



## موسسه آموزش عالی نژاد

پروژه پایانی دوره کارشناسی سخت افزار کامپیوتر

### عنوان

طراحی و ساخت مبدل آنالوگ به دیجیتال با سون سگمنت

### نگارش:

سلطنت حسینی - حمیده بابایی اصل

ارسال شه جهت استفاده کاربران سایت پروژه دات کام

[www.Prozhe.com](http://www.Prozhe.com)

تیر ۱۳۹۲

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

## تقدیر و تشکر

سلیپس و ستایش خدای را که آثار قدرت او بر چهره روز روشن ، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار ، در فشن آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان ، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید . با تشکر و سپاس از استاد دانشمند و پر مايه ام جناب آقای دکتر رحیمی که از محضر پر فیض تدریسستان ، بهره ها برده ام . و تشکر خالصانه خدمت همه کسانی که به نوعی مرا در به انجام رساندن این پروژه یاری نموده اند .

## فهرست مطالب

### فصل ۱ مشخصات آی سی ها

۱	۷۴۴۷	۱-۱ مشخصات آی سی
۳	۷۴۴۸	۲-۱ مشخصات آی سی
۵	۷۴۱۴۸	۳-۱ مشخصات آی سی
۸	۷۴۰۴	۴-۱ مشخصات آی سی
۱۰	۷۴۱	۵-۱ مشخصات آی سی
۳۱		۶-۱ سون سگمنت

### فصل ۲ درباره پروژه

۳۶	۱-۲ لیست قطعات به کار برده در این پروژه
۴۰	۲-۲ نحوه کار دستگاه
۴۷	۳-۲ نمای کلی از مدار
۴۸	مراجع

الف

## فهرست اشکال

### فصل اول

۱	.....	۱-۱	شكل ۱
۲	.....	۲-۱	شكل ۲
۲	.....	۳-۱	شكل ۳
۳	.....	۴-۱	شكل ۴
۴	.....	۵-۱	شكل ۵
۴	.....	۶-۱	شكل ۶
۵	.....	۷-۱	شكل ۷
۶	.....	۸-۱	شكل ۸
۷	.....	۹-۱	شكل ۹
۸	.....	۱۰-۱	شكل ۱۰
۸	.....	۱۱-۱	شكل ۱۱
۹	.....	۱۲-۱	شكل ۱۲
۹	.....	۱۳-۱	شكل ۱۳
۱۰	.....	۱۴-۱	شكل ۱۴
۱۲	.....	۱۵-۱	شكل ۱۵
۱۲	.....	۱۶-۱	شكل ۱۶
۱۳	.....	۱۷-۱	شكل ۱۷
۱۵	.....	۱۸-۱	شكل ۱۸
۱۷	.....	۱۹-۱	شكل ۱۹
۱۸	.....	۲۰-۱	شكل ۲۰
۱۹	.....	۲۱-۱	شكل ۲۱
۱۹	.....	۲۲-۱	شكل ۲۲
۲۰	.....	۲۳-۱	شكل ۲۳

ب

۲۰	.....	۲۴-۱	شكل
۲۱	.....	۲۵-۱	شكل ۱
۲۱	.....	۲۶-۱	شكل
۲۲	.....	۲۷-۱	شكل
۲۲	.....	۲۸-۱	شكل
۲۳	.....	۲۹-۱	شكل
۲۳	.....	۳۰-۱	شكل
۲۴	.....	۳۱-۱	شكل
۲۴	.....	۳۲-۱	شكل
۲۵	.....	۳۳-۱	شكل
۲۵	.....	۳۴-۱	شكل
۲۶	.....	۳۵-۱	شكل
۲۶	.....	۳۶-۱	شكل
۲۷	.....	۳۷-۱	شكل
۲۸	.....	۳۸-۱	شكل
۲۹	.....	۳۹-۱	شكل
۳۱	.....	۴۰-۱	شكل
۳۱	.....	۴۱-۱	شكل
۳۲	.....	۴۲-۱	شكل
۳۲	.....	۴۳-۱	شكل
۳۳	.....	۴۴-۱	شكل
۳۴	.....	۴۵-۱	شكل
۳۴	.....	۴۶-۱	شكل
۳۵	.....	۴۷-۱	شكل

ج

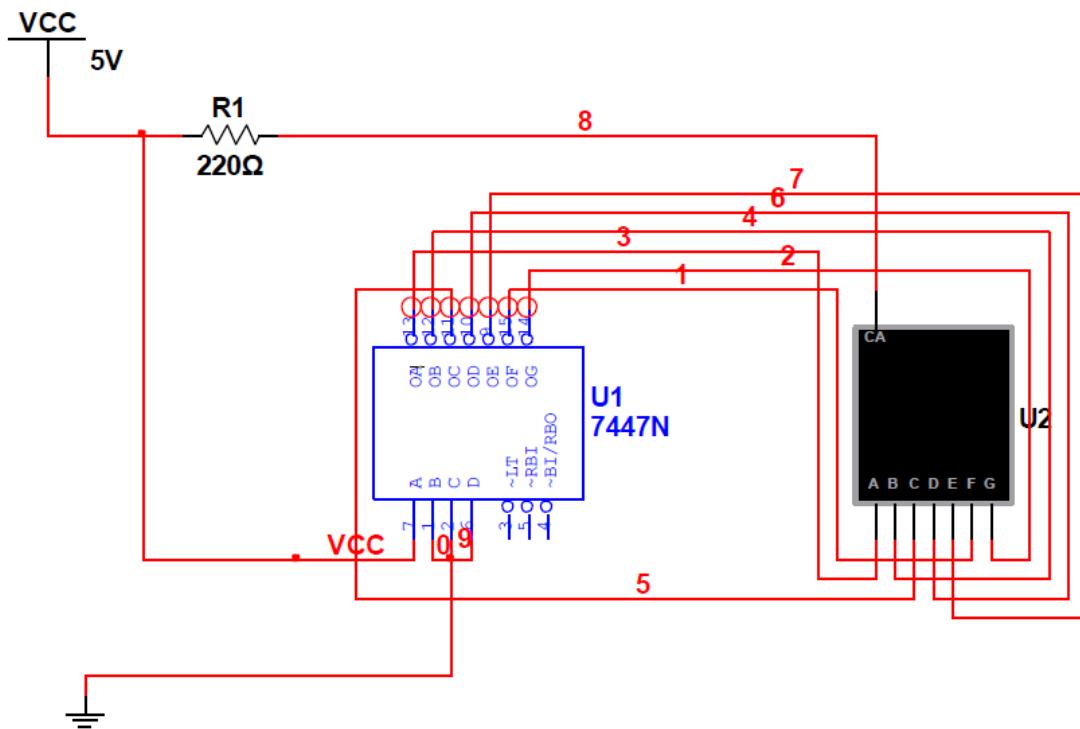
**فصل دوم**

۳۶	.....	شکل ۱-۲
۳۶	.....	شکل ۲-۲
۳۷	.....	شکل ۳-۲
۳۷	.....	شکل ۴-۲
۳۷	.....	شکل ۵-۲
۳۸	.....	شکل ۶-۲
۳۸	.....	شکل ۷-۲
۳۹	.....	شکل ۸-۲
۳۹	.....	شکل ۹-۲
۴۰	.....	شکل ۱۰-۲
۴۱	.....	شکل ۱۱-۲
۴۲	.....	شکل ۱۲-۲
۴۳	.....	شکل ۱۳-۲
۴۴	.....	شکل ۱۴-۲
۴۵	.....	شکل ۱۵-۲
۴۶	.....	شکل ۱۶-۲

## مشخصات آی سی ها

### مشخصات آی سی 7447

شکل مدار به صورت زیر است:



شکل ۱-۱

7 segment - IC 7447 - Common Anode

نکاتی در مورد آی سی 7447 :

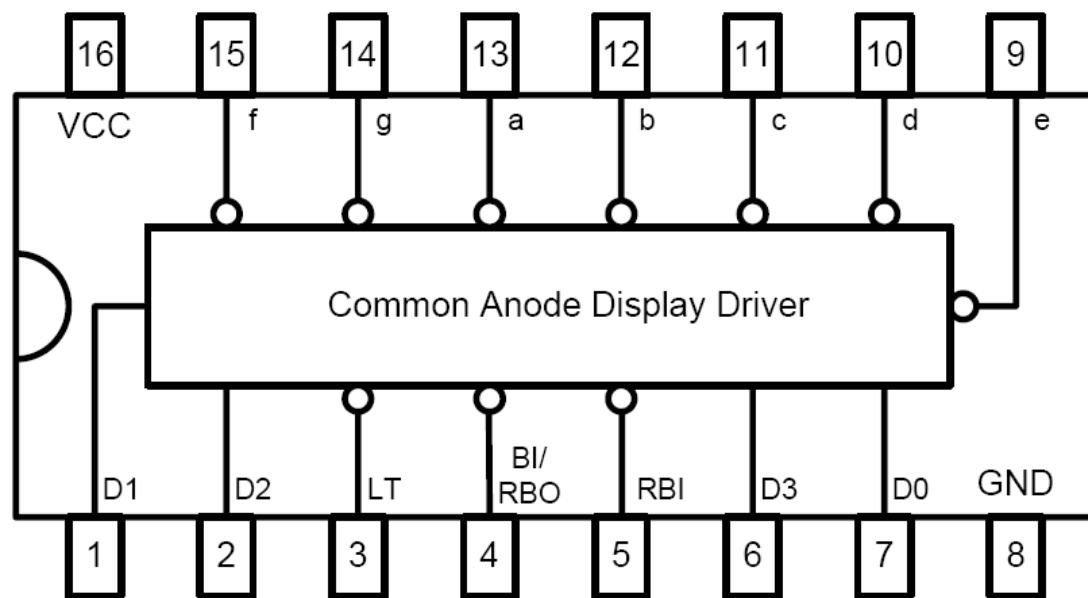
۱ +گر RBI (پایه شماره ۵ آی سی فعال باشد) سون سگمنت عدد صفر را نشان

نمی دهد.

۲ +گر BF/RB0 (پایه شماره ۴ آی سی فعال باشد) هیچ عددی را نشان نمی دهد.

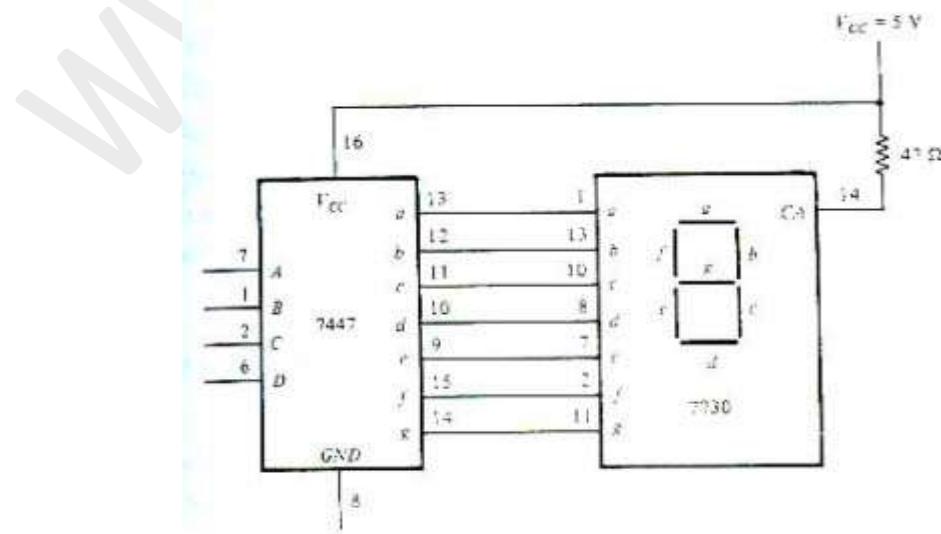
۳+ گر LT (پایه شماره ۳ آی سی فعال باشد) تمامی LED های سون سگمنت روشن می شود.

۱



7447 BCD to 7 Segment Decoder/Driver OC HV (15V)

۲-۱

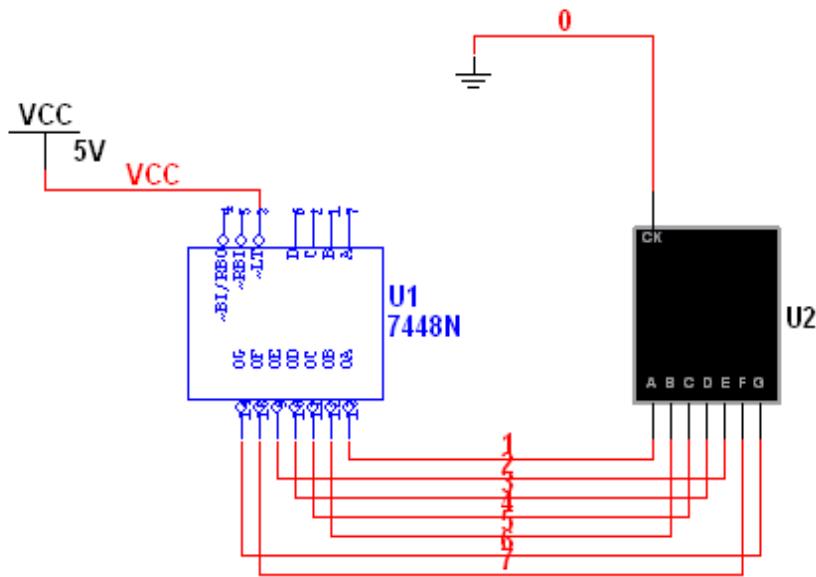


### ۳-۱ شکل

۲

### مشخصات آی سی ۷۴۴۸

شکل مدار به صورت زیر است:



## 7 segment - IC 7448 - common cathode

### شکل ۱-۴

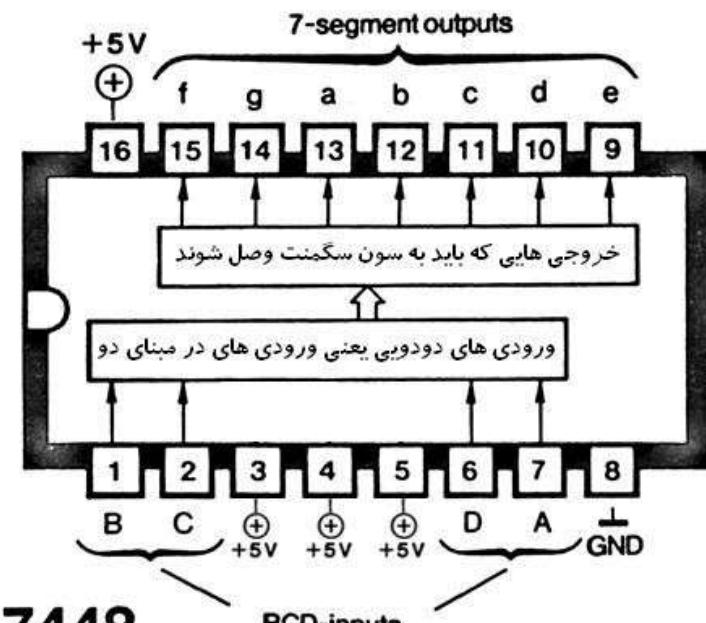
### نکاتی در مورد آی سی ۷۴۴۸:

۱- اگر RBI (پایه شماره ۵ آی سی فعال باشد) سون سگمنت عدد صفر را نشان نمی دهد.

۲- اگر BF/RB0 (پایه شماره ۴ آی سی فعال باشد) هیچ عددی را نشان نمی دهد.

اگر LT (پایه شماره ۳ آی سی فعال باشد) تمامی LED های سون سگمنت روشن میشود.

۳



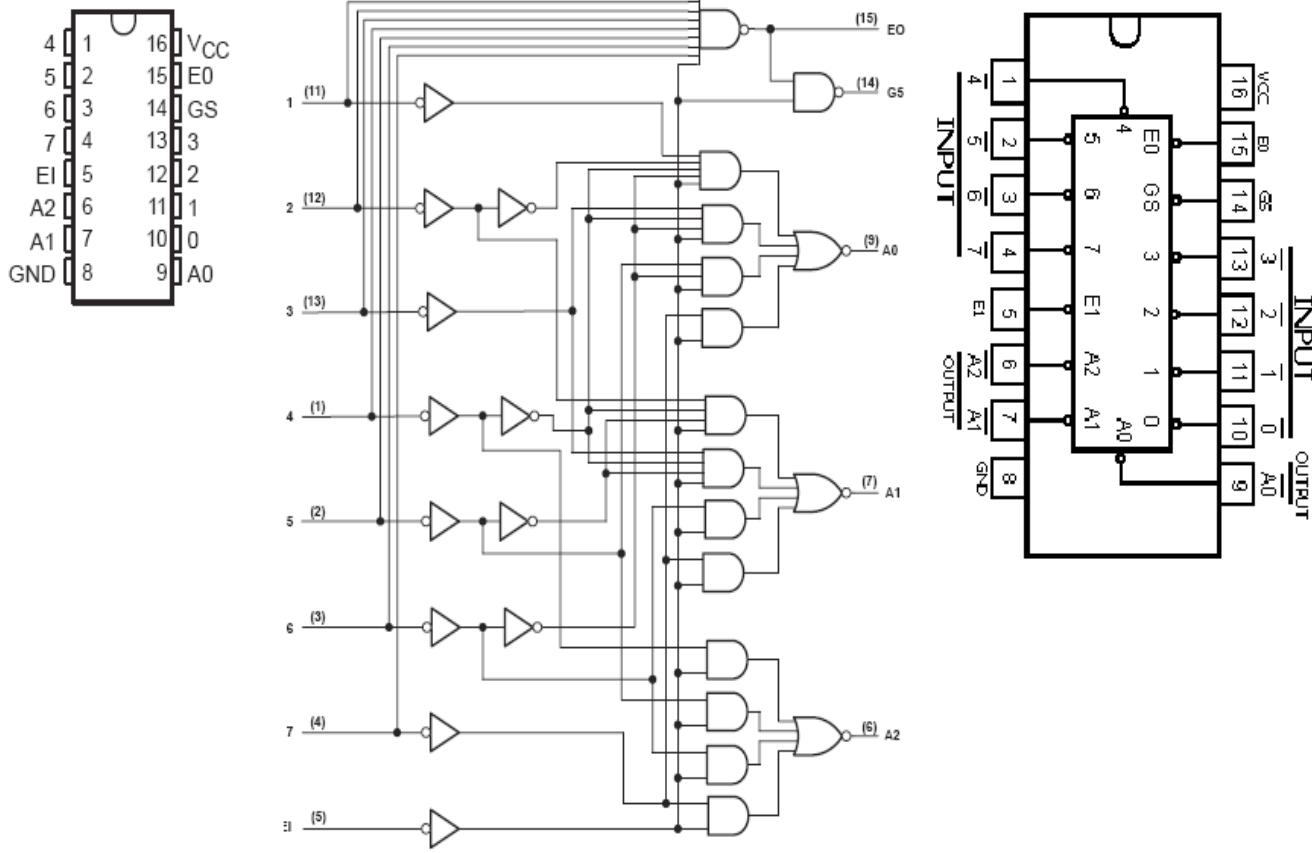
شکل ۱-۵



شکل ۱-۶

## مشخصات آی سی ۷۴۱۴۸

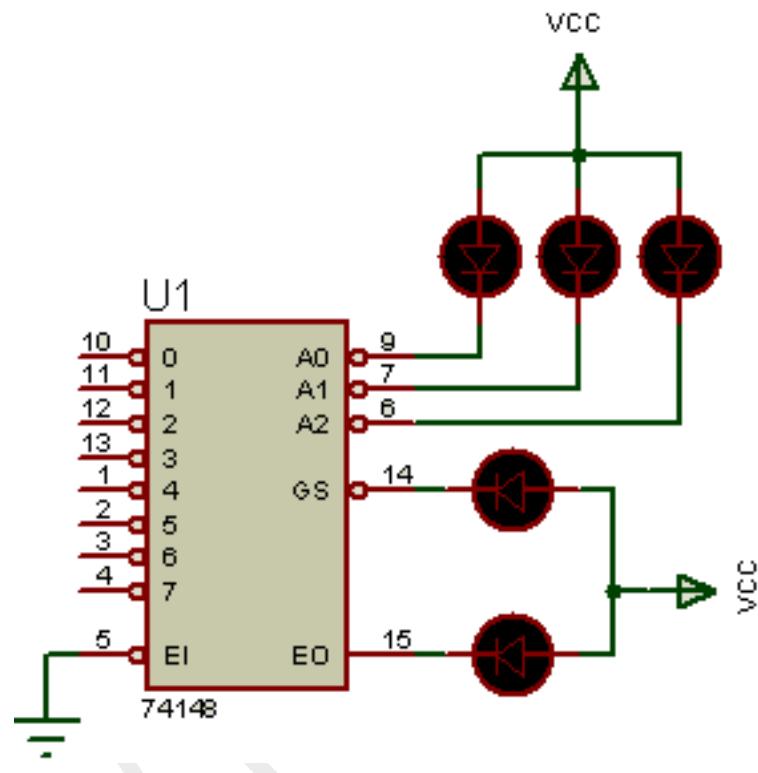
یک LS - ENCODER (سرعت پایین) ۸ ورودی - ۳ خروجی  
۲ تغذیه - ۲ پایه ای امنیتی ، GS ، EO ، A0



# SN74LS148

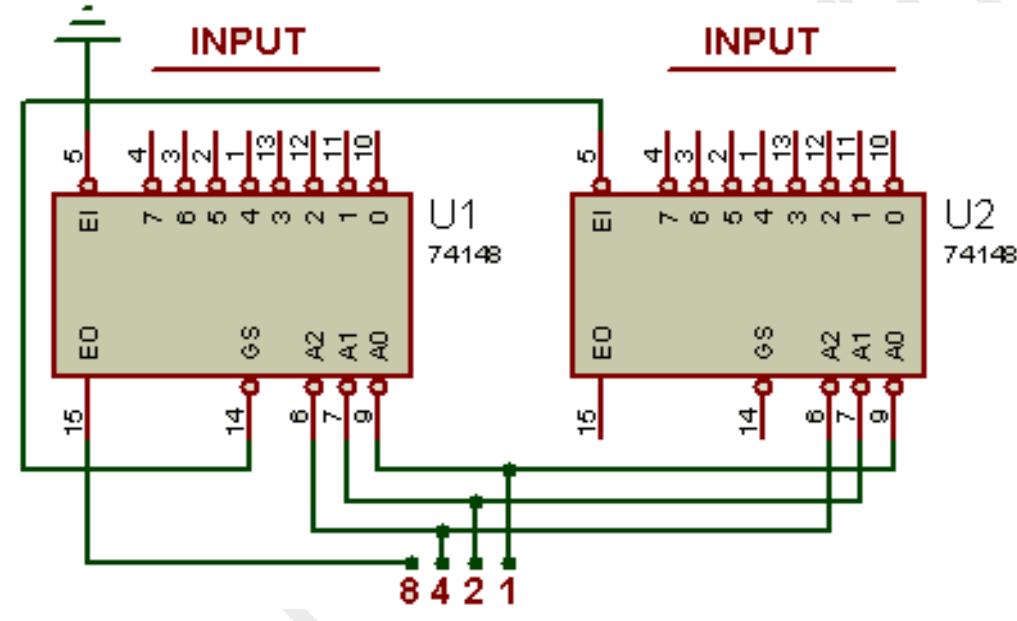
شكل ٧-١

٥



شكل ٨-١

E1	INPUT	OUTPUT	GS	EO
0	-	-	0	1
0	2	101	1	0
0	5	010	1	0
0	7	000	1	0
1	4	111	0	0
1	3	111	0	0



شکل ۹-۱

### (۱) وظیفه پایه های GE در آی سی ۷۴۱۴۸

این پایه زمانی که آی سی فعال و بدون حالت خاصی در ورودی می باشد یک است، اما زمانی که در ورودی حالتی ظاهر شود صفر خواهد شد که از این خاصیت می توان در ترکیب ۲ آی سی 74148 برای ساخت ENCODER ۱۶ به ۴ به کمک پایه EO, E1 استفاده کرد.

### (۲) وظیفه خروجی E1 در آی سی ۷۴۱۴۸

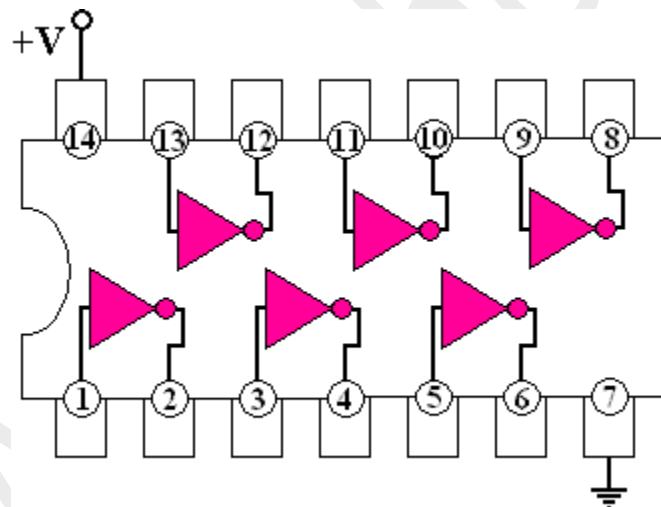
این پایه دقیقاً عکس پایه GE می باشد، یعنی وقتی آی سی فعال و بدون ورودی است صفر می باشد و زمانی که در ورودی حالتی اعمال شود یک می شود که از این

خاصیت نیز می توان برای ساخت ENCODER ۱۶ به ۴ به کمک پایه های E1 , GS استفاده کرد.

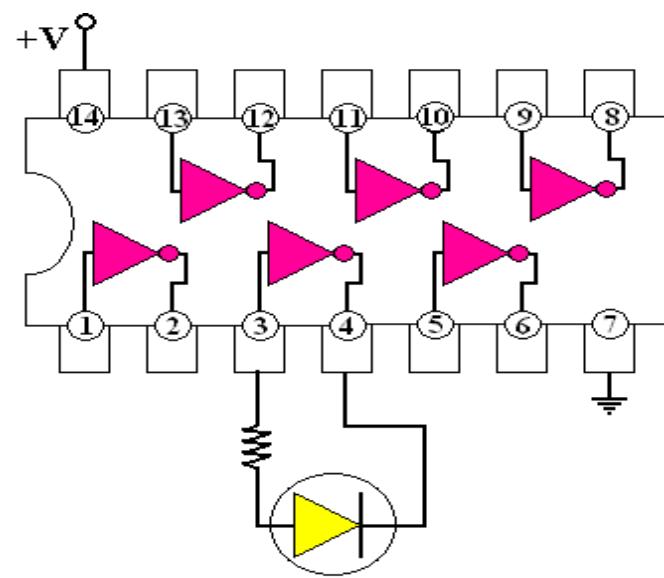
V

### مشخصات آی سی ۷۴۰۴

The 7404 IC package contains six independent positive logic NOT GATES (INVERTERS). Pins 14 and 7 provide power for all six logic gates.

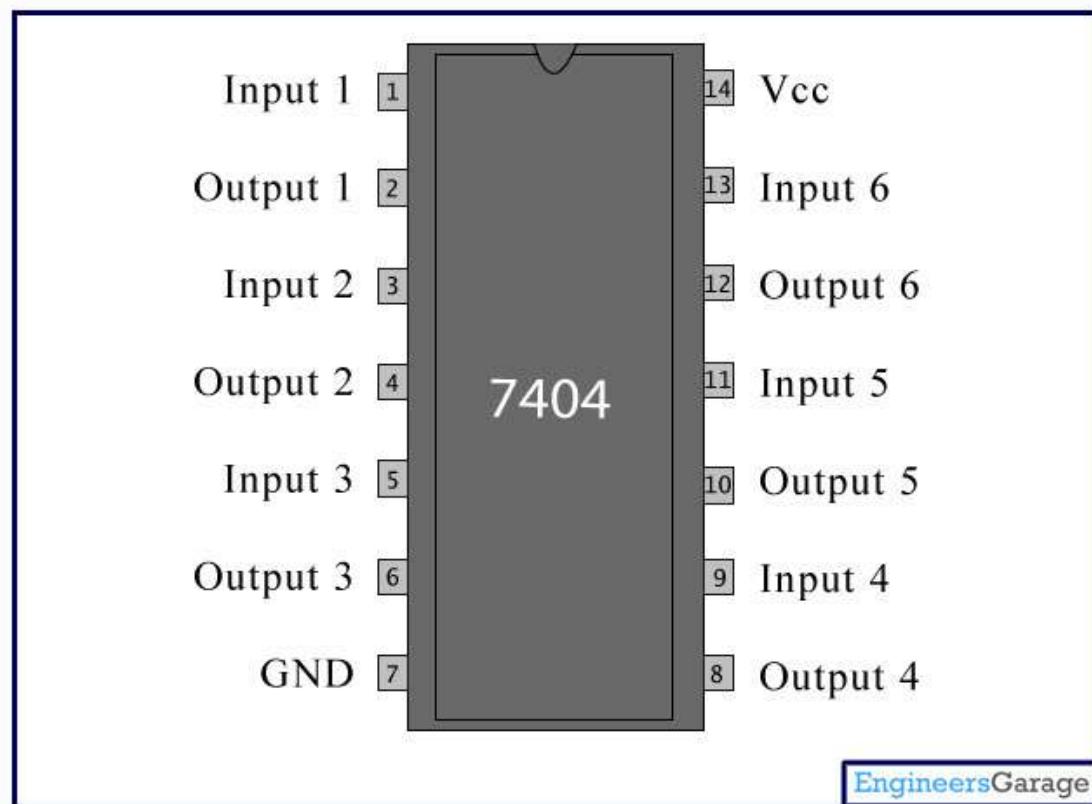


شکل ۱۰ - ۱



شكل ١١ - ١

٨



شكل ١٢ - ١



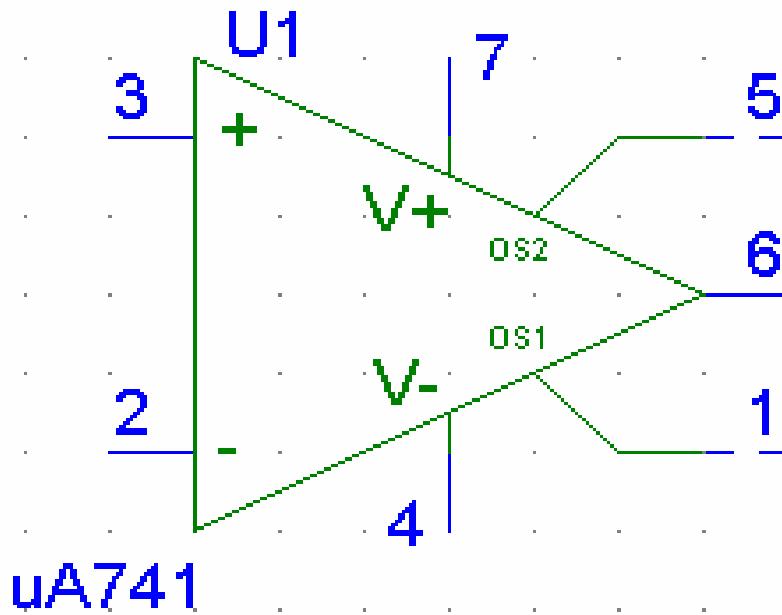
شکل ۱-۱۳

۹

## مشخصات آی سی ۷۴۱

این تقویت کننده عملیاتی یکی از پر کاربردترین مدارات مجتمع در الکترونیک بشمار می آید که علاوه بر کابرد اصلی خود بعنوان تقویت کننده AC , DC در انواع مدارات دیجیتال نقش عمده ای ایفا میکند.

معرفی و شرح قطعه:



شکل ۱-۱۴

**دو اصل کلیدی در تحلیل انواع مدارات حاوی Op Amp 741 :**

الف) از پایه های ۲ و ۳ به داخل IC هیچ جریانی عبور نمی کند زیرا مقاومت داخلی این IC بسیار زیاد است.

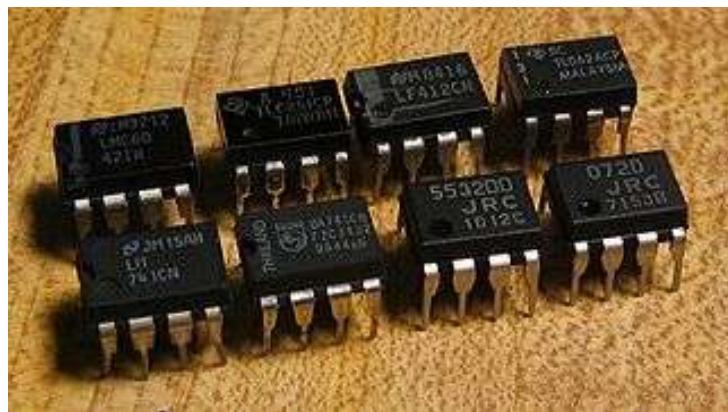
ب) ولتاژ پایه های ۲ و ۳ متمایل به یکسان بودن می باشد به عبارتی  $v(2)=v(3)$

۱۰

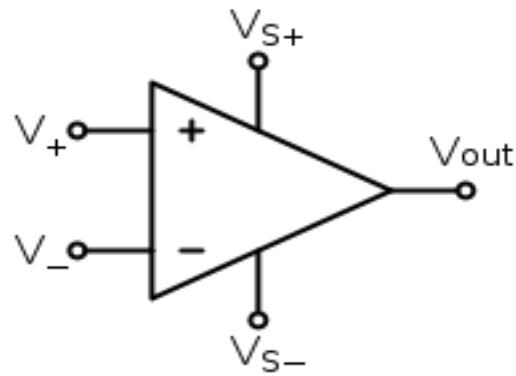
## تقویت کننده های عملیاتی یا اپ امپ

ایده به کارگیری تقویت کننده های عملیاتی یا اپ امپ به انگلیسی **op-amp** : یا اولین بار در دهه ۱۹۶۰ میلادی و در مدار کامپیوترهای آنالوگ **Operational amplifier** مطرح شد . در این کاربرد با قرار دادن عناصر مختلف بین سرهای ورودی و خروجی تقویت کننده عملیاتی مدارهای مختلف با کارایی های متفاوت طراحی می شد . با گسترش دامنه کاربرد

الکترونیک، استفاده از تقویت کننده عملیاتی نیز توسعه فراوان یافت . در سال ۱۹۶۰ میلادی اولین بار تقویت کننده عملیاتی به صورت مدار مجتمع طراحی و ساخته شد و با حجم، وزن و قیمت به مراتب کمتر به بازار مصرف ارائه گردید. پیشرفت فناوری و مطرح شدن نیازهای متنوع تر و تخصصی تر، زمینه را برای عرضه تقویت کننده‌های عملیاتی خاص فراهم نمود . تقویت کننده عملیاتی در واقع یک تقویت کننده ولتاژ با بهره ولتاژ بسیار بالاست و معمولاً دارای یک سر خروجی و دو سر ورودی است که سرهای ورودی به صورت تفاضلی عمل می‌کنند . به عبارت دیگر این تقویت کننده اختلاف ولتاژ بین ورودی را تقویت می‌کند . یکی از دو سر، ورودی منفی (-) یا معکوس کننده نام دارد، زیرا تقویت کننده برای ورودی‌های اعمال شده به این سر دارای بهره منفی خواهد بود . سر دیگر ورودی مثبت (+) یا غیر معکوس کننده است و سیگنال‌های ورودی به این سر، در خروجی با بهره مثبت ظاهر می‌شوند. این تقویت کننده دارای مقاومت خروجی بسیار کوچک (حدود چند اهم) بوده و از مقاومت ورودی بسیار بزرگی (بیش از چند صد کیلو اهم) برخوردار است . چون تقویت کننده عملیاتی یک قطعه فعال است برای تامین انرژی مصرفی و بایاس ترانزیستورهای داخلی خود به تغذیه DC نیاز دارد.



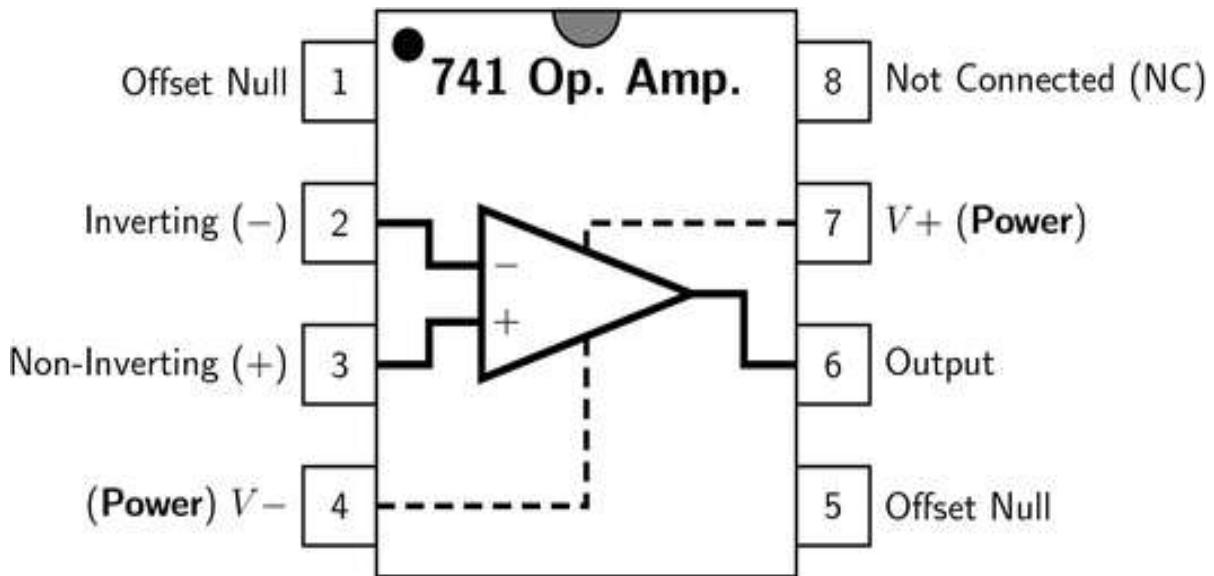
شکل ۱۵



شکل ۱۶

### پایه‌ها

- پایه‌های ۴ و ۷ بترتیب منابع تغذیه منفی و مثبت تراشه می‌باشند (معمولاً بین ۱۰ تا ۱۵ ولت DC بصورت مثبت و منفی).
- پایه‌های ۲ و ۳ بترتیب ورودی‌های سیگنال منفی و مثبت تراشه می‌باشند.
- پایه ۶ خروجی تراشه می‌باشد و پایه ۸ نیز بصورت disconnect است.
- پایه‌های ۱ و ۵، پایه‌های تغییر دهنده سطح DC خروجی آی سی هستند که توسط آن‌ها می‌توان سطح DC خروجی را تغییر داد. این کار را می‌توان با قرار دادن یک پتانسیومتر بین این دو پایه انجام داد.
- پایه ۸ بی استفاده است.



شکل ۱۷ - ۱

### تقویت کننده عملیاتی ایده آل

- بهره ولتاژ بی نهایت دارد.
- مقاومت خروجی صفر دارد.
- مقاومت ورودی بی نهایت دارد.
- پهنهای باند بی نهایت دارد.
- ولتاژ انحراف از میزان ورودی آن صفر است.

در حالی که هیچ یک از فرض‌های فوق با خواص تقویت کننده عملیاتی واقعی مطابقت کامل ندارد، اما نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل مدارهای با مدل ایده آل، در فرکانس‌های پایین به نتایج واقعی بسیار نزدیک هستند.

## تقویت کننده عملیاتی واقعی

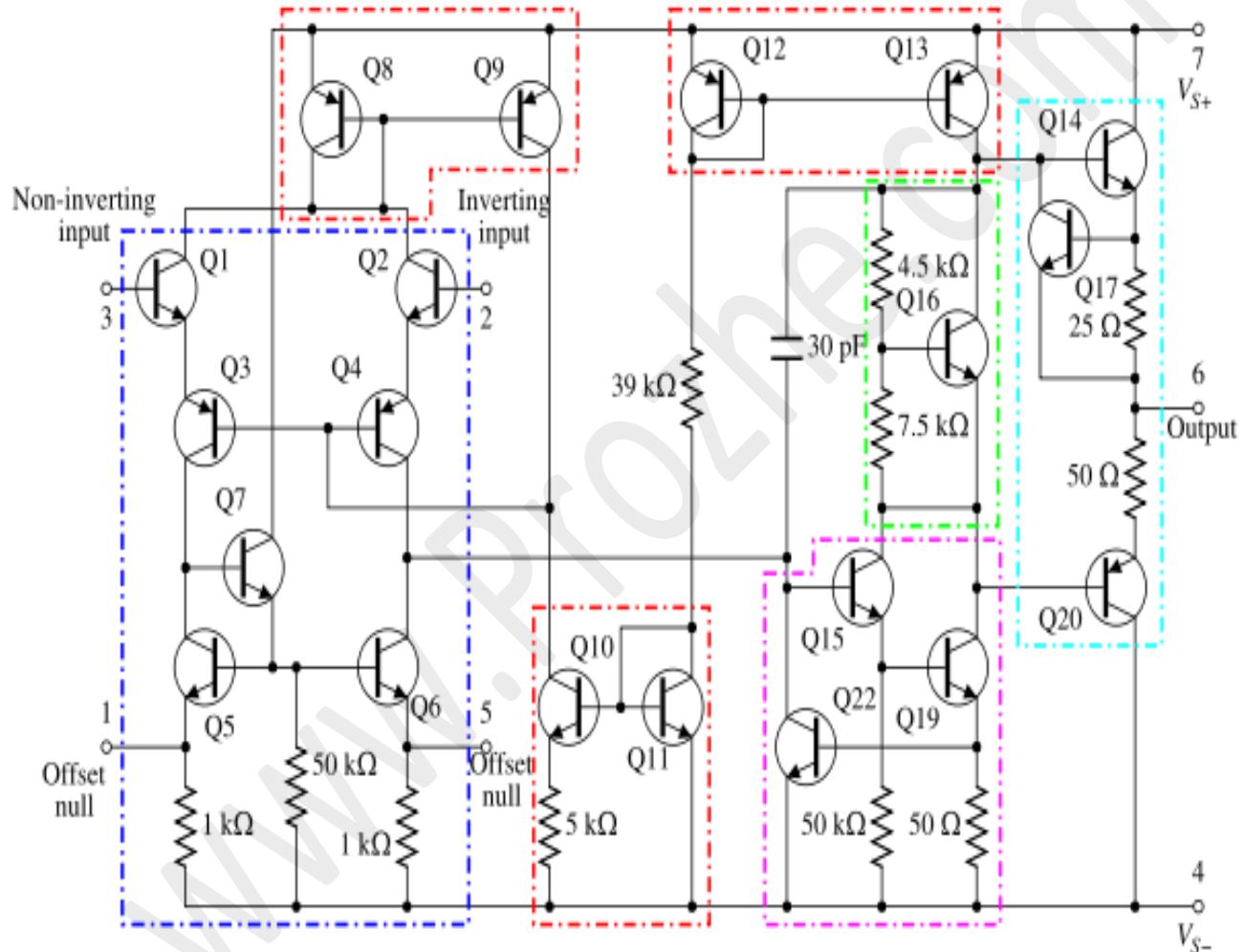
در عمل، تقویت کننده عملیاتی نمی تواند دارای همه خصوصیات یاد شده در مورد حالت ایده آل آن باشد. چرا که تقویت کننده عملیاتی، خود از به هم پیوستن چند طبقه تقویت کننده ترانزیستوری (در ادامه مطلب اشاره شده است). به وجود آمده است و ناگزیر دارای محدودیت هایی در بهره ولتاژ،  مقاومت ورودی، جريان خروجی و ... است. گرچه این گونه محدودیت ها که در تقویت کننده عملیاتی معمولی وجود دارند اساس طراحی های انجام شده بر مبنای حالت ایده آل را بر هم نمی زند و فقط نتایج را با تقریب روبه رو می سازند، ولی تقویت کننده عملیاتی خاص با کارآیی بالا نیز در بازار یافت می شوند که در بعضی خصوصیت ها به وضعیت ایده آل بسیار نزدیک بوده و می تواند در طرح های ویژه به کار گرفته شوند. مثلا تقویت کننده های عملیاتی ای ساخته می شوند که دارای سرعت زیاد، جريان خروجی زیاد و  مقاومت ورودی بزرگ هستند. شناخت محدودیت های تقویت کننده عملیاتی واقعی نه تنها در درک عمیق تر عملکرد مدارهای طراحی شده با این تقویت کننده عملیاتی ما را یاری می کند، بلکه برای انتخاب تقویت کننده عملیاتی مناسب برای یک طرح مورد نظر نیز ضرورت دارد.

### **معرفی بلوک های تشکیل دهنده یک تقویت کننده عملیاتی**

- منابع جریان
- تقویت کننده تفاضلی ورودی
- تقویت کننده میانی
- مدارهای تغییر دهنده سطح DC
- طبقه خروجی (تقویت کننده توان که معمولاً یک تقویت کننده پوش پول است

## مدار داخلی

ای سی‌های تقویت کننده عملیاتی بنا به کاربردشان دارای مدارهای داخلی متفاوتی هستند. ای سی ۷۴۱ جزو ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین اپ‌امپ‌ها می‌باشد. مدار داخلی آن قابل مشاهده می‌باشد



شکل ۱۸ - ۱

- **قسمت آبی رنگ :** این قسمت، طبقه تفاضلی است. ترانزیستورهای Q1 تا Q4 زوج تفاضلی ورودی را تشکیل می‌دهد Q5 و Q6 و Q7 به همراه سه مقاومت، تشکیل بار فعال می‌دهند.
- **قسمت‌های قرمز رنگ :** ترانزیستورها در طبقات قرمز، تشکیل منابع جريان می‌دهند و تقویت کننده‌های ترانزیستوری را بایاس می‌کنند. هر سه منبع جریان، از نوع آینه‌ای هستند.
- **قسمت صورتی رنگ :** این طبقه، طبقه تقویت کننده میانی است Q15. به عنوان بافر و Q19 با مقاومت 50 اهم در امیتر، یک طبقه امیتر مشترک تشکیل می‌دهد.
- **قسمت آبی آسمانی رنگ :** طبقه خروجی تقویت کننده یا همان تقویت کننده توان از کلاس AB یا پوش پول) می‌باشد. علت استفاده از از تقویت کننده کلاس AB در خروجی، تامیت جريان بارهای متنوع در خروجی است.
- **قسمت سبز رنگ :** این طبقه، چند برابر کننده ولتاژ بیس-امیتر نامیده می‌شود و برای جلوگیری از اعوچاچ همگذری استفاده می‌شود. این طبقه، ترانزیستورهای تقویت توان را در آستانه روشن شدن، نگاه می‌دارد. برای رسیدن به پایداری حرارتی مطلوب به جای مقاومت 4,5 k می‌توان از یک NTC استفاده کرد.
- **مقاومت‌های 25 و 50 اهم در خروجی تقویت کننده جهت جلوگیری از رانش حرارتی ترانزیستورهای Q14 و Q20 به کار گرفته شده‌اند.**
- **خازن Pf30 ، جبران ساز میلر است و در مدار قطب بوجود می‌آورد که به منظور جلوگیری از ناپایداری و نوسان تقویت کننده در فرکانس‌های بالا مورد استفاده قرار گرفته است . (فضایی که یک خازن در مدار مجتمع اشغال می‌کند ، چندین برابر فضای اشغال شده توسط یک ترانزیستور است . پس در طراحی مدار مجتمع ، باید از حداقل خازن و  مقاومت استفاده کرد ).**

## سرعت تغییرات خروجی(Slew Rate)

### تعريف

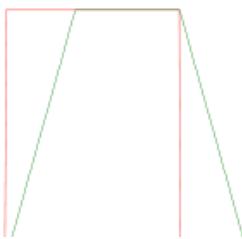
سرعت تغییر ولتاژ خروجی تقویت کننده عملیاتی محدود است . به عبارت دیگر اگر به ورودی یک تقویت کننده عملیاتی شکل موج پله داده شود، خروجی شکل موج پله نخواهد داشت .

بلکه افزایش ولتاژ خروجی با شیب معینی صورت می گیرد. این پارامتر توسط حداکثر جریان شارژ کننده خازن جبران ساز C تعیین می شود. زیرا افزایش ولتاژ خروجی مستلزم افزایش ولتاژ خروجی طبقه تقویت کننده میانی است که از طریق شارژ خازن C انجام می گیرد. حداکثر شیب تغییرات ولتاژ خروجی را با یک پارامتر به نام 'SR' مشخص می نمایند.

$$SR = \max \left( \left| \frac{dv_{out}(t)}{dt} \right| \right)$$

### اندازه گیری Slew Rate

برای اندازه گیری Slew Rate می توان از یک فانکشن ژنراتور در حالت موج مربعی و یک اسیلوسکوپ استفاده کرد Slew Rate. برای حالت با فیدبک و بدون فیدبک یکسان است. این پارامتر برای تقویت کننده های عملیاتی معمولی حدود چند ولت بر میکروثانیه بوده و برای تقویت کننده های عملیاتی با کارایی بالا از ۱۰۰ ولت بر میکروثانیه نیز می تواند بیشتر باشد.



شکل ۱۹ - ۱

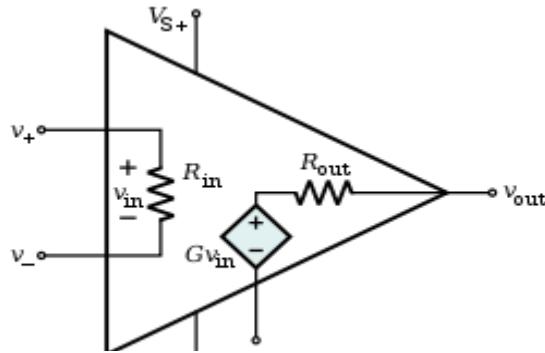
۱۷

## عرض باند بهره واحد

در یک تقویت کننده عملیاتی واقعی، نه تنها بهره ولتاژ حلقه باز محدود است بلکه این مقدار نیز تا فرکانس حدود بین  $10 \text{ KHz}$  تا  $1 \text{ MHz}$  ثابت است و پس از آن کاهش می یابد. این کاهش به میزان  $20 \text{ dB/dec}$  با افزایش فرکانس ادامه می یابد. عرض باند بهره واحد در تقویت کننده های عملیاتی معمولی حدود  $1 \text{ MHz}$  است. در تقویت کننده های عملیاتی سریع مقدار این پارامتر ممکن است به بیش از چند ده مگاهرتز نیز برسد.

## مقادیر ورودی و خروجی

برخلاف تقویت کننده عملیاتی ایده آل که مقاومت خروجی آن را صفر در نظر گرفتیم، تقویت کننده عملیاتی واقعی دارای یک  مقاومت خروجی در حدود  $100$  اهم می باشد.(برای تقویت کننده های عملیاتی معمولی) البته در تقویت کننده هایی که با استفاده از تقویت کننده عملیاتی و مقاومت های خارجی ساخته می شوند مقاومت خروجی مدار از مقاومت خروجی تقویت کننده عملیاتی کمتر خواهد بود. در این حالت، مقاومت خروجی تقویت کننده عملیاتی در مدار نقش چندان مهمی ندارد و می توان از آن صرف نظر کرد. تاثیر قابل توجه این مقاومت در امپدانس خروجی مدار وقتی ظاهر می شود که محدودیت عرض باند را در نظر بگیریم.



شکل ۱ - ۲۰

۱۸

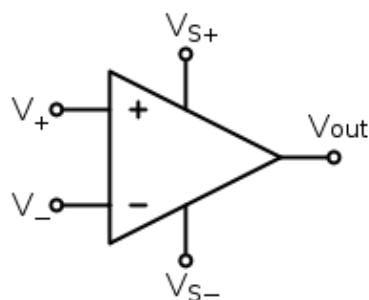
### تقویت کننده عملیاتی به عنوان مقایسه کننده(اپ امپ بدون فیدبک)

هنگامی که ولتاژ پایه مثبت(معکوس نکننده) از ولتاژ پایه منفی(معکوس کننده) بیشتر باشد، خروجی اپ امپ، برابر با تغذیه مثبت می شود(تغذیه مثبت در خروجی ظاهر می شود).

هنگامی که ولتاژ پایه مثبت(معکوس نکننده) از ولتاژ پایه منفی(معکوس کننده) کمتر باشد، خروجی اپ امپ، برابر با تغذیه منفی می شود(تغذیه منفی در خروجی ظاهر می شود).

به روابط توجه کنید.

$$V_{\text{out}} = \begin{cases} V_{S+} & \text{if } V_+ > V_- \\ V_{S-} & \text{if } V_+ < V_- \end{cases}$$

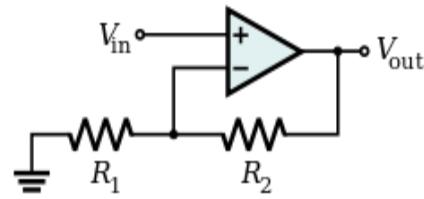


شکل ۱ - ۲۱

کاربردهای تقویت کنندگی

### تقویت کننده معکوس نکننده

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

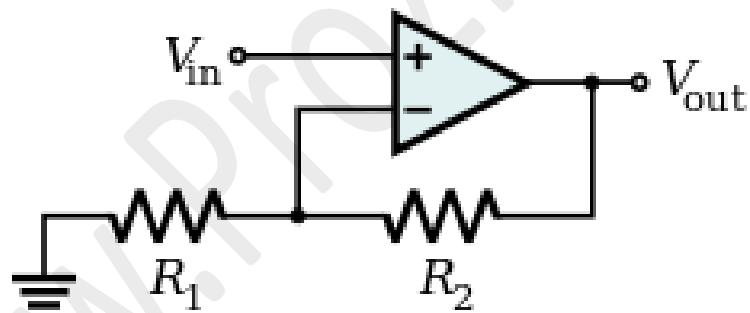


شکل ۱۲ - ۱

۱۹

### تقویت کننده معکوس کننده

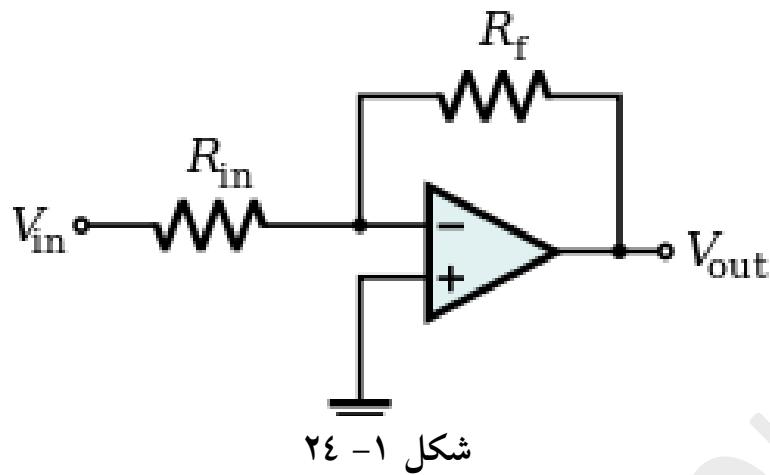
$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$



شکل ۱۲ - ۲

### تقویت کننده معکوس کننده

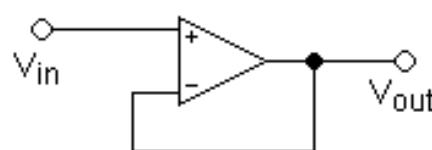
$$V_{\text{out}} \approx -V_{\text{in}} \frac{R_f}{R_{\text{in}}}$$



۲۰

### ساخت بافر به کمک اپ امپ

در این حالت بهره ولتاژ برابر یک است . مقاومت ورودی این مدار با توجه به صفر بودن جریان ورودی سر مثبت، برابر بی نهایت است . ملاحظه می شود که تقویت کننده فوق همه شرایط یک بافر را داراست (بهره ولتاژ یک، مقاومت ورودی بی نهایت و مقاومت خروجی صفر) و به همین دلیل در بسیاری از کاربردها به عنوان یک مدار بافر تقریبا ایده آل مورد استفاده قرار می گیرد . این مدار را ولتاژ فالوئر نیز می نامند، زیرا ولتاژ خروجی آن همواره ولتاژ ورودی را دنبال می کند

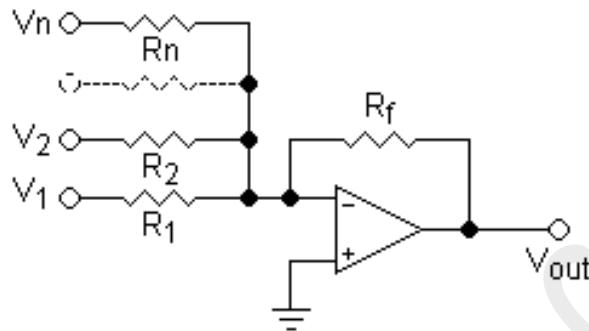


شکل ۱ - ۲۵

### ساخت جمع کننده به کمک اپ امپ

هریک از تقویت کننده‌های با بهره منفی یا مثبت را با اضافه کردن چند مقاومت در ورودی مطابق شکل می‌توان به مدار جمع کننده تبدیل کرد.

$$V_{out} = V_2 \left( \frac{(R_3 + R_1) R_4}{(R_4 + R_2) R_1} \right) - V_1 \left( \frac{R_3}{R_1} \right)$$

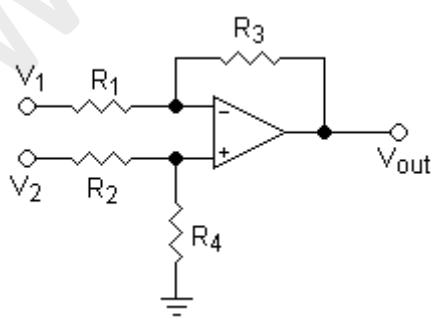


شکل ۱-۲۶

۲۱

### تقویت کننده تفاضلی

منظور از تقویت کننده تفاضلی، تقویت کننده‌ای است که در خروجی آن تفاضل دو سیگنال ورودی با بهره معینی ظاهر می‌شود. در تقویت کننده‌های تفاضلی، معمولاً مقدار متوسط سیگنال‌های ورودی نیز تقویت شده و به صورت یک مولفه ناخواسته در خروجی ظاهر می‌شود. در یک تقویت کننده تفاضلی ایده آل این مولفه در خروجی صفر است.



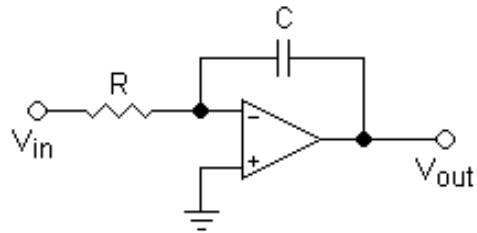
$$V_{out} = V_2 \left( \frac{(R_3 + R_1) R_4}{(R_4 + R_2) R_1} \right) - V_1 \left( \frac{R_3}{R_1} \right)$$

شکل ۱-۲۷

## مدار انتگرال گیر

این مدار شکل موج مربعی را به شکل موج دندانه ارها<sup>ی</sup> تبدیل می کند و در اسیلوسکوپ کاربرد دارد. البته در عمل باید به موازات خازن C یک مقاومت بزرگ قرار داد تا فیدبک از نقطه نظر DC برقرار باشد.

$$V_{out} = \int_0^t -\frac{V_{in}}{RC} dt + V_{initial}$$

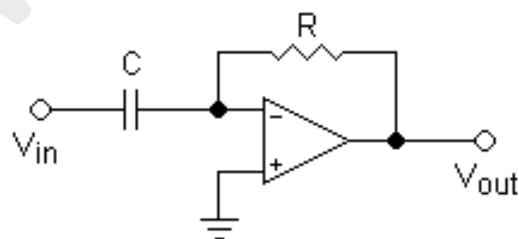


شکل ۱ - ۲۸

۲۲

## مدار مشتق گیر

$$V_{out} = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$



شکل ۱ - ۲۹

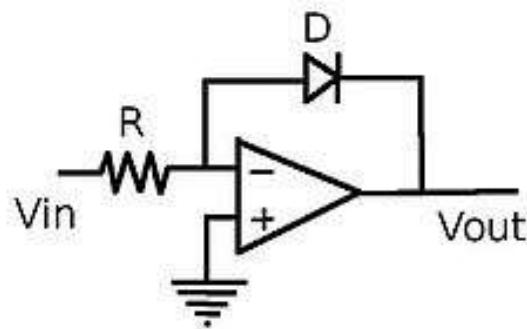
کاربردهای غیر خطی (لگاریتمی و آنٹی لگاریتمی (نمایی))

## تقویت کننده لگاریتمی

$$v_{\text{out}} = -V_T \ln \left( \frac{v_{\text{in}}}{I_S R} \right)$$

$I_s$  جریان اشباع معکوس

در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) برابر ۲۶ میلی ولت است.



شکل ۱-۳۰

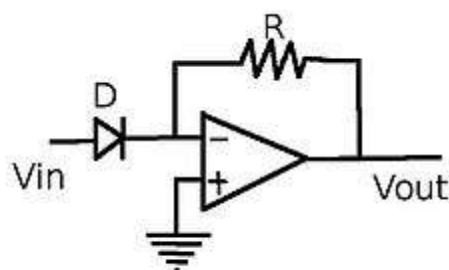
۲۳

### تقویت کننده آنتی لگاریتمی (نمایی)

$$v_{\text{out}} = -R I_S e^{\frac{v_{\text{in}}}{V_T}}$$

$I_s$  جریان اشباع معکوس

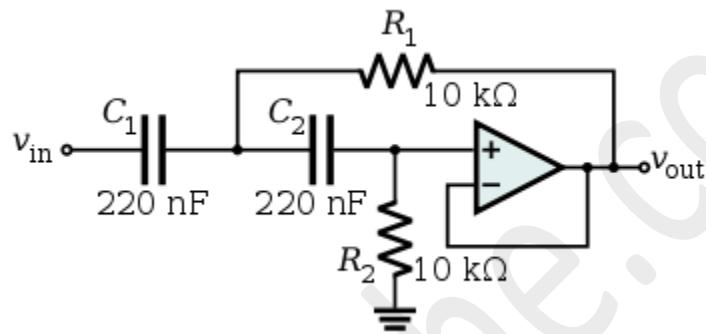
در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) برابر ۲۶ میلی ولت است.



شکل ۱ - ۳۱

### کاربرد اپ امپ در طراحی فیلترهای اکتیو

از اپ امپ می‌توان در ساخت فیلترهای آنالوگ اکتیو استفاده کرد. نمونه‌ای از این دست فیلتر را در ذیل می‌بینید.

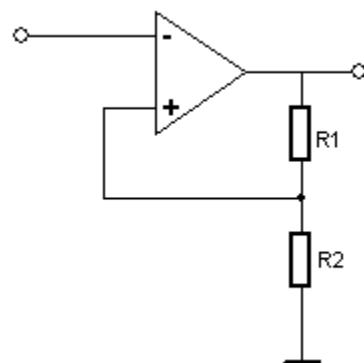


شکل ۱ - ۳۲

۲۴

### اپ امپ با فیدبک مثبت

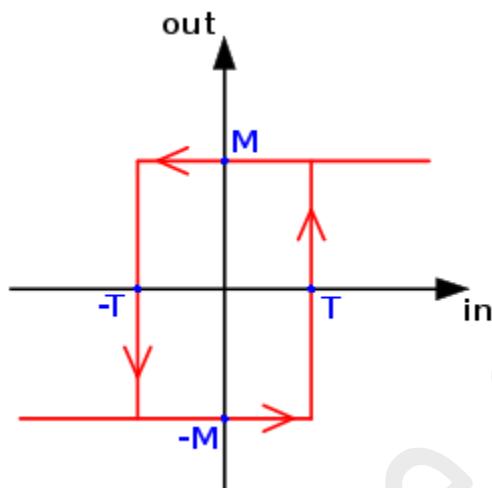
هنگامی که پایه خروجی به طرقی به ورودی معکوس نکننده متصل باشد، مدار کاربرد تقویت کنندگی ندارد. با این روش می‌توان مدارهای نظیر مونواستابل، آستابل، بای استابل و اشمیت تریگر ساخت.



شکل ۱ - ۳۳

## اشمیت تریگر با اپ امپ

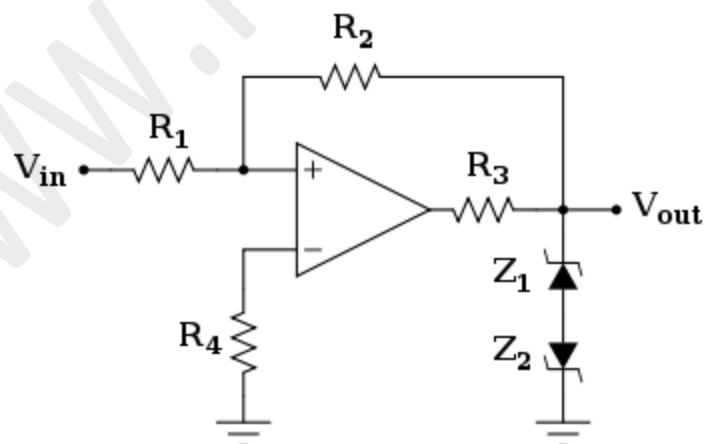
از اپ امپ در ساخت اشمیت تریگر نیز استفاده می شود. به شکل های زیر دقت کنید.



شکل ۱ - ۳۴

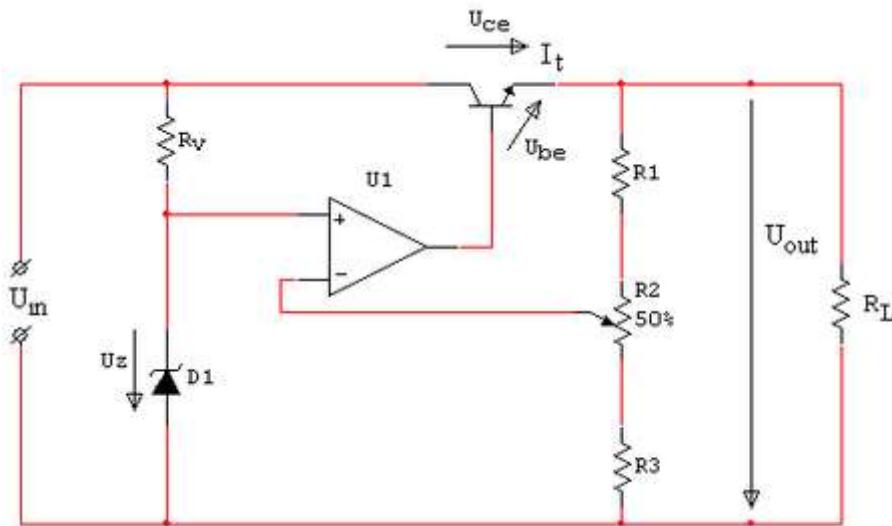
۲۵

## تنظیم کننده با تقویت کننده عملیاتی



شکل ۱ - ۳۵

گرچه استفاده از تنظیم کننده‌های ولتاژ ساده در بسیاری از سیستم‌های الکترونیکی ارزان قیمت متداول است، ولی در منابع تغذیه تجاری که تنظیم ولتاژ بهتر و دقیق‌تر و نیز ولتاژ خروجی قابل تغییر مورد نیاز است.

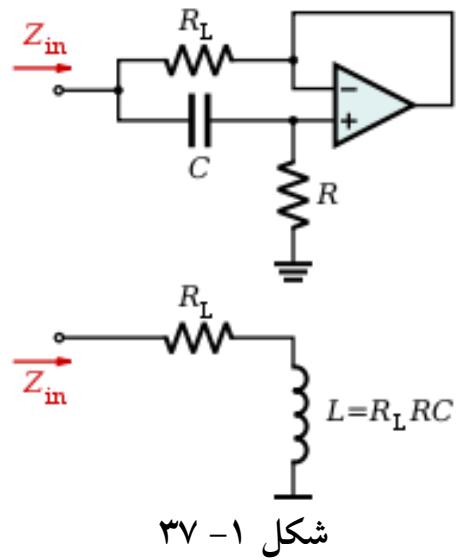


شکل ۱ - ۳۶

۲۶

## ژیراتور

در طراحی فیلترهای غیرفعال، به دلیل استفاده از سلف، مدارها بسیار سنگین، بزرگ و گران می‌شوند و دارای تلفات نیز هستند. به همین دلیل استفاده از فیلترهای فعال که در آن از سلف استفاده نمی‌شود دارای مزیت می‌باشد. یکی نوع از فیلترهای فعال، فیلتری است که در آن از ژیراتور استفاده می‌شود. در این روش ابتدا فیلتر غیرفعال را سنتز کرده سپس به جای سلف از ژیراتور که از ترکیب مقاومت و خازن و تقویت کننده عملیاتی ساخته می‌شود، استفاده می‌کنیم.



شکل ۱ - ۳۷

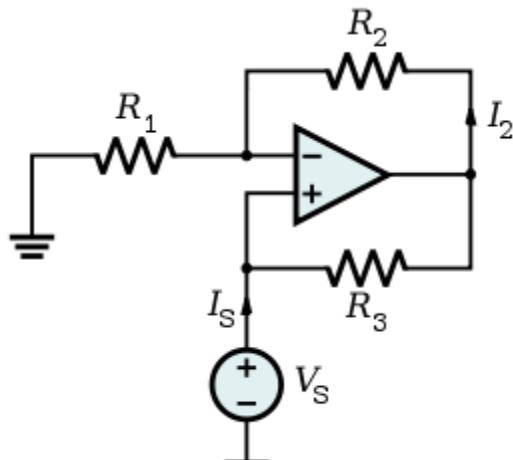
### مبدل امپدانس منفی

منظور از مبدل امپدانس منفی، مداری است که بتواند با استفاده از مقاومت‌های معمولی در دو سر ورودی خود یک مقاومت منفی ایجاد کند. در مدار شکل روبرم می‌توان نشان داد که نسبت  $I_i$  به  $V_i$  یک عدد منفی است. به عبارت دیگر از سر ورودی مثبت، مدار دارای مقاومت منفی است.

۲۷

تحلیل مدار روبرو: به دلیل استفاده از فیدبک منفی و برابری ولتاژ پایه‌های ورودی، و تقسیم ولتاژ داریم:

$$V_{\text{opamp}} = V_s \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$



شکل ۱ - ۳۸

با نوشتن فرمول جریان، و جایگزینی رابطه اول داریم:

$$-I_s = \frac{V_{opamp} - V_s}{R_3} = V_s \frac{\frac{R_2}{R_1}}{R_3}$$

بنابراین مقاومت ورودی یک مقاومت منفی است.

برای داشتن امپدانس منفی، می توان به جای مقاومت از سلف یا خازن استفاده کرد.

از مبدل مقاومت منفی می توان در طراحی منبع جریان ایده آل با تقویت کننده عملیاتی استفاده نمود

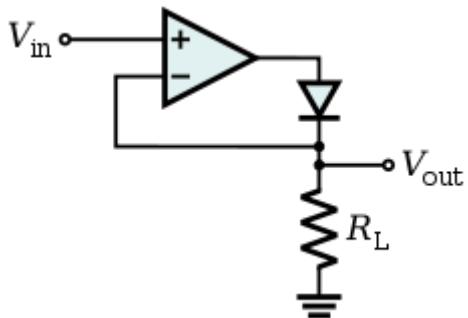
### یکسو ساز دقیق

با استفاده از تقویت کننده عملیاتی و دیود می توان یک، یکسو ساز تقریبا ایده آل ساخت.

توضیح: هنگامی که ولتاژ ورودی کوچک تر از صفر باشد دیود خاموش است و فیدبک منفی برقرار نمی شود پس ولتاژ خروجی صفر است. و هنگامی که ولتاژ ورودی بزرگ تر از صفر

باشد دیود روشن می‌شود فیدبک منفی برقرار می‌شود و ولتاژ خروجی، برابر ولتاژ ورودی می‌شود.

این یکسو ساز، نیم موج است.



شکل ۱ - ۳۹

### یکسو ساز دقیق بهبود یافته

در این مدار چون خروجی تقویت کننده عملیاتی به اشباع مثبت و منفی نمی‌رود نرخ شیب (Slew Rate) خود را خیلی کم نشان می‌دهد و از مدار قبی کیفیت بهتری دارد.(اگر چه این مدار هم در فرکانس‌های بالا Slew Rate خوبی از خود نشان نمی‌دهد و از مدار قبلی بهتر است.).

### کامپیوتر آنالوگ

کامپیوتر آنالوگ به عنوان یک وسیله دقیق قادر است رفتار یک سیستم فیزیکی را که به صورت یک مجموعه معادلات دیفرانسیل و انتگرال قابل توصیف باشد پیش بینی و  شبیه سازی نماید.

برنامه نویسی چنین کامپیوتری عبارت است از به کارگیری تعدادی تقویت کننده عملیاتی برای انجام عملیاتی که در معادلات توصیف کننده سیستم مورد استفاده قرار گرفته اند. یک کامپیوتر آنالوگ واقعی، علاوه بر تقویت کننده عملیاتی شامل  مقاومت‌ها و خازن‌های دقیق، مولد شکل موج‌های مختلف برای تامین ورودی‌های گوناگون، وسایلی برای اعمال شرایط اولیه، پتانسیومتر دقیق برای وارد نمودن ثابت‌های قابل تغییر، کلید‌هایی برای کنترل عملیات، اسیلوسکوپ جهت نمایش خروجی و یک صفحه اتصالات، جهت به هم بستن قطعه‌های مختلف موجود در برنامه است. در مدارهای کامپیوتر آنالوگ معمولاً از مشتق گیر استفاده نمی‌شود، زیرا اغتشاش که در همه وسایل الکترونیکی وجود دارد، دارای تغییرات زمانی زیاد (مشتق بزرگ) است در حالی که انتگرال آن در طول زمان معمولاً صفر می‌شود. بنا براین سعی می‌شود طراحی بر مبنای انتگرال گیر انجام شود. یک کاربر ماهر می‌تواند به کمک کامپیوتر آنالوگ یک سیستم فیزیکی را دقیقاً شبیه سازی نماید.

## سون سگمنت

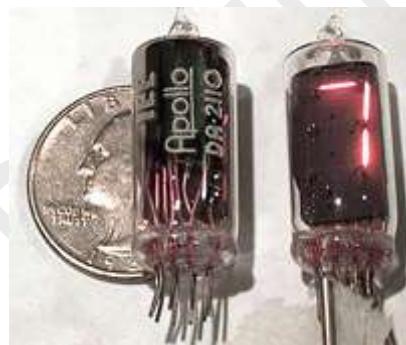
نمایش دهنده‌های هفت قسمتی یا همان سون سگمنت، نمایشگرهایی هستند که قابلیت نمایش کامل اعداد و یکسری حروف انگلیسی را دارند. این نمایش گرها همانطور که از نام آنها

مشخص می باشد از هفت قسمت تشکیل شده است . در ابتدا این نمایشگرها را با همان ساختار لامپ های رشته ای می ساختند .



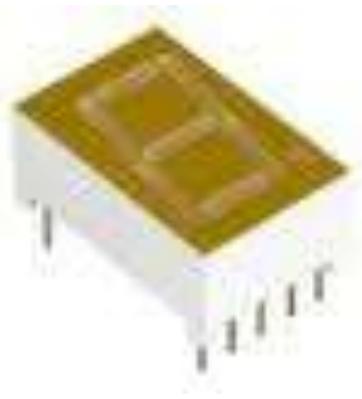
ساخت سون سگمنت با لامپ های خلا

شکل ۱ - ۴۰



شکل ۱ - ۴۱

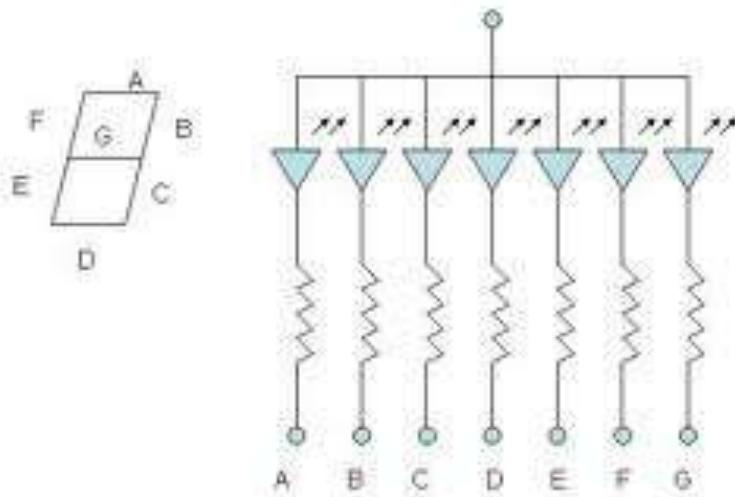
صرف بالای برق ، عمر کوتاه و هزینه‌ی بالای این نوع نمایشگرها باعث شد تا LED به راحتی جاگزین این نوع نمایشگرها بشود .



شکل ۱ - ۴۲

ساختمان داخلی:

ساختمان داخلی سون سگمنت ها از ۷ عدد LED درست شده است که این LED ها به شکل عدد ۸ چیده شده اند که هر LED یک جهت این حرف را نشان می دهد . ترتیب چیدن LED ها به صورت زیر می باشد:



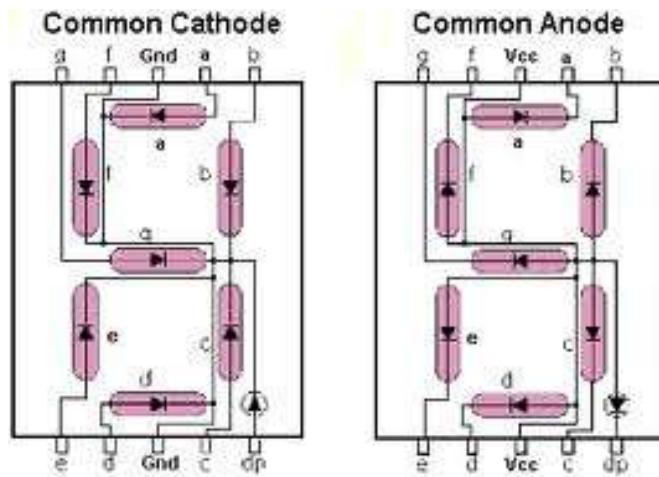
سون سگمنت آند مشترک

شکل ۱ - ۴۳

در حالت کلی دونوع سون سگمنت موجود می باشد .

۱ - آند مشترک : مثل شکل بالا که آند LED ها به یکدیگر متصل شده اند .

۲ کاتد مشترک : کاتد LED ها به یکدیگر متصل می باشد .



کاتد مشترک

آند مشترک

شکل ۱ - ۴۴

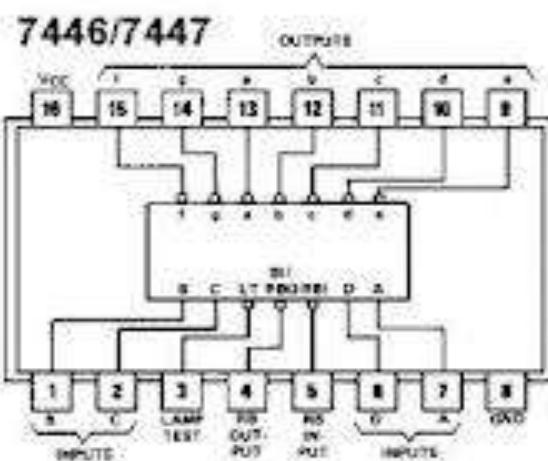
در شکل فوق ساختمان داخلی و نحوه‌ی سیم کشی LED ها مشخص شده است . معمولا برای راه اندازی و استفاده از سون سگمنت نیاز به یک آی سی بافر می باشد تا جریان LED ها را تامین کند . روشن شدن سون سگمنت ها را توسط کد انجام میدهند ، جدول زیر یک نمونه از کدهای استخراجی را نشان میدهد :

Data Value	Numerals	Data Value	Numerals
3F	8	6D	5
06	9	7D	6
5B	2	07	7
4F	3	7E	8
66	4	6F	9

کد هگز استخراج شده ای اعداد با سون سگمنت کاتد مشترک

شکل ۱-۴۵

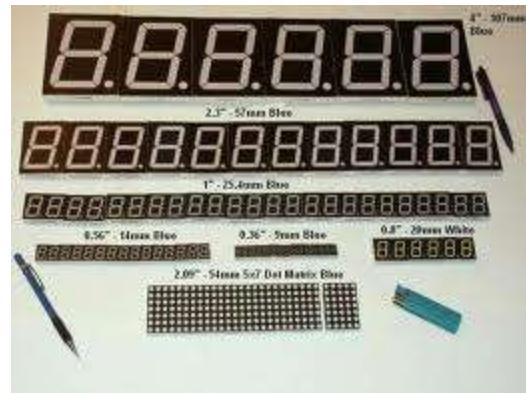
در بسیاری از موارد می توان از درایورهای مخصوص سون سگمنت ها استفاده کرد این درایورها سون سگمنت را به صورت مستقیم راه اندازی می کنند و نیازی به بافر و استخراج کد هگز نمی باشد بلکه می توان کد هگز هر عدد را به صورت مستقیم برروی ورودی این IC گذاشت.



آی سی راه انداز سون سگمنت کاتد مشترک

شکل ۱-۴۶

سون سگمنت ها در اندازه ها و ابعاد مختلف ، تعداد مختلف سه تایی ، چهارتایی و . . . ساخته می شوند . در بعضی موارد برای نشان دادن حروف و کاراکترهای بیشتر چند سگمنت دیگر نیز اضافه می کنند .



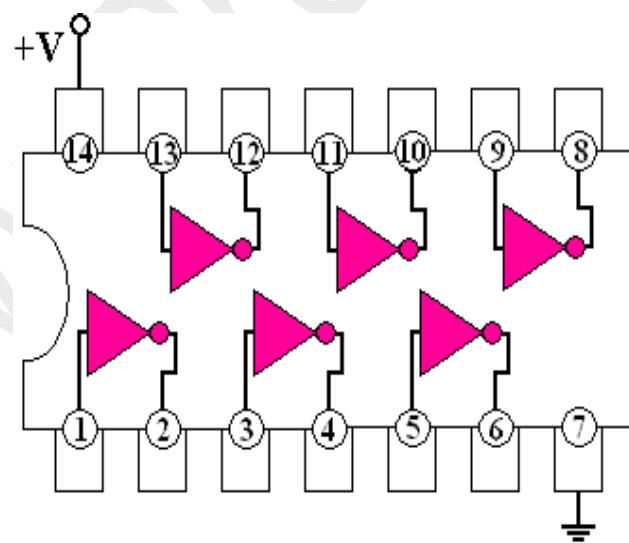
شکل ۱-۴۷

## لیست قطعات به کار برده در این پروژه

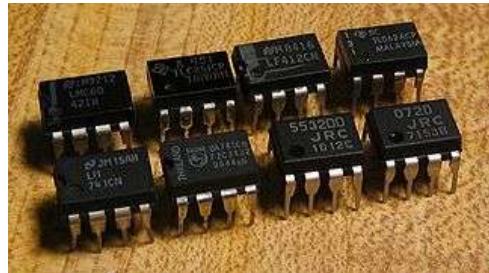
**IC 7404**



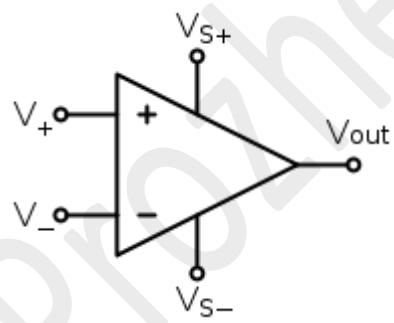
شکل ۲ - ۱



شکل ۲ - ۲

**IC 741**

شكل ٢ - ٣

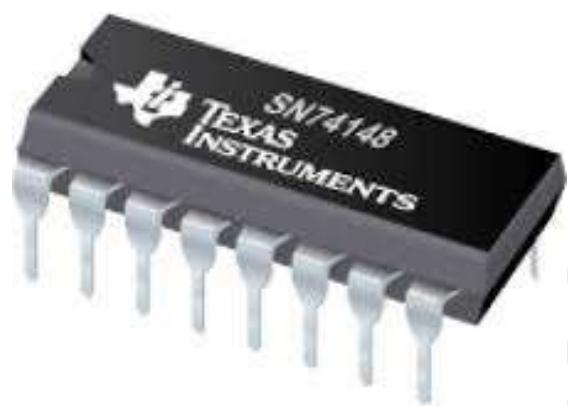


شكل ٢ - ٤

**IC 7447**

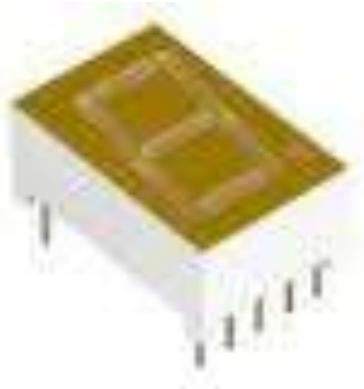
شكل ٢ - ٥

**IC74148**



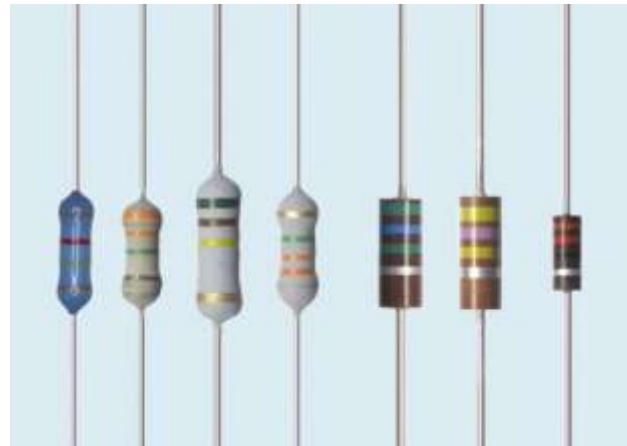
شكل ٢ - ٦

**7-segment**



شكل ٢ - ٧

resistance



شكل ٢ - ٨

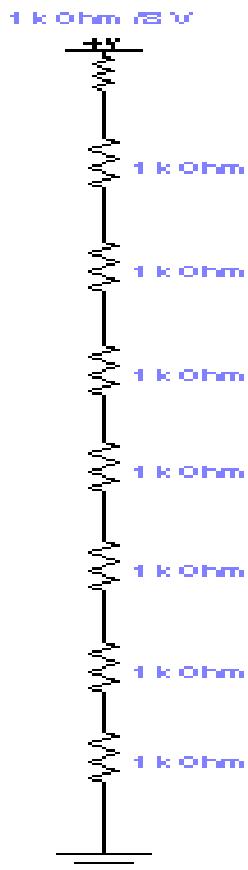
led



شكل ٢ - ٩

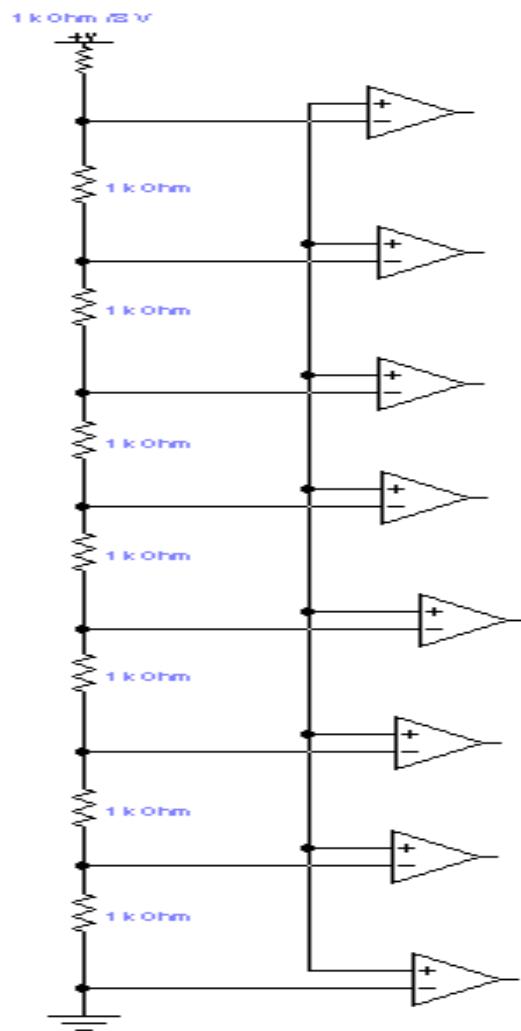
## نحوه کار دستگاه

در ساخت این پروژه ۸ مقاومت به صورت سری همانند شکل ۱۰-۲ به هم متصل می‌گردند که ولتاژ آن ۸ ولت می‌باشد.



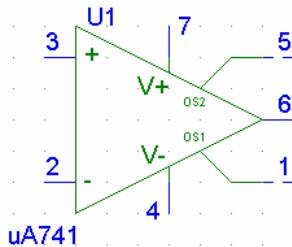
شکل ۱۰ - ۲

سپس ۸ تا مقایسه کننده (IC 741) را به صورت شکل ۱۱-۲ به مقاومتها وصل می کنیم که پایه ۳ هر مقایسه کننده به مقاومتها وصل شده و پایه ۲ تمامی مقایسه کننده ها به یکدیگر متصل شده و به یک منبع ولتاژ متغیر  $-8\text{V}$  وصل می شود و پایه های ۷ آن نیز به یکدیگر متصل شده و به تغذیه  $+5\text{V}$  ولت و پایه های ۴ نیز به یکدیگر متصل و به زمین وصل می کنیم ( ولتاژ  $-5\text{V}$  ولت ) و پایه ۶ خروجی مقایسه کننده می باشد که به انکدر وصل می شود چون انکدر که در ساخت ای پروژه استفاده شده است active low می باشد خروجی ها ابتدا به یک IC Not رفته سپس به ورودیهای انکدر می رود پایه های op amp در شکل ۱۲-۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۱

۴۱



شکل ۲-۱۲

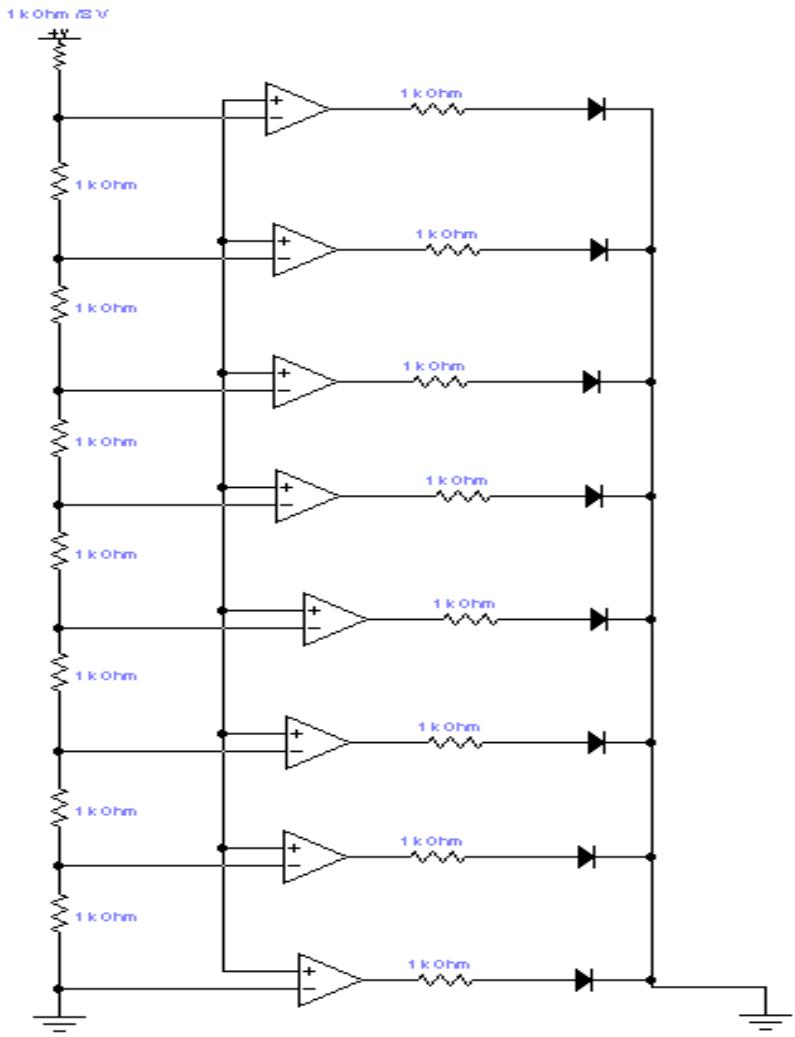
کم ارزشترین بیت انکدر D0 باید به خروجی مقایسه کننده ای که عدد صفر را تولید می کند متصل گردد ورودی هر مقایسه کننده با استفاده از تقسیم ولتاژ محاسبه می گردد، بطور مثال در شکل ۲-۱۱ ورودی مقایسه کننده ۷ (شمارش از بالا به پایین) برابر است با  $V_1^+$  و ورودی پایه منفی (۲) برابر  $V_6^-$  است.

$$\frac{1R}{1R+7R} * V_{ref} = \frac{1R}{8R} * 8 = 1v$$

$$\frac{6R}{6R+2R} * V_{ref} = \frac{6R}{8R} * 8 = 6v$$

ولتاژ ورودی آنالوگ به پایه مثبت (۳) مقایسه کننده ها وصل شده و پایه منفی (۲) مقایسه کننده ها به یک شبکه مقاومتی متصل گردد و ولتاژهای مختلفی را برای مقایسه با ولتاژ آنالوگ می گیرند اگر ولتاژ پایه مثبت مقایسه کننده از ولتاژ پایه منفی بیشتر باشد خروجی برابر یک منطقی و در غیر این صورت برابر صفر منطقی خواهد شد.

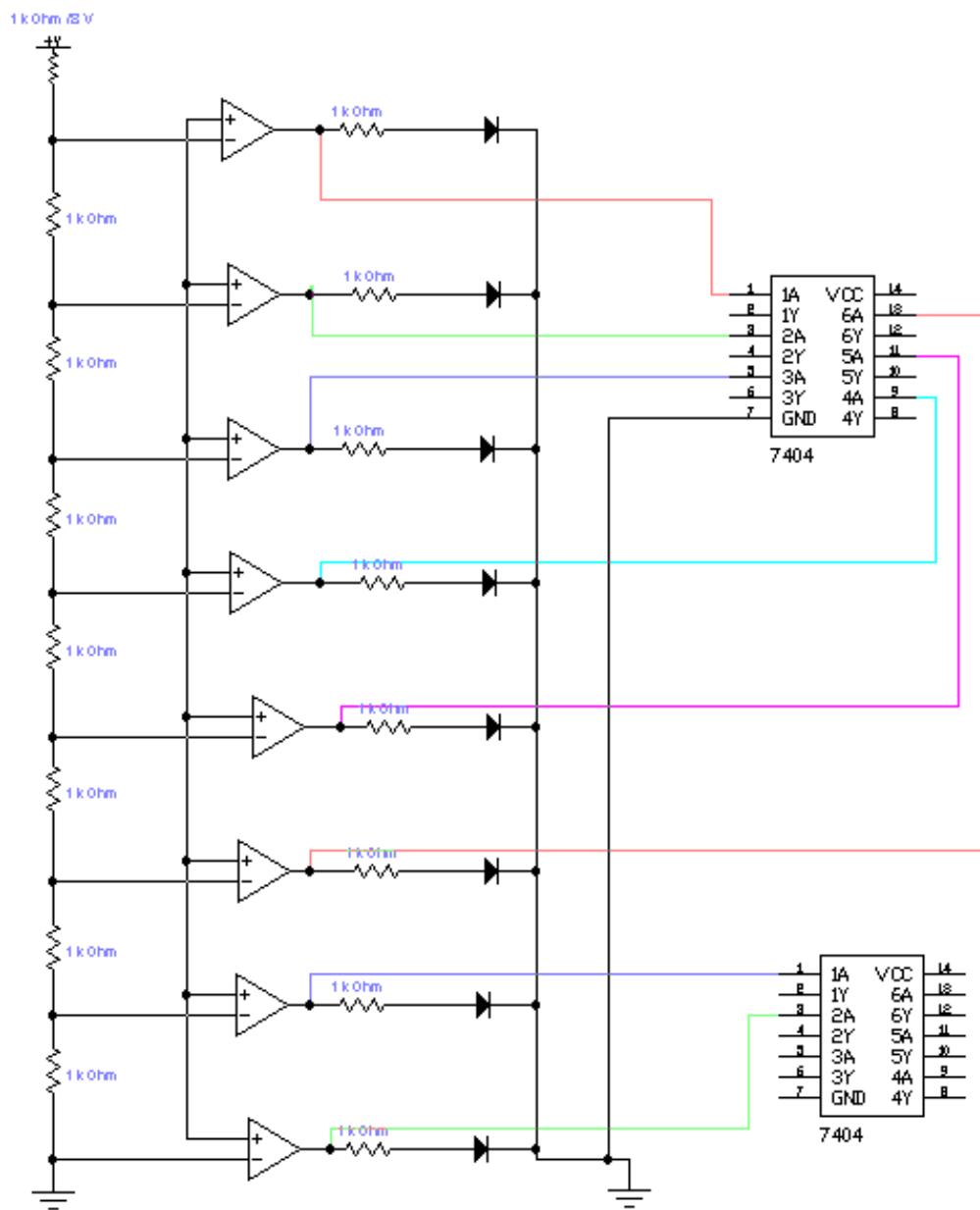
در این مرحله از پروژه برای درستی کارکرد مدار خروجی مقایسه کننده ها را با استفاده از مقاومت و LED تست می کنیم تا از کارکرد و تقسیم ولتاژ صحیح ان مطمئن شویم.(شکل ۲-۱۳)



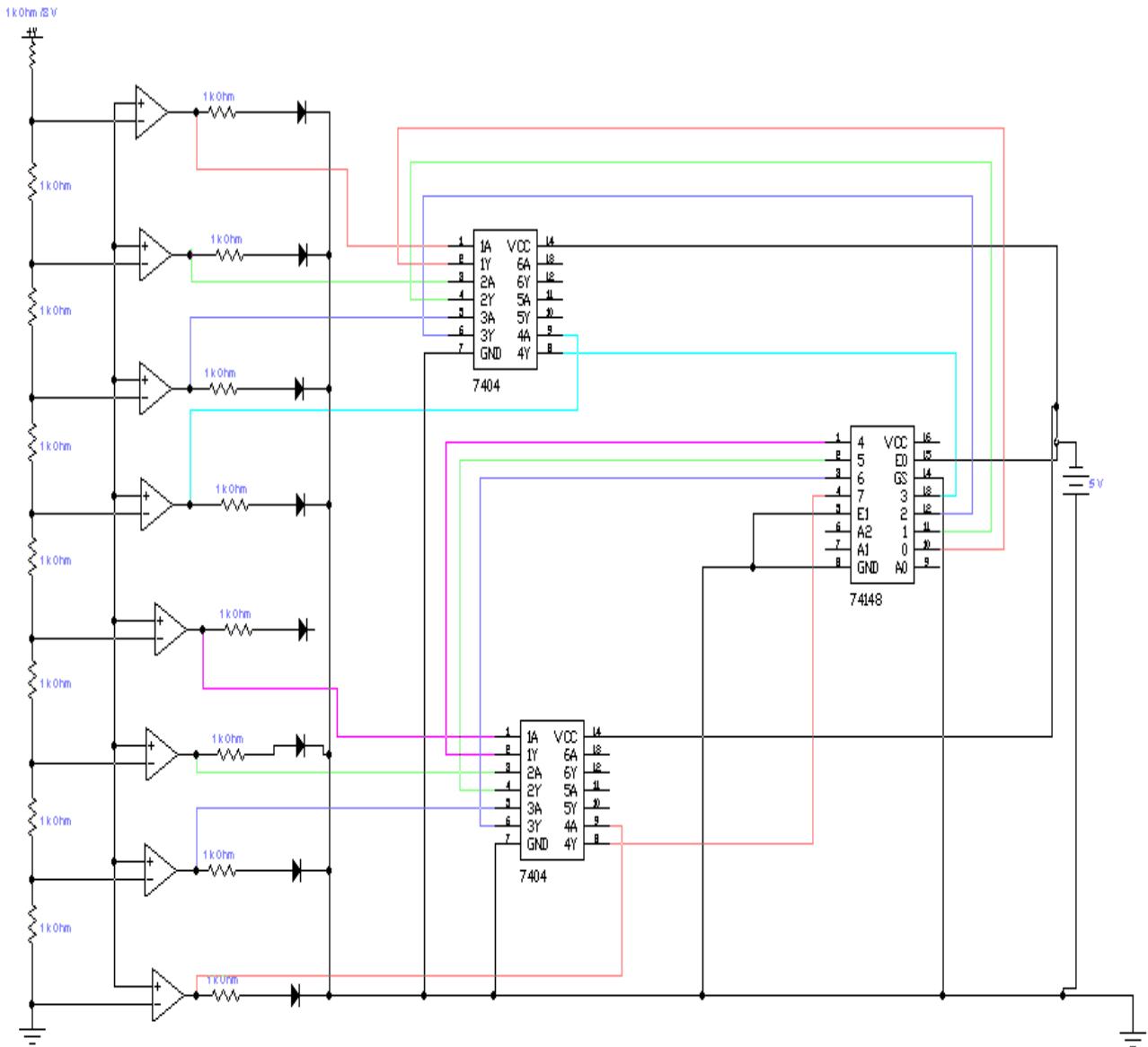
شکل ۱۳-۲

پس از تست درستی تقسیم ولتاژ و درستی خروجی مقایسه کننده ها همانطور که قبل " اشاره کردیم چون انکدر استفاده شده در این پروژه از نوع Active Low می باشد پس خروجی op Amp ها را به IC Not Amplifier می نویسیم شکل ۱۴-۲ برده شده است.

لازم به ذکر است که انکدر استفاده شده باید الولیت دار باشد یعنی ورودی که از تمامی ورودیهای دیگر با ارزش تر باشد به خروجی می رود.



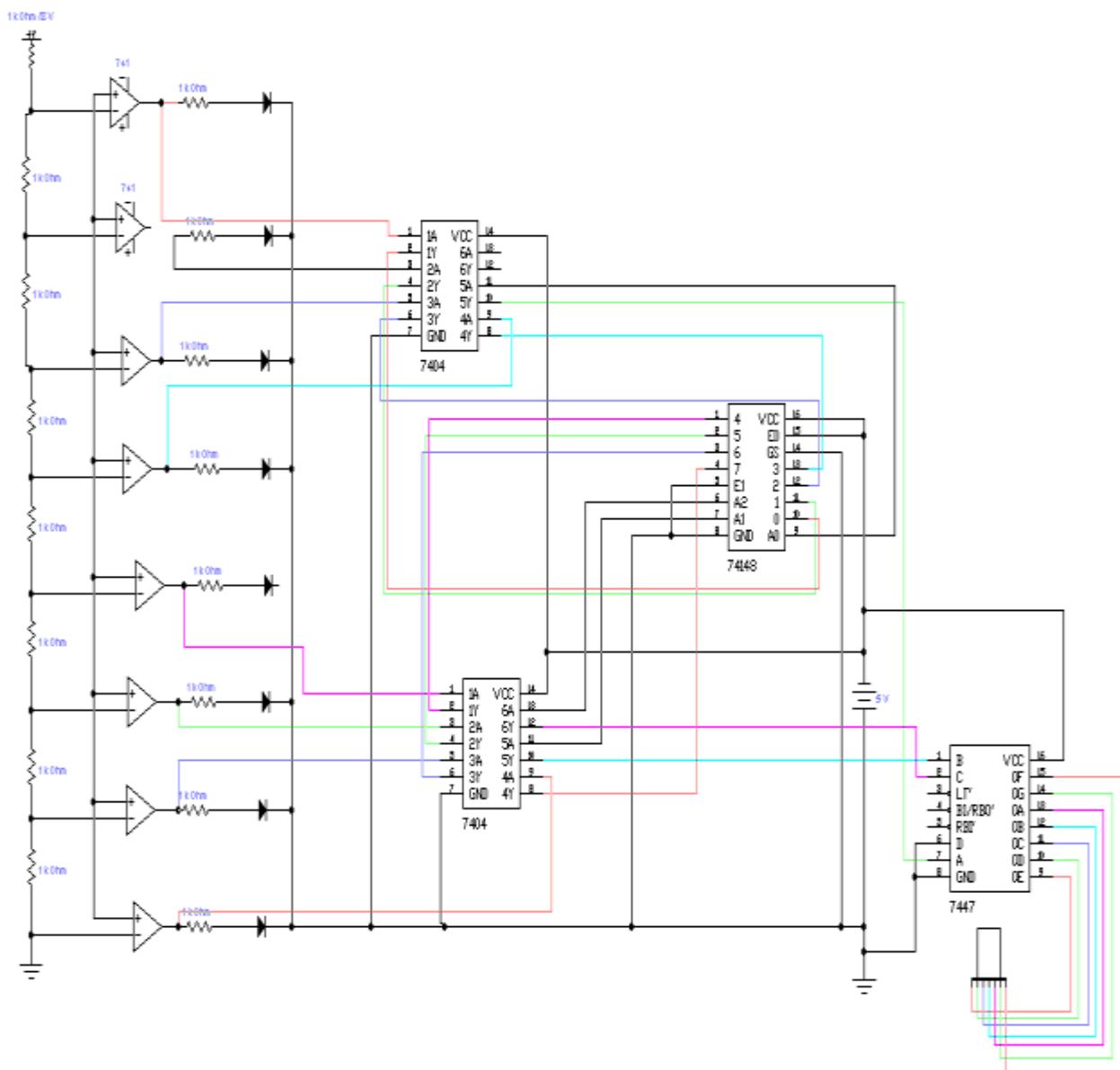
شكل ٢ - ١٤



شكل ٢ - ١٥

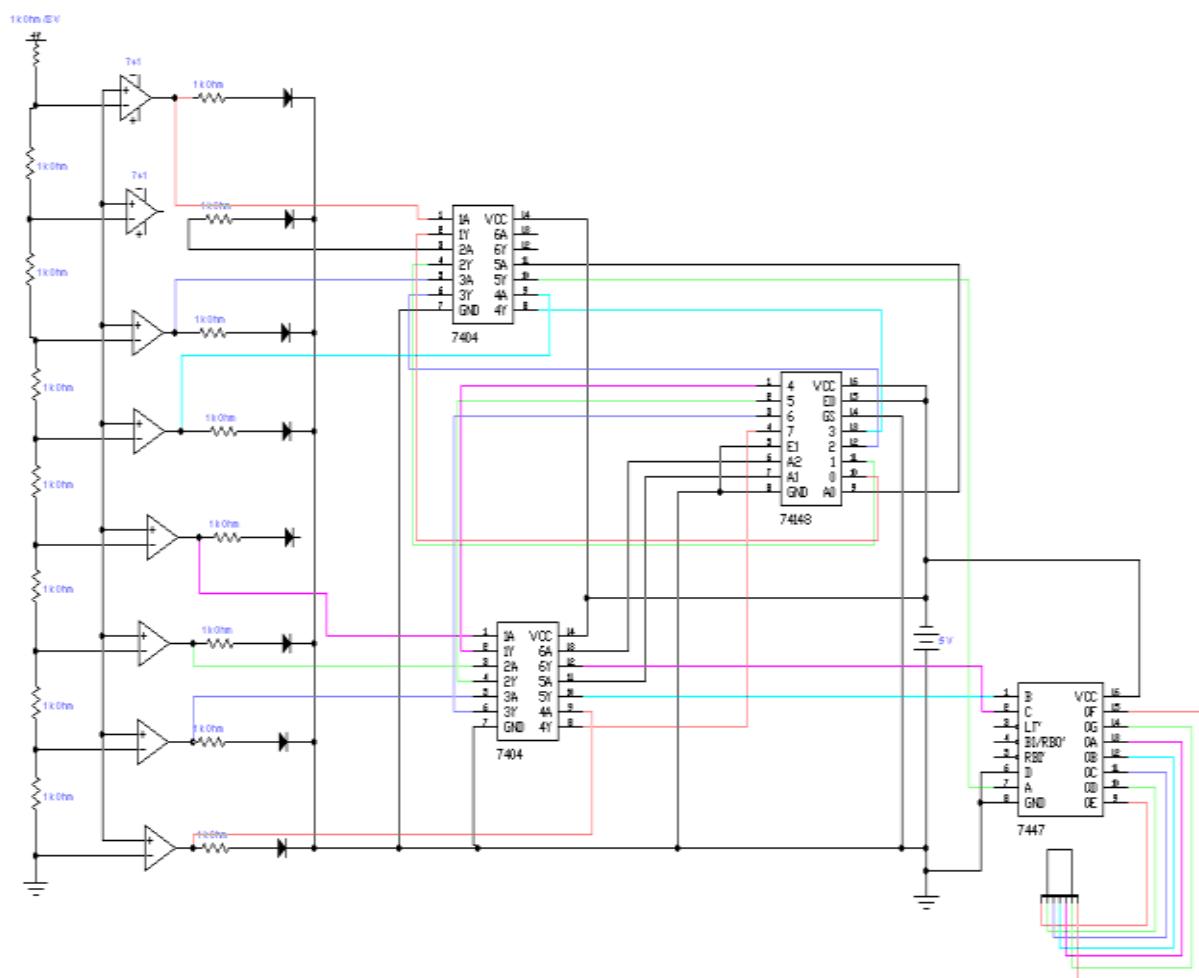
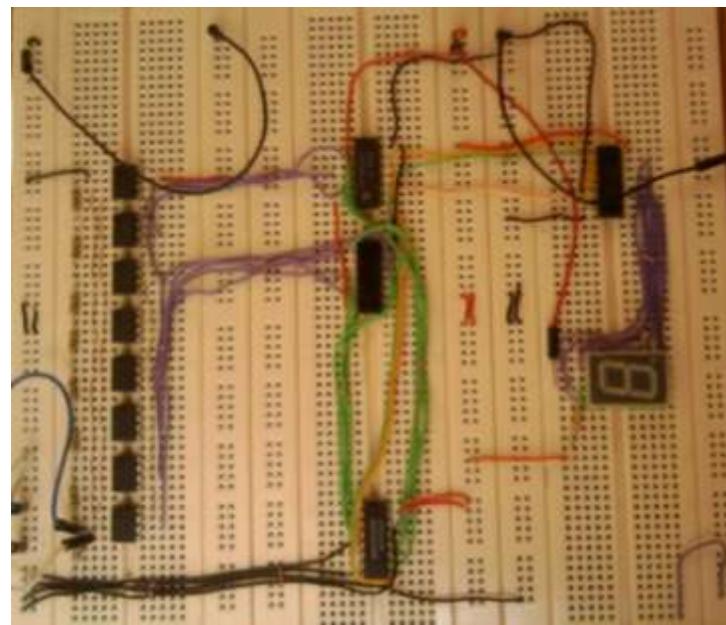
www.Prozhe.com

حال خروجی های انکدر را نیز به IC 7447 برد و IC Not 7447 برده سپس به ورودی های A/D ۳ متصل میکنیم چون ۷-segment IC را به ورودی های ساخته شده ۳ IC7447 را به زمین متصل نمود که پایه ۶ ای IC بیتی می باشد لذا با استفاده از این IC7447 بازگشتی بارزشترین ورودی ۱۱۰ اهمی به ولتاژ ۵ ولت متصل می گردد. شکل ۱۶-۲



شکل ۱۶-۲

## نمای کلی مدار



εν

**منابع مورد استفاده :**

- ۱- جزوات مدار واسط و آزمایشگاه دیجیتال
- ۲- راهنمایی و مشاوره استاد محترم دکتر رحیمی