

به نام آفریننده دانا و حکیم



دانشگاه صنعتی همدان

دستور کار

# آزمایشگاه مدارهای منطقی

تهیه و تنظیم:

مهدی سیفی پور

مهر ۹۵

## فهرست

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱- مقدمه.....
۲	۱-۱- معرفی آزمایشگاه مدارهای منطقی.....
۲	۲-۱- رویه و مقررات آزمایشگاه.....
۴	۳-۱- ارتباط با استاد درس.....
۵	فصل ۲- معرفی امکانات آزمایشگاه.....
۶	۱-۲- آشنایی با آی سی های دیجیتال.....
۶	۲-۲- آشنایی با بوردهای آموزشی آزمایشگاه.....
۷	۳-۲- آشنایی با برد برد.....
	فصل ۳- طراحی و پیاده سازی مدارهای دیجیتال با استفاده از آی سی های دیجیتال موجود بر روی بوردهای
۹	آزمایشگاه مدارهای منطقی.....
۱۰	۱-۳- آزمایش اول : آشنایی با عملکرد گیت های منطقی و پیاده سازی Full Adder در سطح گیت.....
۱۱	۲-۳- آزمایش دوم : طراحی مدارهای ترکیبی با استفاده از گیت های منطقی و نحوه آنالیز جدول درستی.....
۱۳	۳-۳- آزمایش سوم : آشنایی با مدارهای منطقی ترتیبی و به طور خاص فلیپ فلاپ ها.....
۱۴	۴-۳- آزمایش چهارم : پیاده سازی شمارنده های آسنکرون.....
۱۵	۵-۳- آزمایش پنجم : طراحی ALU.....
۱۶	۶-۳- آزمایش ششم : آشکارساز دنباله با استفاده از ماشین های حالت و پیاده سازی آن با استفاده از JK-FF ها.....
۱۷	۷-۳- آزمایش هفتم : طراحی مدارهای ساده تابلو روان.....
۱۹	فصل ۴- پیاده سازی آزمایش های عملی بر روی برد برد.....
۲۰	۱-۴- آزمایش هشتم : بررسی عملکرد آی سی های TTL.....
۲۳	۲-۴- آزمایش نهم : ساخت عملی یک ساعت دیجیتالی.....

آبی که بر آسودز مینش بخورد زود

دریا شود آن رود که پیوسته روان است

هوشنگ ابتهج

# فصل ۱

## مقدمه

## ۱-۱- معرفی آزمایشگاه مدارهای منطقی

آزمایشگاه "مدارهای منطقی" یکی از دروس اصلی مهندسی برق و کامپیوتر می باشد که بسته به کاربری آزمایشگاه می تواند در سطح شبیه سازی نرم افزاری، شبیه سازی با نرم افزارهای توصیف سخت افزار و پیاده سازی بر روی بوردهای مبتنی بر CPLD و FPGA و یا اینکه پیاده سازی با استفاده از آی سی های دیجیتال بر روی بوردهای آماده آزمایشگاهی و نیز پیاده سازی بر روی برد صورت گیرد. ما در آزمایشگاه مدارهای منطقی دانشگاه صنعتی همدان از ساختار پیاده سازی مدارهای منطقی ساده و پیچیده با استفاده از آی سی های دیجیتال بر روی بوردهای آزمایشگاه استفاده خواهیم کرد و تعدادی از آزمایش ها را نیز بر روی برد پیاده سازی خواهیم کرد تا بصورت عملی با پیاده سازی مدارهای دیجیتال آشنا شویم. و در ترم های بعدی دانشجویان در آزمایشگاه معماری کامپیوتر با شبیه سازی و پیاده سازی مدارها با استفاده از زبان های توصیف سخت افزار نظیر VHDL آشنا شده و مدارهای طراحی شده خود را بر روی بوردهای مبتنی بر FPGA پیاده سازی خواهند کرد. هم چنین دانشجویان رشته کامپیوتر در آزمایشگاه الکترونیک دیجیتال با پیاده سازی عملی منطق های مختلف دیجیتال ، محاسبه پارامترهای آن، مدارهای دیجیتال ترانزیستوری و تکنولوژی های دیگر آشنا خواهند شد.

دستور کار فعلی در قالب ۹ آزمایش تنظیم شده است که لازم است برخی از آزمایش ها بر روی بوردها و برخی دیگر نیز بصورت کاملا عملی بر روی برد پیاده سازی شود.

در این دستور کار سعی شده است که آزمایش های مناسب و در سطح قابل قبولی برای آشنایی دانشجویان با پیاده سازی مدارهای دیجیتال طراحی شود. از آنجا که آزمایش ها بصورت عملی و در قالب پروژه های کاربردی با مفاهیم دانش دیجیتالی انجام خواهد شد لذا لازم است دانشجویان قبل از شروع آزمایش ها درس مدارهای منطقی را بطور کامل مرور نمایند. اگرچه مفاهیم کاربردی در کلاس نیز مطرح و توضیح داده خواهد شد.

## ۱-۲- روبه و مقررات آزمایشگاه

قبل از شروع جلسات آزمایشگاه لازم است دانشجویان دستور کار فعلی را تهیه و به نکات زیر توجه نمایند:

- دانشجویان موظف اند هر جلسه از ابتدای شروع کلاس در آزمایشگاه حضور داشته باشند و عدم حضور دانشجو در دقایق اولیه کلاس بدون هماهنگی با مدرس آزمایشگاه به منزله غیبت در جلسه مذکور خواهد بود.
- هر گروه شامل ۲ نفر می باشد (در شرایط خاص، برخی از گروه ها می تواند ۳ نفره تشکیل شود).
- هر گروه موظف است بعد از انجام هر آزمایش، یک گزارش کامل مربوط به آزمایش فعلی (۲-۳ صفحه) را در ابتدای جلسه بعدی تحویل دهد.

• گزارش کامل باید موارد زیر را در بر بگیرد:

- ۱- توضیح مفاهیم و بیان هدف از آزمایش انجام شده
  - ۲- خروجی‌های حاصل از آزمایش و یا نتایجی که توسط اعضای گروه در آزمایشگاه بدست آمده است.
  - ۳- خروجی‌های تکمیلی به صورت کار در منزل (در صورت نیاز توسط مدرس اعلام می‌شود).
  - ۴- رسم مدار شماتیکی بر روی کاغذ و توضیح کامل عملکرد مدار
  - ۵- نحوه عملکرد آن بر روی بورد آزمایشگاه مدارهای منطقی
  - ۶- مشکلاتی که در حین انجام آزمایش با آن‌ها برخورد کردید و راه حل پیشنهادی برای رفع آن‌ها
  - ۷- نتیجه‌گیری
- با توجه به محتوای آزمایش‌های در نظر گرفته شده و با توجه به زمانبندی ترم تحصیلی، در برخی از جلسات بیش از یک آزمایش انجام می‌شود و بعضی از آزمایش‌ها نیز در چند جلسه متوالی انجام خواهد شد.
- هر گروه در پایان ترم یک پروژه شبیه‌سازی یا توصیفی مرتبط با مفاهیم مطرح شده ارائه خواهد داد. (پروژه‌ها توسط خود دانشجویان و با هماهنگی و راهنمایی مدرس آزمایشگاه انتخاب خواهند شد).
- فعالیت کلاسی هر فرد در کلاس بصورت مجزا رصد می‌شود، بطوری که ممکن است نمرات کلاسی افراد عضو یک گروه با هم متفاوت باشد.
- بارم نمرات برای محاسبه نمره نهایی هر دانشجو به صورت زیر خواهد بود:

بارم نمره	عنوان
۹	ارائه گزارش‌های کامل (گزارش هر جلسه ۱ نمره)
۵	فعالیت کلاسی و روند انجام آزمایش‌ها و نتیجه‌گیری در آزمایشگاه
۶	آزمون نهایی
حداکثر تا ۱.۵ نمره اضافی	پروژه پایانی

## ۱-۳- ارتباط با استاد درس

دانشجویان میتوانند از طریق ذیل با اینجانب در ارتباط باشند.

Mahdisyfipoor@aut.ac.ir

Mahdisyfipoor@yahoo.com

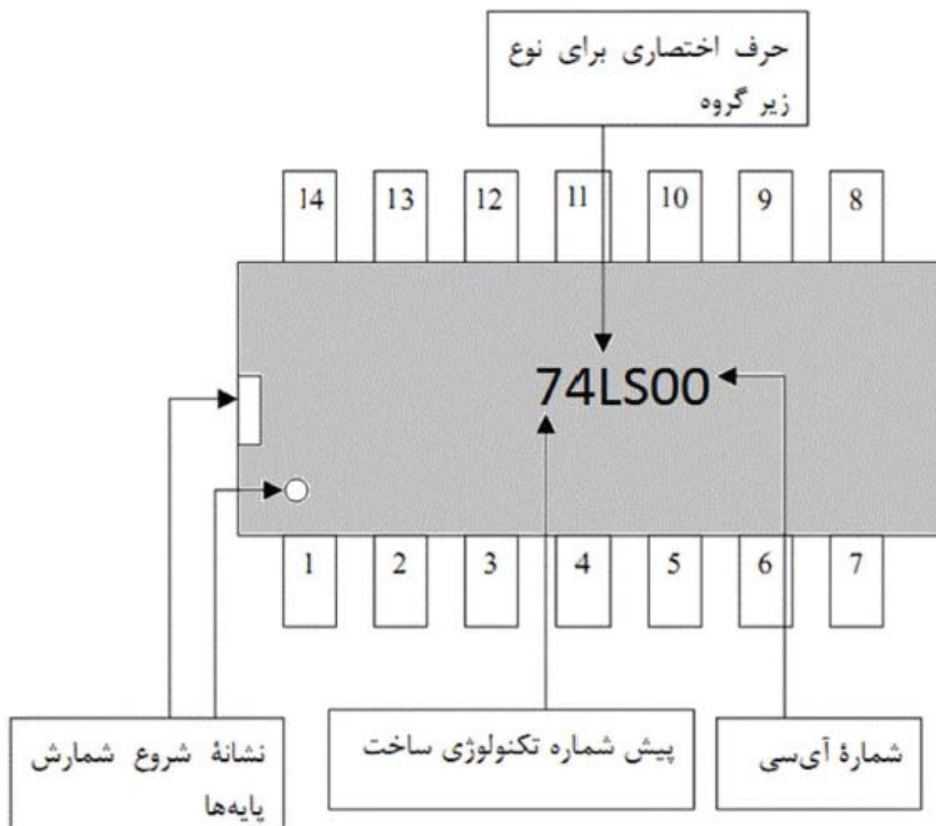
# فصل ۲

## معرفی امکانات آزمایشگاه



## ۲-۱- آشنایی با آی سی های دیجیتال

شکل کلی آی سی های دیجیتال مورد استفاده بصورت زیر می باشد:



برای آشنایی کامل با آی سی های دیجیتال به فایل پیوست دستور کار فعلی مراجعه کنید.

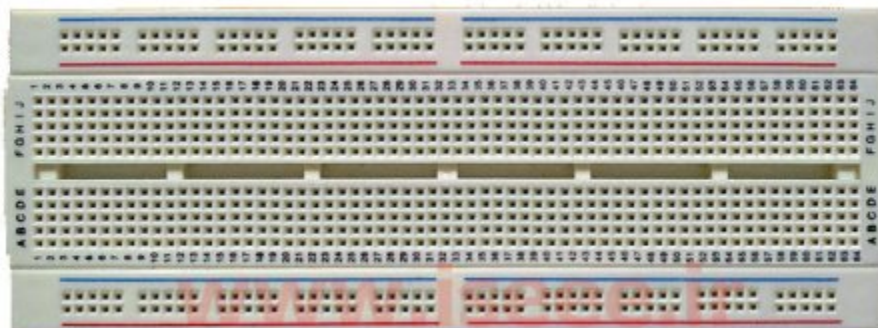
به منظور سهولت استفاده از آی سی های دیجیتال، عملکرد آن ها و شناخت پایه های هر یک، یک فایل آموزشی به زبان فارسی تهیه کرده ام که می توانید به همراه دستور کار فعلی تحویل بگیرید.

## ۲-۲- آشنایی با بوردهای آموزشی آزمایشگاه

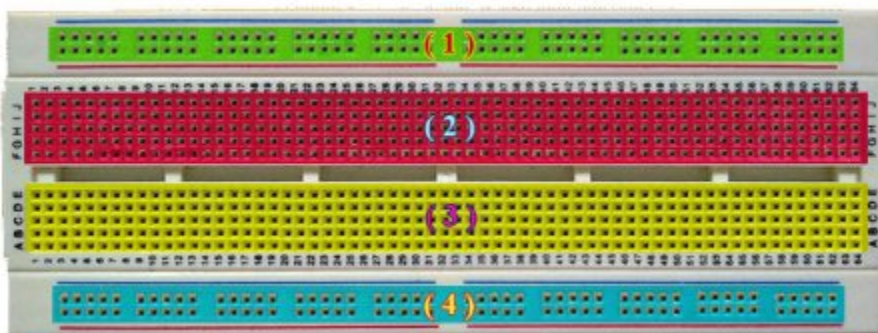
بوردهای موجود در آزمایشگاه شامل آی سی های TTL و تمامی المان های مورد نیاز برای پیاده سازی مدارهای ترکیبی و ترتیبی می باشد که در جلسه اول آزمایشگاه بطور کامل با آن آشنا خواهیم شد.

## ۲-۳- آشنایی با برد بورد

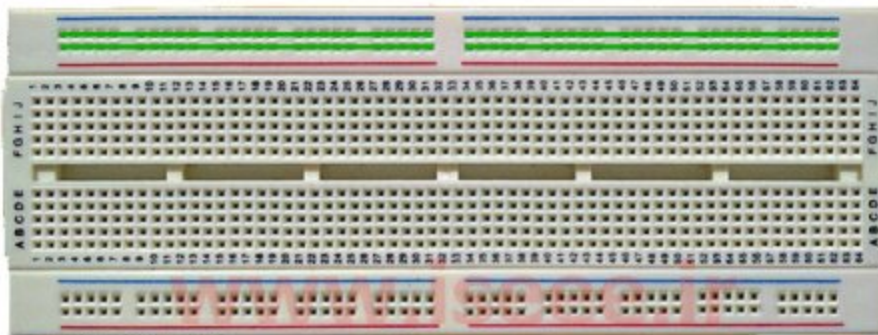
به منظور اینکه مداری را به طور موقت بسته و مورد آزمایش قرار دهیم از برد بورد ( Breadboard ) استفاده می کنیم . استفاده از برد بورد سرعت کار را افزایش داده و بستن مدار را بسیار آسان می کند . در شکل زیر تصویری از یک برد بورد نمایش داده شده است .



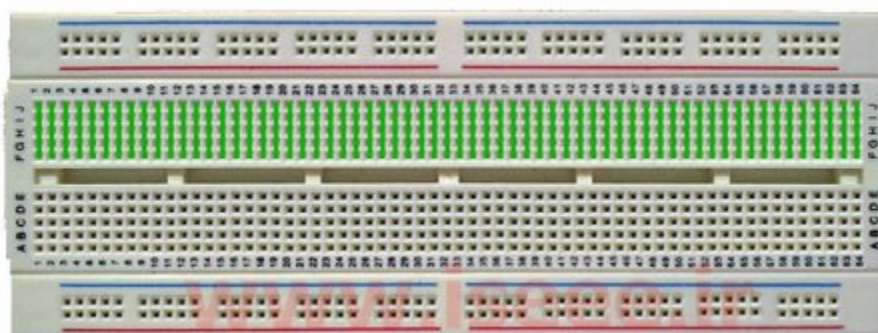
همانطور که در این شکل مشاهده می کنید برد بورد دارای سوراخ های بسیاری است که پایه های قطعات الکترونیکی داخل این سوراخ ها قرار می گیرد . سطح یک برد بورد را می توان به چهار قسمت تقسیم کرد . این چهار قسمت در شکل زیر با رنگ های مختلف و اعداد ۱ تا ۴ نمایش داده شده اند .



سوراخ های قسمت اول ، خود به چهار قسمت تقسیم می شوند که سوراخ های هر قسمت در یک ردیف قرار گرفته و از داخل برد بورد به یکدیگر متصل شده اند . این سوراخ ها معمولاً جهت اتصال قطب های منبع تغذیه به مدار ، مورد استفاده قرار می گیرند . در شکل بعدی سوراخ هایی که در قسمت اول قرار دارند و از داخل به یکدیگر متصل هستند توسط خطوط سبز رنگی به هم وصل شده اند .



در قسمت دوم ، تمام سوراخ هایی که در یک ستون قرار دارند از داخل به یکدیگر متصل هستند . در این قسمت همانطور که مشاهده می کنید در هر ستون پنج سوراخ وجود دارد . تمامی این پنج سوراخ از داخل به یکدیگر متصل هستند . در شکل بعدی سوراخ هایی که در قسمت دوم قرار دارند و از داخل به یکدیگر متصل هستند توسط خطوط سبز رنگی به هم وصل شده اند .



قسمت سوم دقیقاً مشابه قسمت دوم می باشد و قسمت چهارم نیز دقیقاً مشابه قسمت اول می باشد .

دقت داشته باشید که هرگز نباید هر دو پایه یک المان الکترونیکی را در سوراخ هایی که از داخل به هم متصل هستند قرار داد زیرا در این صورت آن المان عملاً از مدار حذف می شود .

# فصل ۳

**طراحی و پیاده سازی مدارهای دیجیتالی  
با استفاده از آی سی های دیجیتال موجود بر روی  
بوردهای آزمایشگاه مدارهای منطقی**

### ۳-۱- آزمایش اول:

#### آشنایی با عملکرد گیت های منطقی و پیاده سازی Full Adder در سطح گیت

##### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با گیت های منطقی و آی سی های تجاری مربوطه، طراحی تمام جمع کننده با استفاده از جدول درستی و پیاده سازی در سطح گیت.

##### ❖ شرح آزمایش:

اکثر مدارهای ترکیبی را می توان تنها با داشتن جدول درستی (رابطه ورودی ها و خروجی) طراحی کرد، که برای این منظور می توان از SOP ها و ساده سازی آن ها استفاده کرد.

الف- با استفاده از گیت های منطقی پایه موجود بر روی بوردها، و کلیدهای فشاری، سوئیچ ها و LED ها عملکرد گیت های منطقی روی بورد را تست کنید.

ب- همانطور که گفتیم برای طراحی مدارهای ترکیبی در سطح گیت نیازی به یادآوری تمامی مدارها نمی باشد و تنها با استفاده از دانش حداقلی و جداول درستی می توان مدار را در سطح گیت طراحی کرد.

برای این منظور جدول درستی یک تمام جمع کننده تک بیتی (با سه ورودی a, b و cin و دو خروجی S و cout) را رسم کنید. سپس برای حالت هایی که خروجی ۱ است، رابطه خروجی با ورودی های مورد نظر در آن حالت را بنویسید و در پایان تمام خروجی ها را با هم OR کنید (استفاده از SOP ها).

## ۳-۲- آزمایش دوم:

### طراحی مدارهای ترکیبی با استفاده از گیت های منطقی و نحوه آنالیز جدول درستی

#### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با طراحی سطح گیت مدارهای ترکیبی، آشنایی با جدول درستی و نحوه طراحی مدارهای بهینه با طبقه بندی الگوهای خاص در جدول درستی.

#### ❖ شرح آزمایش:

بدون استفاده از آی سی های مقایسه کننده (فقط با استفاده از گیت های منطقی پایه) مداری طراحی کنید که :

اگر ورودی مدار کوچکتر از ۴ و یا بزرگتر مساوی ۹ باشد به کاربر هشدار دهد.

نکته : ورودی مدار ۴ بیتی است.

نکته : برای نمایش هشدار می توانید از یک LED به عنوان خروجی استفاده نمایید.

نکته: از حداقل تعداد گیت استفاده شود.

توجه : برای طراحی این مدار بهتر است جدول درستی را رسم کرده و برای حالت هایی از ورودی که به ازای آن ها خروجی فعال است، یک قاعده منطقی بدست آورید.

به عنوان آزمایش اول، این جدول برای این آزمایش در زیر رسم شده و روابط منطقی آن مشخص شده است:

عدد	In <sup>۳</sup>	In <sup>۲</sup>	In <sup>۱</sup>	In <sup>۰</sup>	out
۴	0	1	0	0	0
۵	0	1	0	1	0
۶	0	1	1	0	0
۷	0	1	1	1	0
۸	1	0	0	0	0

عدد	In <sup>۳</sup>	In <sup>۲</sup>	In <sup>۱</sup>	In <sup>۰</sup>	Out
۰	0	0	0	0	1
۱	0	0	0	1	1
۲	0	0	1	0	1
۳	0	0	1	1	1
۹	1	0	0	1	1
۱۰	1	0	1	0	1
۱۱	1	0	1	1	1
۱۲	1	1	0	0	1
۱۳	1	1	0	1	1
۱۴	1	1	1	0	1
۱۵	1	1	1	1	1

### ۳-۳ - آزمایش سوم:

#### آشنایی با مدارهای منطقی تریبی و بطور خاص فلیپ فلاپ ها

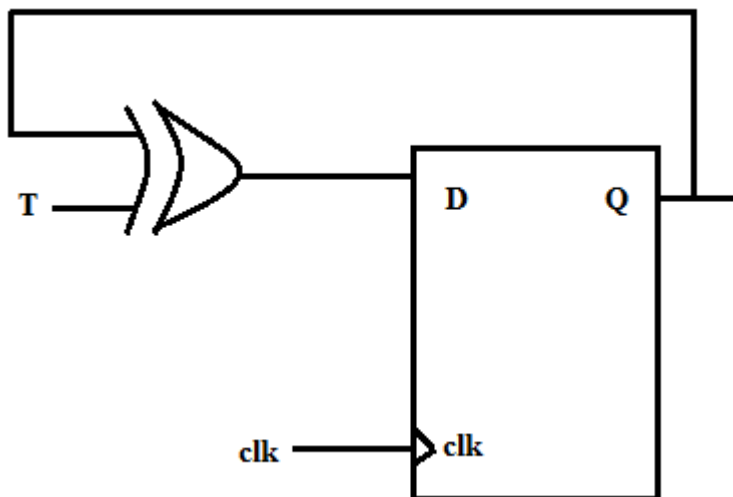
##### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با مفاهیم و عملکرد مدارهای منطقی تریبی، آشنایی با عملکرد انواع فلیپ فلاپ ها، پیاده سازی مقسم فرکانس، مدارهای مبدل فلیپ فلاپ.

##### ❖ شرح آزمایش:

در این آزمایش، مدارهای زیر را بر روی بوردهای آزمایشگاه (با استفاده از آی سی های دیجیتال) پیاده سازی نمایید. در اینجا با فلیپ فلاپ های نوع D و نوع T آشنا می شویم و در آزمایش های بعدی با فلیپ فلاپ های پرکاربرد JK-FF آشنا خواهیم شد.

الف- ضمن ارائه و توضیح عملکرد فلیپ فلاپ های نوع D و نوع T، مداری مطابق شکل زیر بسته و به اینصورت با استفاده از یک D-FF، یک T-FF طراحی و پیاده سازی نمایید. عملکرد مدار را توضیح دهید و صحت نتیجه را بر روی بوردها تست کنید.



ب- با استفاده از D-FF ها مقسم فرکانس بر ۲ و ۳ طراحی و پیاده سازی کنید.



## پیاده سازی شمارنده های آسنکرون

### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با فلیپ فلاپ ها، آشنایی با عملکرد T-FF، آشنایی با شمارنده ها، نحوه طراحی مدارهای آسنکرون و آشنایی با عملکرد و راه اندازی  $\vee$ Segment ها با استفاده از آی سی های مبدل باینری به سون سگمنت.

### ❖ شرح آزمایش:

**الف-** یک شمارنده باینری معکوس شمار آسنکرون با استفاده از T-FF ها بر روی بورد طراحی کرده و نتیجه خروجی را بر روی LED ها نمایش دهید.

**ب-** یک سیگنال S را برای مدار در نظر بگیرید که اگر  $S=0$  آنگاه شمارنده بالاشمار و اگر  $S=1$  آنگاه مدار پایین شمار باشد.

**ج-** با استفاده از امکانات موجود بر روی بورد (شامل  $\vee$ Segment ها، مبدل باینری به سون سگمنت و ...)، نتیجه شمارش شمارنده را بر روی  $\vee$ Segment مشاهده نمایید.

## طراحی ALU

### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با واحد ALU، پیاده سازی یک ALU با استفاده از آی سی های دیجیتال.

### ❖ شرح آزمایش:

با استفاده از امکانات و آی سی های موجود بر روی برد آموزشی آزمایشگاه، یک ALU با سیگنال انتخاب ۲ بیتی و خروجی ۴ حالتی طراحی و پیاده سازی نمایید.

ورودی های ALU ۲ عدد چهار بیتی A و B می باشد.

خروجی ALU طراحی شده، بسته به حالت های سیگنال انتخاب باید بصورت زیر باشد.

S0	S1	Output
0	0	$A+B$
0	1	$A-B$
1	0	$A*2$
1	1	$B+1$

### ۳-۶- آزمایش ششم:

## آشکارساز دنباله با استفاده از ماشین های حالت و پیاده سازی آن با استفاده از JK-FF ها

#### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با طراحی ماشین های حالت، نحوه استفاده از جداول تحریک و JK-FF ها برای پیاده سازی ماشین های حالت، آشنایی با مدارهای تشخیص توالی بیت ها و کاربردهای آن.

#### ❖ شرح آزمایش:

با استفاده از آی سی های موجود بر روی برد آموزشی آزمایشگاه، مداری با یک ورودی، یک خروجی و یک clk طراحی کنید که بتواند دنباله (۱۰۰۱) را تشخیص دهد.

نکته: برای طراحی این مدار از JK-FF های موجود بر روی برد استفاده کنید. به این صورت که ابتدا دیاگرام حالت را رسم نمایید، سپس با استفاده از جدول تحریک، ورودی هر یک از JK-FF ها را تعیین کنید.

توجه: نحوه طراحی در کلاس توضیح داده خواهد شد.

## طراحی مدارهای ساده تابلو روان

هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با تابلوهای روان، طراحی تابلو روان با استفاده از آی سی های TTL، نحوه طراحی مدارهای شمارنده خاص با جداول تحریک و JK-FF ها.

شرح آزمایش:

با استفاده از آی سی های موجود بر روی برد آزمایشگاه، مداری طراحی کنید که ۴ عدد LED را به صورت های زیر روشن و خاموش کند.

نکته: تنها ورودی مدار یک clk است که حرکت از حالتی به حالت دیگر فقط باید با اعمال clk انجام شود.

نکته: برای طراحی این مدارها از جدول تحریک و فلیپ فلاپ های JK استفاده نمایید.

توجه: آزمایش را برای حالت های الف و ب و ج بصورت جداگانه طراحی کنید.

(الف)

	Clk <sub>۱</sub>	Clk <sub>۲</sub>	Clk <sub>۳</sub>	Clk <sub>۴</sub>	Clk <sub>۵</sub>	Clk <sub>۶</sub>	Clk <sub>۷</sub>
Q <sub>۰</sub>	●	○	○	○	●	○	○
Q <sub>۱</sub>	○	●	○	○	○	●	○
Q <sub>۲</sub>	○	○	●	○	○	○	●
Q <sub>۳</sub>	○	○	○	●	○	○	○

(ب)

	Clk <sub>۱</sub>	Clk <sub>۲</sub>	Clk <sub>۳</sub>	Clk <sub>۴</sub>	Clk <sub>۵</sub>	Clk <sub>۶</sub>	Clk <sub>۷</sub>
Q <sub>۰</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Q <sub>۱</sub>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۲</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۳</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(ج)

	Clk <sub>۱</sub>	Clk <sub>۲</sub>	Clk <sub>۳</sub>	Clk <sub>۴</sub>	Clk <sub>۵</sub>	Clk <sub>۶</sub>	Clk <sub>۷</sub>
Q <sub>۰</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Q <sub>۱</sub>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۲</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۳</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

در قسمت پایانی، نام دانشگاه را بصورت روان بر روی ۵ عدد LED و در ۱۱ پالس clk نمایش دهید.

(د)

	Clk <sub>۱</sub>	Clk <sub>۲</sub>	Clk <sub>۳</sub>	Clk <sub>۴</sub>	Clk <sub>۵</sub>	Clk <sub>۶</sub>	Clk <sub>۷</sub>	Clk <sub>۸</sub>	Clk <sub>۹</sub>	Clk <sub>۱۰</sub>	Clk <sub>۱۱</sub>
Q <sub>۰</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Q <sub>۱</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۲</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۳</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q <sub>۴</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# فصل ۴

## پیاده سازی آزمایش های عملی

### بر روی برد بورد

## بررسی عملکرد آی سی های TTL

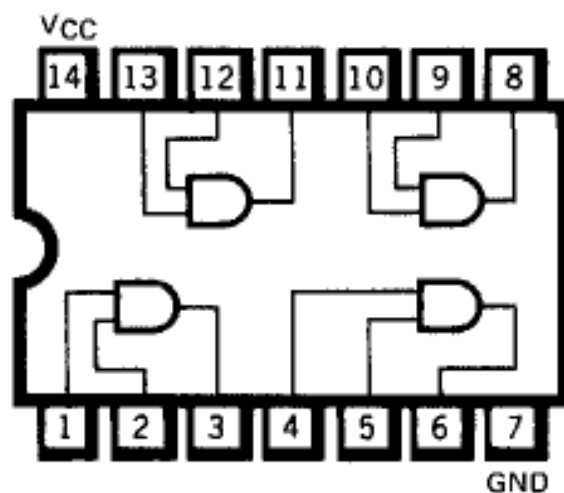
### ❖ هدف از انجام آزمایش:

آشنایی با آی سی های TTL و راه اندازی آن ها، تست عملکرد آی سی های دیجیتال، شناخت و استفاده از برد برای پیاده سازی موقت و تست مدارها.

### ❖ شرح آزمایش:

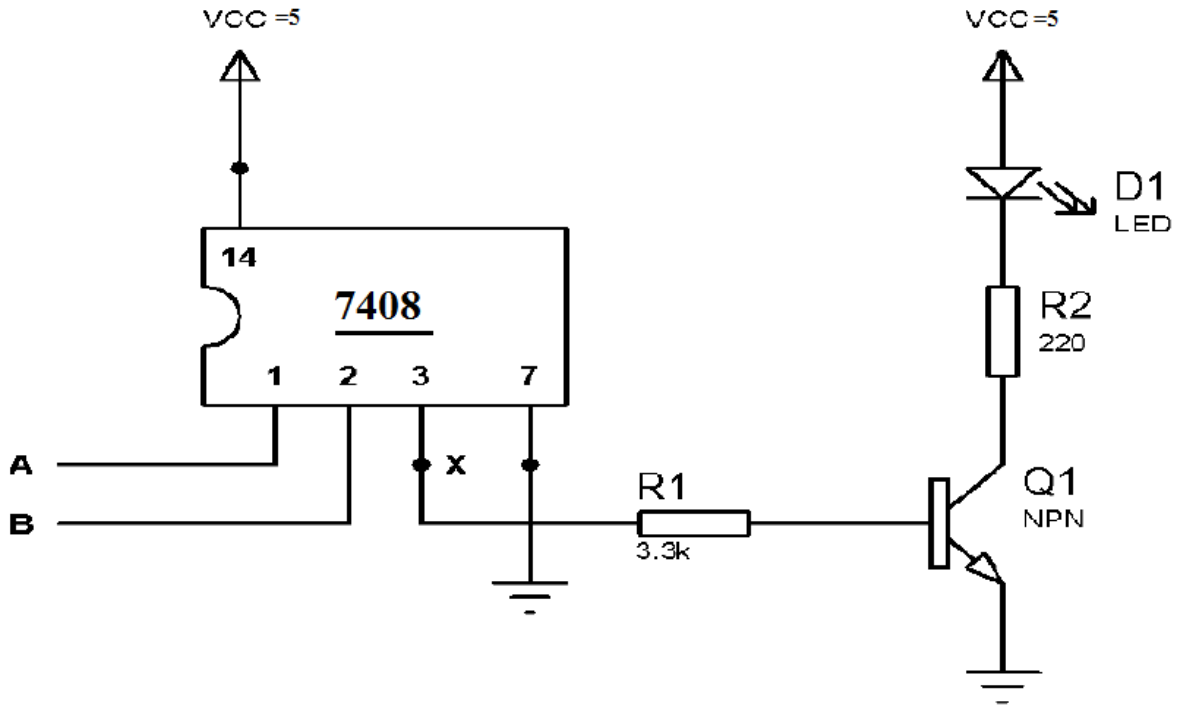
به عنوان اولین بخش کار کاملا عملی بر روی برد مورد و آشنایی با بکارگیری آی سی های TTL در مدارهای دلخواه، دو مدار زیر را از نظر عملکرد توصیف و تشریح کنید و سپس با استفاده از قطعات و آی سی های موجود در آزمایشگاه، بر روی برد مورد پیاده سازی کنید.

**الف-** در این بخش برای بررسی عملکرد آی سی های دیجیتال، آی سی ۷۴۰۸ را که شامل ۴ گیت AND می باشد بکار گرفته و با استفاده از المان های مورد نیاز دیگر برای تست آن، بر روی برد مورد پیاده سازی می کنیم. مدار داخلی و شماره پایه های گیت AND بصورت زیر می باشد:



ما در این آزمایش از یکی از گیت های AND داخل این آی سی استفاده خواهیم کرد. برای استفاده از این آی سی باید ولتاژهای تغذیه را به آن اعمال کنیم. برای این منظور پایه ۷ آی سی را به زمین و پایه ۱۴ آن را به ولتاژ ۵ ولت وصل کنید.

بر روی برد مدار مطابق شکل زیر ببندید. تغذیه آی سی و نیز تغذیه کلکتور ترانزیستور را وصل کنید. برای استفاده از اولین گیت AND درون آی سی، ورودی های مدار را به پایه های ۱ و ۲ آی سی وصل کنید.

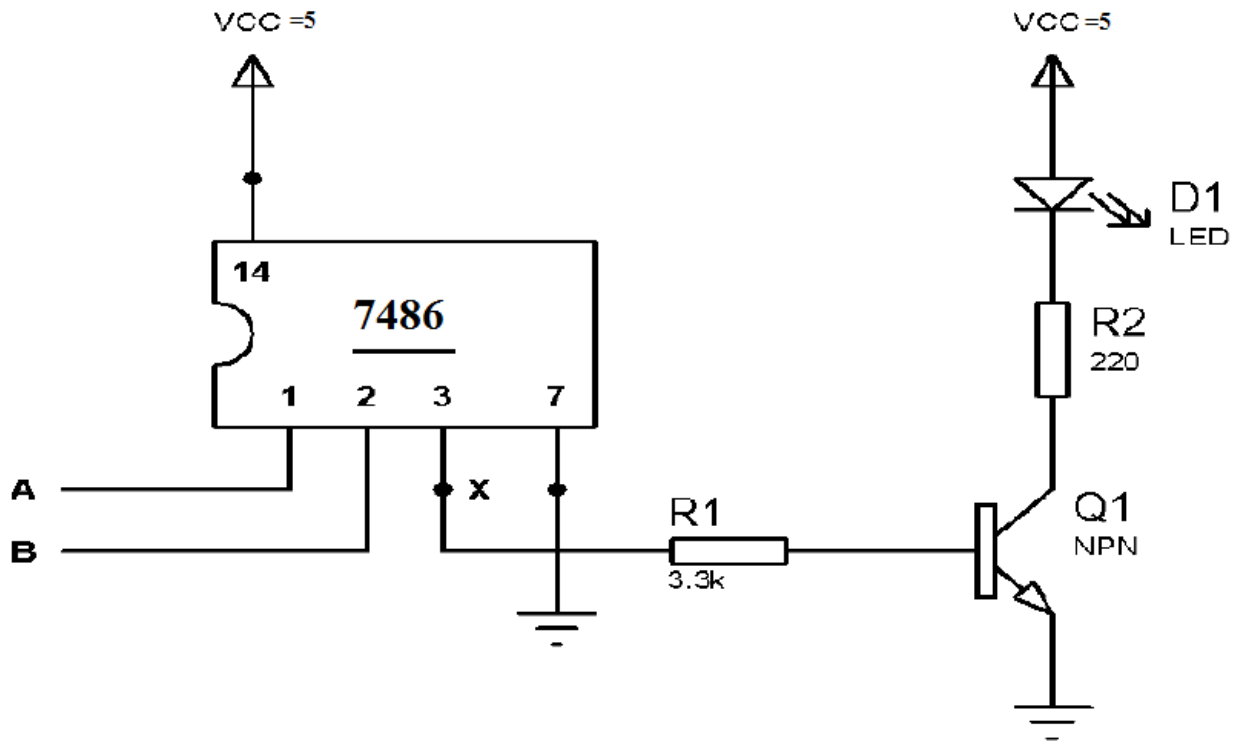


با اعمال ۴ حالت مختلف برای ورودی ها، خروجی (ولتاژ نقطه X) را اندازه گیری کرده و جدول درستی زیر را تکمیل کنید. هم چنین در هر حالت وضعیت روشن یا خاموش بودن LED را هم ثبت کنید.

A	B	ولتاژ خروجی	منطق خروجی	وضعیت LED
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			



ب- مانند بخش قبل مدار شکل زیر را بر روی برد بورد ببندید و نتیجه را گزارش کنید.



A	B	ولتاژ خروجی	منطق خروجی	وضعیت LED
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

با توجه به جدول درستی بدست آمده مشخص کنید که آی سی ۷۴۸۶ چه نوع گیتی می باشد؟

## ساخت عملی یک ساعت دیجیتالی

### ❖ هدف از انجام آزمایش:

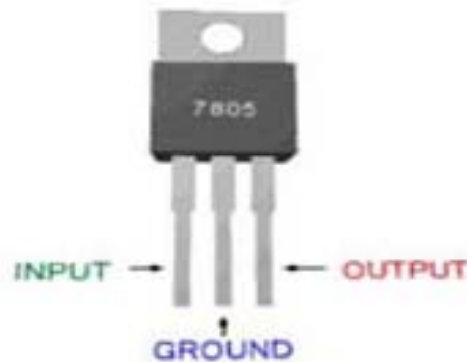
آشنایی با آی سی های TTL مربوط به شمارنده های BCD، آشنایی با آی سی های مبدل BCD به 7Segment، راه اندازی نمایشگرهای 7 قطعه ای با استفاده از آی سی های TTL بر روی برد بوردها.

### ❖ شرح آزمایش:

در این آزمایش می خواهیم یک شمارنده BCD را همراه با تمام مدارها و عناصر جانبی اش بر روی برد بوردها ببندیم و نتیجه شمارش را بر روی 7Segment ببینیم.

**نکته:** این آزمایش را در دو حالت برای اعمال پالس انجام خواهیم داد. در ابتدا کلاک را بصورت دستی و سپس از طریق سیگنال ژنراتور اعمال می کنیم.

**نکته:** دقت کنید که برای جلوگیری از آسیب رسیدن به آی سی ها می توانید از رگولاتور 5V برای تولید ولتاژ 5 ولت تنظیم شده استفاده کنید. پایه های این رگولاتور بصورت زیر می باشد:

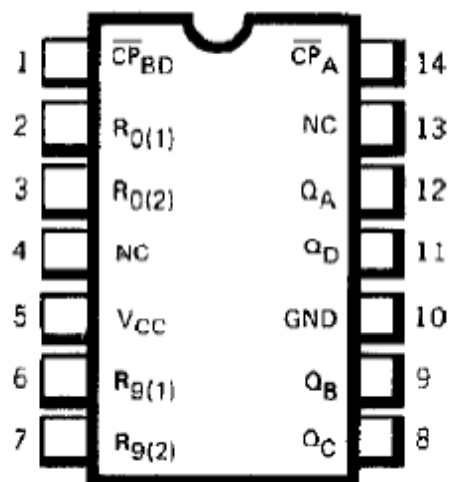


## الف - پیاده سازی مدار با اعمال کلاک دستی:

**نکته:** آی سی ۷۴۹۰ یک شمارنده BCD می باشد. پایه های ۱ و ۱۴ کلاک ورودی آی سی هستند و پایه های RO(۱) و RO(۲) و Rg(۱) و Rg(۲) برای ریست تراشه یا انتخاب مد شمارش طبق جدول زیر می باشند:

RESET/COUNT (see Note 2)

RESET INPUTS				OUTPUT
RO(1)	RO(2)	Rg(1)	Rg(2)	Q <sub>D</sub> Q <sub>C</sub> Q <sub>B</sub> Q <sub>A</sub>
H	H	L	X	L L L L
H	H	X	L	L L L L
X	X	H	H	H L L H
X	L	X	L	COUNT
L	X	L	X	COUNT
L	X	X	L	COUNT
X	L	L	X	COUNT



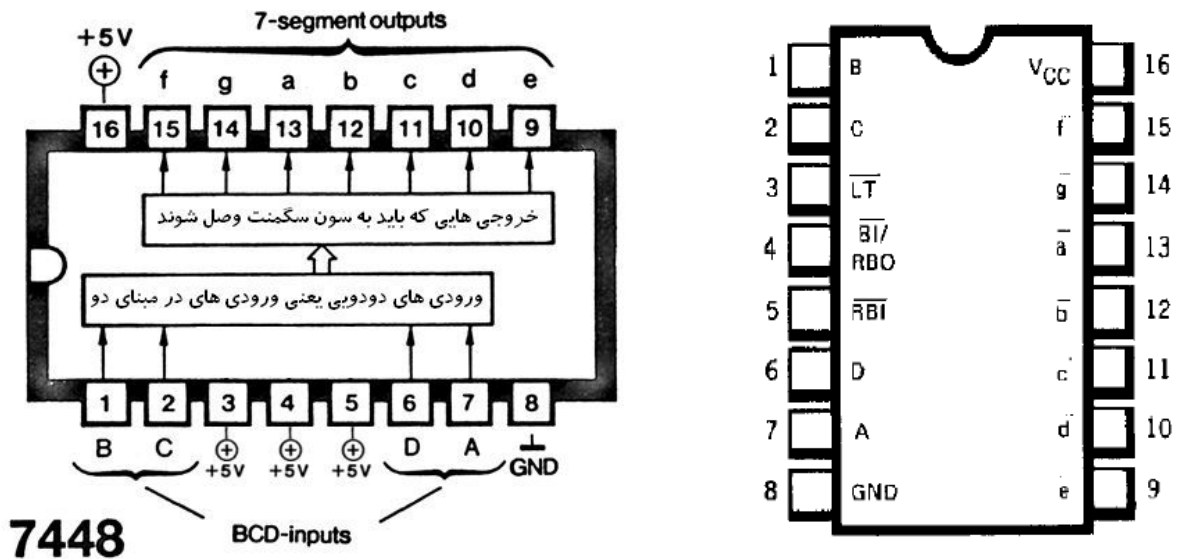
توصیف پایه های این آی سی در زیر آمده است:

Pin No	Function	Name
1	Clock input 2	Input2
2	Reset1	R1
3	Reset2	R2
4	Not connected	NC
5	Supply voltage; 5V (4.75V – 5.25V)	Vcc
6	Reset3	R3
7	Reset4	R4
8	Output 3, BCD Output bit 2	Qc
9	Output 2, BCD Output bit 1	QB
10	Ground (0V)	Ground
11	Output 4, BCD Output bit 3	QD
12	Output 1, BCD Output bit 0	QA
13	Not connected	NC
14	Clock input 1	Input1

**نکته:** آی سی ۷۴۴۷ یک مبدل BCD به ۷Segment می باشد. این آی سی اعداد صفر تا ۹ (خروجی حاصل از شمارنده BCD) را به کدهای قابل فهم برای نمایشگر هفت قطعه ای جهت نمایش این اعداد تبدیل می کند.

همانطور که بیان شد، ورودی های آی سی ۷۴۴۷ می توانند خروجی های یک آی سی ۷۴۹۰ (شمارنده BCD) باشند. از طرف دیگر، خروجی های این آی سی ۷۴۴۷ به ۷Segment وصل می شوند. در شکل زیر این آی سی به همراه جدول درستی آن نشان داده شده است:

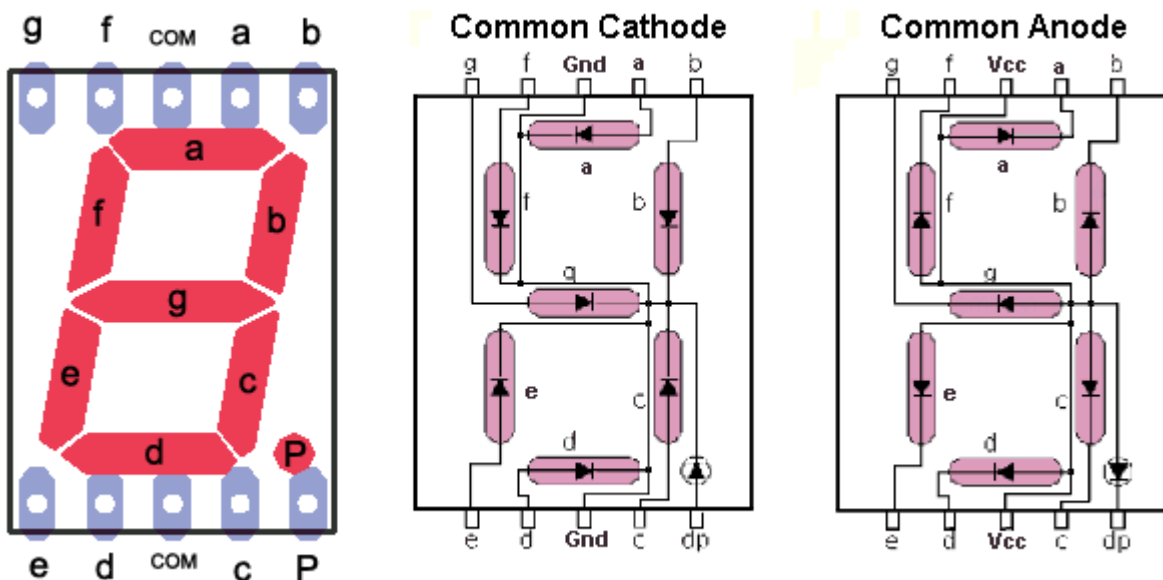
(این آی سی برخلاف آی سی ۷۴۹۰، دارای ۱۶ پایه می باشد.)



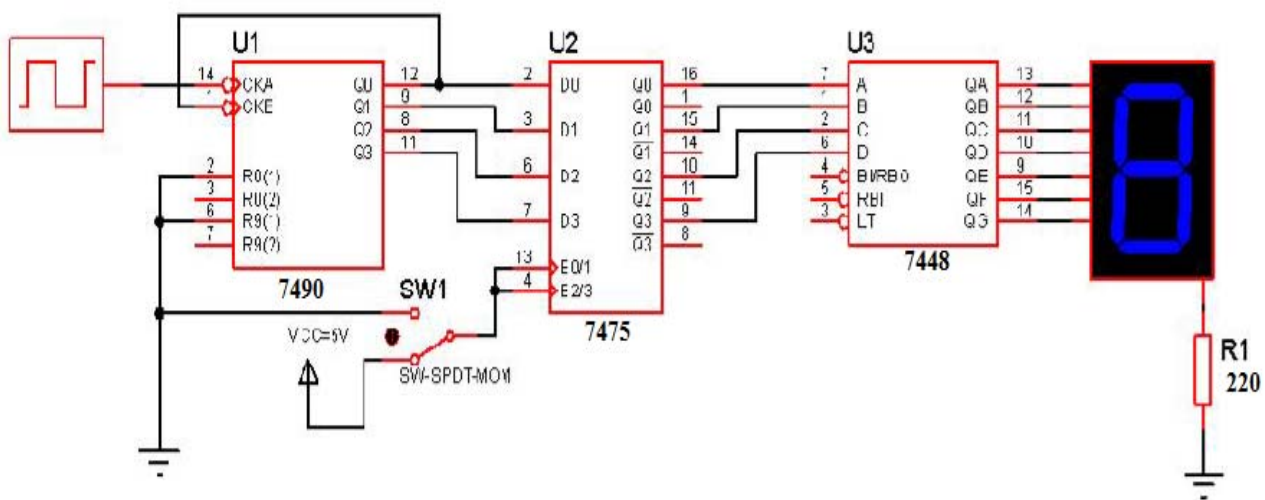
DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS						OUTPUTS							
	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$	D	C	B	A	$\overline{BI/RBO}$	$\overline{a}$	$\overline{b}$	$\overline{c}$	$\overline{d}$	$\overline{e}$	$\overline{f}$	$\overline{g}$
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L
13	H	X	H	H	H	L	H	L	H	H	L	H	L	L
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
$\overline{BI}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H
$\overline{RBI}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
$\overline{LT}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L

**نکته:** اگر نمایشگر شما "کاتد مشترک" است ، باید از ۷۴۴۸ استفاده کنید و اگر نمایشگر شما "آند مشترک" است ، باید از ۷۴۴۷ استفاده کنید.

**نکته:** پایه های سون سگمنت را هم مانند شکل زیر وصل کنید(البته شکل زیر یک سون سگمنت کاتد مشترک است، به همین جهت است که پایه های مشترک را به ولتاژ منفی وصل کرده ایم و با اعمال ورودی مثبت به هر کدام از پایه های ورودی اش، LED مربوطه به آن روشن می شود.. اگر سون سگمنت شما آند مشترک باشد باید پایه های مشترک را به ولتاژ مثبت وصل کنید):



حال مداری مطابق شکل زیر را از نظر عملکرد و کارکرد بخش های مختلف آن توصیف و تشریح کرده، سپس آن را بر روی برد مورد ببینید و نتیجه را گزارش کنید.



**توجه:** برای اعمال کلاک به شمارنده از کلیدهای فشاری استفاده کنید.

**نکته:** یک خازن  $100\text{ nF}$  را بصورت موازی با کلید فشاری ببندید. در هنگام اعمال پالس بصورت دستی، این خازن برای حذف نویز بکار می رود.

**توجه:** می توانید مدار را مرحله به مرحله ببندید و تست کنید، سپس آی سی بعدی را به مدار اضافه کنید. زیرا عیب یابی مدارهای بزرگتر به مراتب سخت تر است. مثلاً می توانید ابتدا فقط شمارنده را به همراه المان های مورد نیاز و LED هایی برای تست خروجی آن، بر روی برد مورد وصل کرده و آن را تست کنید. سپس مثلاً آی سی  $7447$  را همراه یک  $7\text{Segment}$  بصورت مجزا ببندید و تست کنید. و در پایان مدارها را بر روی یک برد ببندید.

**نکته:** در این مدار از یک آی سی  $7475$  نیز استفاده شده است که یک  $4\text{ Latch}$  بیتی برای قفل مقدار شمارش شده می باشد. می باشد. علت بکارگیری آن در مدار را توضیح دهید؟

## ب – پیاده سازی مدار با اعمال کلاک دستی:

مانند بخش قبل مدار را بر روی برد مورد ببندید. در این بخش با استفاده از سیگنال ژنراتور موجود در آزمایشگاه، یک سیگنال پالس  $1\text{ Hz}$  به ورودی کلاک شمارنده اعمال کرده و نتیجه را بر روی  $7\text{Segment}$  ببینید.

**توجه:** به عنوان کار اضافی در کلاس، اعضای گروه ها می توانند یک ساعت دیجیتالی کامل با  $2$  رقم برای ثانیه و  $2$  رقم برای دقیقه را بر روی برد پیاده سازی نمایند.