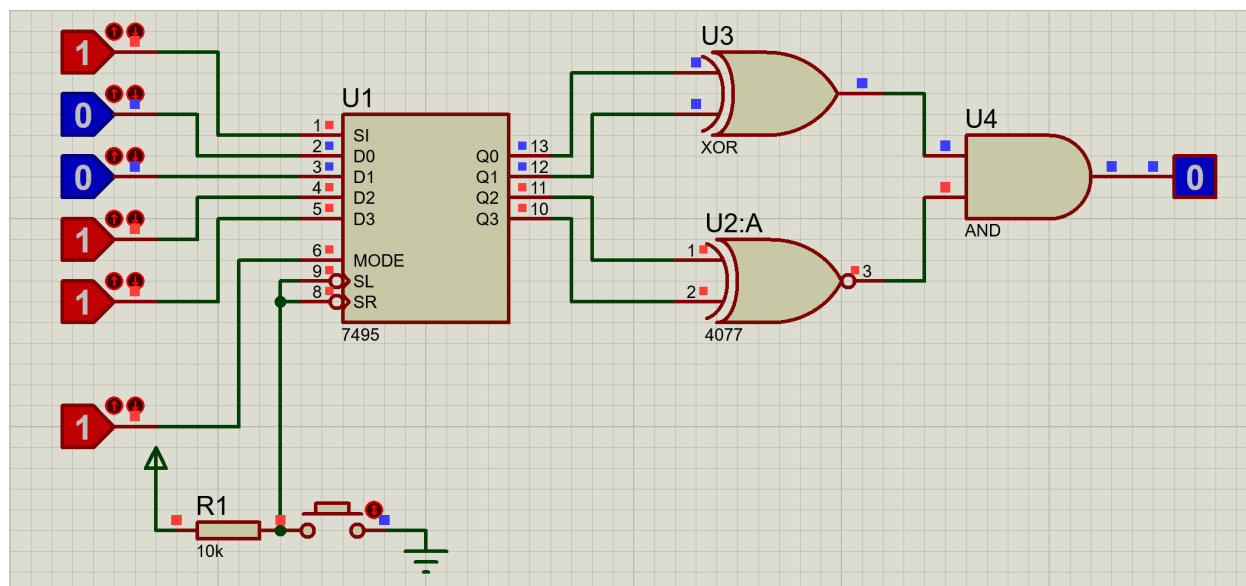
۱۲- بررسی رشته ۰۰۱۰ - خروجی = ۱

String 0001



۱۳- بررسی رشته ۰۰۰۱ - خروجی ۱

String 1100



۱۴- بررسی رشته ۱۱۰۰ - خروجی ۱

همانطور که مشاهده می‌شود، در حالات مطلوب عملکرد مناسب داشت و در حالت نامطلوب به عنوان نمونه، عدد صفر را داد. در چندتا از حالات، مستقیماً ورودی‌ها را بارگذاری کردیم و در چند حالت بعد، توسط شیفت آن را آزمودیم. البته فرقی بین آن‌ها نیست زیرا در نهایت خروجی مهم است.

جمع بندی

در آزمایش دوم درس آزمایشگاه مدارهای منطقی به آشنایی با نحوه پیاده سازی یک شیفتر-رجیستر با گیت های منطقی و سپس نحوه استفاده از یک قطعه آماده (۷۴۹۵) پرداختیم. شیفتر-رجیستر ساختار مناسبی برای حفظ و ذخیره سازی داده هاست. ما در بخش اول یک شیفتر-رجیستر ساختیم که قابلیت شیفتر و بارگذاری موازی را داشت. سپس با قائل شدن جایگاه و ارزش برای بیت ها در شیفتر به بالا، آن را شیفتر به راست تعریف کردیم. در ادامه با جایگزین کردن ورودی ها با خروجی های فلیپ فلاپ کناری دیگر توانستیم مداری که شیفتر دوجهته انجام می دهد بسازیم. در حین ساخت مدار، به طور مرتب آن را تست کردیم.

در بخش دوم، از قطعه ۷۴۹۵ که خودش همه کارهای شیفتر و لود را انجام می داد، یک مدار ساختیم. درواقع ورودی ها و خروجی ها را برای آن تنظیم کردیم. پس از آن، برای شناسایی رشته های خاص، ابتدا یک رابطه نوشتیم. با رسم جدول درستی، جدول کارنو و ضابطه جبری آن را بررسی کردیم. با استفاده از قوانین جبر بول آن را ساده کردیم تا به ساده ترین رابطه ممکن رسیدیم. سپس گیت های لازم برای آن را در آخر مدار اضافه کردیم و خروجی های قطعه ۷۴۹۵ را به آن هدایت کردیم. مدار ما در صورت مشاهده یکی از چهار رشته مورد نظر عدد ۱ را نشان می دهد؛ در غیر این صورت باید صفر نمایش داده شود. در شیفتر-رجیسترها قابلیت تغییر دادن بیت های رشته به راحتی فراهم است؛ چه از طریق ورودی ها که بارگذاری می شوند و چه از طریق شیفتر دادن می توانیم با بیت ها بازی کنیم.

منابع

Digital Design, M. Morris Mano

منبعی که از تصاویر موجود در آن استفاده شده است:

<https://www.jameco.com/Jameco/Products/ProdDS/50770NSC.pdf>