دستورکار آزمایشگاه مدارهای منطقی

استاد: رضوان شکوهمند

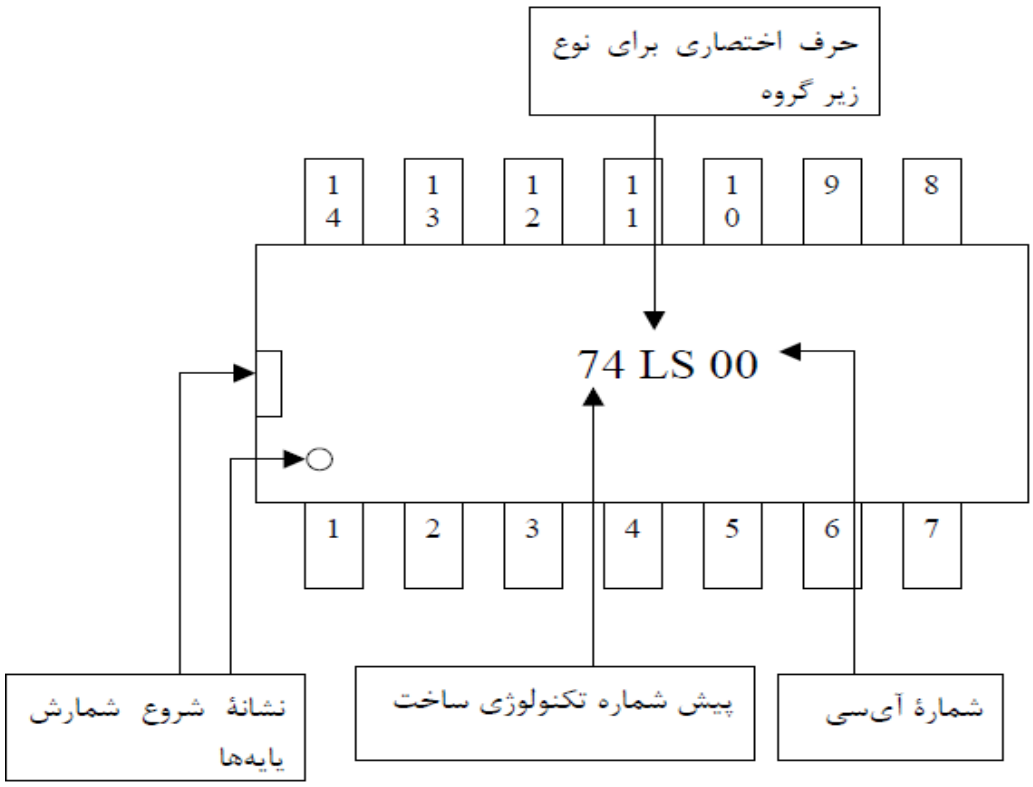
مقدمه :

هدف از ارائهٔ آزمایشگاه مدارهای منطقی ، آشنایی دانشجویان با چگونگی کار با تراشه های دیجیتال و همچنین چگونگی طراحی و پیاده سازی مدارات ساده ترکیبی وترتیبی دیجیتال است. قبل از شروع کار در آزمایشگاه لازم است آشنایی اولیه در مورد انواع تکنولوژی آی سی های منطقی و همچنین نحوهٔ کار با آنها داشته باشیم TTL و خانوادهٔ CMOS متداولترین خانواده های مدارهای منطقی که حاوی مدارهای پایه هستند.

سطح تغذیه در خانوادهٔ TTL ، 5 ولت و در خانواده CMOS ولتاژ از 3 تا 15 ولت تغییر می کند. همچنین سطوح نامی منطقی صفر و یک برای هر کدام از این دو خانواده در جدول زیر ذکر شده است:

	TTL	CMOS
سطح منطقی ۱	بیش از ۲ ولت	بیش از دو سوم تغذیه
سطح منطقی ۰	کمتر از ۰,۸ ولت	کمتر از یک سوم تغذیه
نامعتبر	بین ۲-۰,۸ ولت	بین یک سوم و دو سوم تغذیه

برای شناخت یک تراشهٔ دیجیتال از نظر نوع تکنولوژی و نوع کاربرد آن ، می توان از شمارهٔ مخصوصی که روی هر آی سی نوشته شده است استفاده کرد و با مراجعه به کتابچه های CMOS یا TTL با عملکرد آن تراشه بصورت کامل آشنا شد. متداولترین آی سی های TTL با پیشوند ۷۴ و و آی سی های CMOS با پیشوند ۴ متمایز می گردند. در شکل بعد نحوهٔ شناخت تراشه و ترتیب قرار گرفتن پایه های آن آورده شده است.



ایمنی های آی سی های TTL :

برای جلوگیری از سوختن آی سی ها ی TTL باید به موارد زیر توجه کرد:

۱. ولتاژ Vcc هرگز نباید از 5vdc+ بیشتر گردد.
۲. در زمان بستن مدار بایستی ولتاژ ورودی و Vcc خاموش باشند.
۳. ولتاژ ورودی و Vcc بایستی DC کامل و صاف باشند.
۴. خروجی یک گیت هرگز نباید مستقیما به Vcc یا گراند وصل گردد.
۵. پلاریته Vcc نباید واژگون گردد.
۶. حتی الامکان از سیم های بلند استفاده نشود.
۷. هرگز بطور همزمان به ورودی مقدار صفر و یک داده نشود.(منبع تغذیه یا فیوز آن میسوزد.)
۸. هنگام جا زدن آی سی در بربورد یا سوکت دقت شود که پایه ها درست در جای خود قرار گیرند.
۹. هنگام در آوردن آی سی از بردبورد دقت شود پایه های کج نشوند. بهتر است از وسیله ای بنام آی سی کش استفاده شود.

آزمایش اول:

هدف: آشنایی با گیتهای منطقی NOT، AND، NAND، OR، XOR :

قطعات مورد نیاز :

منبع تغذیه DC، بربورد، آی سی 7404(یک عدد)، آی سی 7408 (یک عدد)، آی سی7400 (یک عدد)، آی سی 7432(یک عدد)، آی سی 7486(یک عدد)، LED(دو عدد)، مقاومت 220Ω (دو عدد)

در تمام آزمایشات ابتدا این موارد انجام گردد:

الف - ابتدا منبع تغذیه را روشن نموده و سپس ولتاژ آنرا برروی 5 ولت تنظیم نمایید. اکنون موقتاً منبع را خاموش کنید. مرحله بعد با استفاده از سیمهایی که در اختیار دارید سر مثبت منبع را به یکی از ردیفهای بالای بردبورد و سر زمین آنرا به یکی از ردیفهای پایین متصل نمایید.

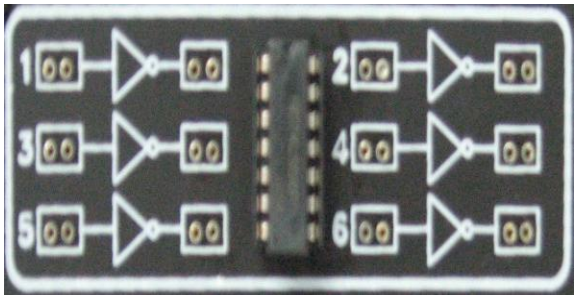
ب – آی سی مورد نظر را بر روی بردبورد قرار دهید و در ابتدا سرهای تغذیه آی سی را توسط سیم به ردیفهای تغذیه مربوطه روی بردبورد متصل نمایید. توجه کنید در هنگام متصل نمودن پایه های تغذیه آی سی به ولتاژ ، حتماً منبع ولتاژ خاموش باشد. بعد از این مرحله میتوانید تغذیه را روشن نمایید.

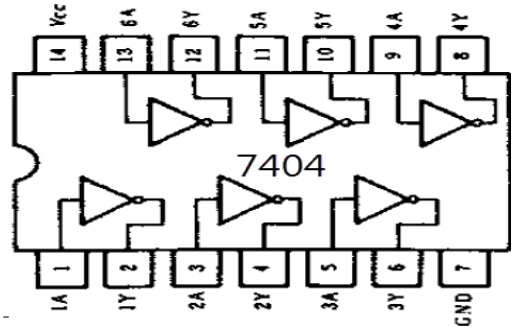
ج – اکنون با استفاده از گیت موردنظر جدول صحت را تکمیل کنید. برای اعمال ۰ و ۱ به ورودی ،با اتصال دادن به ردیف زمین یا ردیف 5 ولت بدست می آید. با قراردان یک LED و مقاومت سری در خروجی، می توان تغییرات خروجی را مشاهده کرد. (روشن شدن LED به معنای ۱ بودن خروجی و خاموش شدن LED به معنای ۰ بودن خروجی است.)

آزمایش ۱-۱: تست آی سی NOT

در این آزمایش آی سی 7404 که حاوی شش عدد معکوس کننده می باشد را مورد آزمایش قرار می دهید.

دیتاشیت این آی سی مطابق شکل زیر می باشد:





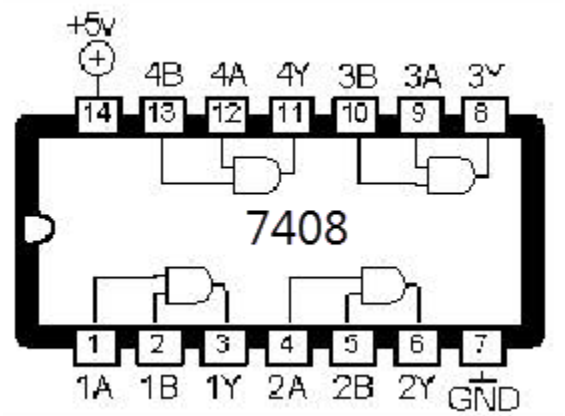
آی سی NOT و شکل آن روی برد آزمایشگاه.

ورودی و خروجی را به آی سی اعمال کرده و با بررسی عملکرد آن جدول زیر را تکمیل نمایید.

X	F
0	
1	

آزمایش ۱-۲: تست آی سی AND

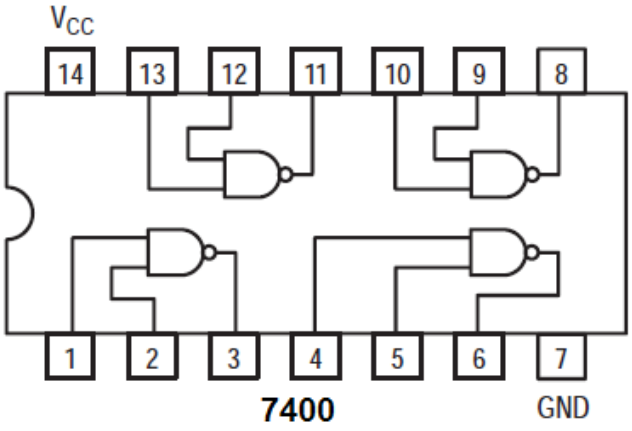
دیتاشیت یک آی سی 7408 (حاوی چهار گیت AND) در شکل زیر آمده است. این آی سی را روی بربورد قرار داده و تغذیه آنرا وصل کنید. سپس جدول را تکمیل نمایید و عملکرد آنرا توضیح دهید.

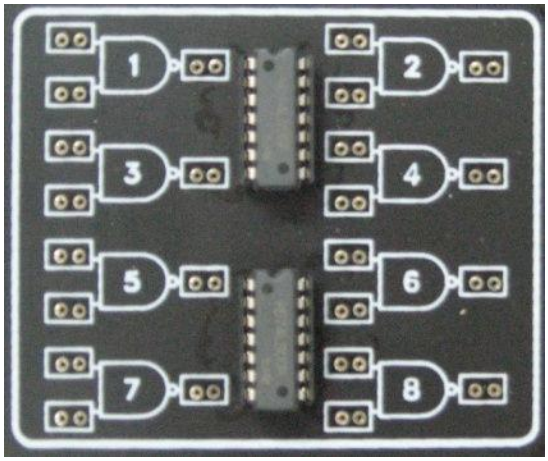


X	Y	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

آزمایش ۱-۳ : تست آی سی NAND

دیتاشیت یک آی سی 7400 (حاوی چهار گیت NAND) در شکل زیر آمده است. این آی سی را روی بربورد قرار داده و تغذیه آنرا وصل کنید. سپس جدول را تکمیل نمایید و عملکرد آنرا توضیح دهید.

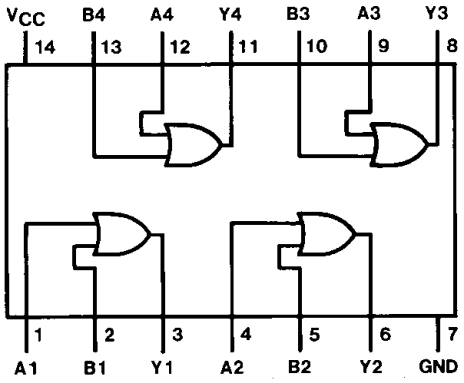




X	Y	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

آزمایش ۱-۴ : تست آی سی OR

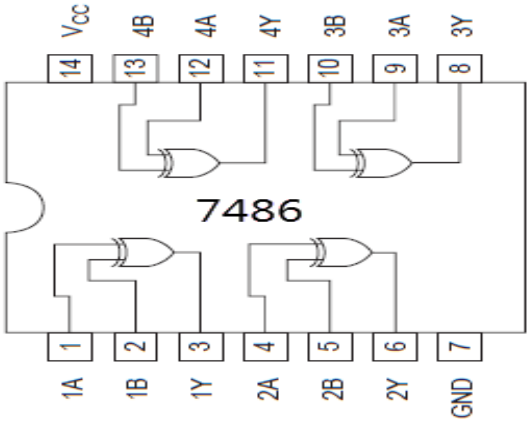
دیتاشیت یک آی سی 7432 (حاوی چهار گیت OR) در شکل زیر آمده است. این آی سی را روی بربورد قرار داده و تغذیه آنرا وصل کنید. سپس جدول را تکمیل نمایید و عملکرد آنرا توضیح دهید.



X	Y	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

آزمایش ۱-۵ : تست آی سی 7486

دیتاشیت یک آی سی 7486 (حاوی چهار گیت XOR) در شکل زیر آمده است. این آی سی را روی بربورد قرار داده و تغذیه آنرا وصل کنید. سپس جدول را تکمیل نماییدو عملکرد آنرا توضیح دهید.



X	Y	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

تمرین۱:

معادلسازي انواع گيتهاي منطقی با استفاده از گيتهاي پايه NAND:

گیتهای NOT، AND، OR، XOR را بااستفاده از گیت NAND شبیه سازی کنید.(به کمک قوانین جبر بول رابطه گیت مربوطه را بصورتی ساده نمایید که با گیت NAND معادل شود.)

آزمایش دوم:

هدف : طراحی مدارات ترکیبی

مدارهاي منطقي در سيستم هاي ديجيتال مي توانند از نوع تركيبي و يا ترتيبي باشند. يک مدار تركيبي متشكل از تعدادي گيت منطقي است كه خروجي آنها در هر لحظه از زمان مستقيماً به وسيله ورودي هاي همان لحظه تعيين مي گردد و به ورودیهاي قبلي بستگي ندارد. اين نوع مدار پردازشي را انجام مي دهد كه با مجموعه اي از توابع بولي مشخص مي شود.

جهت طراحي يک مدار تركيبي مراحل زير مي تواند راه گشا باشد:

۱) فهم مسئله.

۲) تعيين تعداد ورودیها و خروجي هاي مدار.

۳) نامگذاري ورودي و خروجي ها.

٤) با توجه به صورت مسئله رابطه بين ورودي ها و خروجي ها در جدول درستي نوشته شود.

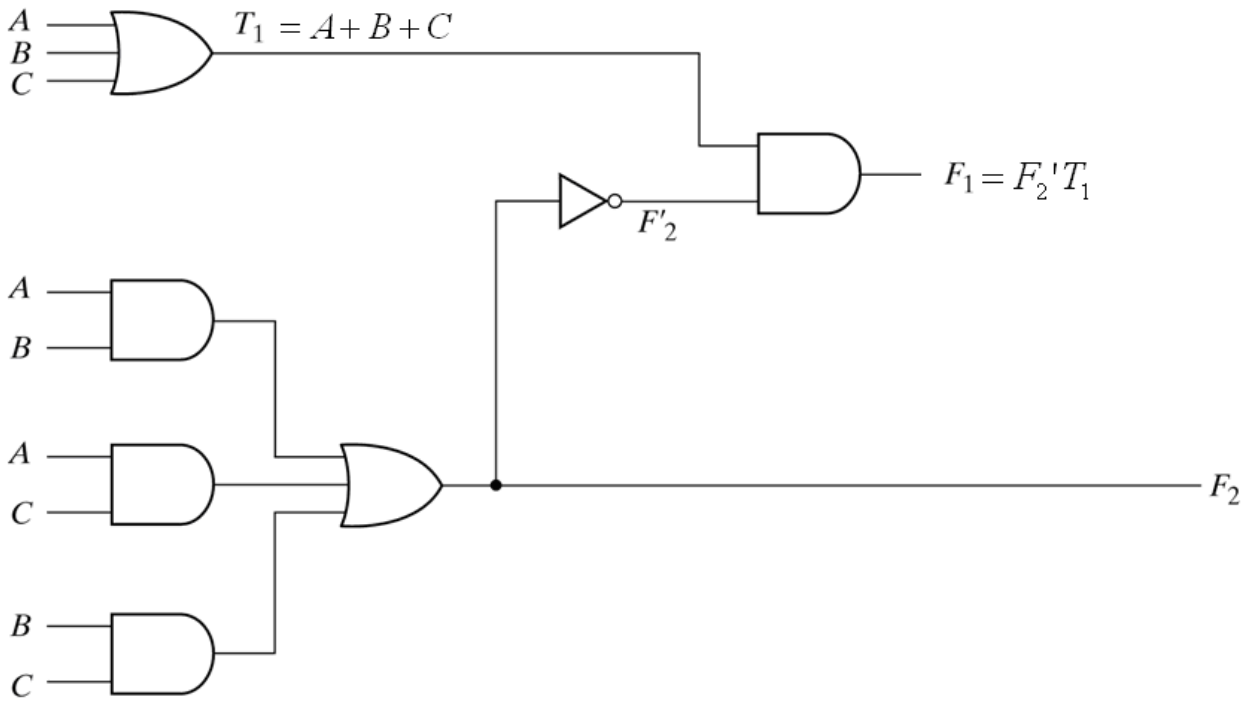
٥) با استفاده از جدول درستي و جدول كارنو براي هر خروجی؛ بر حسب ورودي يک عبارت بولي بدست مي آيد.

٦) ساده سازي و سپس پياده سازي مدار

آزمایش۲-۱: تابع F(A,B,C,D)=(2,3,4,5) را فقط بااستفاده از گیت NAND طراحی و شبیه سازی کنید.

آزمایش۲-۲ : مداری با سه ورودی a,b,c و دو خروجی f_1,f_2 به گونه ای طراحی کنید که اگر تعداد یک های ورودی بیشتر از تعداد صفرها شد، f1=1 و چنانچه عدد ورودی بزرگتر از ۳ شد f2=1 گردد.

آزمایش۲-۳ : درمدار زیر جدول درستی را برای F_1 و F_2 بدست آورید.



آزمايش۲-٤ : يك مدار تركيبي طراحي كنيد كه يك عدد ۳ بيتي را بگيرد و مشخص كند كه عدد به ۳ بخش پذيراست يا نه؟

آزمايش ۲-٥ : ميخواهيم در يك سيستم صنعتي هرگاه يك فاز و يا دو فاز از سه فاز ورودي قطع شدند، سيستم اخطار دهد .جدول صحتي براي پياده سازي مدار فوق طراحي كرده و پس از آن به كمك جدول كارنو، مدار ساده سازي نماييد.

آزمایش سوم:

هدف: طراحی مدار نیم جمع کننده و تمام جمع کننده

وسایل موردنیاز: منبع تغذیه ، بربورد ، آی سی ۷٤۰۸ ، آی سی ۷٤۸٦ ، آی سی ۷٤۸۳، مقاومت ۲۲۰Ω ، LED

آزمایش ۳-۱: طراحی مدار نیم جمع کننده بااستفاه از گیتهای پایه منطقی

مدار نیم جمع کننده مداری که دو ورودی تک بیتی A,B را باهم جمع کرده و در خروجیS (جمع دوبیت) و C (رقم نقلی) را ایجاد می کند.

جدول صحت را تکمیل نموده، سپس بااستفاده از توابع بول و یا جدول کارنو روابط خروجی را نوشته و شبیه سازی را انجام دهید و با توجه به شبیه سازی مدار را ببندید و درستی جدول صحت را بصورت عملی بررسی نمایید.

X	Y	C	S
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

آزمایش ۳-۲: طراحی مدار تمام جمع کننده بااستفاده از گیتهای پایه منطقی

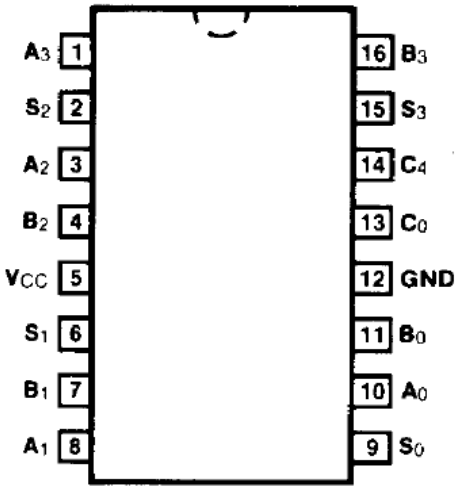
مدار تمام جمع کننده مداری است که دو ورودی تک بیتی A,B با در نظر گرفتن رقم نقلی ورودی C_{in} را باهم جمع کرده و در خروجیS (جمع دوبیت) و C (رقم نقلی) را ایجاد می کند.

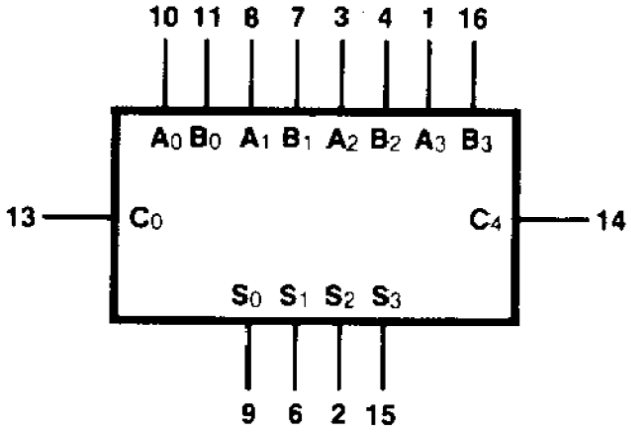
مشابه قسمت قبل طراحی را انجام داده و نتایج عملی را با طراحی خود مقایسه کنید.

Cin	X	Y	C	S
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

آزمایش ۳-۳ : طراحی جمع کننده و تفریق گر به کمک آی سی ۷۴۸۳

آی سی ۷٤۸۳ یک جمع کننده چهار بیتي است که دو عدد ٤ بیتي A,B را باهم جمع مي کند. ساختار این آی سی و پایه هاي آن به شرح زیر است.





الف) آی سی 7483 را بر روي برد قرارداده و با اعمال دو عدد چهار بیتي ورودي و خروجي ها را تست نمایید.

ب) با استفاده از آي سي 7483 و گیتهاي منطقي مورد نیاز مداري طراحي کنید که بصورت زیر عمل کند:

اگر C0=0 باشد، بصورت جمع کننده (A+B) و اگر C0=1 باشد، بصورت تفریق کننده (A-B).

تمرین:

يك ضرب كننده دودويي طراحي كنيد، كه يك عدد چهار بيت را در يك عدد سه بيت ضرب كند.

آزمایش چهارم:

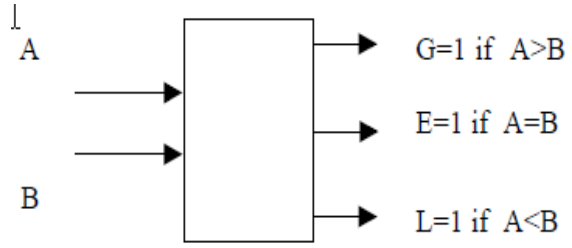
هدف : طراحی مقایسه کننده

وسایل موردنیاز:

آزمایش ۴-۱: طراحی مدار مقایسه کننده با استفاده از گیتهای پایه منطقی

مدار مقایسه کننده مداری است که دو عدد ورودی را با هم مقایسه کرده و سه حالت در خروجی ایجاد می کند.

یک مقایسه کننده طراحی کنید که دو عدد تک بیت A,B را از ورودی دریافت کند. درصورتیکه A<B ، L=1 ، اگر A=B ، E=1 و در A>B ، G=1 شود.



A	B	L	E	G
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

آزمایش ۴-۲ : طراحی مدار مقایسه کننده با استفاده از آی سی ۷۴۸۵

آی سی ۷٤۸٥ یک مقایسه کننده چهار بیتي است که داراي ورودي هاي طبقه قبل بوده و مي توان بصورت موازي چندين۷٤۸٥ را به هم پیوند داده و مقایسه کننده هاي بزرگتري طراحي نمود.

الف) آی سی 7485 را بر روي برد قرارداده و با اعمال دو عدد چهار بیتي ورودي و خروجي ها را تست نمایید.

ب) با استفاده از تراشه هاي 7483 و 7485 و گیت هاي مورد نیاز مداري طراحي نمایید که به صورت زیر عمل کند:

If A<=B → B-A

If A>B → A-B

آزمایش شماره ۵

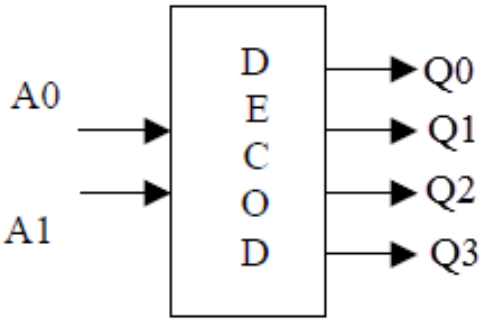
هدف : طراحی دیکدر و انکدر

DECODER یا کدبردارها مدارهایی هستند ، با n ورودی که براساس هریک ازحالات ورودی یکی از 2^n خروجی آن فعال می گردد.

آزمایش ۵-۱: طراحی دیکدر ۲به ۴

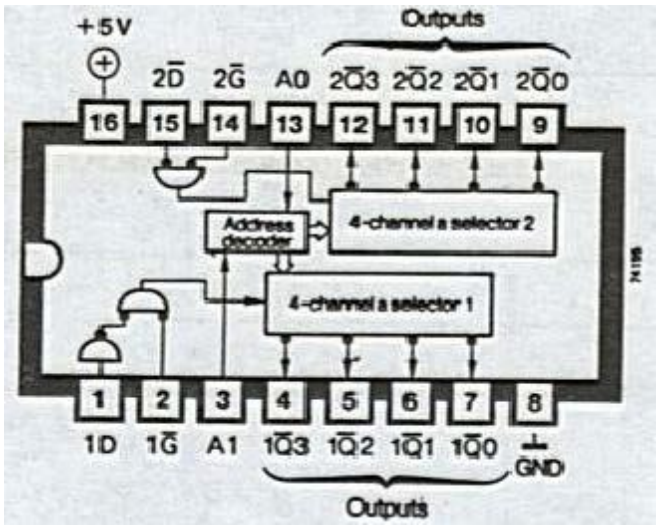
یک دیکدر ۲ به ۴ ، به کمک گیتهای پایه منطقی طراحی کنید.(توجه نمایید طراحی بصورتی باشد که در هرحالت یکی از خروجیها صفرگردد، درواقع خروجیها Active low هستند.)

A0	A1	$\overline{Q0}$	$\overline{Q1}$	$\overline{Q2}$	$\overline{Q3}$
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				



آزمایش ۵-۲: طراحی یک تابع به کمک آی سی دیکدر ۷۴۱۵۵

آي سي 74155 يك آي سي ديكدر است، كه شامل دو دويكدر2 به 4 مي باشد. باتوجه به دیتاشیت این آی سی و گیتهای منطقی دیگر تابع F=∑(0,2) را طراحی و پیاده سازی کنید.



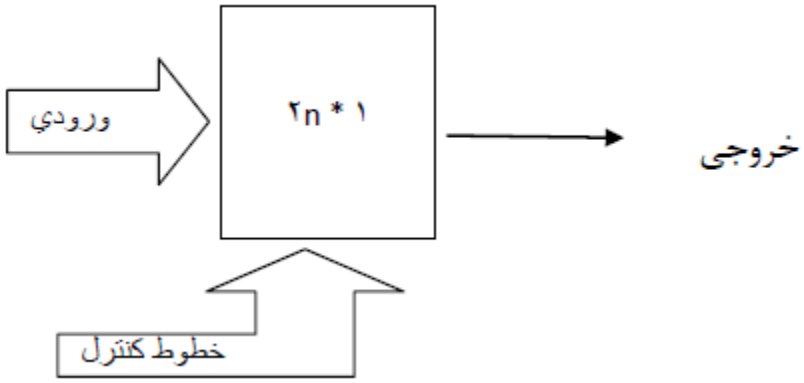
تمرین : یک انکدر ۴ به ۲ بااستفاده از گیتهای منطقی پایه طراحی کنید.

$\overline{Q0}$	$\overline{Q1}$	$\overline{Q2}$	$\overline{Q3}$	A0	A1
0	1	1	1		
1	0	1	1		
1	1	0	1		
1	1	1	0		

آزمایش شماره ۶

هدف : طراحی مالتی پلکسر و دی مالتی پلکسر

یک مالتی پلکسر مداری ترکیبی است که اطلاعات دودویی را از تعدادی خط ورودی دریافت کرده و آنها را به یک خط خروجی هدایت می نماید. انتخاب یک ورودی خاص به وسیله مجموعه ای از خطوط انتخاب انجام می شود. معمولا 2^n خط ورودی و n خط انتخاب وجود دارد و ترکیب بیتی تعیین کننده ورودی انتخاب شده است.



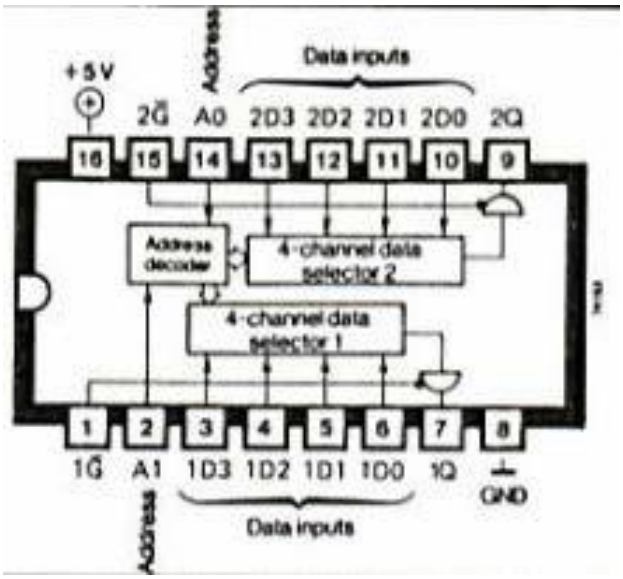
آزمایش ۶-۱ : طراحی مالتی پلکسر ۴ به ۱

یک مالتی پلکسر ۴ به ۱ با استفاده گیتهای منطقی پایه طراحی و پیاده سازی کنید.

A0	A1	Q
0	0	D_0
0	1	D_1
1	0	D_2
1	1	D_3

آزمایش ۶-۲: طراحی یک تابع به کمک آی سی مالتی پلکسر ۷۴۱۵۳

آي سي 74153 يك آي سي مالتي پلكسر است كه شامل دو مالتي پلكسر 4 به 1 مي باشد ، با توجه به ديتاشيت اين آي سي و گيتهاي منطقي مورد نياز يك تمام جمع كننده دو بيتي طراحي كنيد.



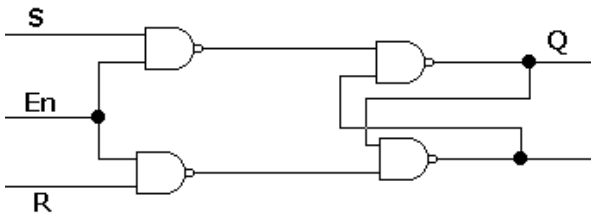
آزمایش شماره ۷

فلیپ فلاپها

آزمایش ۷-۱:

طراحی فیلیپ فلاپ R-S :

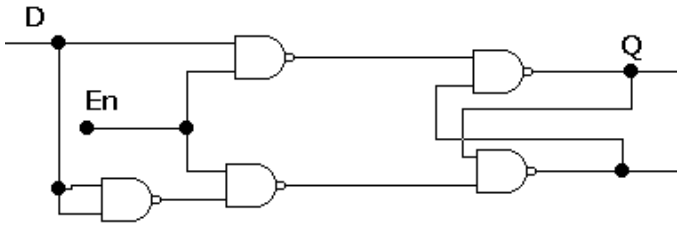
مدار شکل زیریک فیلیپ فلاپ RS به همراه ورودی Enable است. ابتدا نحوه عملکرد این فیلیپ فلاپ را به طور کامل توضیح دهید. سپس مدار زیر را روی آی سی ۷۴۰۰ که NAND دو ورودی است، پیاده سازی کنید.



آزمایش ۷-۲ :

طراحی فیلیپ فلاپ D :

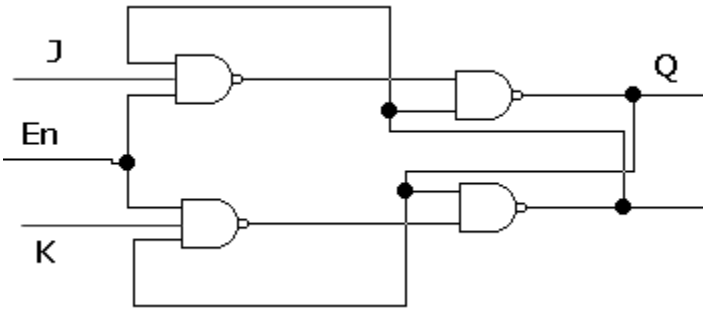
مدار شکل زیریک فیلیپ فلاپ D به همراه ورودی Enable است. ابتدا نحوه عملکرد این فیلیپ فلاپ را به طور کامل توضیح دهید. سپس مدار زیر را روی آی سی ۷۴۰۰ که NAND دو ورودی است، پیاده سازی کنید.

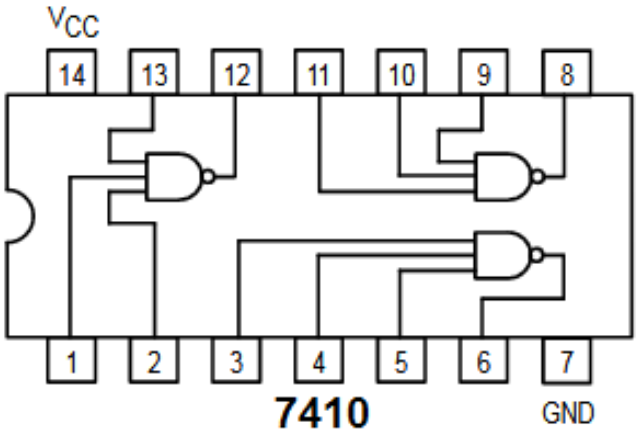


آزمایش ۷-۳:

طراحی فیلیپ فلاپ J-K :

مدار شکل زیریک فیلیپ فلاپ JK به همراه ورودی Enable است. ابتدا نحوه عملکرد این فیلیپ فلاپ را به طور کامل توضیح دهید. سپس مدار زیر را روی آی سی ۷۴۰۰ که NAND دو ورودی است، و ۷۴۱۰ که NAND سه ورودی است، پیاده سازی کنید.





آزمایش ۸

آشنایی با نمایشگر 7-segment وراه اندازی آن.

ساختار7-segment :

7-segment متشکل از دیودهای نورانی LED بوده که برای نمایش اعداد بکار می روند.یک 7-segment می تواند از نوع آند مشترک یا کاتد مشترک باشد.

هر کدام از ۷ قسمت a تا g یک دیود نورانی می باشد معمولا 7segmaent ها ، ۱۰پایه دارند که ۸ پایه شامل پایه های a تا g و dp و دوپایه دیگر که یکدیگر متصل می باشند. 7-segmsent ها بصورت آند مشترک یا کاتد مشترک در بازار موجود هستند. درحالت آند مشترک تمام آندهای دیودهای نورانی بهم متصل هستند که دو پایه ذکر شده در واقع همان پایه های مشترک آند هستند.

درحالت کاتد مشترک، کاتد تمام دیودها بهم وصل هستند و دو پایه مذکور همان پایه مشترک کاتد است.

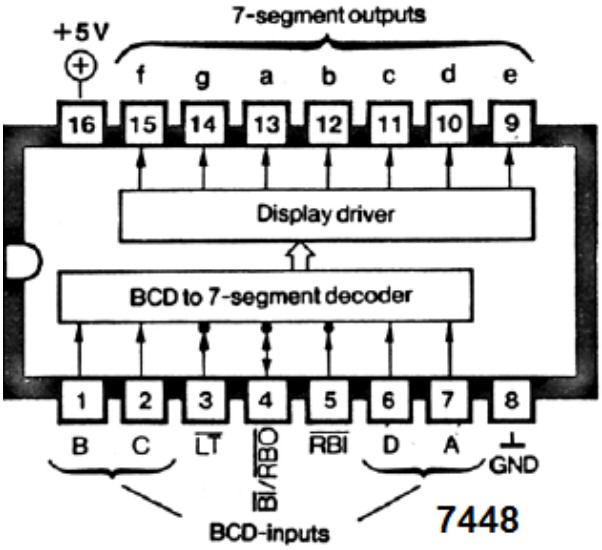
روش تست 7-segment:

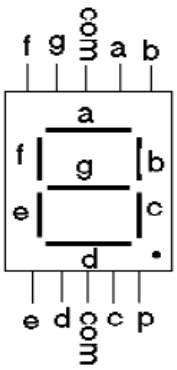
ابتدا مي بايست پايه هاي مشترک را توسط قسمت تست اتصال مولتي متر پيدا نمود . سپس باا اتصاال يکي از فيش هاي مولتي متر به پايه مشترک و حرکت فيش بعدي بر روي پايه ها مشروط به اينکه مولتي متر بر روي قسمت تست ديود قرار داشته باشد ديود هاي نوراني داخلي بصورت کم نور روشن مي شوند. دراين حالت اگر فيش قرمز بر روی پايه مشترک بود segment از نوع آند وگرنه از نوع کاتد مشترک می باشد.

راه اندازی 7-segment :

برای نمایش اعداد BCD بر روی 7-segment بسته به نوع آن ، آی سی آن نیز فرق می کند. آی سی ۷۴۴۷ جهت راه اندازی segment آند مشترک و ۷۴۴۸ جهت راه اندازی segment کاتد مشترک می باشد.

با استفاده از آی سی ۷۴۴۸ و سون سگمنت کاتد مشترک مداری طراحی کنید که اعداد ۰تا ۹ را نمایش دهد.





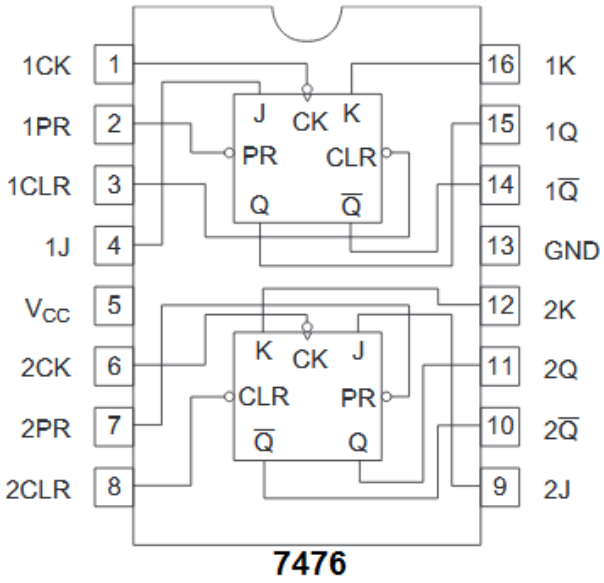
آزمایش ۹

طراحی شمارنده ناهمزمان BCD

آزمایش ۹-۱:

تست آی سی ۷۴۷۶:

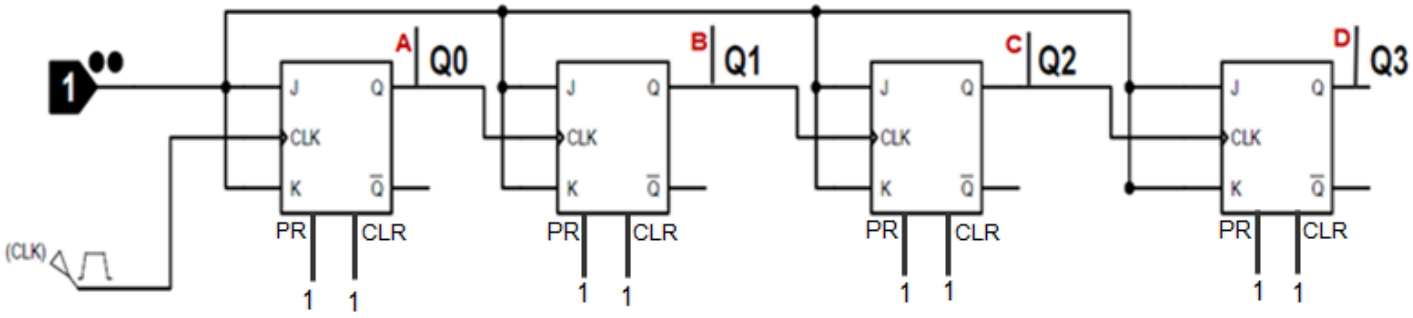
آی سی ۷۴۷۶ ، شامل دو فیلیپ فلاپ JK می باشد. با توجه به دیتاشیت این آی سی فیلیپ JK بهمراه clk را مورد آزمایش قرار دهید.(پایه PR و CLR را به 5+ ولت وصل کنید.)



آزمایش ۹-۲:

طراحی شمارنده ناهمزمان BCD

به کمک دو آی سی 7476 (آی سی شامل دو فیلیپ فلاپ JK) و آی سی 7448 و سون سگمنت کاتدمشترک یک شمارنده ناهمزمان BCD مطابق شکل زیر می توان طراحی کرد.(پایه Reset,Perset ای سی ۷۴۷۶ زمانیکه یک شود، مدار بطور نرمال عمل می کند، پس این پایه ها را به 5+ ولت وصل کنید.)



آزمایش ۹-۳:

طراحی شمارنده ناهمزمان BCD اعداد صفر تا نه

مدار آزمایش ۹-۲ بگونه ای تغییر یافته است، که از عدد ۰ تا ۹ را شمرده و با رسیدن به عدد ۱۰ ریست شده و دوباره از صفر شروع به شمارش کند.(نحوه پیاده سازی روی آی سی ها را بطور کامل در مورد هر دو مدار ترسیم کنید.)