دانشگاه شهید چمران اهواز
Shahid Chamran University of Ahvaz

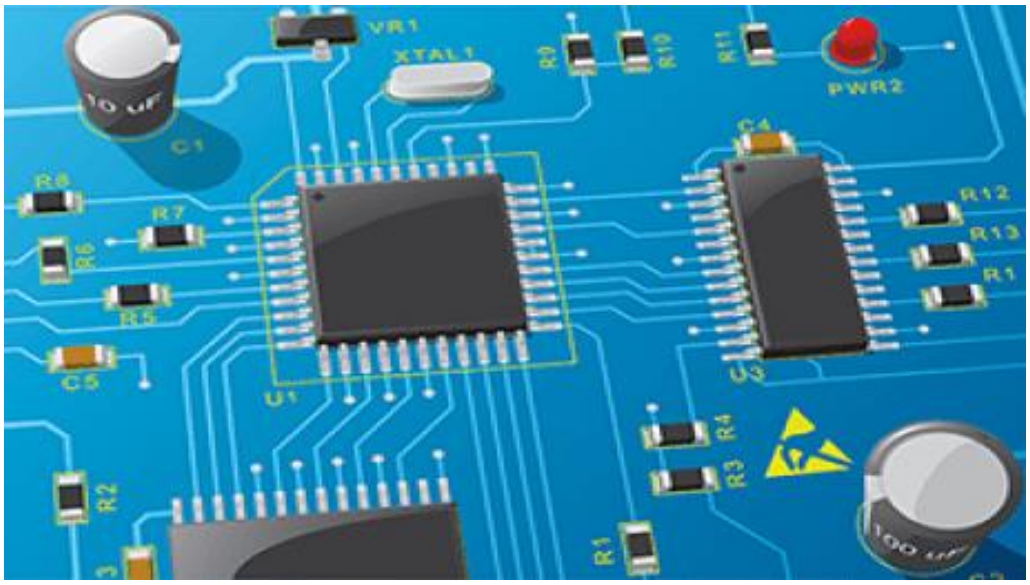
دانشکده مهندسی

گروه کامپیوتر

دستور کار آزمایشگاه منطقی-معماری

تهیه و تدوین: دکتر محمود نادران طحان

ویرایش ۹۹۱



فهرست مطالب

مقدمه ۱
آزمایش شماره ۱: گیتهای منطقی و پارامترهای آن ۹
آزمایش شماره ۲: طراحی یک جمع کننده ۱۱
آزمایش شماره ۳: طراحی یک جمع کننده و نمایش آن با نمایشگر ۷ قطعه‌ای ۱۲
آزمایش شماره ۴: شیفت رجیستر Parallel-in/Serial-out ۱۴
آزمایش شماره ۵: طراحی شمارنده Johnson ۱۵
آزمایش شماره ۶: طراحی یک آشکار ساز دنباله ۱۶
آزمایش شماره ۷: پیاده سازی ALU control unit ۱۷
آزمایش شماره ۸: شبیه سازی مدارهای ساده با Verilog ۱۸
آزمایش شماره ۹: پیاده سازی یک ALU با استفاده از Verilog ۱۹
آزمایش شماره ۱۰: پیاده سازی یک رجیستر فایل با استفاده از Verilog ۲۰

مقدمه

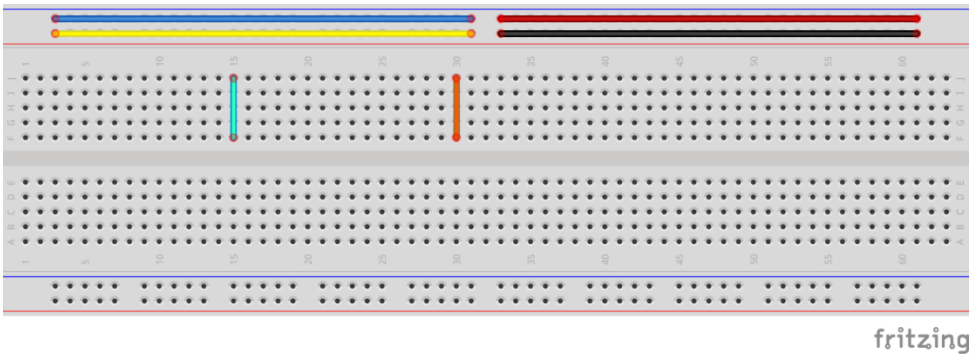
آزمایشگاه منطقی-معماری یک درس یک واحدی است که در آن دانشجویان مفاهیم یاد گرفته در درس‌های مدارهای منطقی و معماری کامپیوتر را به صورت عملی به کار خواهند بست. این درس دو قسمت دارد:

- مدارهای منطقی: در این قسمت، دانشجویان به صورت عملی با بعضی از ادوات سخت افزاری مانند ICهای منطقی برای بستن مدارهای ترکیبی و ترتیبی کار می‌کنند. آزمایش‌هایی مانند آشنایی با گیت‌های منطقی، مالتی پلکسر و دیکدر، شیف رجیستر، شمارنده و مدارهای BCD در این بخش انجام می‌شوند.
- معماری کامپیوتر: از آن جایی که در این قسمت، مدارهای پیچیده پیاده سازی می‌شوند، استفاده از گیت‌های منطقی امکان پذیر نیست. به همین خاطر، دانشجویان با فراگیری زبان توصیف سخت افزار Verilog و شبیه‌سازی مدارهای طراحی شده، در نهایت آن‌ها را به صورت آزمایشی بر روی بوردهای سخت افزاری پیاده سازی می‌کنند.

در این قسمت، ابزارهای ابتدایی که در طور آزمایش‌ها استفاده می‌شوند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

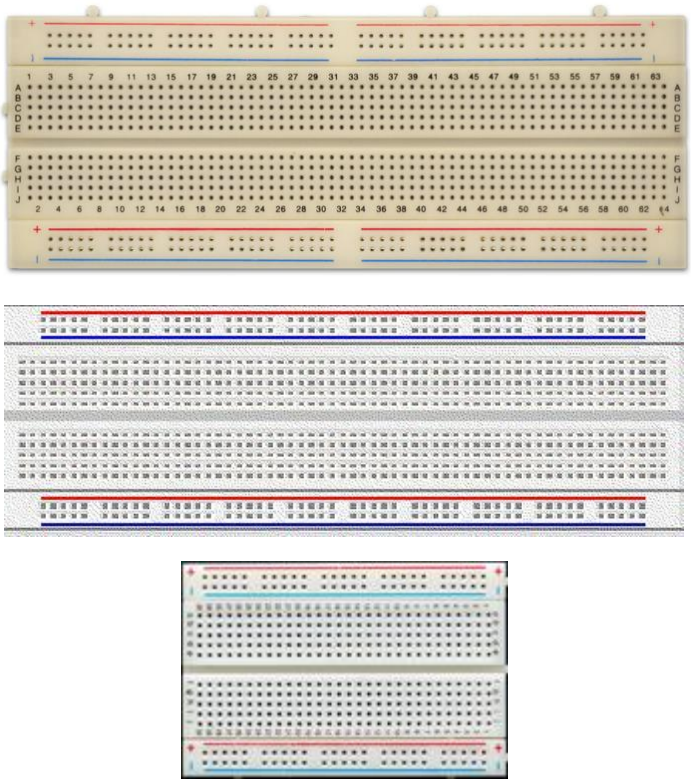
صفحه آزمایش (Bread board)

صفحه آزمایش که از این پس برد بورد نامیده می‌شود، بستری برای پیاده سازی موقت مدارهای الکترونیکی است. ویژگی بارز برد بورد، وجود تعداد زیادی سوراخ با ترکیبات اتصال‌های مختلف است که به راحتی می‌توان ICها را در آن جای داد و در صورت نیاز از یک نقطه تعداد زیادی انشعاب گرفت. شکل ۱، یک برد بورد را نشان می‌دهد که به دو نیمه متقارن تقسیم می‌شود. نیمه بالا خود به دو قسمت تقسیم می‌شود. در قسمت بالا، دو ردیف سوراخ هست که به چهار قسمت (رنگ‌های قرمز، سیاه، آبی و زرد) تقسیم می‌شوند. تمام سوراخ‌هایی که در یک قسمت هستند در زیر بورد به هم وصل هستند. در قسمت دوم نیمه بالای بورد، سوراخ‌ها به صورت ستونی به هم وصل هستند. به عنوان مثال، سوراخ‌های ستون ۱۵ (شامل سطرهای F، G، H، I و J) به هم وصل هستند. همین ترکیب برای نیمه پایین بورد صادق است.



شکل ۱

معمولاً خطوط بالا و پایین برد بورد برای تغذیه استفاده می‌شوند به طوری که سیم مثبت منبع تغذیه (۵+ ولت) به بالا و سیم منفی (زمین) به پایین وصل می‌شوند. همچنین در برخی از برد بوردها، نیمه‌های چپ و راست در قسمت‌های بالا و پایین (ردیف سیاه و زرد در شکل ۱ و ۲) از یکدیگر جدا هستند که در این صورت مناسب است توسط سیم به هم وصل شوند. البته در برخی از برد بوردها این فاصله وجود ندارد و همه سوراخ‌های یک ردیف (در بالا یا پایین برد بورد) به هم وصل هستند. شکل‌های زیر، انواع مختلف برد بورد را نشان می‌دهد.



شکل ۲

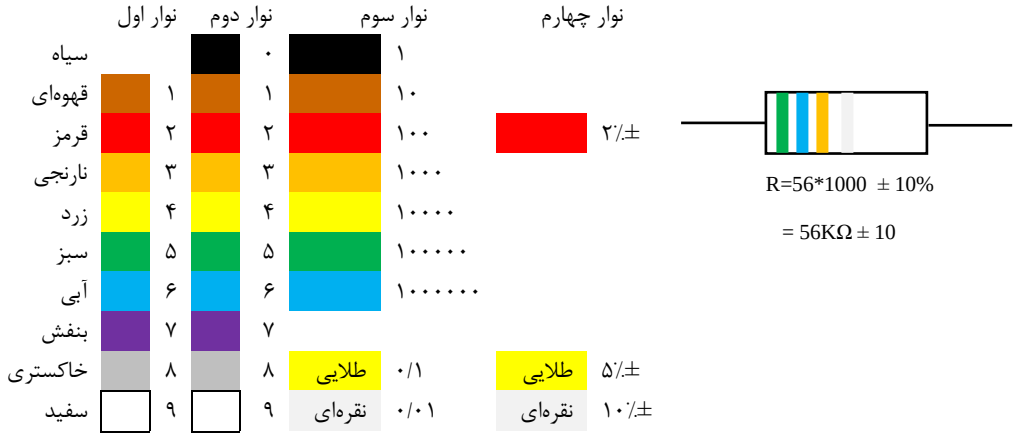
مقاومت الکتریکی (Resistor)

مقاومت قطعه‌ای الکترونیکی است که در برابر عبور جریان از خود مخالفت نشان می‌دهد. به همین خاطر باعث افت پتانسیل می‌شود. نماد[1] مقاومت به شکل —∿∿∿— است، با حرف R نمایش داده می‌شود و واحد آن اهم (Ω) است. برای هر مقاومت، یک مقدار خطا[2] ذکر می‌شود که محدوده مقدار واقعی آن مقاومت را مشخص می‌کند. به عنوان مثال اگر برای یک مقاومت، مقدار ۱۰۰ اهم به همراه خطای ٪۱۰ ذکر شود به این معنی است که مقدار واقعی مقاومت بین ۹۰۰ اهم و ۱۱۰۰ اهم است. معمولاً مقدار خطا به صورت عددی بر روی مقاومت نوشته می‌شود یا به صورت یک نوار رنگی بر روی مقاومت قابل مشاهده است.

تعدادی نوار رنگی دیگر بر روی مقاومت وجود دارند که با مراجعه به جدول و تفسیر رنگ‌ها می‌توان مقدار مقاومت را محاسبه نمود. برای محاسبه باید دقت کرد برخی از مقاومت‌ها ۴ نوار رنگی و برخی دیگر، ۵ نوار رنگی دارند.

در مقاومت‌های چهار رنگی، از سمت چپ، دو رنگ اول برای اعداد، رنگ سوم برای ضریب و رنگ چهارم برای مقدار خطا اختصاص دارند (شکل ۳) و این در حالی است که در مقاومت‌های پنج رنگی، از سمت چپ، سه رنگ اول برای اعداد، رنگ چهارم برای ضریب و رنگ پنجم برای مقدار خطا اختصاص دارد (شکل ۴). لازم به ذکر است که به کمک دستگاه مولتی متر بدون اطلاع از تفسیر رنگ‌ها می‌توان مقدار مقاومت را مشاهده کرد.

[1] Symbol
[2] Tolerance

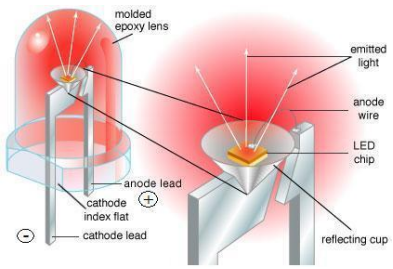


شکل ۳

شکل ۴

دیود نورانی (LED[3])

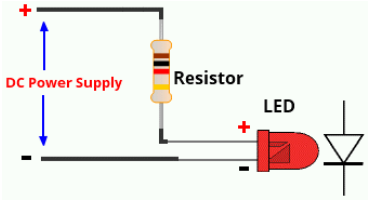
LED یک قطعه نیمه هادی با دو پایه است که می‌تواند نور تولید کند و نماد آن است. پایه آنُد که ولتاژ مثبت به آن اعمال می‌شود معمولاً طول بیشتری از پایه کاتُد که به زمین وصل می‌شود، دارد. تشخیص پایه‌های مثبت و منفی به شکل‌های مختلف امکان پذیر است. یک راه این است که کلاهک LED را به طرف نور بگیرید و دقت کنید که خط مورب درون کلاهکبه پایه آنُد نزدیک‌تر است. راه دیگر این است که قسمت پایینی کلاهک LED را ببینید و دقت کنید در طرف پایه کاتُد مسطح است. شکل ۵ LED را از نشان می‌دهد.



شکل ۵

[3] Light emitting diode

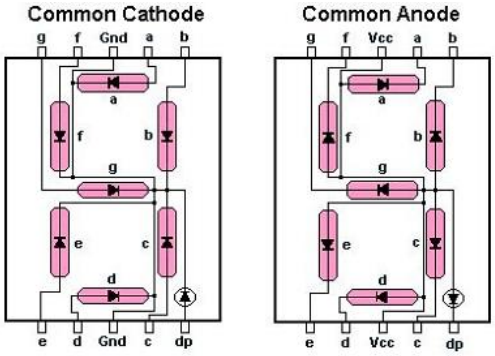
در رابطه با LED توجه به این نکته ضروری است که نباید جریان زیاد از آن‌ها عبور داده شود زیرا در غیر این صورت یا در همان لحظه می‌سوزد یا عمر آن کم می‌شود. در آزمایش‌هایی که در ادامه می‌آید، منبع تغذیه ۵ ولت است که اتصال مستقیم LED به آن موجب آسیب دیدن LED می‌شود. به همین خاطر قبل از آن **همیشه از یک مقاومت استفاده کنید** (شکل ۶). هر چه مقدار مقاومت بیشتر باشد، نور LED کمتر خواهد بود. به همین خاطر از مقاومت‌هایی با اندازه‌های ۱۰۰ تا ۳۰۰ اهم استفاده کنید که نور متوسطی تولید می‌کنند.



شکل ۶

نمایشگر نورانی ۷ قطعه‌ای (7 segment LED)

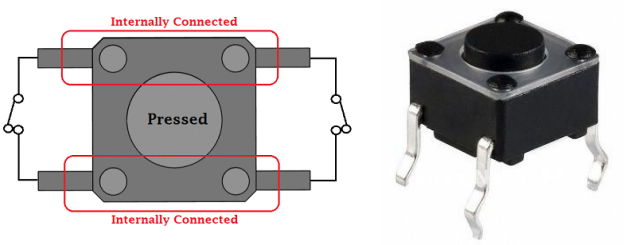
نمایشگرهای ۷ قطعه‌ای از ۷ LED ساخته شده‌اند که برای نمایش رقم‌های ۰ تا ۹ استفاده می‌شوند. علاوه بر این ۷ LED، یک LED دیگر هم برای نمایش نقطه اعشار وجود دارد. این نمایشگرها در دو حالت عرضه می‌شوند. اگر آنُد مشترک باشند به این معنی است که ولتاژ مثبت همه LEDها یک پایه است و بنابراین ولتاژ منفی LED (کاتُد) همان پایه‌ای است که با حرف (a تا g) شناخته می‌شود. اگر کاتد مشترک باشند، به این معنی است که ولتاژ منفی آن‌ها مشترک است و بنابراین پایه‌هایی که با حرف (a تا g) شناخته می‌شوند، ولتاژ مثبت هستند. شکل ۷ دو حالت نمایشگر را نشان می‌دهد.



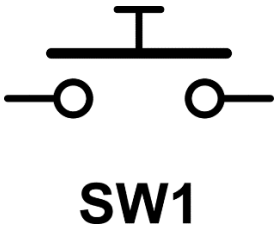
شکل ۷

کلید (push button)

قطعه کلید فشاری که به نام tactile push button نیز شناخته می‌شود، به طور عادی مدار باز هستند که با فشار دادن دکمه، بین دو پایه آن اتصال برقرار می‌شود. شکل ۸ و ۹ شکل واقعی و نماد کلید را در مدار نشان می‌دهند. توجه کنید با این که کلید چهار پایه دارد، اما پایه‌های روبروی هم در داخل قطعه به یکدیگر وصل هستند. با فشار دادن کلید، ارتباط بین پایه‌هایی که وصل نیستند، برقرار خواهد شد.

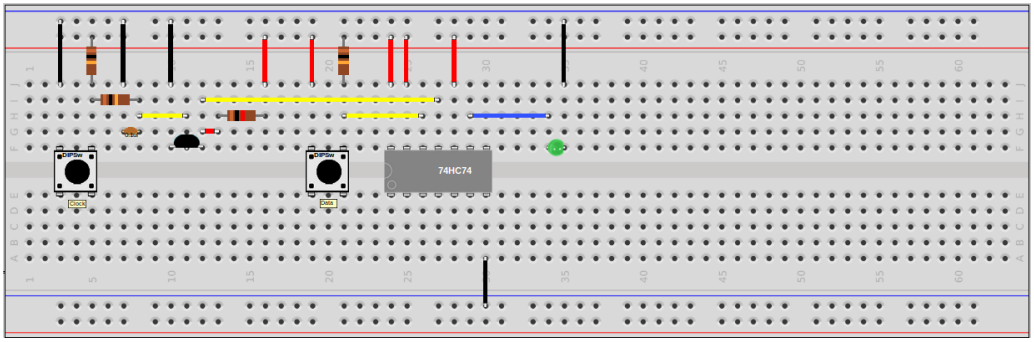


شکل ۸



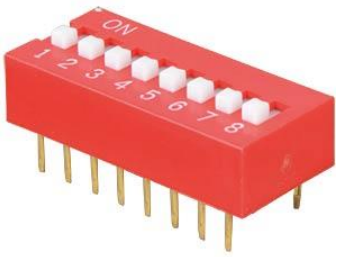
شکل ۹

از این قطعه در مدارهای مختلفی استفاده می‌شود. به عنوان مثال مانند شکل ۱۰ و هنگام کار کردن با فلیپ فلاپ‌ها (توضیحات تراشه در بخش بعدی) می‌توان از کلید به عنوان clock یا پایه‌های reset و preset استفاده کرد.



شکل ۱۰

نوع دیگری از کلیدها هستند که به نام dip switch شناخته می‌شوند و اغلب به صورت بسته‌های چندتایی عرض می‌شوند (شکل ۱۱). به خاطر ابعاد کوچک و فشرده آن‌ها، از این کلیدها در مدارهایی مانند رجیستر که چند بیتی هستند استفاده می‌شود.



شکل ۱۱

تراشه‌های TTL[4]

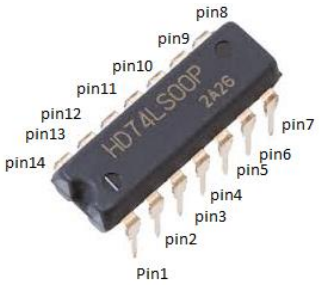
تراشه‌های TTL طبقه‌ای از مدارهای دیجیتال هستند که از ترانزیستورهای BJT به همراه مقاومت یا ترانزیستورهای CMOS استفاده می‌کنند. به این خاطر به آن‌ها «منطق ترانزیستور-ترانزیستور» گفته می‌شود که قادر هستند هم عملیات منطقی (مانند AND) انجام دهند و هم می‌توانند برای کاربردهای تقویت کنندگی استفاده شوند. بیش از ۶ زیر مجموعه با ویژگی‌های متفاوت برای تراشه‌های TTL وجود دارند که تفاوت آن‌ها عمدتاً در مصالحه بین سرعت عملکرد و توان مصرفی است. تراشه‌هایی که در این آزمایشگاه استفاده می‌شوند از سری ۷۴ استفاده می‌کنند. سری‌های دیگری نیز وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به سری ۵۴ اشاره کرد که تراشه‌ها از استحکام و تحمل دمایی بالاتری برخوردار هستند در نتیجه برای کاربردهای نظامی مناسب هستند.

فرمت کلی نام آی سی‌ها A74XN است که A یک عبارت دو-سه حرفی و نشان دهنده کارخانه سازنده است، X یه عبارت یک تا چهار حرفی و نشان دهنده زیر خانواده است و N شماره تراشه است که در در هر آزمایش بر حسب نیاز تراشه مورد نظر توضیح داده می‌شود. البته لازم به ذکر است که برخی از تراشه‌ها ممکن است برخی از عبارت‌ها را نداشته باشند یا بعد از N هم چند حرف داشته باشند که نشان دهنده مشخصات بسته، درجه کیفیت و سایر موارد است، اما در حالت کلی عبارت‌های 74 و N حتماً وجود دارند و برای سهولت، تراشه‌ها را با نام 74N می‌شناسند. جدول ۱، توضیح برخی از عبارت‌های گفته شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱

A	Manufacturer name	X	Subclass
SN	Texas Instruments		Basic (delay=10ns, power=10mW)
DM	Fairchild Semiconductor/ Fairchild Semiconductor	L	Low power (delay=35ns, power=1mW)
MM	Fairchild Semiconductor	S	Schottky (delay=3ns, power=18mW)
ADM	Analog Sevices	LS	Low power Schottky (delay=9ns, power=2mW)
PIC	Microchip	AS	Advanced Schottky (delay=1.5ns, power=10mW)
		ALS	Advanced low power Schottky (delay=4ns, power=1mW)
		H	High speed (delay=6ns, power=22mW)
		F	Fast (delay=3ns, power=20mW)
		C	CMOS

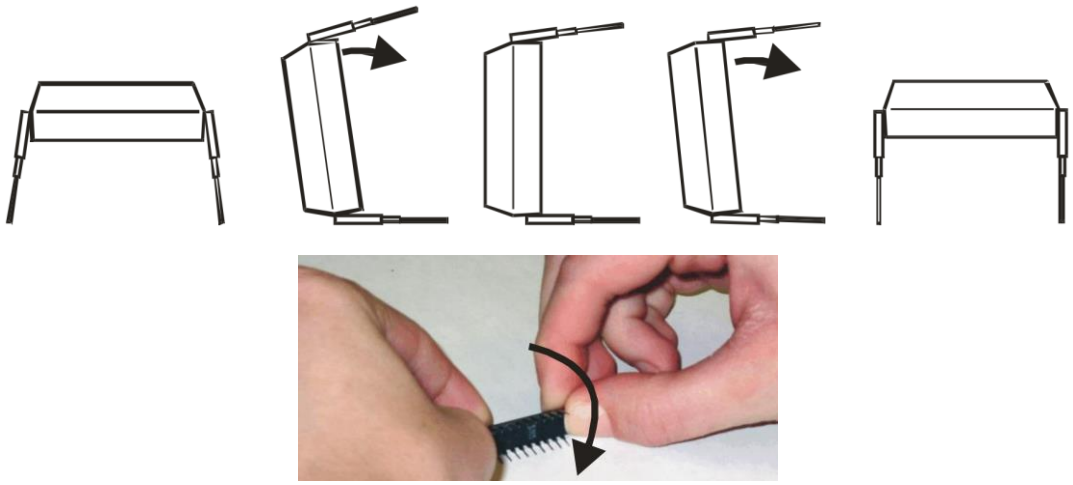
برای هر تراشه یک برگه داده[5] توسط سازنده نوشته می‌شود که حاوی مشخصات پایه‌های آن به همراه اطلاعات اضافه در مورد تاخیر، توان مصرفی و ابعاد بسته بندی است. این برگه‌های داده به صورت رایگان با جستجوی نام تراشه در اینترنت قابل دستیابی هستند. برای تشخیص ترتیب پایه‌ها باید به این نکته توجه کرد که هر تراشه یک نیم دایره به همراه تو رفتگی و یک دایره در سمت چپ آن دارد. این دایره نشان دهنده پایه شماره یک است. هر تراشه دو پایه تغذیه دارد که یکی ولتاژ مثبت (Vcc) و دیگری ولتاژ منفی (GND) است و باید این دو پایه به منبع تغذیه وصل باشند تا تراشه فعال شود. شکل ۱۲ یک تراشه TTL را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲

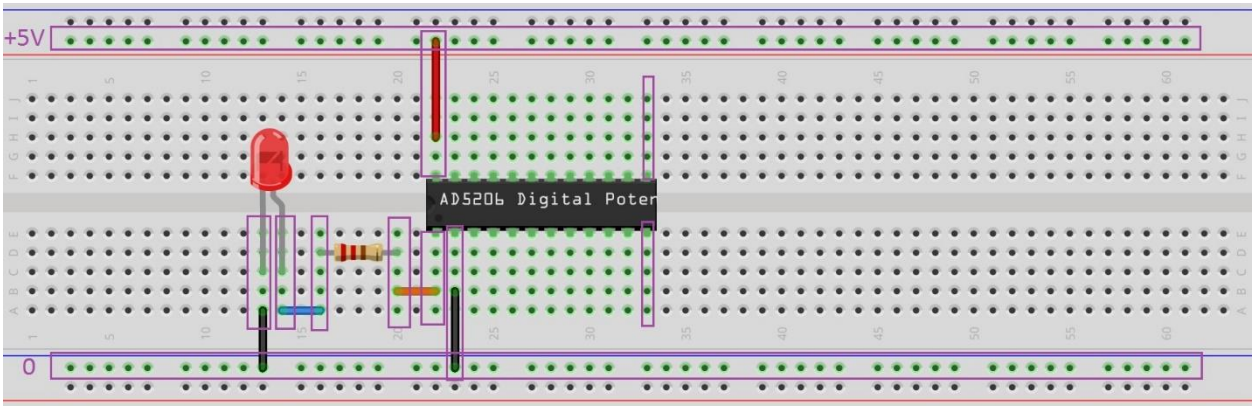
معمولاً پایه‌های یک تراشه نو به صورت عمودی نیستند (شکل ۱۳ سمت چپ). به همین خاطر برای گذاشتن آن بر روی برد بورد باید کمی پایه‌های آن را صاف کرد تا به صورت شکل سمت راست درآید. شکل زیر این موضوع را نشان می‌دهد.

[4] Transistor-transistor logic integrated circuits
[5] Data sheet



شکل ۱۳

شکل ۱۴ نحوه اتصال قطعال مختلف بر روی برد بورد را نشان می‌دهد. مستطیل‌های بنفش نشان می‌دهد که نقاط درون هر مستطیل به هم وصل هستند. به عنوان مثال ردیف افقی بالا برای ۵+ ولت و ردیف افقی پایین برای ۰ ولت (زمین) استفاده می‌شود. پایه شماره یک تراشه با سیم نارنجی به یک سر مقاومت و سر دیگر مقاومت با سیم آبی به پایه مثبت LED وصل شده است. پایه منفی LED و پایه دوم تراشه با سیم سیاه به زمین وصل شده‌اند. همان طور که مشاهده می‌شود، سوراخ‌های ردیف پایین نقاط درون مستطیل بنفش به هم وصل هستند در نتیجه فرقی نمی‌کند به کدام سوراخ وصل شوند. پایه ۲۴ام تراشه با سیم قرمز به ۵+ ولت وصل شده است.



شکل ۱۴

قالب گزارش کار

گزارش کار در حقیقت سند انجام کار آزمایشگاهی است. بنابراین باید دقیق، صریح و کامل باشد. قالب کلی گزارش کار به شکل زیر است. برای رسم شماتیک مدار، از نرم افزار Fritzing استفاده کنید (http://fritzing.org/download). برای قرار دادن یک IC، از منوی Core، یک Generic IC انتخاب کنید و سپس گزینه‌های Edit pin labels، Chip labels و Pins را مطابق با data sheet تغییر دهید. بعد از اعمال تغییرات، آیکون مورد نظر را بر روی برد بورد قرار دهید. همچنین بعد از اعمال تغییرات، بر روی آن کلیک راست کنید و گزینه Edit و از پنجره باز شده گزینه Schematic را انتخاب کنید. شکل باز شده را در قسمت چارچوب نظری گزارش استفاده کنید.

شماره گزارش: .....

عنوان آزمایش: .....

تاریخ انجام آزمایش: .....

تهیه کنندگان: .....

نام قطعات مورد نیاز: .....

چارچوب نظری:

در این قسمت باید تئوری آزمایش شرح داده شود. مواردی از قبیل شماره تراشه انتخاب شده، عملکرد گیت‌ها، شکل مدار خواسته شده و طراحی شده، توضیح پایه‌های تراشه و غیره در این قسمت باید توضیح داده شوند. در رسم شماتیک مدار لازم است همه پایه‌های تراشه مشخص شوند و این که به چه چیزی وصل هستند.

مراحل انجام کار

موارد خواسته شده در هر مرحله توضیح و سئوال‌های هر مرحله جواب داده شود. اگر لازم است از نتیجه کار و برد بورد عکس گرفته و ضمیمه گزارش شود.

ملاحظات

در پایان، مسائل جانبی از قبیل مشکلات و سایر ملاحظات ذکر شود.

آزمایش شماره ۱: گیت‌های منطقی و پارامترهای آن

اهداف:

- انتخاب IC مناسب برای گیت‌های منطقی
- مطالعه پایه‌های ICها و تشخیص پایه‌های ورودی، خروجی، GND و Vcc
- بستن مدارهای ساده و استفاده از LED برای ارزیابی خروجی تولید شده

دستور کار:

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

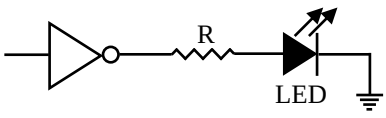
قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	7404 .7402 .7400
مقاوت	حداقل ۵ عدد در اندازه‌های مختلف
LED	حداقل ۵ عدد

مراحل زیر را انجام دهید و پاسخ سئوالات هر قسمت را در گزارش توضیح دهید.

۱- تراشه گیت NOT را بر روی برد بورد قرار دهید. پایه‌های تغذیه آن را به شکل صحیح به خطوط بالا و پایین برد بورد متصل کنید. به کمک مولتی متر، مطمئن شوید پایه‌های تغذیه ولتاژ مناسب دارند.

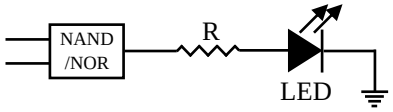
۲- با توجه به شماتیک تراشه، دو پایه که یکی ورودی و دیگری خروجی یک گیت NOT هستند را انتخاب کنید و مدار شکل ۱ را ببندید. ورودی گیت NOT را یک بار به زمین و بار دیگر به Vcc وصل کنید. در یک جدول، مقدار ولتاژ خروجی (بین گیت و مقاومت) و ولتاژ بین مقاومت و LED را یادداشت کنید. مقدار جریان خروجی چقدر است؟ ورودی گیت را باز بگذارید. در این صورت آیا LED روشن می‌شود؟

اکنون در ورودی گیت، مقاومت با مقدارهای مختلف قرار دهید. با استفاده از مولتی متر، بررسی کنید که ولتاژ ورودی گیت کمتر از Vcc باشد. با افزایش مقدار مقاومت، ولتاژ ورودی کاهش خواهد یافت به طوری که گیت NOT ورودی را صفر منطقی در نظر خواهد گرفت. در این صورت خروجی گیت باید مقدار Vcc داشته باشد. در یک جدول، مقدار مقاومت به کار رفته، ولتاژ ورودی گیت و ولتاژ خروجی را یادداشت کنید.



شکل ۱

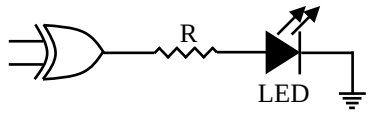
۳- تراشه‌های NAND و NOR را بر روی برد بورد قرار دهید. پایه‌های تغذیه آن‌ها را به شکل صحیح به خطوط بالا و پایین برد بورد وصل کند. به کمک مولتی متر مطمئن شوید پایه‌های تغذیه، ولتاژ مناسب دارند. با استفاده از اطلاعات موجود در برگه‌های داده، مدار شکل ۲ را یک بار برای گیت NAND و بار دیگر برای گیت NOR ببندید. با اعمال ولتاژهای مختلف، جدول زیر را پر کنید.



شکل ۲

ورودی اول (ولت)	ورودی دوم (ولت)	خروجی گیت NAND	خروجی گیت NOR
۰	۰		
۰	۵		
۵	۰		
۵	۵		
باز	باز		
باز	۰		
باز	۵		

۴- با استفاده از گیت‌های NAND و NOR، یک مدار XOR بسازید و مطابق شکل ۳، خروجی آن‌ها با مقاومت به یک LED وصل کنید. با اعمال ولتاژهای مختلف، جدول زیر را پر کنید.



شکل ۳

ورودی اول (ولت)	ورودی دوم (ولت)	خروجی گیت XOR
۰	۰	
۰	۵	
۵	۰	
۵	۵	
باز	باز	
باز	۰	
باز	۵	

آزمایش شماره ۲: طراحی یک جمع کننده

اهداف:

- طراحی یک جمع کننده یک بیتی با استفاده از گیت‌های منطقی و دیکدر

دستور کار:

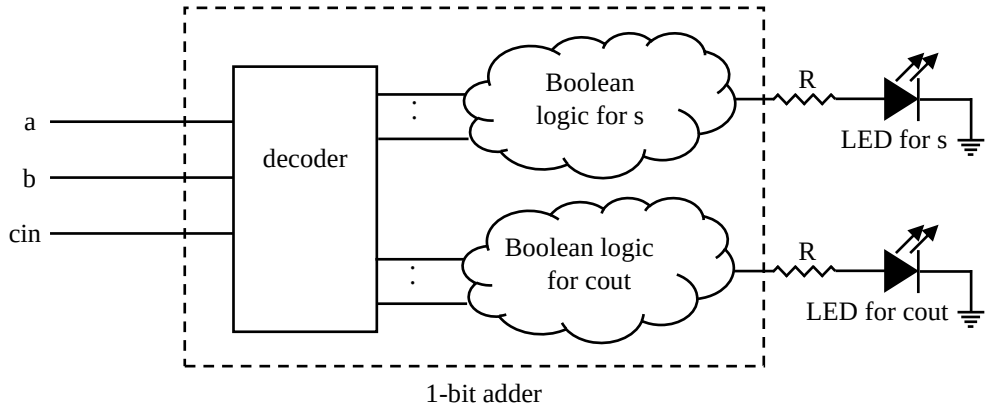
در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	7400 ،74138
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
LED	به تعداد لازم

مراحل زیر را انجام دهید و پاسخ سئوالات هر قسمت را در گزارش توضیح دهید.

۱- معادله بولی یک جمع کننده یک بیتی را بنویسید. این جمع کنند دو بیت (a و b) و نقلی ورودی (cin) را دریافت می‌کند و بیت حاصل جمع (s) و بیت نقلی (cout) را تولید می‌کند. بعد از نوشتن معادله بولی، آن را با استفاده از جدول کارنو ساده کنید.

۲- تراشه دیکدر را انتخاب کنید و با مطالعه برگه داده آن، پایه‌های لازم را پیدا کنید. با اعمال ولتاژهای مختلف به پایه‌های ورودی و اتصال LED به همراه مقاومت در پایه‌های خروجی تراشه، عملکرد جمع کننده را ارزیابی کنید (شکل ۱).



شکل ۱

۳- معادله بولی مرحله اول را به گونه‌ای تغییر دهید که فقط از گیت‌های NAND دو ورودی استفاده شود. سپس تراشه NAND را انتخاب کنید و تابع حاصل را پیاده‌سازی کنید. با اعمال ولتاژهای مختلف به پایه‌های ورودی، صحت عملکرد مدار را بررسی کنید.

آزمایش شماره ۳: طراحی یک جمع کننده و نمایش آن با نمایشگر ۷ قطعه‌ای

اهداف:

- آشنایی با جمع کننده ۴ بیتی
- آشنایی با دیکدر نمایشگر ۷ قطعه‌ای
- آشنایی با نمایشگرهای ۷ قطعه‌ای

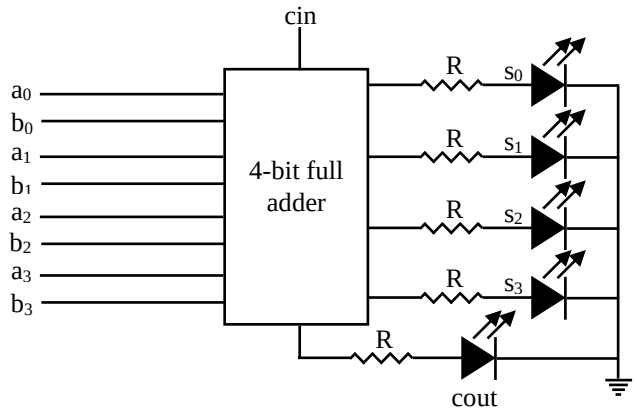
دستور کار:

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	7448 ،7483
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
LED	به تعداد لازم
نمایشگر ۷ قطعه‌ای	۱ عدد

مراحل زیر را انجام دهید و پاسخ سئوالات هر قسمت را در گزارش بیان کنید.

۱- تراشه جمع کننده ۴ بیتی را انتخاب کنید و پس از مطالعه برگه داد، به ورودی‌های آن ولتاژهای مناسب بدهید و خروجی را با استفاده از LED ارزیابی کنید. سپس جدول زیر را تکمیل کنید.



cin	a_3	a_2	a_1	a_0	b_3	b_2	b_1	b_0	s_3	s_2	s_1	s_0	cout
0	0	1	1	0	1	0	0	1					
0	1	1	1	1	0	0	0	1					
1	0	1	0	1	0	0	0	0					
1	0	0	0	0	0	0	0	0					

۲- تراشه دیکدر اعداد BCD به نمایشگر ۷ قطعه‌ای را انتخاب کنید و پس از مطالعه برگه داده، با اعمال ورودی‌های مختلف با نحوه کارکرد آن آشنا شوید. سپس جدول زیر را پر کنید. پایه‌های ’LT، ’BI/RBO و ’RBI چه معنی دارند و چه مقداری باید داشته باشند؟

A_0	A_1	A_2	A_3	a	b	c	d	e	f	g
1	1	0	0							
1	1	0	0							
1	0	0	0							
0	0	0	0							

۳- حال خروجی جمع کننده را به دیکدر وصل کنید و با اعمال چند ورودی مختلف، خروجی‌ها را مشاهده و یادداشت کنید.

آزمایش شماره ۴: شیفت رجیستر Parallel-in/Serial-out

اهداف:

- آشنایی با عملکرد تراشه شیفت رجیستر

دستور کار:

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	74166
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
LED	۱ عدد
کلید	Push button و dip switch-8

ابتدا برگه داده تراشه 74166 را مطالعه کنید. این تراشه یک شیفت رجیستر ۸ بیتی است که می‌توانید یک داده ۸ بیتی به صورت موازی در آن load کنید. سپس با تغییر عملکرد تراشه در هر کلاک داده‌ها را شیفت دهید و هر بار یک بیت به خروجی بفرستید. در مرحله بعد با استفاده از یک دیپ سوئیچ ۸ تایی، یک الگوی ۸ بیتی به دلخواه خود در رجیستر بارگذاری کنید. در خروجی نیز یک LED قرار دهید. سپس با تغییر عملکرد تراشه، کلاک بزنید و ببینید که داده‌ها شیفت می‌شوند و LED بر اساس بیت‌های داده، روشن یا خاموش می‌شود.

آزمایش شماره ۵: طراحی شمارنده Johnson

اهداف:

- طراحی یک شمارنده جانسون ۴ بیتی

دستور کار:

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	7474
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
LED	به تعداد لازم
کلید (push button)	۱ عدد

شمارنده جانسون موسوم به شمارنده حلقه[6]، در حقیقت یک شیفت دهنده است که ابتدا همه بیت‌ها ۰ هستند و در هر پالس، بیت‌ها یک واحد به راست شیفت داده می‌شوند و از سمت چپ، معکوس بیت کم ارزش وارد می‌شود. جدول زیر نحوه عملکرد این شمارنده را برای ۴ بیت نشان می‌دهد.

Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	0
1	1	1	1
0	1	1	1
0	0	1	1
0	0	0	1
0	0	0	0

با استفاده از دو تراشه که هر کدام حاوی ۲ عدد فلیپ فلاپ D است و چهار LED برای نمایش ۴ بیت، این شمارنده را پیاده سازی کنید. در گزارش، ابتدا شماتیک مدار را رسم کنید سپس با الصاق عکس‌هایی از مدار، چند مرحله را نمایش دهید. به نکات زیر توجه کنید.

- ابتدا CLEAR همه فلیپ فلاپ‌ها را فعال کنید تا همه LEDها خاموش شوند.
- هر فلیپ فلاپ را به طور مجزا تست کنید و مطمئن شوید که اتصالات برد بورد و تراشه سالم هستند.
- با توجه به این که فلیپ فلاپ‌ها حساس به لبه بالا رونده ساعت هستند، پایه ساعت همه فلیپ فلاپ‌ها را به هم وصل کنید. ابتدا تشخیص دهید که اگر پایه ساعت آزاد باشد، چند ولت است تا بتوان سطح منطقی آن را تشخیص داد. سپس از کلید برای ۰ یا ۱ کردن پایه ساعت استفاده کنید. با این روش لبه بالا رونده ساعت ساخته خواهد شد.

[6] Ring counter

آزمایش شماره ۶: طراحی یک آشکارساز دنباله

اهداف:

- طراحی یک کشف کننده دنباله ۱۰ با استفاده از ماشین حالت متناهی (FSM) موور و میلی

دستور کار:

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۱ عدد
IC	7476
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
LED	به تعداد لازم
کلید (push button)	به تعداد لازم

می‌خواهیم به کمک فیلپ فلاپ JK، یک کشف کننده بسازیم که دنباله ۱۰ را تشخیص دهد. این کار با استفاده از ماشین حالت متناهی (FSM) میلی و موور قابل انجام است. توجه کنید که ابتدا FSMها را بر روی کاغذ رسم کنید و تعداد حالت‌های مورد نظر را پیدا کنید. برای هر حالت یک فلیپ فلاپ نیاز است. سپس مدار آن را رسم کنید و در نهایت بر روی برد بورد پیاده سازی کنید. بررسی کنید که کدام ماشین کمترین پیچیدگی و کدام ماشین بیشترین پیچیدگی را دارد.

آزمایش شماره ۷: پیاده سازی ALU control unit

اهداف:

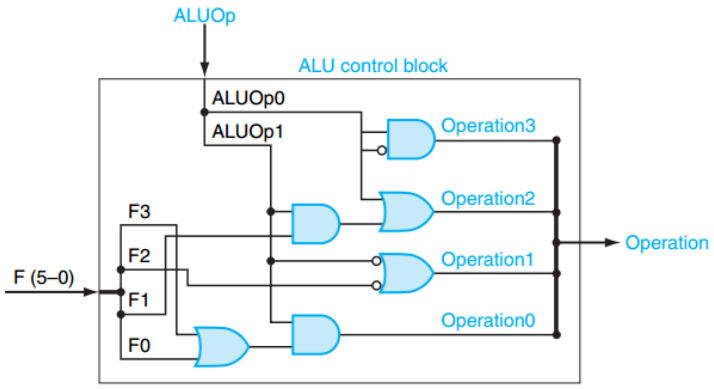
- پیاده سازی واحد کنترل ALUی کتاب معماری بر روی برد بورد

دستور کار

در این آزمایش وسایل زیر استفاده خواهند شد:

قطعه	مشخصات
منبع تغذیه	۱ عدد به مقدار ۵ ولت
برد بورد	۲ عدد
IC	7432 ،7408 ،7402 ،7404 ،7448
مقاوت	به تعداد لازم در اندازه حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ اهم
7-seg LED	۱ عدد
کلید (up/down)	۸ عدد

مدار واحد کنترل ALU کتاب معماری پترسون را مطابق با شکل زیر ببندید. برای ورودی‌ها از کلیدهای دو پایه (up/down) استفاده کنید. مطابق با شکل ۴-۱۳ کتاب، با اعمال ورودی‌های مختلف، عمل مورد نظر را نشان دهید. دقت کنید که ۴ بیت Operation را از طریق یک تبدیل کننده BCD به نمایشگر ۷ قطعه‌ای بدهید.



آزمایش شماره ۸: شبیه سازی مدارهای ساده با Verilog

اهداف:

- آشنایی با Xilinx ISE، محیط شبیه سازی Verilog
- پیاده سازی و شبیه سازی مدارهای ساده با استفاده از زبان Verilog

دستور کار:

برای هر قسمت، یک ماجول برای پیاده سازی واحد مورد نظر (U) و یک ماجول بنچمارک (UT) برای تست بنویسید و با دادن ورودی‌های مختلف عملکرد مدار را شبیه سازی و خروجی‌های تولید شده را مشاهده کنید.

۱- مالتی‌پلکسر ۴ به ۱
۲- یک جمع کننده کامل یک بیتی
۳- یک جمع کننده کامل ۳ بیتی
۴- یک فلیپ فلاپ JK با ریست سنکرون
۵- یک شمارنده چهار بیتی با ریست سنکرون

به نکات زیر جهت یادآوری توجه کنید:

ساختار یک ماجول برای پیاده سازی واحد و یک ماجول بنچمارک به صورت زیر است. کلمات کلیدی با رنگ سبز مشخص شده‌اند.

```
module module_name (list of ports);
    define ports and their directions

    implement the logic via always or assign
endmodule
```

```
module testbench ();
    define input/outputs (use reg for inputs and wire for outputs)

    instantiate module

    initial begin
        initialize the inputs
    end

    always for example clock

    initial begin
        change the value of inputs on time units
    end
endmodule
```

- در پیاده سازی ماجول، خروجی‌هایی که در بلوک always مقدار می‌گیرند باید به صورت reg تعریف شوند.
- در پیاده سازی ماجول تست، ورودی‌ها را به صورت reg و خروجی‌ها را به صورت wire تعریف کنید.
- از عبارت #N که N یک عدد است برای جلو بردن زمان استفاده کنید. به عنوان مثال، در دستورات زیر ابتدا مقدار d به مدت ۱۰ واحد زمانی (۱۰ نانوثانیه)، ۱ است و بعد از آن به مدت ۲۰ واحد زمانی ۰ است.

```
initial begin
     #10; d=1'b1;
     #20; d=1'b0;
end
```

- برای مقدار دادن به کلاک در ماجول تست از دستور زیر استفاده کنید. این دستور نشان می‌دهد که ۵۰ واحد زمانی سیگنال کلاک برابر ۰ و ۵۰ واحد زمانی دیگر برابر ۱ است.

```
always #50 clk = ~clk;
```

آزمایش شماره ۹: پیاده سازی یک ALU با استفاده از Verilog

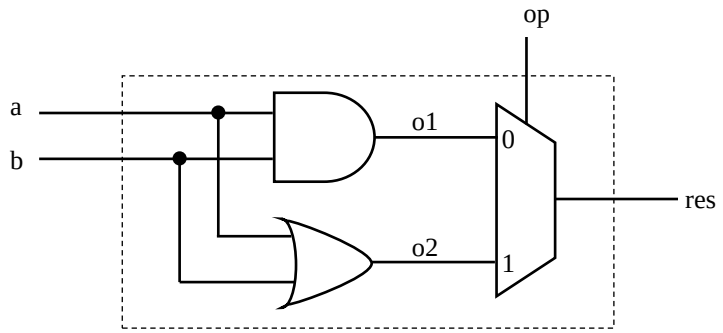
اهداف:

- پیاده سازی ALU ۳۲ بیتی طراحی شده در کتاب معماری پترسون

دستور کار:

برای پیاده سازی کامل ALU، ابتدا باید یک سلول طراحی کرد و سپس به نحو صحیح آن را گسترش داد. این آزمایش قسمت‌های مختلفی دارد و در هر مرحله تعداد ورودی‌ها افزایش می‌یابند. همچنین در هر قسمت یک ماجول تست بنویسید و از صحت عملکرد آن قسمت اطمینان یابید.

۱- ابتدا یک سلول یک بیتی مانند شکل ۱ طراحی کنید. دقت کنید که این سلول سه ماجول دارد: ماجول AND، ماجول OR و ماجول MUX_2_1. بنابراین لازم است ابتدا سه ماجول را پیاده سازی کنید و سپس از آن‌ها در سلول یک بیتی نمونه سازی کنید. یک ماجول تست بنویسید و با اعمال ورودی‌های مختلف از صحت عملکرد سلول اطمینان یابید. دقت کنید که در این سلول خطوط o1 و o2 از نوع wire هستند.



شکل ۱

۲- به سلول فوق یک جمع کننده یک بیتی اضافه کنید.

۳- سلول فوق را به گونه‌ای تغییر دهید که با واحد جمع کننده بتوان عمل تفریق را انجام داد.

۴- سلول فوق را به گونه‌ای تغییر دهید که عمل NOR را انجام دهد. دقت کنید که مطابق با ALU کتاب پترسون، برای پیاده‌سازی عمل NOR نباید از گیت NOR استفاده کنید بلکه ورودی‌های a و b را به گونه‌ای تغییر دهید که بتوان گیت NOR را با AND پیاده سازی کرد.

۵- با تعمیم سلول، یک ALU ۳۲ بیتی بسازید. لازم است برای تعمیم از یک حلقه استفاده کنید.

۶- برای ALU ۳۲ بیتی، سیگنال zero را استخراج کنید. با تست ALU برای دو ورودیِ یکسان بررسی کنید که سیگنال zero فعال شود.

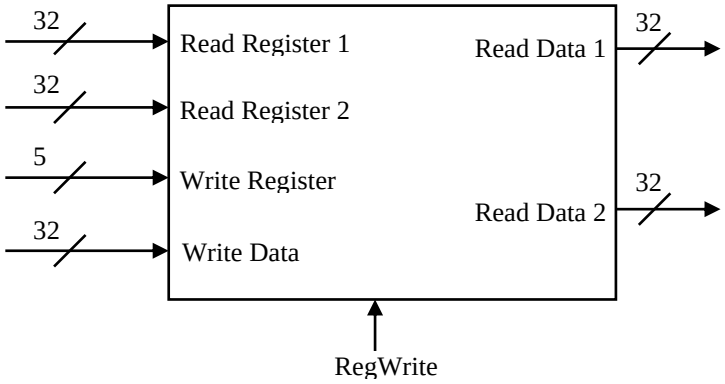
آزمایش شماره ۱۰: پیاده سازی یک رجیستر فایل با استفاده از Verilog

اهداف:

- پیاده سازی رجیستر فایل در کتاب معماری پترسون

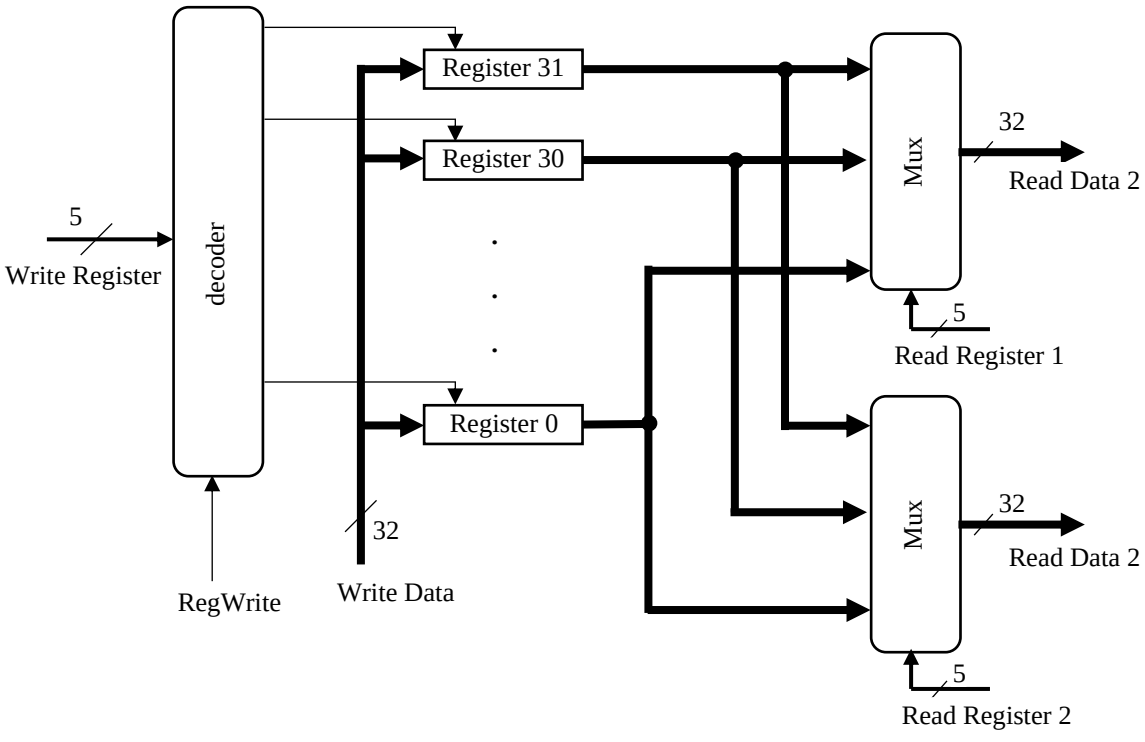
دستور کار:

رجیستر فایل استفاده شده در کتاب پترسون، در شکل ۱ نشان داده شده است. فرض بر آن است که ۳۲ عدد ثبات ۳۲ بیتی وجود دارد که توسط دو خط Read Register 1 و Read Register 2 برای خواندن انتخاب می‌شوند. Write Register یک خط ۵ بیتی است که یکی از ۳۲ ثبات را برای نوشتن انتخاب می‌کند. محتوای مورد نظر برای نوشتن توسط Write Data که ۳۲ بیتی است مشخص می‌شود و برای نوشتن، خط RegWrite حتماً باید فعال باشد. خروجی این رجیستر فایل، محتوای دو ثبات انتخاب شده هستند که با Read Data 1 و Read Data 2 مشخص شده‌اند.



شکل ۱

جزئیات این رجیستر فایل در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲

برای طراحی، مراحل زیر را طی کنید:

۱- ابتدا یک ثبات ۳۲ بیتی طراحی کنید و با نوشتن یک برنامه تست و ورودی‌های مختلف آن را ارزیابی کنید. دقت کنید که ثبات‌ها، پایه clk دارند.

۲- یک مالتی پلکسر ۳۲ به ۱ طراحی کنید. دقت کنید که ورودی کنترلی آن ۵ بیتی باید باشد و هر ورودی آن یک داده ۳۲ بیتی است. یک برنامه تست بنویسید و آن را ارزیابی کنید.

۳- یک دیکدر ۵ به ۳۲ طراحی کنید. دقت کنید که یک پایه کنترلی به نام RegWrite دارد که در صورت فعال بودن آن، محتوای Write Data به ثبات منتقل می‌شود. یک برنامه تست بنویسید و آن را ارزیابی کنید.

۴- با اتصال واحدها به یکدیگر، ریجستر فایل را پیاده سازی کنید و با ورودی‌های مختلف از صحت عملکرد آن مطمئن شوید.