

آزمایشگاه مدار منطقی



تنظیم: مهندس سجاد غلامرضایی سرولات

Sajgholamrezaei@gmail.com

آزمایش ۱:

عنوان آزمایش:

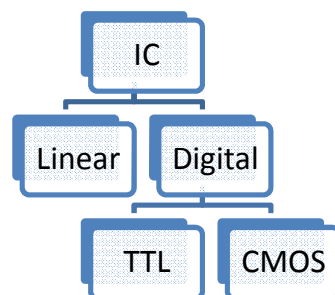
آشنایی با گیت های ساده

وسایل آزمایش:

Logic probe – ICs: 7400 – 7408 – 7404 – LED – 150Ω (Resistor) - 4011

تئوری آزمایش:

دسته بندی کلی IC ها:



IC های خطی با موج در ارتباط هستند (مثل گیرنده های ماهره و تلویزیون و سایر گیرنده های مخابراتی، تقویت کننده های ولتاژ و ...)، اما IC های دیجیتال با سطوح ولتاژ دیجیتال کار کرده و دو سطح منطقی صفر و یک دارند.

در ساختمان داخلی IC های TTL^۲ از ترانزیستورهای BJT استفاده شده است و شماره ی مشخصه ی آنها معمولا با اعداد 74 یا 54 آغاز می گردد.

در ساختمان داخلی IC های CMOS از ترانزیستور های MOSFET استفاده می شود و شماره ی مشخصه ی آنها معمولا با عدد 40 شروع می شود.

خود IC های TTL بر اساس سرعت، مصرف و ... به چندین زیردسته ی دیگر تقسیم می شوند.

¹ Integrated circuits (also called microcircuit, microchip, silicon chip, or chip)

² Transistor-transistor logic

TTL:

دسته ای از مدارات منطقی هستند که از ترانزیستورهای BJT³ و مقاوت تشکیل شده اند.

علت نام گذاری آنها این است که هم عمل گیت های منطقی و هم عمل تقویت کنندگی در این IC ها توسط ترانزیستور صورت می گیرد (با RTL⁴ و DTL⁵ مقایسه می شوند).

کلیه ی IC های TTL استاندارد، از سطح ولتاژ 5V برای تغذیه استفاده می کنند. ورودی TTL در حالتی که مقداری بین 0 تا 0.8V (نسبت به ترمینال زمین) داشته باشند low محسوب شده و زمانی که مقداری بین 2.2V تا 5V داشته باشد High محسوب می شود (البته سطح های ولتاژ در زیردسته های مختلف می توانند کمی متفاوت باشند).

TTL ها در مقایسه با دسته ی دیگری از IC ها به نام ECL⁶ توان کمتری مصرف می کنند ولی سرعت آنها پایین تر است. برای دستیابی به یک حد وسط، طراحان می توانند در یک سیستم مشخص از تکنولوژی TTL و ECL به صورت همزمان استفاده کنند.

IC های سری 7400 ساخت شرکت TI⁷ قادرند در رنج دمایی 0-70°C کار کنند، سری 5400 ساخت همین شرکت قادرند دمایی بین -55 تا +125°C را تحمل کنند.

³ Bipolar junction transistor

⁴ Resistor-transistor logic

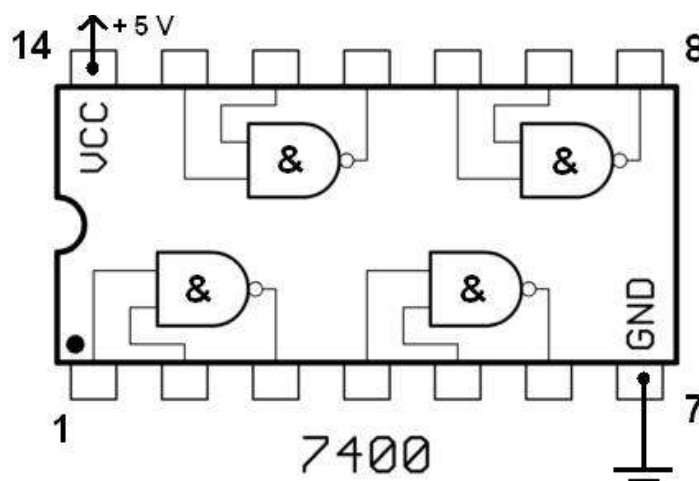
⁵ Diode-transistor logic

⁶ Emitter-coupled logic

⁷ Texas instruments

سری 7400:

اولین نسل از IC های TTL هستند که به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفتند.



در شکل فوق IC 7400 را که از چهار گیت NAND تشکیل شده است مشاهده می کنید.

عدد 7645 که در شکل پایینی مشاهده میشود نشان دهنده ی تاریخ ساخت IC است (این IC در چهل و پنجمین هفته ی سال 1976 ساخته شده است).

پسوند N بعد از شماره ی قطعه، نشان دهنده ی پک PDIP⁸ آن است.

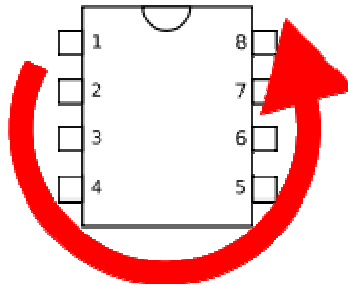
منظور از DIP، IC هایی هستند که به صورت چهارگوش ساخته شده و دارای دو ردیف Pin در دو سمت خود هستند. عددی که پس از DIP نوشته می شود نشان دهنده ی تعداد پایه های IC است، به طور مثال DIP14 یعنی IC در هر سمت خود 7 پایه دارد.

⁸ Plastic Dual In-line Package (PDIP)



ICs in DIP14-Package

DIPها دارای یک بریدگی در یک سمت خود می باشند، نحوه ی شماره گذاری پایه های DIP به این صورت است که اگر IC را به گونه ای قرار دهیم که شکاف مذکور در بالا قرار گیرد، اولین پایه ی سمت چپ از بالا، Pin#1 خواهد بود و عدد گذاری سایر پایه ها به ترتیب و در جهت خلاف عقربه های ساعت انجام می گیرد. (علت اصلی استفاده از شکاف این است که دستگاه های نصب چپ بتوانند به وسیله ی سنسورهای مکانیکی جهت صحیح آن را تشخیص دهند)



نحوه ی شماره گذاری پایه های DIP

انواع IC های موجود در سری 7400:

بر روی بدنه ی هر IC شماره ی IC و چند حرف دیده می شود، به عنوان مثال:

UM74LS08N

این اعداد معمولاً نشان دهنده ی کارخانه ی سازنده، تاریخ تولید، ساختمان داخلی، میزان مصرف و سرعت IC هستند. استانداردهای مربوط به این اعداد چنین است:

Bipolar	
74	the "standard TTL" logic family had no letters between the "74" and the specific part number
74L	Low power (compared to the original TTL logic family), very slow
H	High speed (still produced but generally superseded by the S-series, used in 1970s era computers)
S	Schottky (obsolete)
LS	Low Power Schottky
AS	Advanced Schottky
ALS	Advanced Low Power Schottky
F	Fast (faster than normal Schottky, similar to AS)

CMOS	
C	CMOS 4-15V operation similar to 4000 series
HC	High speed CMOS, similar performance to LS, 12nS
HCT	High speed, compatible logic levels to bipolar parts
AC	Advanced CMOS, performance generally between S and F
AHC	Advanced High-Speed CMOS, three times as fast as HC
ALVC	Low voltage - 1.65 to 3.3V, tpd 2Ns
AUC	Low voltage - 0.8 to 2.7V, tpd<1.9nS@1.8V
FC	Fast CMOS, performance similar to F
LCX	CMOS with 3V supply and 5V tolerant inputs
LVC	Low voltage - 1.65 to 3.3V and 5V tolerant inputs, tpd<5.5nS@3.3V, tpd<9nS@2.5V
LVQ	Low voltage - 3.3V
LVX	Low voltage - 3.3V with 5V tolerant inputs
VHC	Very High Speed CMOS - 'S' performance in CMOS technology and power
G	Super high speeds at more than 1 GHz (Produced by Potato Semiconductor)

BiCMOS	
BCT	BiCMOS, TTL compatible input thresholds, used for buffers
ABT	Advanced BiCMOS, TTL compatible input thresholds, faster than ACT

خیلی از قطعات گروه CMOS مثل خانواده های HC، AC و FC ورژن های T هم دارند (HCT، ACT و FCT) که آستانه ی ورودی های آنها^۹، هم با سیگنال های TTL و هم با CMOS های 3.3V همخوانی دارد. مثلاً ICهایی که دارای حروف HCT هستند، ساختمان داخلی شان از نوع CMOS است ولی با سطوح ولتاژی TTL کار می کنند (جزو آخرین ورژن های این دسته از ICها هستند).

خانواده ی 74H همان ساختار ابتدایی 7400 را دارا هستند ولی مقادیر مقاومت ها کاهش یافته است. این امر موجب شد تاخیر در انتشار^{۱۰} سیگنال ها از 9ns به 6ns کاهش یابد ولی توان مصرفی افزایش یافت.

خانواده ی 74S از مدارات شاتکی^{۱۱} استفاده می کند که باعث شده توان بیشتری نسبت به سری 74 مصرف نماید ولی در عوض سریع تر است.

خانواده ی 74LS نسخه ای با توان مصرفی کمتر از 74S و مقدار کمی افزایش سرعت نسبت به آن است، ولی کاهش مصرف توان آن نسبت به سری 74 اصلی محسوس است.

خانواده ی 74F که توسط شرکت Fairchild Semiconductor ارائه شده سرعت بیشتری از سری های 74، 74LS و 74S دارد.

پیشوند RSN^{۱۲} در ICهای ساخت TI، نشان می دهد که IC در مقابل اشعه ی ماورا بنفش مقاوم است.

نحوه ی شماره گذاری:

هر چند شماره گذاری بین سازندگان مختلف متفاوت است ولی معمولاً ترتیب زیر رعایت شده است:

۱. در ابتدا دو یا چند حرف آمده که مشخص کننده ی شرکت سازنده ی وسیله است.
۲. دومین پیشوند یک عدد دو رقمی است که به دما مربوط می شود، 74 به معنای رنج دمایی معمولی^{۱۳} است، 54 به معنای قابلیت تحمل دماهای بالاتر^{۱۴} می باشد.

⁹ Input thresholds

¹⁰ Propagation delay

¹¹ Schotkey circuitry

¹² The Engineering Staff, Texas Instruments [1973]. The TTL Data Book for Design Engineers, 1st edition.

¹³ Commercial temperature range

۳. تقریباً چهار حرف، خانواده ی چیپ را مشخص می کنند.
۴. انواع مختلفی از چیپ ها می توانند در یک خانواده وجود داشته باشند که دو یا سه رقم بعدی به مشخص کردن آن مربوط می شود، اگر این اعداد در دو IC متفاوت، یکی باشند می توان تا حد زیادی مطمئن شد که عملکرد و خروجی^{۱۵} چیپ ها - حتی اگر کارخانه ی سازنده ی آنها یکسان نباشد - یکسان است (البته در این مورد محدود استثنائاتی هم وجود دارد)
۵. پسوندها و اعداد اضافی ای هم ممکن است به شناسه ی IC اضافه شوند که درجه ی کیفیت^{۱۶} یا چیزهای دیگری را مشخص می کند که در بین سازندگان مختلف می تواند بسیار متفاوت باشد.

مثال:

SN74ALS245

این شماره نشان می دهد که وسیله ی مورد نظر ساخت شرکت Texas Instruments است، دمای کارکرد آن در محدوده ی دمای کارکرد تجاری سایر ICها می باشد و عضوی از خانواده ی "advanced low-power Schottky" است و در نهایت می توان دریافت که این IC دو جهته^{۱۷} بوده و 8bit بافر دارد.

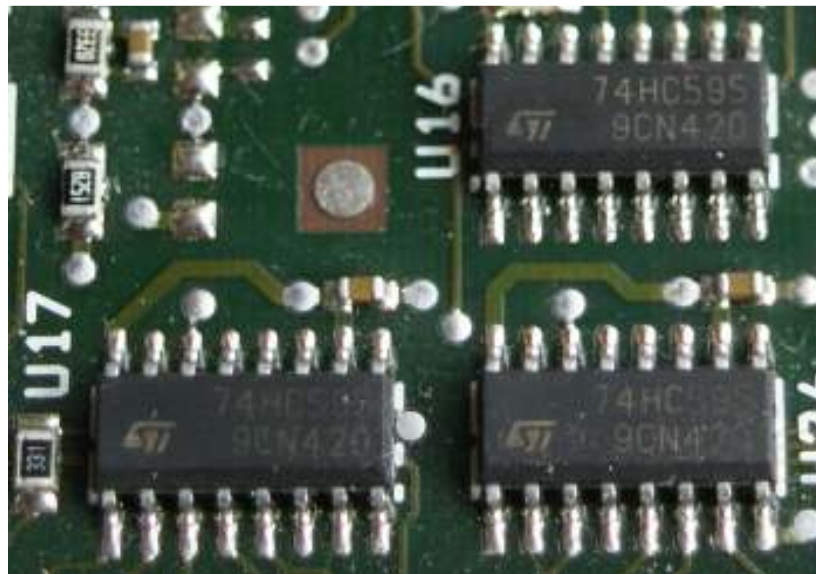
به منظور شناسایی درست IC ها باید به datasheet های شرکت سازنده ی آن مراجعه کرد.

¹⁴ Extended (military) temperature range

¹⁵ Pin-out

¹⁶ Quality grade

¹⁷ Bidirectional



شکل یک یک IC 74HC595 که بر روی یک PCB^{۱۸} نصب شده

CMOS^{۱۹}

یکی از زیردسته های اصلی IC ها CMOS است. علت نامگذاری آنها این است که در ساختمان داخلی این IC ها معمولاً از MOSFET^{۲۰} های نوع n و p استفاده می شود و این دو نوع تکمیل کننده^{۲۱} ی عملکرد یکدیگر هستند.

از مشخصات مهم MOSFET ها، یکی ایمنی آنها در برابر Noise و دیگری مصرف کم در حالت استاتیک است. البته در حالتی که MOSFET عمل سوئیچینگ بین ON و OFF را انجام می دهد، مصرف توان آن به میزان قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

در نتیجه CMOS ها نسبت به انواع دیگر گیت های منطقی تلفات کمتری دارند (مثلاً TTL یا NMOS^{۲۲}). مزیت دیگر آنها این است که با استفاده از تکنولوژی CMOS قادریم تعداد زیادی گیت را در فضای نسبتاً کمی جاسازی کنیم. مزیت های ذکر شده باعث شده اند امروزه در اکثر تکنولوژی های مدرن شاهد حضور CMOS باشیم.

¹⁸ Printed circuit board (مدار چاپی)

¹⁹ Complementary metal-oxide-semiconductor

²⁰ Metal oxide semiconductor field effect transistors

²¹ Complementary

^{۲۲} NMOS ها تنها از نیمه هادی های نوع n در ساختار داخلی خود بهره می برند.

دمای کار معمولی IC های CMOS از 55- تا 125°C + است.

سری 4000:

برخلاف سری 7400 که از تکنولوژی TTL استفاده می کرد، سری 4000 از تکنولوژی CMOS استفاده می کند. این سری در سال 1968 به عنوان جایگزینی برای سری 7400 مطرح شد. هر چند این سری نسبت به سری 7400 سرعت کمتری داشت ولی مصرف توان کمتر و قابلیت کار در یک رنج تغذیه (3V تا 15V) و نیز سادگی طراحی آن به همراه افزایش^{۲۳} fanout، سازندگان را به انتخاب آن ترقیب کرد.

در هر صورت سرعت کمتر آنها باعث شد که بیشتر در طراحی های استاتیک و کم سرعت استفاده شوند (سرعت یک CMOS حدود 1MHz است در حالی که TTL ده برابر این سرعت یعنی 10MHz را پشتیبانی می کند). ولی طولی نکشید که با پیشرفت تکنولوژی ساخت^{۲۴} این IC ها، مشکل سرعت آنها برطرف گردید.

هر چند همه ی نیمه هادی نسبت به شارژهای استاتیکی حساس هستند ولی CMOS به علت مقاومت ورودی بالای خود در مقابل شارژهای استاتیکی حساس تر است.

سرانجام مزیت های CMOS - مخصوصا در سری 74HC - چیپ های TTL قدیمی را کنار زد، ولی این امر با پیشرفت تکنیکهای LSI^{۲۵} همراه بود که منجر به کنار رفتن چیپ های مدولار گردید.

هر چند سری 4000 هنوز به صورت گسترده در دسترس است ولی جایگاه خود را نسبت به دو دهه ی پیش از دست داده است. در دهه های 70 و 80 میلادی ورژن های جدیدی از این سری با نام های 45xx و 45xxx به بازار ارائه شد که مهندسان آنها را جزوی از سری 4000 محسوب می کنند.

در سال 1990 برخی از سازندگان (مثل TI) سری 4000 را به سری 74HC/74HCT خود منتقل کردند تا چیپ هایی مثل 74HCT4060 را که قابلیت های 4060 و سرعت 74HCT را همزمان دارا بودند معرفی کنند.

^{۲۳} منظور از این fanout قابلیت یک گیت منطقی برای راه اندازی تعدادی از ورودی های گیت های منطقی دیگر از همان نوع است که در مدارات پیچیده کاربرد زیادی دارد. یک گیت منطقی ایده آل دارای fanout بی نهایت است. (در مقابل fanin به معنای تعداد ورودی های یک گیت منطقی است)

^{۲۴} Fabrication

^{۲۵} Large-Scale Integration: تکنولوژی قرار دادن ده ها هزار ترانزیستور در یک چیپ.

مقایسه ی IC های TTL و CMOS:

همان طور که دیدیم یکی از تفاوت های اصلی IC های TTL با CMOS در نوع ترانزیستوری بود که این دو دسته استفاده می کنند (TTL از BJT و CMOS از FET استفاده می نماید)، این تفاوت در ساختار تفاوت های کاربردی ای را ایجاد می کند که در ادامه به آنها اشاره می شود.

سرعت IC های TTL نسبت به CMOS بیشتر است ولی IC های CMOS دارای توان مصرفی خیلی کمتری می باشند. البته این نکته را هم باید در نظر گرفت که توان مصرفی IC های TTL به فرکانس بستگی ندارد ولی توان مصرفی IC های CMOS با افزایش فرکانس کاری (سرعت ساعت)، افزایش می یابد.

تفاوت بعدی در ولتاژ تغذیه ی این IC ها است، به طوری که TTL ها معمولا با ولتاژ 5V تغذیه می گردند ولی IC های CMOS یک رنج ولتاژی برای تغذیه را ساپورت می کنند.

در IC های TTL منظور از منطق صفر، ولتاژ صفر و منظور از منطق یک، ولتاژ 5V است. البته این IC ها بالاتر از 3.5V را 5 در نظر می گیرند و پایین تر از آن را صفر فرض می کنند.

ولتاژ	منطق
0	0
5V	1

ولی در IC های CMOS داریم:

ولتاژ	منطق
0	0
3V-15V	1

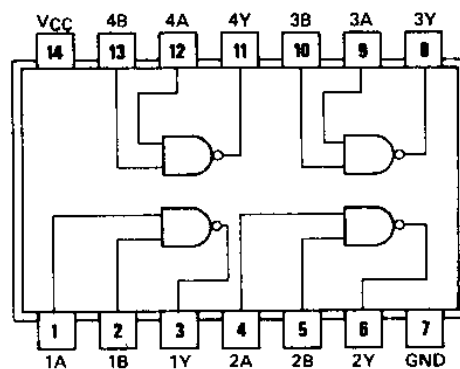
و در نهایت باید گفت که تکنولوژی CMOS می تواند در حجم های بسیار کمتر از TTL ساخته شود.

شرح آزمایش:

در زیر ساختمان داخلی IC هایی را که در این آزمایش استفاده خواهیم کرد مشاهده می کنید:

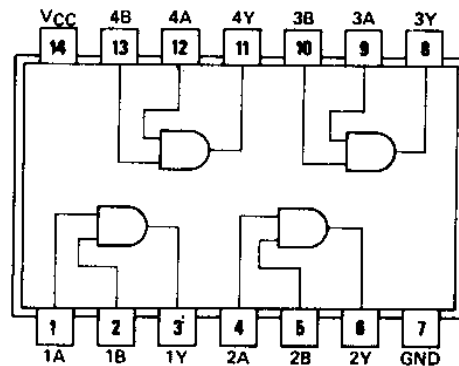
7400: Quad 2-input NAND gate

7400



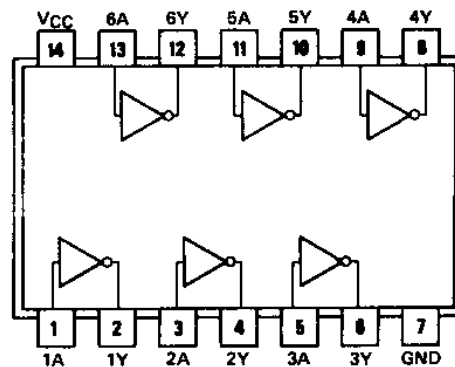
7408: Quad 2-input AND gate

7408

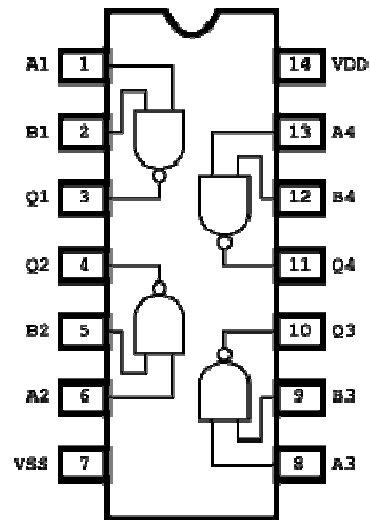


7404: Hex Inverter

7404



4011 - Buffered Quad 2-Input NAND gate



۴۰۱۱

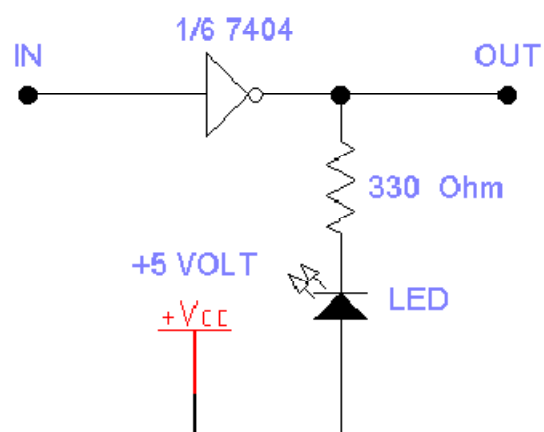
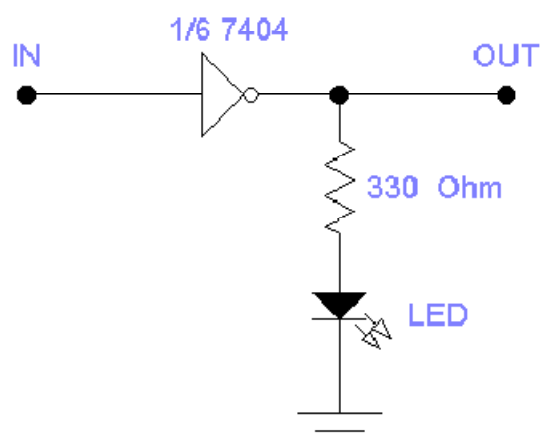
می خواهیم عملکرد گیت های AND، NAND و NOT را با استفاده از IC های فوق بررسی کنیم و نتایج را در جدولی ثبت نماییم.

برای تست خروجی گیت ها می توان یا از یک LED که با یک مقاومت سری شده استفاده کرد (به جهت دیود دقت شود) و یا از logic probe استفاده نمود.

برای گیت NOT:

آزمایش: در این قسمت تراشه ۷۴۰۴ که حاوی ۶ دروازه NOT است مورد بررسی قرار می گیرد.

مدارهای شکل ۱ و ۲ را بسته و جدول ۱-۱ را کامل کنید.



ولتاژ ورودی (V)	ولتاژ خروجی (V)		
	بدون بار	با بار شکل ۱-۱	با بار شکل ۲-۱
۰			
۵			

جدول ۱-۱

این کار را برای IC های دیگر نیز تکرار کنید و جواب را در جدول زیر بنویسید؟

نتایج حاصل از آزمایش:

NOT – 7404	
Input	Output
0	
1	
Open	

AND – 7408		
Input		Output
X	Y	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
Open	0	
Open	1	
Open	Open	

NAND – 4011		
Input		Output
X	Y	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
Open	0	
Open	1	
Open	Open	

NAND – 7400		
Input		Output
X	Y	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
Open	0	
Open	1	
Open	Open	

سوال:

با توجه به جداول مربوط به IC های TTL، این IC ها ورودی باز را چه فرض می کنند؟

سوال:

با توجه به جدول مربوط به CMOS، این IC ها ورودی باز را چه فرض می کنند؟

آزمایش ۲:

عنوان آزمایش:

کاربرد IC ها در مدار

مدار شکل زیر را بسته و جدول زیر را کامل کنید.

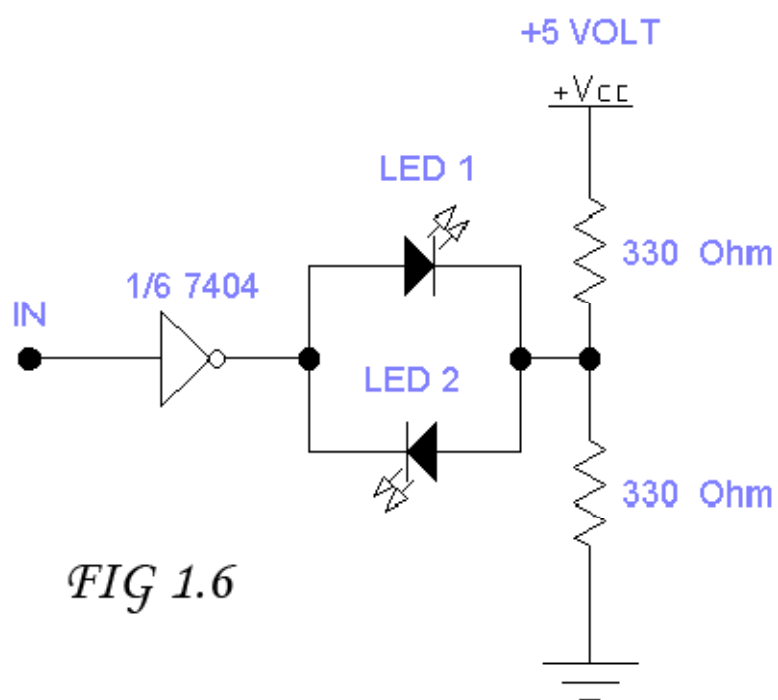


FIG 1.6

ورودی (ولت)	وضعیت دیود های نورانی	
IN (V)	LED 1	LED 2
0		
5		

آزمایش ۳:

عنوان آزمایش:

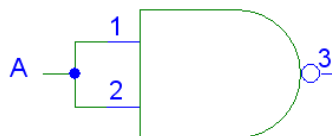
طراحی گیت های مختلف به وسیله گیت NAND:

موضوع آزمایش :

در این جلسه با طراحی دروازه های مختلف (NOT , AND , OR) با استفاده از دروازه NAND آشنا می شویم .

مرحله اول آزمایش :

در این مرحله به کمک IC شماره ۷۴۰۰ که شامل ۴ دروازه NAND است دروازه NOT را طراحی می کنیم . برای این کار ورودی های این گیت را به هم وصل کرده و آن ها را به یک سطح ولتاژ (H , L) متصل می کنیم . این دروازه خروجی خود را NOT می کند .

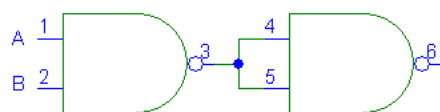


$$\overline{A.A} = \overline{A} + \overline{A} = \overline{A}$$

ورودی	خروجی
L	
H	

مرحله دوم آزمایش :

در این مرحله دروازه AND را به کمک دروازه NAND طراحی می کنیم .

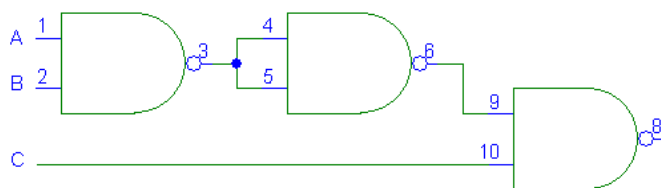


A	B	خروجی
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

$$\overline{\overline{A.B}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}} = A.B$$

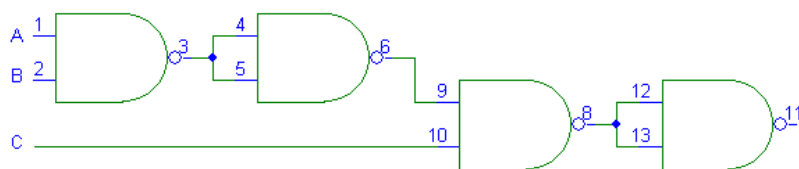
مرحله سوم آزمایش :

در این مرحله ۳ ورودی را توسط گیت NAND با هم AND و یا NAND می کنیم .



$$\overline{\overline{\overline{A.B.C}}} = \overline{\overline{A.B.C}}$$

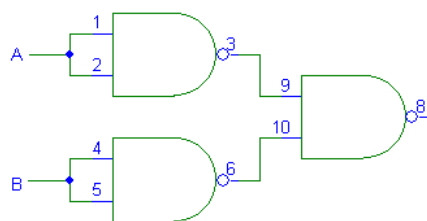
A	B	C	خروجی 1	خروجی 2
L	L	L		
L	L	H		
L	H	L		
L	H	H		
H	L	L		
H	L	H		
H	H	L		
H	H	H		



$$\overline{\overline{A.B.C}} = \overline{\overline{A.B.C}} = A.B.C$$

مرحله چهارم آزمایش :

این بار نیز دروازه OR دو ورودی را با استفاده از گیت NAND طراحی می کنیم .

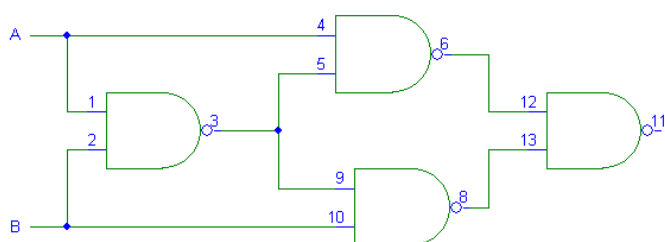


A	B	خروجی
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

$$\overline{\overline{A.B}} = A + B$$

مرحله پنجم آزمایش :

مدار زیر را توسط گیت NAND پیاده سازی می کنیم و جدول صحت آن را بدست می آوریم و نحوه عملکرد آن را به صورت یک تابع می نویسیم . همانطور که ملاحظه می شود این مدار گیت XOR را تولید می کند .



A	B	خروجی
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

$$\begin{aligned}\overline{\overline{A}(\overline{A.B})} \cdot \overline{\overline{B}(\overline{A.B})} &= \overline{\overline{A}(\overline{A.B})} + \overline{\overline{B}(\overline{A.B})} = \overline{\overline{A}(\overline{A+B})} + \overline{\overline{B}(\overline{A+B})} = 0 + A.\overline{B} + \overline{A}.B + 0 \\ &= \overline{A}.B + \overline{B}.A\end{aligned}$$

آزمایش ۴:

عنوان آزمایش:

طراحی جمع کننده ها:

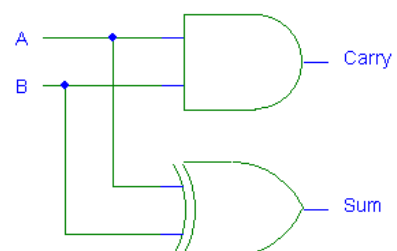
موضوع آزمایش :

در این جلسه با جمع کننده Half Adder آشنا شده و توانایی ساخت یک Full Adder را با استفاده از Half Adder فرا خواهیم گرفت .

مرحله اول آزمایش :

در این مرحله می خواهیم یک جمع کننده دوبیتی یا Half Adder طراحی کنیم . همانطور که در طراحی این جلسه دیده شد تابع به دو صورت است . یکی تابع رقم حاصل جمع و دیگری تابع Carry .

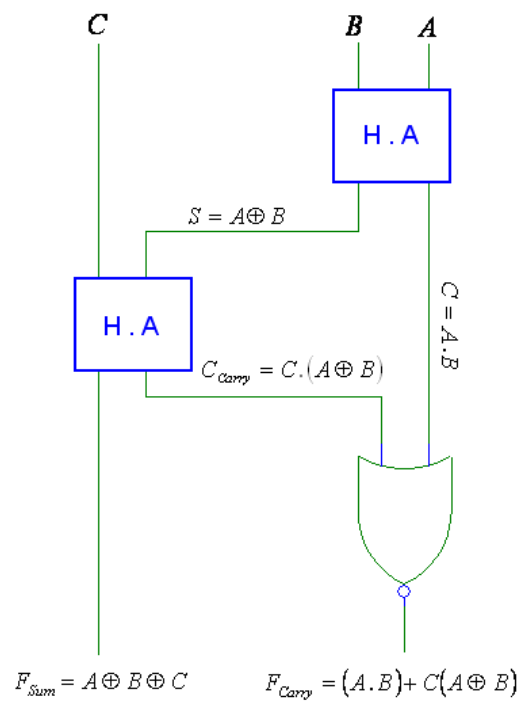
$$F_{Carry} = A.B$$



$$F_{Sum} = A \oplus B$$

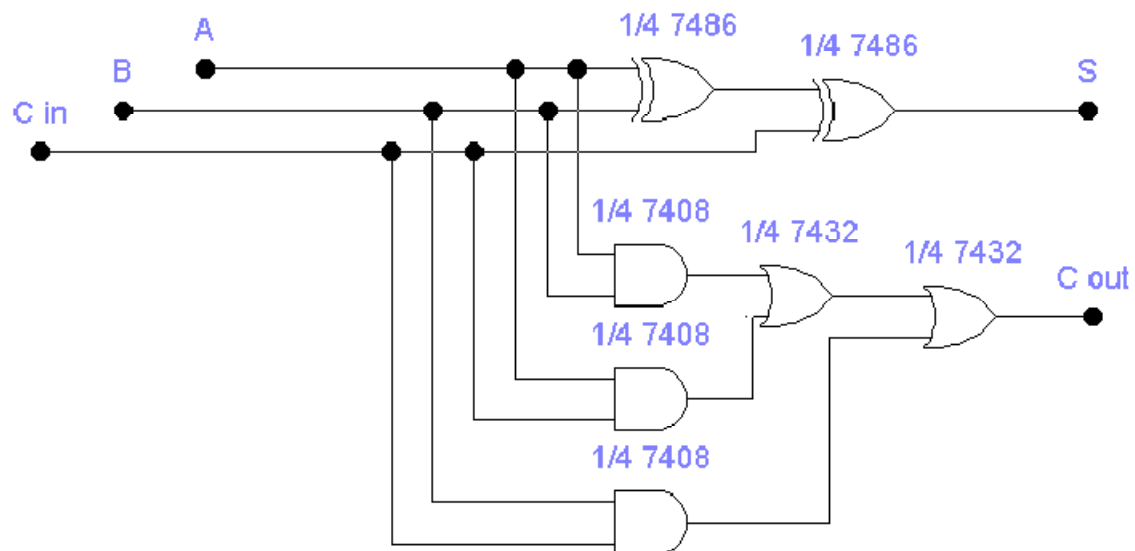
مرحله دوم آزمایش :

در این مرحله توسط چند جمع کننده دو بیتی یک جمع کننده کامل می سازیم . بر طبق محاسبات قبلی توابع این مدار به صورت زیر است .



$$F_{Sum} = A \oplus B \oplus C$$

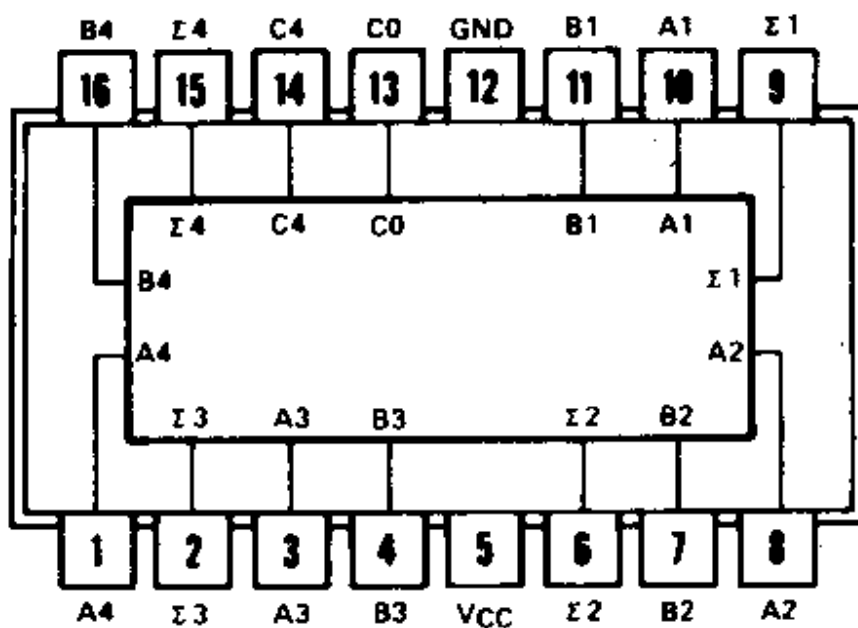
با توجه به فرمول های بدست آمده فوق ما می توانیم مدار زیر را برای یک جمع کننده کامل طراحی نماییم.



INPUT			OUTPUT	
A	B	Cin	S	C out
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

مشخصات تراشه 7483:

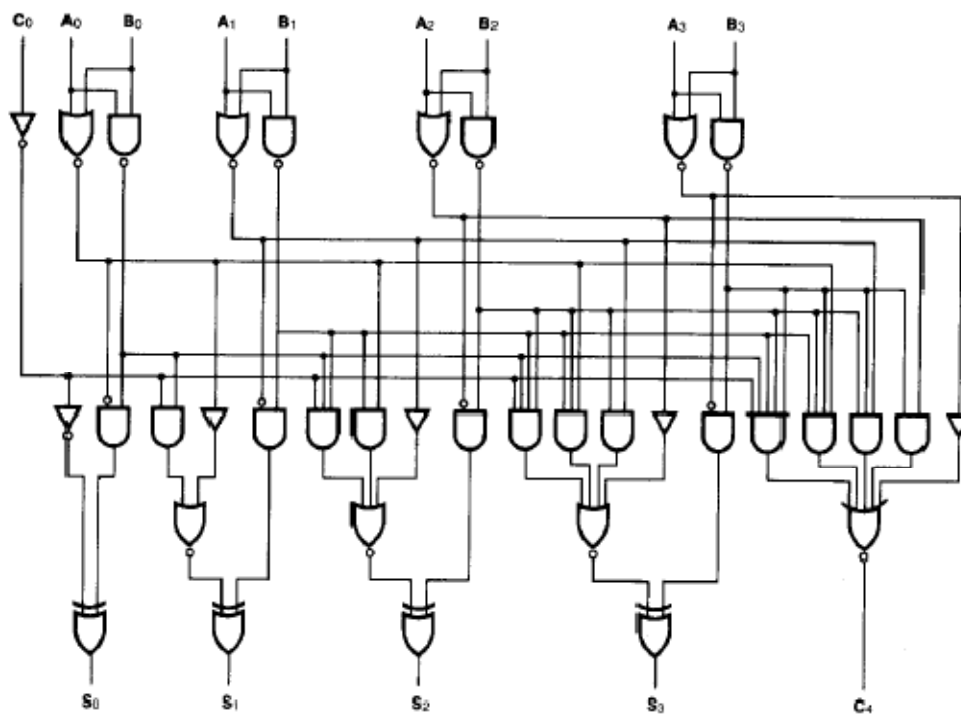
7483



این IC دو عدد ۴ بیتی A، با بیت های $A_4A_3A_2A_1$ و B با بیت های $B_4B_3B_2B_1$ به همراه حامل ورودی C_0 را با هم جمع کرده و در خروجی های $\Sigma_4\Sigma_3\Sigma_2\Sigma_1$ قرار می دهد و اگر جمع دو عدد حامل ایجاد کند حامل ایجاد شده را روی خروجی C_4 قرار می دهد.

مدار داخلی این IC به صورت زیر است.

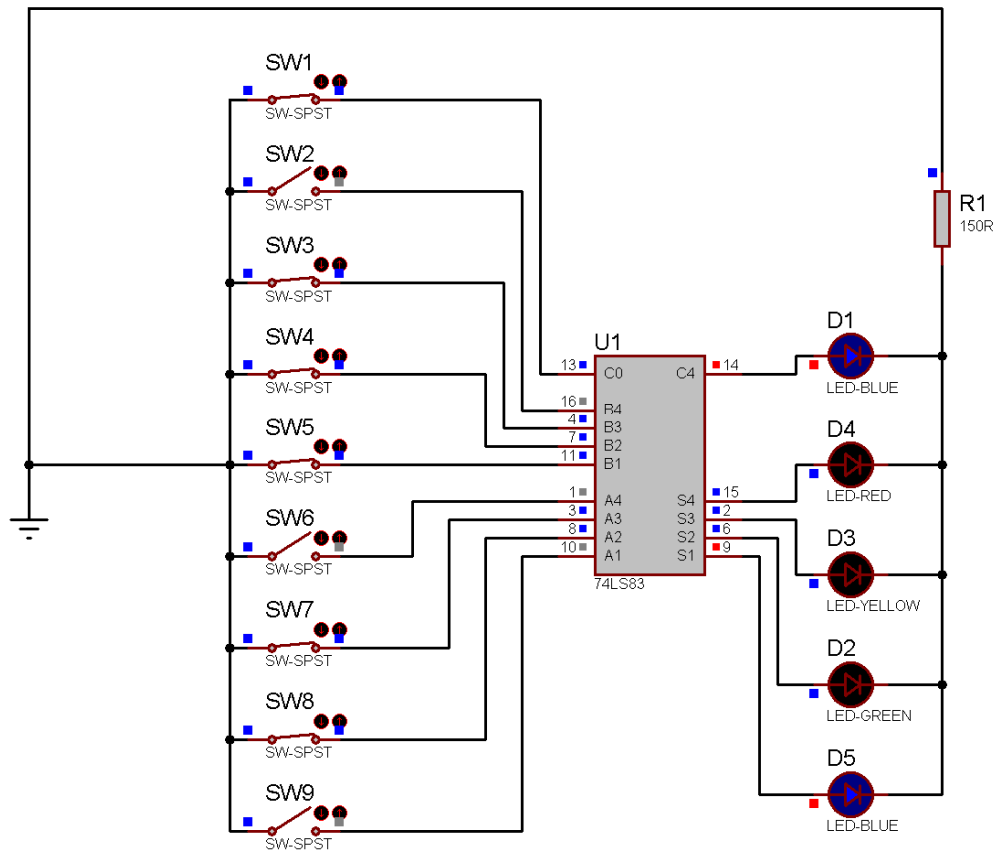
LOGIC DIAGRAM



IC را در حالت های زیر آزمایش می کنیم:

$$\begin{cases} A = 4 = (100)_b \\ B = 5 = (101)_b \\ C_0 = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = 9 = (1001)_b \\ B = 8 = (1000)_b \\ C_0 = 0 \end{cases}$$



نتایج بدست آمده:

به ترتیب اعداد ۱۰۱۰ (معادل ۱۰) و ۱۰۰۰۱ (معادل ۱۷) در خروجی مشاهده شد.

سوالات:

سوال: با استفاده از کتب مرجع شماره چند تراشه جمع کننده دیگر را یافته و یکی را به اختصار توضیح دهید.

CMOS :

4008 (4 bit full adder)

4032 (3 serial adder-P logic)

4038 (3 serial adder-N logic)

4560 (4 bit decimal adder)

TTL :

7479 (1 bit full adder)

7482 (4 bit adder)

7483 (2 full adder)

سوال: با استفاده از یک تراشه 7483 و یک تراشه 7486 یک مدار جمع کننده / تفریق کننده طراحی نموده که در صورت $M=LOW$ مدار به صورت جمع کننده و در صورت $M=HIGH$ مدار به صورت تفریق کننده عمل نماید.

آزمایش ۵:

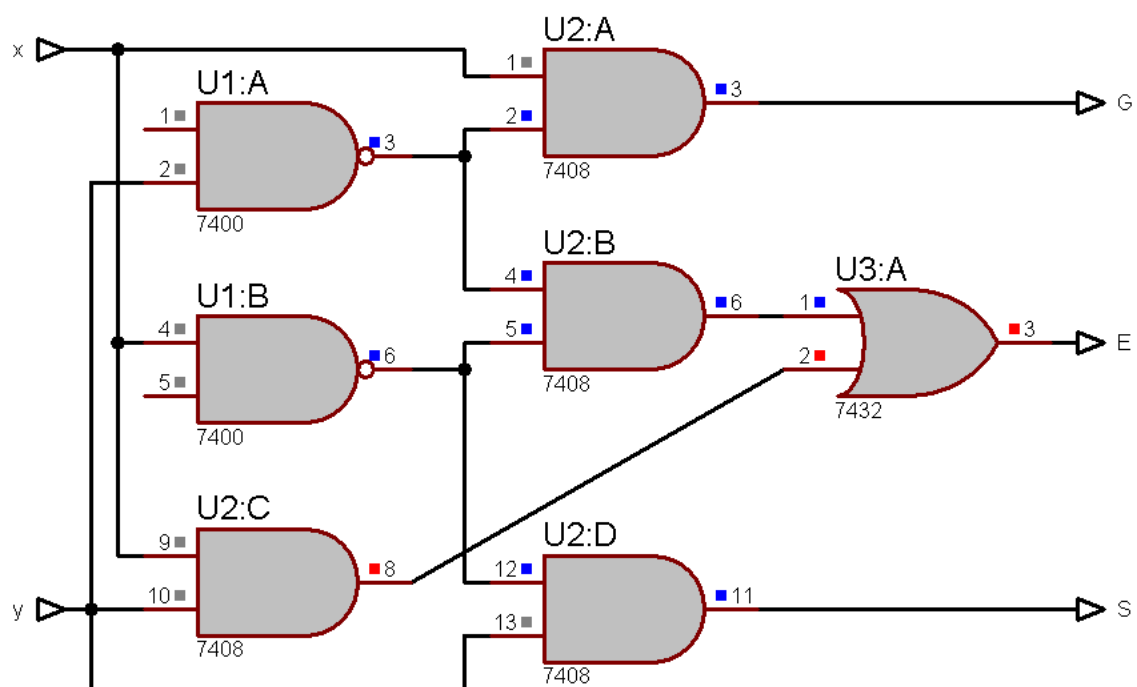
عنوان آزمایش:

طراحی مقایسه کننده ها:

مدار یک مقایسه کننده ی ۱ بیتی را طراحی کنید.

x	y	G	E	S
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

$$G = xy' \quad \& \quad E = xy + x'y' \quad \& \quad S = x'y$$



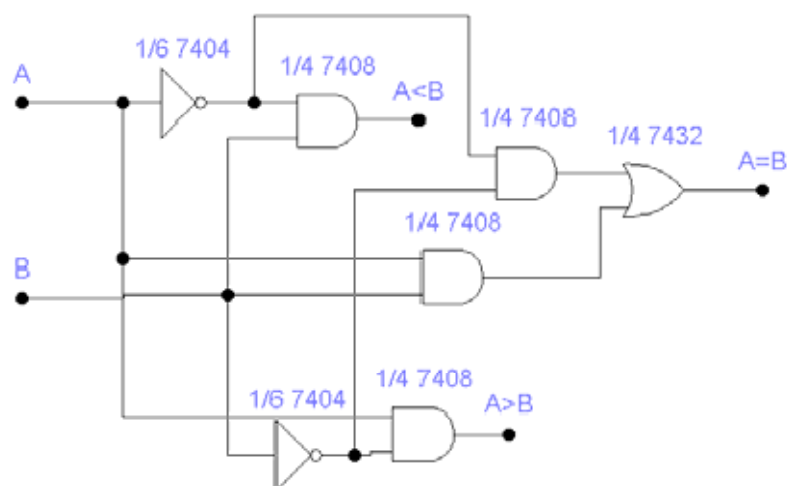
سوال: با استفاده از تراشه های 7404 و 7408 و 7432 یک مقایسه کننده یک بیتی طراحی کنید.

INPUT		OUTPUT		
A	B	A<B	A=B	A>B
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

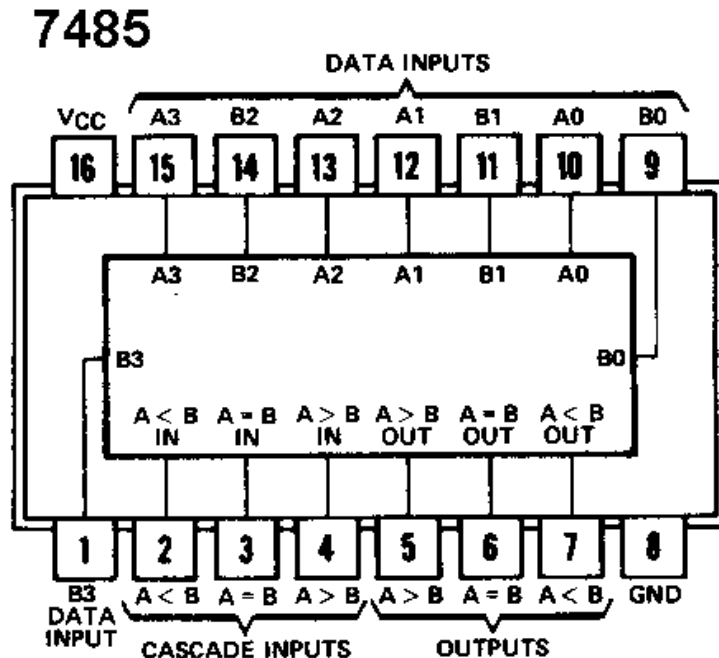
$$A < B = A' B$$

$$A = B = A' B' + A B$$

$$A > B = A B'$$



مشخصات کامل تراشه 7485:



این IC دو عدد ۴ بیتی A و B با بیت های $A_4A_3A_2A_1$ و $B_3B_2B_1B_0$ را با هم مقایسه کرده و در هر یک از حالات $A < B$ یا $A > B$ خروجی مربوطه را فعال می کند. در این دو حالت ورودی های مقایسه کننده بررسی نمی شوند ولی اگر $A = B$ باشد به ورودی های مقایسه کننده رجوع می شود و هر پایه ای از ورودی مقایسه کننده که فعال باشد خروجی متناسب با آن فعال خواهد شد.

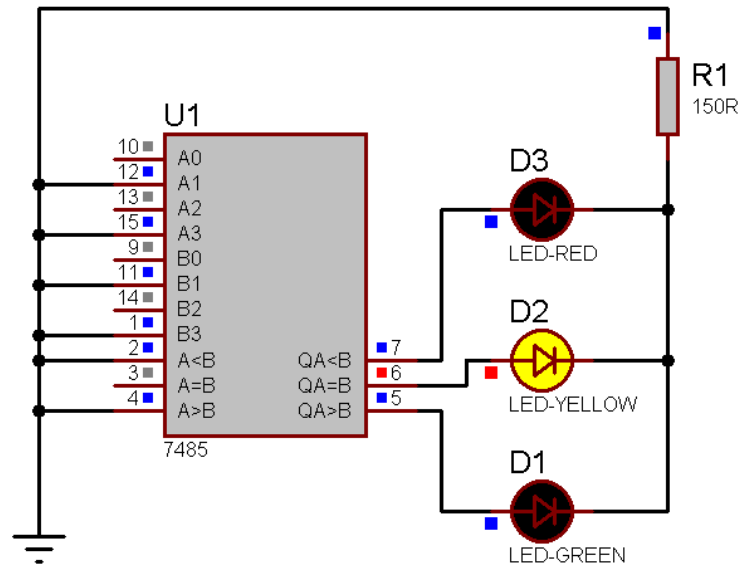
بنابراین اگر می خواهیم فقط دو عدد چهاربیتی را مقایسه کنیم به ورودی های مقایسه کننده ی $A = B$ مقدار یک و سایر ورودی ها را صفر می گذاریم.

IC ها را در حالت های زیر آزمایش کنید:

$$\begin{cases} A = 5 = (101)_b \\ B = 4 = (100)_b \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = 5 = (101)_b \\ B = 5 = (101)_b \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = 5 = (101)_b \\ B = 6 = (110)_b \end{cases}$$



آزمایش ۶:

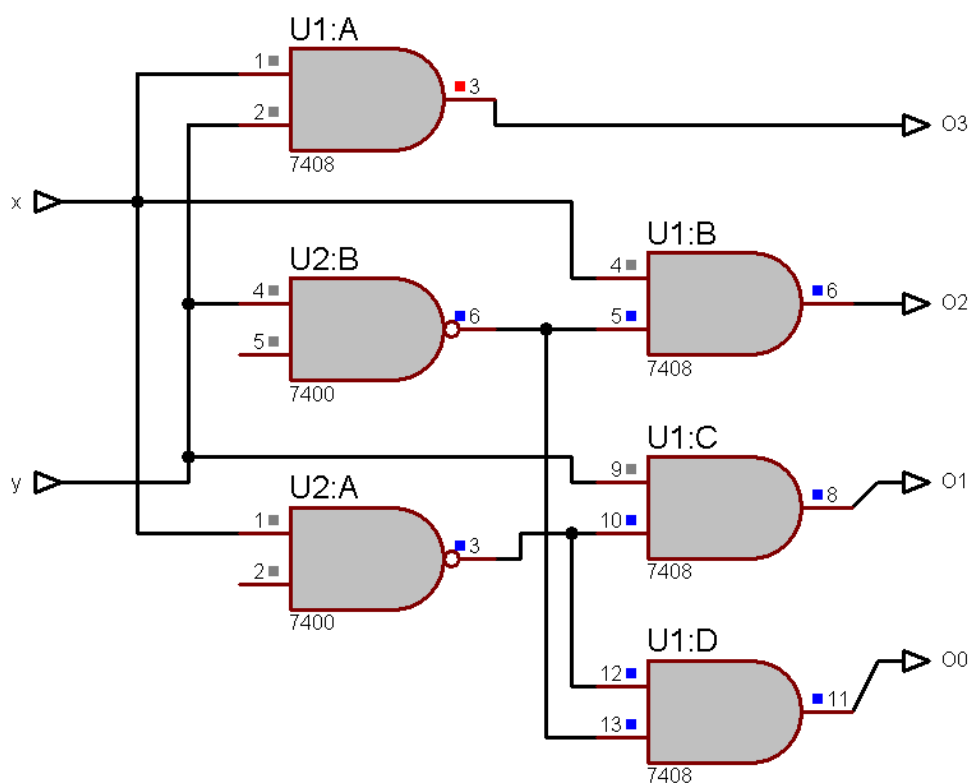
عنوان آزمایش:

طراحی دیکدر ۲ به ۴

مدار یک دیکدر ۲ به ۴ را طراحی کنید.

x	y	O ₃	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

$$O_3 = xy \quad O_2 = xy' \quad O_1 = x'y \quad O_0 = x'y'$$

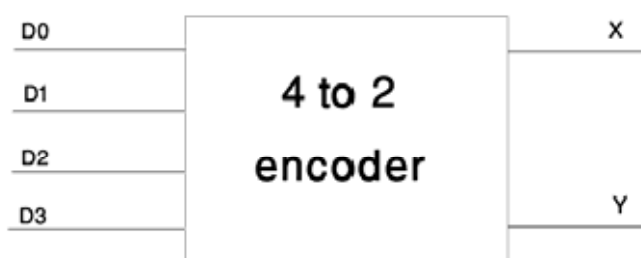


آزمایش ۷:

عنوان آزمایش:

طراحی مدار یک انکدر ۴ به ۲:

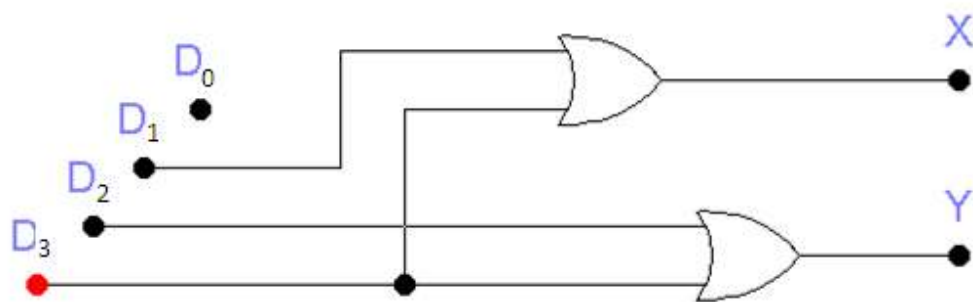
با استفاده از یک تراشه ۷۴۰۰ یک Encoder طراحی نمایید؟ برای این کار به بلوک دیاگرام و جدول زیر توجه نمایید.



INPUT				OUTPUT	
D0	D1	D2	D3	X	Y
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

$$X = D2 + D3$$

$$Y = D1 + D3$$



INPUT				OUTPUT	
D_0	D_1	D_2	D_3	X	Y
1	0	0	0		
0	1	0	0		
0	0	1	0		
0	0	0	1		

مشخصات کامل تراشه ۷۴۱۵۵:

دو توزیع کننده اطلاعات یک به چهار (دی مالتی پلکسر)

این آی سی شامل دو توزیع کننده اطلاعات یک به چهار می باشد، که این دو توزیع کننده اطلاعات را میتوان بطور مستقل از هم بکار برد، ولی باید توجه داشت که ورودیهای آدرس این دو توزیع کننده بصورت مشترک می باشند.

خروجی بوسیله آدرسهای قرار گرفته در پایه های ۳ و ۱۳ انتخاب می شود. برای مثال، اگر پایه ۳ و ۱۳ هر دو به صفر وصل شوند، خط صفر (پایه ۷) انتخاب خواهد شد.

اگر پایه های DATA IN1 به یک و پایه های ENABLE1 به صفر وصل شوند آی سی در حالت یک قرار می گیرد، که در این حالت خروجی انتخاب شده بوسیله خطوط آدرس، صفر خواهد بود. و اگر DATA IN2 به یک و ENABLE2 به صفر وصل شود آی سی در حالت دو قرار می گیرد، که در این حالت خروجی انتخاب شده بوسیله خطوط آدرس، صفر خواهد بود.

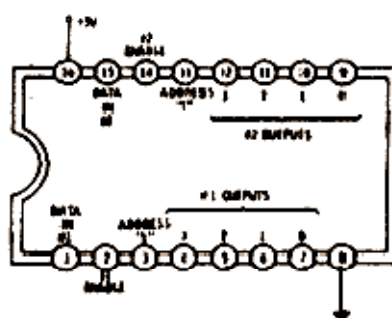
اگر ENABLE1 صفر باشد، آی سی در حالت یک بوده و متمم DATA IN2 در پایه انتخاب شده خروجی ظاهر خواهد شد.

توجه داشته باشید که هر دو قسمت این آی سی با هم برابر نیستند. حالت یک متمم اطلاعات را می دهد و حالت دو خود اطلاعات را در خروجی ظاهر می کند.

از این آی سی میتوان بعنوان یک توزیع کننده اطلاعات یک به هشت استفاده کرد. در این حالت بایستی پایه های DATA IN به هم وصل شوند و پایه های ENABLE نیز به هم وصل شده که چهار خط ورودی آدرس بدست می آید.

اگر ENABLE، ها هر دو صفر شوند، خروجی انتخاب شده توسط خطوط آدرس صفر خواهد بود.

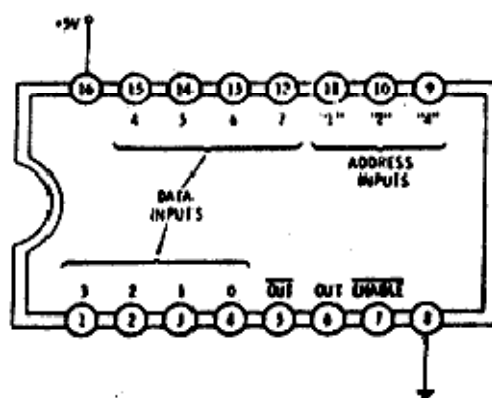
مدت زمان انتخاب آدرس در این آی سی برابر ۲۱ نانو ثانیه بوده و کل جریان مصرفی آن برابر ۲۵ میلی آمپر می باشد.



مشخصات کامل تراشه ۷۴۱۵۱:

انتخاب کننده اطلاعات هشت به یک (ماتریس)

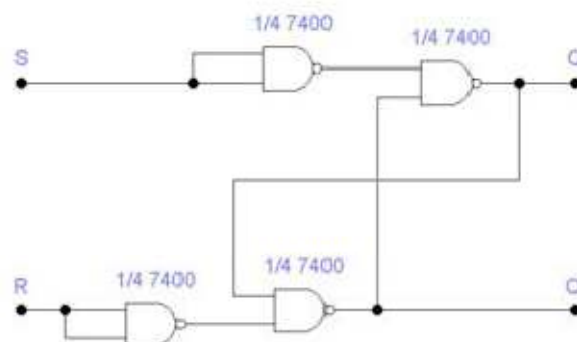
این آی سی بعنوان انتخاب کننده اطلاعات هشت به یک بکار می رود. در حالت عادی، پایه ۷ بایستی به صفر وصل شود، و اگر این پایه یک شود، خروجی پایه ۶ به یک و خروجی پایه ۵ به صفر می رود. معادل باینری ورودی های قرار گرفته در پایه های ۱۱ و ۱۰ و ۹ اطلاعات مربوطه را انتخاب کرده و متمم آن را در خروجی پایه ۶ و خود اطلاعات را در پایه ۵ ظاهر می کند. برای مثال، اگر ورودی های آدرس بترتیب ۱۰۱ باشد، که معادل باینری عدد ۵ می باشد، اطلاعات موجود در ورودی خط ۵ (پایه ۱۴) بصورت اینورت شده در پایه ۶ و خود اطلاعات در پایه ۵ ظاهر خواهد شد. توجه داشته باشید که چون اطلاعات پایه ۵ از یک گیت اینورت عبور می کند لذا اطلاعات در پایه ۶ نسبت به پایه ۵ سریعتر ظاهر می شود. مدت زمان انتخاب اطلاعات در این آی سی برابر ۱۹ نانو ثانیه بوده و کل جریان مصرفی آن برابر ۲۹ میلی آمپر می باشد.



عنوان آزمایش:

طراحی فلیپ فلاپ RS:

فلیپ فلاپ RS نا همگام شکل زیر را مورد آزمایش قرار دهید؟

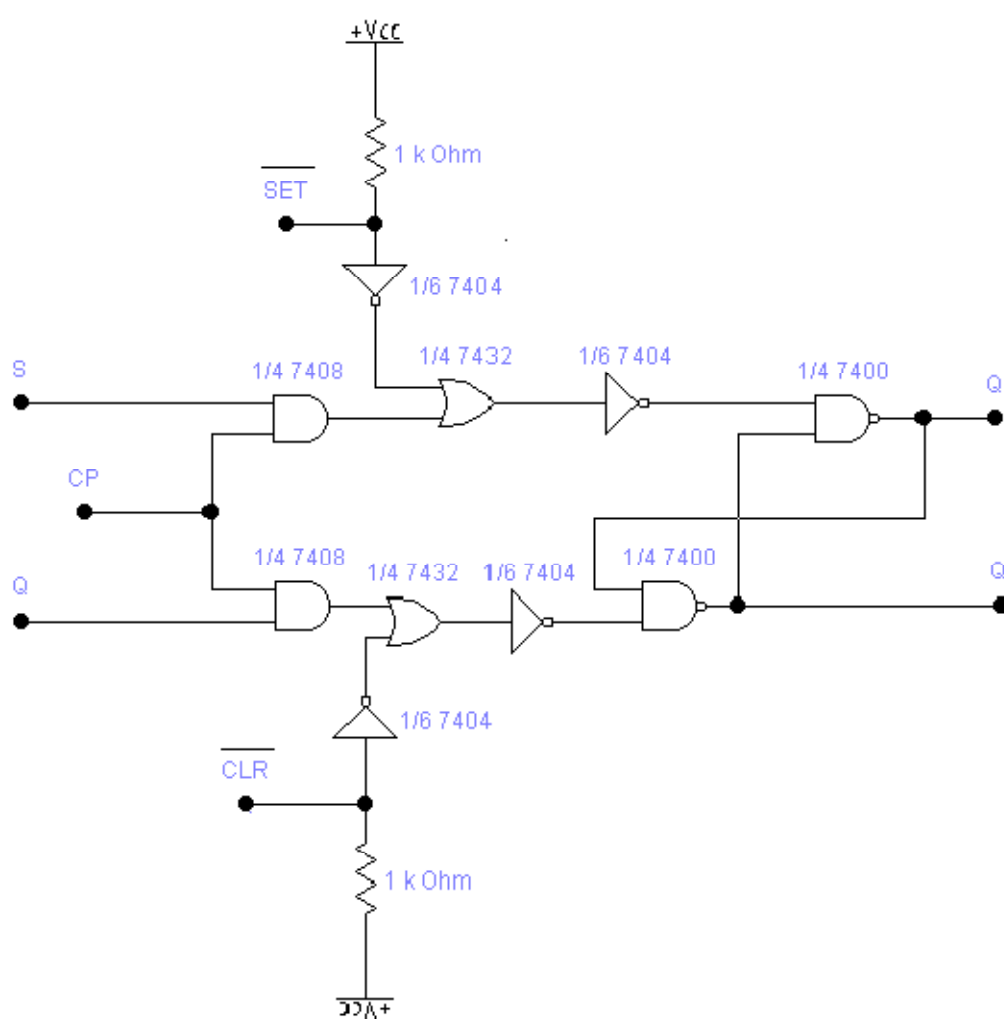


شکل

INPUT		OUTPUT	
S	R	Q	Q'
1	0		
0	0		
0	1		
0	0		
1	1		

سوال:

با تغییر مناسب فلیپ فلاپ فوق را به RS Clocked تبدیل نموده و برای آن پایه های کنترل CLR, SET قرار دهید؟



آزمایش ۹:

عنوان آزمایش:

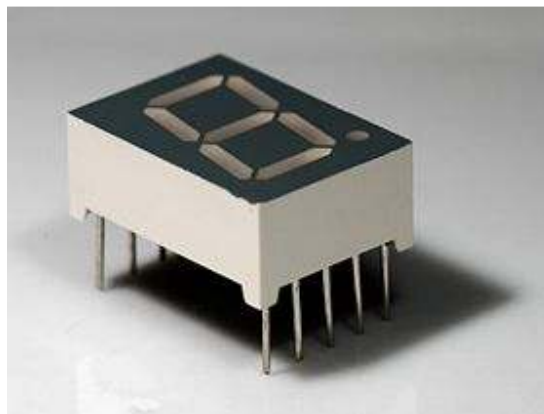
آشنایی با مبدل BCD به 7-segment

وسایل آزمایش:

7447 – LED - 150Ω - Common Anode 7-Segment

تئوری آزمایش:

Seven-segment display

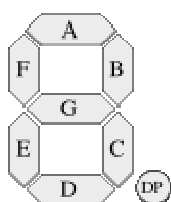


A typical 7-segment [LED](#) display component, with decimal point.

یک نمایشگر الکترونیکی است. از هفت عنصر نورانی تشکیل می شود که هر یک می توانند روشن یا خاموش باشند، با ترکیب آنها می توان اعداد را نمایش داد.

هر بخش از 7segment را با یکی از حروف A تا G مشخص می کنند. نقطه ی اعشاری کناری برای نشان دادن اعداد غیر صحیح بکار می رود.

به وسیله ی به وسیله ی 7segment قادریم کلیه اعداد ۰ تا ۹ به همراه اعداد A تا F را (در مبنای hex) نشان دهیم.



The individual segments of a seven-segment display.

در یک پکیج ساده تشکیل شده از LED، یکی از پایه های LED به یکی از ترمینال های خروجی و پایه ی دیگر به ترمینال مشترک همه ی LED ها متصل است. پایه ی مشترک یا باید به پایه Anode (مثبت) دیود های متصل باشد یا به پایه ی Cathode (منفی) وصل باشد. بر اساس همین موضوع به 7segment، آند مشترک یا کاتد مشترک می گویند. بنابراین یک 7segment همراه با $DP^{۲۶}$ ، تنها به نه پایه جهت اتصال و نمایش نیاز خواهد داشت.

مسلم است که اگر 7segment از نوع آند مشترک باشد به هر ورودی که ۱ بدهیم چراغ مربوط به آن روشن خواهد شد ولی در نوع کاتد مشترک ورودی صفر باعث روشن شدن خواهد شد.

برای جلوگیری از سوختن دیود ها هنگام اتصال، یک مقاومت در پایه ی مشترک قرار می دهند.

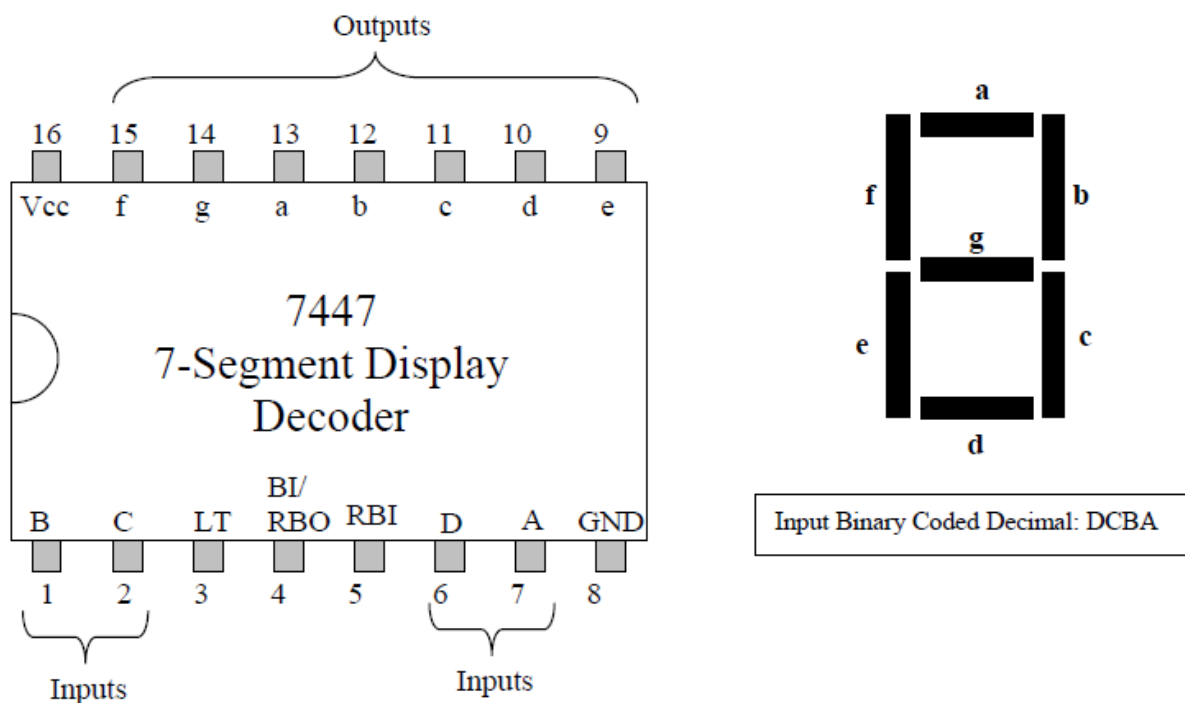
برای پیدا کردن اینکه هر پایه کدام segment را روشن می کند کافی است ابتدا دو پایه را که به وسیله ی آنها یکی از LED ها روشن می شود پیدا کنیم. مسلماً یکی از این دو پایه پایه ی مشترک خواهد بود، پس از یافتن پایه ی مشترک سایر پایه ها را یکی یکی با پایه مشترک امتحان می کنیم تا مشخص شود مربوط به کدام segment هستند.

در 7segment مورد آزمایش دو پایه ی مشترک (ده پایه) پنج پایه در بالا و پنج پایه در پایین، نحوه ی چینش این پایه ها در جدول زیر مشخص شده:

g	f	Common	A	B
e	d	Common	C	DP

:7447

این IC یک مبدل BCD به 7segment که در زیر نحوه ی اتصال پایه های آن را مشاهده می کنید:



پایه های BCDA، پایه هایی هستند که ورودی BCD قبول می کنند و پایه های abcdefg به 7segment وصل می شوند. پایه های LT^{27} ، BI^{28}/RBO^{29} و RBI^{30} پایه های کنترلی هستند.

اگر 7segment از نوع آند مشترک باشد باید خروجی های 7447 را NOT کنیم تا درست عمل کند، برای رفع این مشکل می توان از 7448 استفاده نمود.

²⁷ Lamp test

²⁸ Blanking input

²⁹ Ripple blanking output

³⁰ Ripple blanking input

نحوه ی انجام آزمایش:

ورودی های کنترلی را به ۱ و سپس اعداد 0000 تا 1111 را به ورودی وصل می کنیم، شکل های ساخته شده را مشاهده و رسم کنید.

پس از اتمام مراحل فوق پایه ی LT را صفر کنید و نتیجه را مشاهده کنید.

در حالتی که LT یک و RBO صفر باشد چه اتفاقی می افتد؟

اگر RBO و LT هر دو با هم صفر باشند چه اتفاقی می افتد؟

نتایج حاصل از آزمایش:

Decimal or function	Inputs						BI/RBO	Outputs						
	LT	RBI	D	C	B	A		A	b	C	d	e	f	G
0	1	1	0	0	0	0	1							
1	1	Any	0	0	0	1	1							
2	1	Any	0	0	1	0	1							
3	1	Any	0	0	1	1	1							
4	1	Any	0	1	0	0	1							
5	1	Any	0	1	0	1	1							
6	1	Any	0	1	1	0	1							
7	1	Any	0	1	1	1	1							
8	1	Any	1	0	0	0	1							
9	1	Any	1	0	0	1	1							
10	1	Any	1	0	1	0	1							
11	1	Any	1	0	1	1	1							
12	1	Any	1	1	0	0	1							
13	1	Any	1	1	0	1	1							
14	1	Any	1	1	1	0	1							
15	1	Any	1	1	1	1	1							
BI	Any	Any	Any	Any	Any	Any	0							
RBI	1	0	0	0	0	0	0							
LT	0	Any	Any	Any	Any	Any	1							

نتایج بدست آمده:

۱- برای نمایش اعداد ۰ تا ۱۵، BI باید یک باشد. اگر می خواهیم صفر اعشاری نشان داده شود RBI باید یک باشد.

۲- اگر BI صفر باشد همه ی segment ها خاموش خواهند شد (بدون توجه به اینکه ورودی چه بوده است)

۳- RBO معمولاً یک است. اما اگر ورودی ها و RBI همگی صفر باشند ولی LT یک باشد آنگاه همه ی segment ها خاموش خواهند شد، در چنین حالتی RBO صفر است.

۴- اگر BI یک است و LT صفر است همه ی segment ها روشن خواهند شد. از این وضعیت می توان برای چک کردن LED های 7segment استفاده کرد.

۵- توجه کنید که BI و RBO در پین شماره ی ۴ مشترکند. این پین هم ورودی و هم خروجی است.

