

آزمایش شماره ۵

زمان: ۱۲۰ دقیقه

۴-۸-۴ آشنایی با IC و عملکرد دروازه منطقی NAND

اهداف آزمایش

الف- شناخت IC دروازه NAND

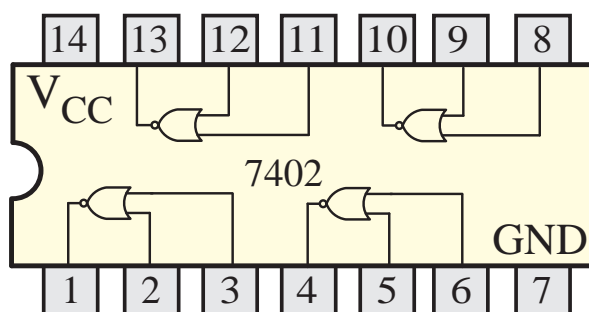
ب- به دست آوردن جدول صحت گیت NAND

شرح خلاصه آزمایش

با اتصال دروازه منطقی NAND به ولتاژ و اندازه گیری ولتاژهای ورودی و خروجی، می توان مفهوم صفر و یک منطقی و در نهایت نحوه عملکرد این گیت را بهتر درک نمود.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش به شرح زیر است.

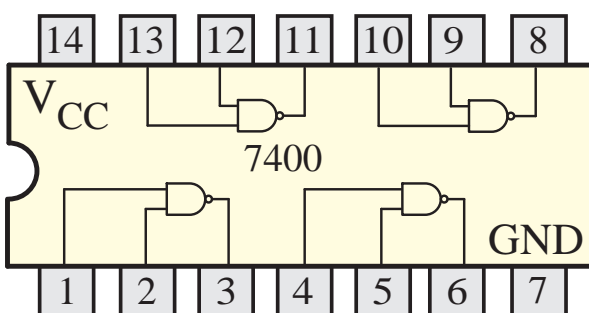
تعداد	نام
۱ عدد	آی سی 7400
۱ دستگاه	منبع تغذیه 0-15V و 1A
۱ قطعه	بردبرد یا برد آزمایشگاهی
۱ عدد	دیود نور دهنده LED
۱ عدد	مقاومت ۱۰۰ اهم
۲ عدد	کلید مینیاتوری (دو راهه)
به اندازه کافی	سیم رابط
۱ دستگاه	آوومتر دیجیتالی



شکل ۴-۵۵ آی سی 7402 دروازه منطقی NOR



شکل ۴-۵۶ چند نمونه آی سی دروازه منطقی



شکل ۴-۵۷ آی سی 7400 دروازه منطقی NAND

S1	S2	LED	ولتاژ ولت متر	$Y = \overline{AB}$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

آزمایش شماره ۶

زمان: ۱۲۰ دقیقه

۴-۸-۵ آشنایی با IC و عملکرد دروازه‌ی منطقی
NOR

اهداف آزمایش

الف- شناخت IC دروازه NOR

ب- به‌دست آوردن جدول صحت گیت NOR

شرح خلاصه آزمایش

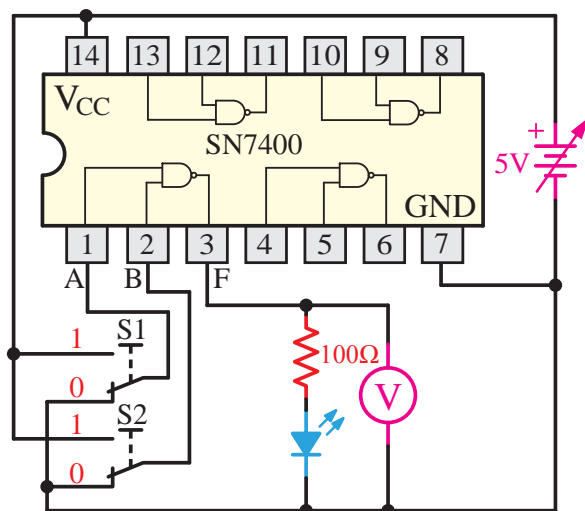
با اتصال دروازه‌ی منطقی NOR به ولتاژ و اندازه‌گیری ولتاژهای ورودی و خروجی، می‌توان مفهوم صفر و یک منطقی و درنهایت نحوه عملکرد این گیت را بهتر درک نمود.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش به شرح زیر است.

نام	تعداد
آی سی 7402	۱ عدد
منبع تغذیه 0-15V و 1A	۱ دستگاه
برد یا برد آزمایشگاهی	۱ قطعه

مراحل اجرای آزمایش

یک عدد IC شماره 7400 را بر روی بردبرد قرار می‌دهیم و سپس مطابق شکل ۵۸-۴ سیم‌های رابط را اتصال می‌دهیم.



شکل ۵۸-۴ مدار آزمایش مربوط به گیت NAND

تذکر: با توجه به این که IC انتخابی از نوع TTL است، در صورتی که منبع تغذیه دارای ولتاژ بیش‌تر از 5V باشد، حتماً آن را روی 5V ثابت نمایید.

سوال: چگونه متوجه می‌شوید IC مربوطه از نوع TTL است؟

تذکر: ولتاژ تغذیه ICها (V_{cc}) در واقع ولتاژ یک منطقی است و ولتاژی که به پایه GND همه ICها اعمال می‌شود همان صفر منطقی است.

به شکل مدار توجه کنید. اگر کلیدهای S1 و S2 در حالت یک قرار گیرند، ولتاژ 5V (همان یک منطقی) به ورودی NAND اعمال می‌شود.

حالات زیر را با تغییر حالت کلید S1 و S2 آزمایش نموده و جدول زیر را کامل کنید.

ورودی NOR اعمال می‌شود.

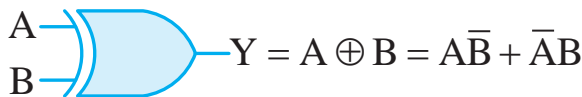
حالات جدول زیر را با تغییر حالت کلید S1 و S2 آزمایش نموده و کامل کنید.

S1	S2	LED	ولتاژ ولت متر	$Y = \overline{A + B}$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

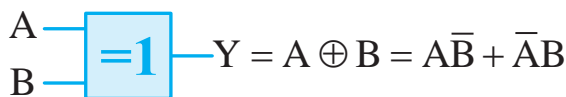
۴-۸-۶ دروازه منطقی یا عملگر XOR

این دروازه منطقی فقط دو ورودی دارد و زمانی خروجی آن یک می‌شود که ورودی‌های آن در یک سطح منطقی نباشند.

نماد اختصاری دروازه منطقی XOR در دو استاندارد بین‌المللی و انگلیسی در شکل ۴-۶۰ و ۴-۶۱ آمده است.



شکل ۴-۶۰ XOR در استاندارد بین‌المللی



شکل ۴-۶۱ XOR در استاندارد انگلیسی

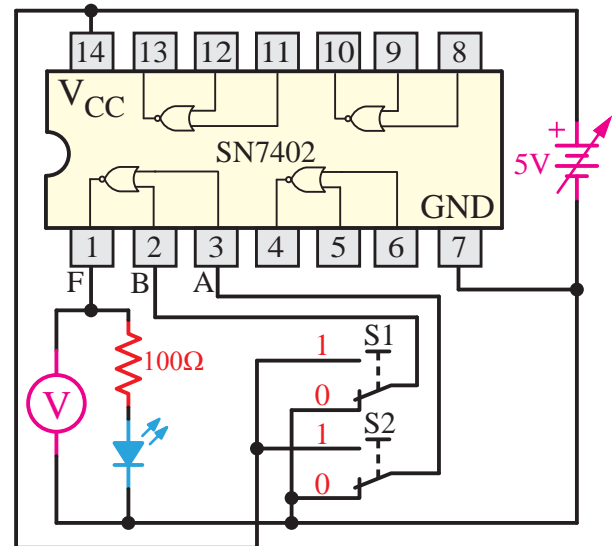
برای درک بهتر عملکرد یک دروازه منطقی XOR کافی است مدار الکتریکی یا کلیدی معادل آن را رسم نموده و حالات مدار را بنویسیم.

جدول به‌دست آمده همان جدول صحت دروازه

۱ عدد	دیود نور دهنده LED
۱ عدد	مقاومت ۱۰۰ اهم
۲ عدد	کلید مینیاتوری (دو راهه)
به اندازه کافی	سیم رابط
۱ دستگاه	آوومتر دیجیتالی

مراحل اجرای آزمایش

یک عدد IC شماره 7402 را بر روی برد قرار می‌دهیم و سپس مطابق شکل ۴-۵۹ سیم‌های رابط را اتصال می‌دهیم.



شکل ۴-۵۹ مدار آزمایش مربوط به گیت NOR

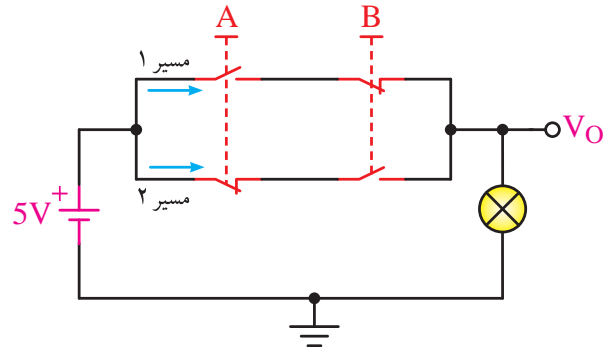
سوال: اگر IC انتخابی از نوع CMOS باشد ولتاژ تغذیه حداکثر چند ولت می‌تواند باشد؟

تذکر: ولتاژ تغذیه IC ها (V_{cc}) در واقع ولتاژ یک منطقی است و ولتاژی که به پایه GND همه IC ها اعمال می‌شود همان صفر منطقی است.

به شکل مدار توجه کنید اگر کلیدهای S1 و S2 در حالت یک قرار گیرند ولتاژ 5V (همان یک منطقی) به

منطقی XOR خواهد بود.

در شکل ۴-۶۲ مدار معادل کلیدی XOR را در نظر بگیرید.



شکل ۴-۶۲- معادل کلیدی گیت XOR

اگر هر دو شستی را همزمان فشار دهیم یعنی هر دو در حالت ۱ منطقی قرار گیرند، باز هم خروجی صفر خواهد شد.

اما اگر فقط یکی از شستی ها را فشار دهیم آنگاه خواهیم دید که خروجی نیز ۱ می شود. پس خروجی در حالتی یک می شود که فقط یکی از ورودی ها در حالت ۱ منطقی باشد.

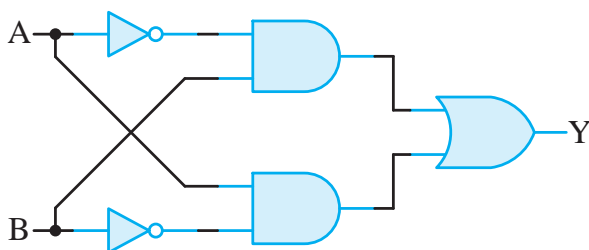
برای این که نشان دهیم متغیر A و B با هم XOR شده اند از رابطه منطقی زیر استفاده می کنیم.

$$Y = A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$$

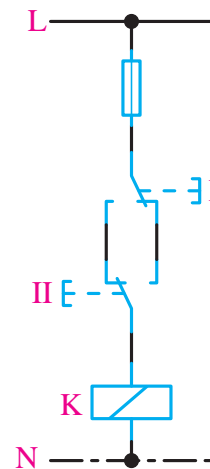
جدول صحت XOR

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ساختمان داخلی دروازه منطقی XOR با استفاده از دروازه های منطقی AND ، OR و NOT در شکل زیر آمده است.



شکل ۴-۶۴- دروازه منطقی XOR با استفاده از دروازه های منطقی AND ، OR و NOT



شکل ۴-۶۳- معادل مدار فرمان دروازه منطقی XOR

شستی های A و B از نوع دویل هستند.

فرض کنید وضعیت صفر منطقی حالتی است که هیچ فشاری به شستی ها وارد نشود؛ یعنی حالت تصویر.

در این وضعیت $A=0$ و $B=0$ خواهد بود پس خروجی نیز صفر خواهد شد.

وضعیت منطقی ۱ را وضعیتی از مدار در نظر بگیریم که شستی ها را فشار دهیم.

برای درک بهتر مدار معادل کلیدی XNOR شکل ۴-۶۶ را در نظر بگیرید. اگر نبودن فشار روی شستی‌ها را صفر منطقی و وجود فشار بر روی آن‌ها را یک منطقی در نظر بگیریم آنگاه اگر هیچ نیرویی به شستی‌ها وارد نشود، یعنی $A=0$ و $B=0$ باشد، مسیر جریان بسته شده و ولتاژ منبع به دوسر مقاومت R وصل می‌شود؛ به عبارت ساده‌تر خروجی نیز در وضعیت ۱ منطقی قرار می‌گیرد.

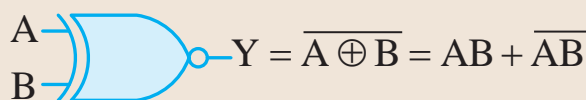
حال اگر فقط یکی از شستی‌ها فشار داده شود، یعنی $A=0$ و $B=1$ یا $A=1$ و $B=0$ باشد آنگاه مسیر جریان در مدار باز شده و خروجی مدار در حالت صفر منطقی قرار می‌گیرد؛ به عبارت دیگر هیچ ولتاژی به مقاومت R نمی‌رسد.

اگر هر دو شستی را با هم فشار دهیم $A=1$ و $B=1$ باشد نیز مسیر جریان بسته شده و خروجی در وضعیت ۱ منطقی قرار می‌گیرد.

جدول صحت دروازه‌ی منطقی XNOR

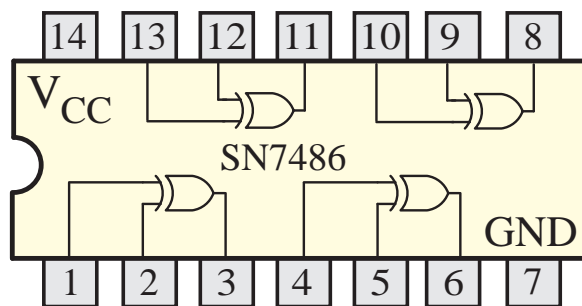
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

شکل ۴-۶۷ نماد اختصاری XNOR را در استاندارد بین‌المللی نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶۷- استاندارد بین‌المللی XNOR

شکل ۴-۶۵ IC مربوط به دروازه منطقی XOR و شماره آن را نشان می‌دهد.

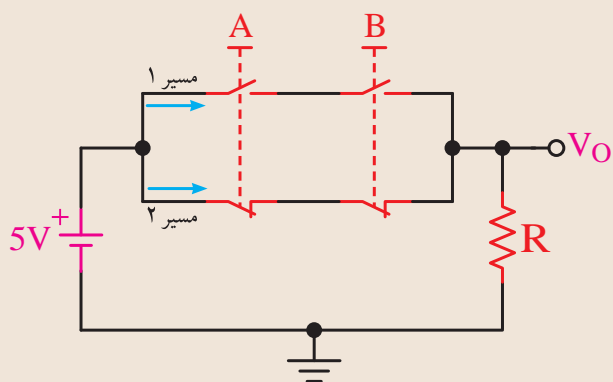


شکل ۴-۶۵- دروازه منطقی XOR در آی سی 7486

۴-۸-۷ دروازه منطقی XNOR (انحصاری)

دروازه XNOR نیز مانند XOR فقط دارای دو ورودی است و خروجی آن زمانی یک می‌شود که دو ورودی آن در یک سطح منطقی باشند. (هر دو ورودی آن صفر یا یک باشد).

در واقع XNOR همان XOR است با این تفاوت که خروجی آن NOT شده است.

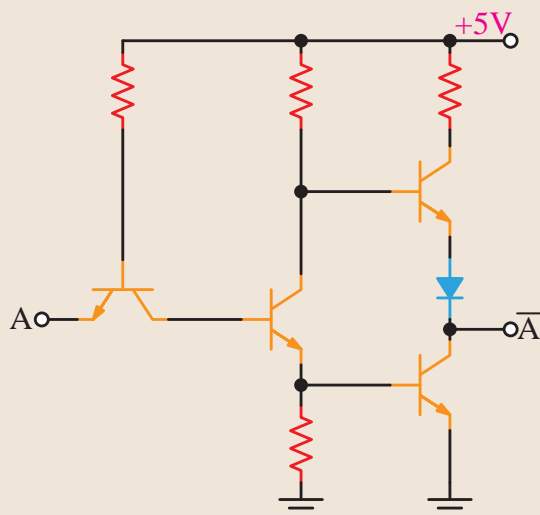


شکل ۴-۶۶- مدار کلیدی معادل دروازه منطقی XNOR

۴-۹-۱ IC های سری TTL

در این نوع IC ها، دروازه های منطقی از ترانزیستورهای معمولی ساخته می شوند و IC های آن با پیش شماره 74 مشخص می شوند.

در شکل ۴-۷۰ مدار الکترونیکی دروازه ی منطقی NOT نمایش داده شده است.



شکل ۴-۷۰ مدار الکترونیکی دروازه منطقی NOT

IC های TTL در دو نوع معمولی (Totem pole) و کلکتور باز (Open Collector) ساخته می شوند.

از نظر نماد، شکل و ترتیب پایه ها، هیچ تفاوتی بین این دو نوع IC وجود ندارد، اما چون نمی توان آن ها را به جای هم به کار برد، برای تشخیص نوع آن ها قبل از جایگزینی در مدار باید به کتاب های مرجع مانند TTL Data Book مراجعه نمود.

شکل ۴-۷۱ یک IC از نوع TTL را نشان می دهد.



شکل ۴-۷۱ یک IC از نوع TTL

شکل ۴-۶۸ نماد اختصاری XNOR را در استاندارد انگلیسی نشان می دهد.

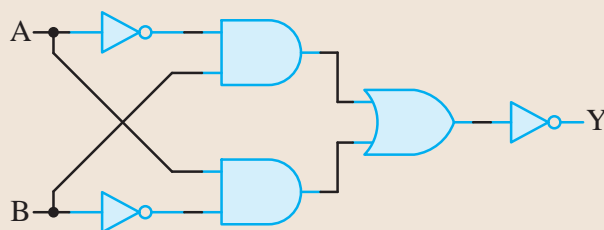
$$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix} \rightarrow \boxed{=1} \rightarrow Y = \overline{A \oplus B} = AB + \overline{AB}$$

شکل ۴-۶۸ استاندارد انگلیسی XNOR

برای این که نشان دهیم متغیر A و B با هم XNOR شده اند از رابطه منطقی زیر استفاده می کنیم.

$$Y = \overline{A \oplus B} = AB + \overline{AB}$$

ساختمان داخلی دروازه منطقی XNOR با استفاده از دروازه های منطقی AND ، OR و NOT در شکل زیر آمده است.

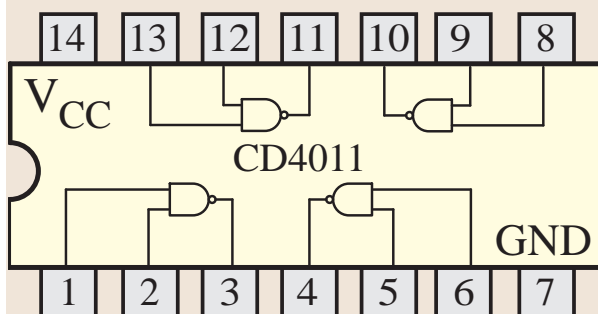


شکل ۴-۶۹ XNOR با استفاده از دروازه های منطقی AND ، OR و NOT

۴-۹ ساختمان داخلی دروازه های منطقی

دروازه های منطقی از یک مدار الکترونیکی ساده شامل یک سری قطعات الکترونیکی تشکیل می شود که مهم ترین آن ها ترانزیستور است.

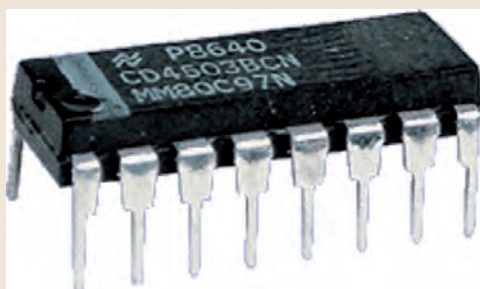
تقسیم بندی دروازه های منطقی به نوع ترانزیستور و آرایش آن ها در مدارهای الکترونیکی بستگی دارد که دو نوع مهم تر آن ها را شرح می دهیم.



شکل ۴-۷۴ یک نمونه IC شامل ۴ دروازه منطقی NAND از نوع CMOS

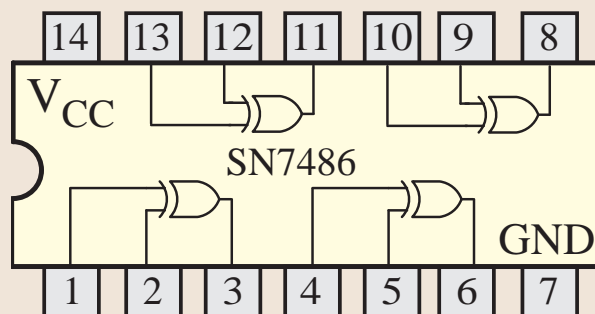
ولتاژ تغذیه این IC ها بین ۳ تا ۱۵ ولتی می باشد. ولی ولتاژ تغذیه TTL حدود ۵ ولت است. توان مصرفی این IC ها نسبت به IC های TTL به مراتب کم تر است.

در شکل ۴-۷۵ یک نمونه IC از نوع CMOS نشان داده شده است.



شکل ۴-۷۵ یک نمونه آی سی CMOS

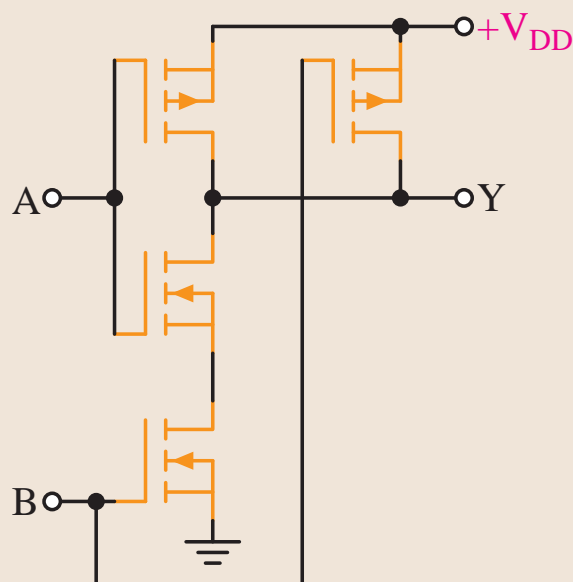
برای تشخیص پایه های آی سی باید از کاتالوگ یا کتاب اطلاعات آی سی استفاده کنید.



شکل ۴-۷۲ آی سی دروازه منطقی XOR از نوع TTL

۴-۹-۲ IC های با تکنولوژی CMOS

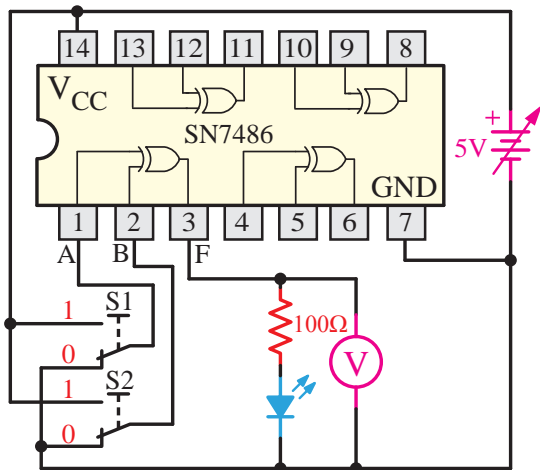
دروازه های منطقی در این نوع از IC ها از ترانزیستورهای MOSFET می باشد.



شکل ۴-۷۳ مدار الکترونیکی یک گیت NAND شماره این نوع از IC ها با پیش شماره CD40 شروع می شود.

مدار الکتریکی دروازه منطقی NAND از نوع CMOS در شکل ۴-۷۴ نشان داده شده است.

می‌دهیم و سپس مطابق شکل ۴-۷۶ سیم‌های رابط را اتصال می‌دهیم.



شکل ۴-۷۶- مدار آزمایش مربوط به گیت XOR

سوال: مشخصات IC مربوطه از نوع CMOS را بنویسید؟

تذکر: ولتاژ تغذیه ICها (V_{CC}) در واقع ولتاژ یک منطقی است و ولتاژی که به پایه GND همه ICها اعمال می‌شود همان صفر منطقی است.

به شکل مدار توجه کنید. اگر کلیدهای S1 و S2 در حالت یک قرار گیرند، ولتاژ 5V (همان یک منطقی) به ورودی XOR اعمال می‌شود.

حالات جدول زیر را با تغییر حالت کلیدهای S1 و S2 آزمایش نموده و کامل کنید.

S1	S2	LED	ولتاژ ولت متر	$Y=S1 \oplus S2$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

آزمایش شماره ۶



زمان: ۱۲۰ دقیقه

۴-۹-۳ آشنایی با IC و عملکرد دروازه منطقی

XOR

اهداف آزمایش

الف- شناخت IC دروازه XOR

ب- به دست آوردن جدول صحت گیت XOR

شرح خلاصه آزمایش

با اتصال دروازه منطقی XOR به ولتاژ و اندازه‌گیری ولتاژهای ورودی و خروجی، می‌توان مفهوم صفر و یک منطقی و در نهایت نحوه عملکرد این گیت را بهتر درک نمود.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش به شرح زیر است.

نام	تعداد
آی سی 7486	۱ عدد
منبع تغذیه 0-15V و 1A	۱ دستگاه
بردبرد یا برد آزمایشگاهی	۱ قطعه
دیود نور دهنده LED	۱ عدد
مقاومت ۱۰۰ اهم	۱ عدد
کلید مینیاتوری (دو راهه)	۲ عدد
سیم رابط	به اندازه کافی
آوومتر دیجیتالی	۱ دستگاه

مراحل اجرای آزمایش

یک عدد IC شماره 7486 را بر روی بردبرد قرار

۴-۱۰ آشنایی با چند مدار منطقی ساده

۴-۱۰-۱ مدارات ترکیبی

مدار ترکیبی به مداراتی گفته می‌شود که خروجی مدار در هر لحظه فقط به ورودی‌های مدار در همان لحظه بستگی داشته باشد. در واقع این گونه مدارها حافظه ندارند و خروجی بر اساس وضعیت ورودی‌ها در هر لحظه تعیین می‌شود.

برای طراحی یک مدار ترکیبی ابتدا جدول وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها را مشخص می‌نماییم؛ سپس برای حالتی که خروجی منطق یک دارد رابطه بین ورودی‌ها و خروجی را بر اساس حاصل ضرب ورودی‌ها می‌نویسیم و سپس تمام روابط به‌دست آمده را با هم جمع می‌کنیم. یعنی یک رابطه به‌صورت مجموع حاصل ضرب‌ها به‌دست می‌آوریم.

مثال: می‌خواهیم یک مدار را با استفاده از عملگرهای منطقی طوری طراحی کنیم که:

دو کلید A و B به عنوان ورودی مدار و یک LED (دیود نور دهنده) به عنوان خروجی مدار باشد.

اگر هر دو کلید A و B باز باشند ($A=0$ و $B=0$) آنگاه دیود نور دهنده روشن شود.

اگر کلید A باز و کلید B بسته باشد ($A=0$ و $B=1$) آنگاه دیود نور دهنده روشن شود.

اگر کلید A بسته و کلید B باز باشد ($A=1$ و $B=0$) آنگاه دیود نور دهنده خاموش باشد.

اگر هر دو کلید A و B بسته باشد ($A=1$ و $B=1$) آنگاه دیود نور دهنده روشن شود.

اولین کاری که باید انجام دهیم رسم جدول وضعیت با استفاده از موارد ذکر شده در صورت مساله است.

حالت کلید A		حالت کلید B		حالت دیود	
0	قطع	0	قطع	1	روشن
0	قطع	1	وصل	1	روشن
1	وصل	0	قطع	0	خاموش
1	وصل	1	وصل	1	روشن

اگر روشن بودن دیود نور دهنده را یک منطقی و خاموش بودن آن را صفر منطقی، هم‌چنین باز بودن کلید را صفر منطقی و بسته بودن آن را یک منطقی در نظر بگیریم، جدول صحت یا وضعیت استاندارد به‌صورت زیر در می‌آید.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

سپس باید از روی جدول صحت، رابطه بین ورودی و خروجی مدار را به‌دست آوریم. برای این کار کافی است که به وضعیت خروجی نگاه کنیم. آنگاه خروجی‌های صفر را حذف و در نتیجه ورودی مربوط به آن را نیز از جدول حذف می‌نماییم.

حال برای حالت‌هایی که خروجی ۱ است باید با در نظر گرفتن ورودی‌های آن، رابطه لازم را بنویسیم. به عنوان مثال برای حالتی که $A=0$ و $B=0$ آنگاه $Y=1$ رابطه به شکل $Y=\bar{A}\bar{B}$ یا برای حالتی $A=0$ و $B=1$ آنگاه $Y=1$ رابطه به شکل $\bar{A}B=1$ به‌دست می‌آید. سپس تمام روابط به‌دست آمده را با هم جمع می‌نماییم تا رابطه کلی مدار به‌دست آید.