

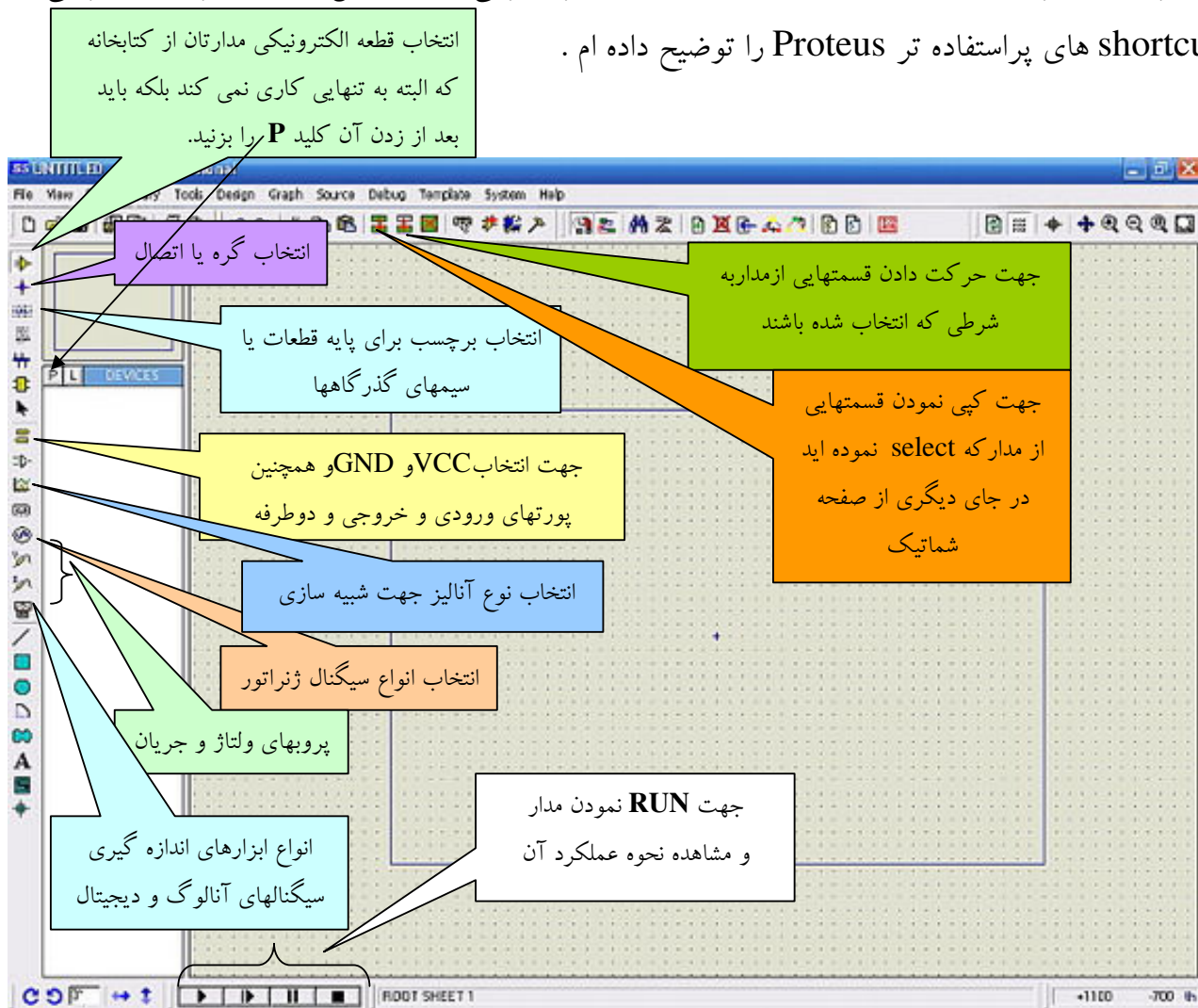
به نام خدا

## آموزش تحلیل مدارات الکترونیکی با نرم افزار Proteus

در این سری مقالات قصد دارم آموزش کوچکی در مورد چگونگی تحلیل مدارات الکترونیکی توسط نرم افزار Proteus را ارائه دهم تا شاید برای دوستانی که علاقه مند به تحلیل مدارات آنالوگ و دیجیتال هستند مفید واقع گردد البته قابل ذکر است که در زمینه تحلیل مدارات الکترونیکی نرم افزارهای قوی دیگری مانند Orcad وجود دارد اما یکی از مزئیتهای Proteus به Orcad امکان تحلیل و شبیه سازی میکروکنترلرها، انواع موتورها و انواع نمایشگرها می باشد که متاسفانه Orcad با وجود قدرت و امکانات فراوان خود از چنین قابلیتی برخوردار نیست.

در این مقاله سعی شده است که ابتدا توضیح مختصری در رابطه با چگونگی شروع کار با Proteus داده شود و سپس با مثالهای ساده کار خود را آغاز نموده تا به تحلیل و شبیه سازی مدارات پیچیده تری برسیم پس با من همراه باشید و از خواندن این مقاله لذت ببرید.


با اجرا نمودن برنامه Proteus ISIS صفحه شماتیک زیر ظاهر می شود که من در آن ویژگیهای برخی از shortcut های پر استفاده تر Proteus را توضیح داده ام .



البته سعی کرده ام کارایی بقیه shortcut ها را به ترتیب مدارهایی که تحلیل می کنیم بنا به نیاز هر مدار به آنها ، در ادامه این مقاله توضیح دهم.

ابتدا لازم می دانم یک سری نکات ساده در مورد چگونگی ارتباط برقرار کردن با محیط شماتیکی این نرم افزار را برای شما عزیزان بطور چکیده اما مفید بیان کنم:

### ✳ چگونگی آوردن قطعه از کتابخانه و نصب آن :

ابتدا اولین کلید میانبر بالا سمت چپ  را زده سپس همانطور که در بالا توضیح داده ام کلید **P** را بزنید تا پنجره انتخاب قطعه یا Pick Devices باز شود در این کتابخانه همه قطعات بخوبی دسته بندی شده اند و شما براحتی می توانید هر قطعه را با توجه به نوع آن پیدا کنید حالا بر روی هر قطعه ای که نیاز دارید دبل کلیک کنید تا آن قطعه به لیست قطعات مدار شما اضافه گردد.

توجه داشته باشید که بعد از انتخاب قطعه دلخواهتان از لیست قطعات با هر بار کلیک کردن روی صفحه شماتیک آن قطعه نیز به همان تعداد کلیکها نصب می شود در ضمن اکثر قطعات کتابخانه قابل تحلیل و شبیه سازی می باشند بجز قطعاتی که در پنجره Pick Devices بالای شکل آن قطعه جمله No Simulator Model نوشته شده باشد که فقط جنبه شماتیکی دارند و بس.


هر قطعه برای خودش یک مشخصات تعریف شده اولیه توسط نرم افزار دارد که شما نیز در محدوده مجازی می توانید این مشخصات را بنا به نیاز مدارتان به نفع خود تغییر دهید . برای مشاهده پنجره مشخصات قطعه بعد از نصب آن روی قطعه کلیک راست کنید تا به رنگ قرمز درآید حال روی آن کلیک چپ کنید تا پنجره Edit آن باز شود مثلاً شما از کتابخانه Active قطعه Motor\_DC را برگزینید و آن را نصب کنید حالا پنجره Edit آن را باز کرده و مشخصات آن را ببینید مشاهده می نمائید که تمامی مشخصات یک موتور DC واقعی مانند مقاومت و اندوکتانس سیم پیچ آن ، ولتاژ نامی ، سرعت بی باری و حداکثر گشتاور بار را دارا می باشد شما می توانید بطور نمونه ولتاژ نامی آن را به ۵ ولت و مقاومت سیم پیچ آن را به ۲ اهم تغییر دهید و ببینید که از طرف شبیه ساز مخالفتی در مقابل این خواسته معقول شما نمی شود اما به محض اینکه مقداری در خارج از رنج تعریف شده برای یکی از پارامترهای قطعه درخواست نمائید با پیغام هشدار از طرف شبیه ساز مواجه خواهید شد.

در ضمن سعی کنید کل مدارتان را در داخل کادر آبی رنگ واقع در صفحه شماتیک ترسیم نمائید زیرا اگر احیاناً قطعات شما از این کادر خارج شوند دیگر امکان Edit کردن آنها وجود ندارد مگر اینکه از طریق مسیر ... system\ set sheet sizes اندازه این کادر را بزرگ نمائید.


### \* چگونگی سیم کشی و اتصال بین پایه قطعات:

نرم افزار Proteus ISIS بسیار هوشمند می باشد و به محض نزدیک شدن اشاره گر mouse به هر نوع pin (منظور یکی از پایه های قطعه مورد نظر شما می باشد) به شکل علامت × درآمده و با کلیک نمودن بر روی آن pin و حرکت دادن اشاره گر، اتصالی صورتی رنگ رسم می شود که در نهایت با کلیک نمودن بر روی pin دوم، خود به خود اتصال (سیم) بین دو پایه برقرار می گردد.

### \* چگونگی پاک نمودن قطعه یا اتصالات از صفحه شماتیک:

روش اول: کفایت روی قطعه یا سیم مورد نظر ۲ بار به آرامی کلیک راست کنید.  
روش دوم: با پائین نگه داشتن کلیک راست و ترسیم یک کادر مستطیلی در اطراف قطعه مورد نظر و نهایتاً فشار دادن کلید Delete صفحه کلید.  
روش سوم: با کلیک راست نمودن روی قطعه و زدن دکمه .

### \* چگونگی حرکت دادن قطعات مدار:


روش اول: یکبار روی قطعه کلیک راست کنید تا به رنگ قرمز درآید و اصطلاحاً select شود سپس با پائین نگه داشتن کلیک چپ آن را به هر نقطه که دوست دارید حرکت دهید.  
روش دوم: قطعه را select نموده و دکمه  را بزنید.

### \* چگونگی Zoom نمودن روی مدار:


روش اول: در کنار هر نقطه که تمایل دارید zoom نمائید، کلیک راست نموده سپس توسط دکمه لغزنده scroll روی mouse (Middle Button) مراحته مدارتان را بزرگ یا کوچک نمائید.

روش دوم: به کمک همان shortcut های معروف .

## \* چگونگی نمایش Grid های صفحه شماتیک:

برای نمایش یا عدم نمایش Grid ها کافیسست دکمه  واقع در بالای صفحه را بزنید یا از مسیر View\Grid و یا توسط shortkey G این کار را انجام دهید .  
برای تنظیم فاصله Grid ها یکی از گزینه های مسیر ( 50<sup>th</sup>, 100<sup>th</sup>, 500<sup>th</sup> ) view\snap 10<sup>th</sup> را انتخاب نمائید تا امکان ترسیم مدار برای شما آسان تر شود.


## \* چگونگی فراخوانی VCC و GND :

به کمک استفاده از گزینه  در سمت چپ صفحه و انتخاب POWER و GND .

## \* چگونگی نوشتن متن و توضیحات (Comments) دلخواه خود در کنار مدار:

برخی مواقع لازم است که توضیح مختصری در مورد نحوه عملکرد مدار در محیط شماتیک نوشته شود تا دیگران با خواندن آن سریعتر با کارکرد مدار آشنا شوند .

باید بدانید که این توضیحات هیچگونه اختلالی در شبیه سازی مدار بوجود نمی آورند .

برای ایجاد Comment کافیسست گزینه  ( Text script. ) در سمت چپ صفحه را بزنید سپس روی صفحه یکبار کلیک کنید تا پنجره ای با عنوان Edit Script Block باز شود در این پنجره هر توضیحی که دارید می توانید بنویسید حتی به کمک دکمه Import می توانید کل متن یک فایل متنی را برگزیده و به مدار بچسبانید .

از Tab کناری Script که Style نام دارد برای ویرایش متن می توان استفاده نمود فقط کافیسست با برداشتن تیک کنار Follow Global هر یک از گزینه های سمت چپ پنجره ، آن را High Light نموده و از آن برای تنظیمات متن استفاده کنید.

خُب تا همین جا برای شروع کار با ISIS کافیسست از اینجا به بعد بقیه مطالب را در حین تحلیل مثالها فرا می گیریم.

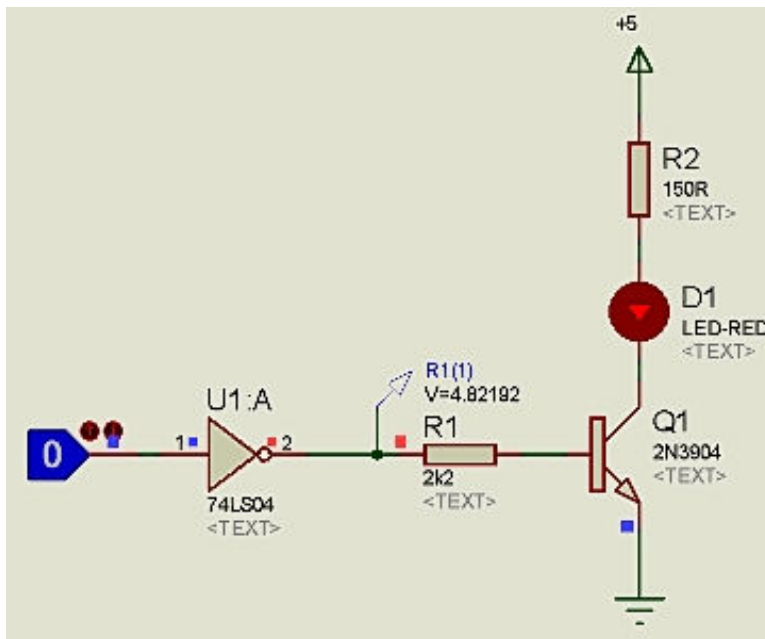
## کا مثال ۱ : LED Driver .

هدف: یک نوع ارتباط دهی ساده بین مدار آنالوگ و دیجیتال.

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

R1	R2	Logic state	LED	2N3904	74LS04
2.2k	150	-	LED-RED	-	-
Resistors	Resistors	Active	Active	Bipolar	74LS



قطعه logic state نمایانگر خروجی دیجیتال می باشد در واقع یک منبع تولید کننده 1 و 0 منطقی است. در این مدار ساده، ترانزیستور مانند یک کلید on و off (اشباع و قطع) عمل می کند. گیت 7404 به منظور تقویت جریان و ولتاژ ورودی دیجیتال بکار رفته است زیرا معمولاً پایه های قطعات دیجیتال مانند میکروها، قدرت جریان دهی و جریان گیری کافی را ندارند لذا در مواقع لزوم از بافرها برای رفع این مشکل استفاده می کنند.

اگر مقاومت شاخه کلکتور را  $R_L$  و مقاومت شاخه بیس را  $R_B$  بنامیم در طراحیها معمولاً  $R_B \approx 20R_L$ . نحوه عملکرد مدار بالا به این صورت است که با هر بار کلیک روی قطعه logic state حالت منطقی ورودی معکوس می شود، در شکل ورودی 0 است لذا خروجی گیت 7404 به 1 تغییر کرده و ولتاژ آن در حدی است که موجب به اشباع رفتن ترانزیستور یا به اصطلاح on شدن آن می شود یعنی تقریباً کلکتور به امیتر و زمین وصل می شود (البته در واقعیت کلکتور با امیتر حدود ۰/۲ ولت فاصله دارد) پس LED و  $R_2$  و منبع ۵ ولت در یک مسیر قرار گرفته و لذا LED روشن می شود.

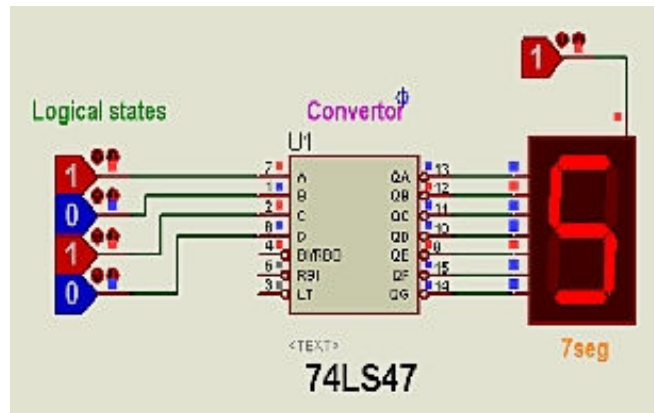
شما این مدار را ترسیم کرده و کلید RUN را بزنید پس از گذشت مدت کوتاهی مدار آنالیز شده و شما می توانید تغییرات خروجی آن را با کلیک نمودن روی logic state مشاهده نمائید.

شما می توانید از این مدار برای راه اندازی Relay و Buzzer و ... استفاده کنید که البته مدارهای آنها در ادامه آورده خواهد شد.

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

Logic state	74LS47	7Seg
-	BCD to 7seg	7SEG-COM-ANODE
Active	74LS	Display



مداری که در بالا ملاحظه می کنید یک مدار ساده دیجیتال می باشد که برای راه اندازی یک 7seg از نوع آند مشترک بکاررفته است و 7447 نقش یک Decoder/Driver را بازی می کند توجه کنید در عمل اگر خروجیهای IC محافظت نشده باشند ( مانند حالتی که در بیشتر IC های TTL وجود دارد ) ، یک مقاومت محدودساز جریان ، باید به شکل سری با هر بخش نمایش (segment) قرار گیرد( تقریباً ۱۵۰ اهم با تغذیه ۵ ولتی یا ۶۸۰ اهم با تغذیه ۱۵ ولتی ) . بیشتر IC های سری CMOS ، خروجیهای دارند که جریان آنها از داخل محدود گردیده و بنابراین به این مقاومتها محدودساز خارجی ، نیاز ندارند.

برای مشاهده تغییرات خروجی 7seg کافیست مدار بالا را ترسیم نموده و به کمک دکمه RUN آنالیز نمائید سپس با کلیک نمودن روی هر logic state مقدار منطقی آن را تغییر داده و متناسب با آن تغییر عدد نمایش داده شده روی 7seg را ملاحظه نمائید.

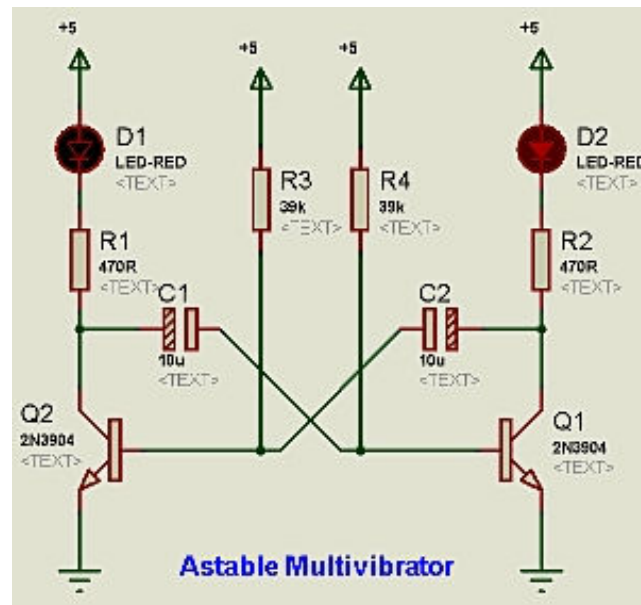
7447 دارای سه پایه دیگر به نامهای LT و RB/RBO و RBI می باشد که LT (Lamp Test) جهت بررسی سالم بودن تمام LED های 7seg استفاده می شود به این صورت که چنانچه این پایه را 0 کنیم همه LED های 7seg روشن می شوند. پایه های RB/RBO و RBI نیز جهت اتصال چندین 7seg بصورت متوالی بکار می روند که می توانید نحوه عملکرد آنها را از برگه های اطلاعاتی 7447 مطالعه بفرمائید.

## مثال ۳: Astable Multivibrator

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

2N3904	R1 , R2	R3 , R4	LED	C1 , C2
-	470	39K	RED	10UF
Bipolar	Resistors	Resistors	Active	Capacitors



مداری که در بالا ملاحظه می کنید یک نوسان ساز ناپایدار است که به محض RUN نمودن مدار LED ها یکی در میان شروع به خاموش و روشن شدن می کنند. چگونگی عملکرد مدار و محاسبه فرکانس نوسان را می توانید از کتابهای تکنیک پالس مطالعه بفرمائید که بسیار ساده می باشد اما توضیح آن در این مقاله که سعی شده مطالب آموزشی آن تا آنجا که امکان دارد کوتاه و مختصر گفته شود، شاید چندان مناسب نباشد.

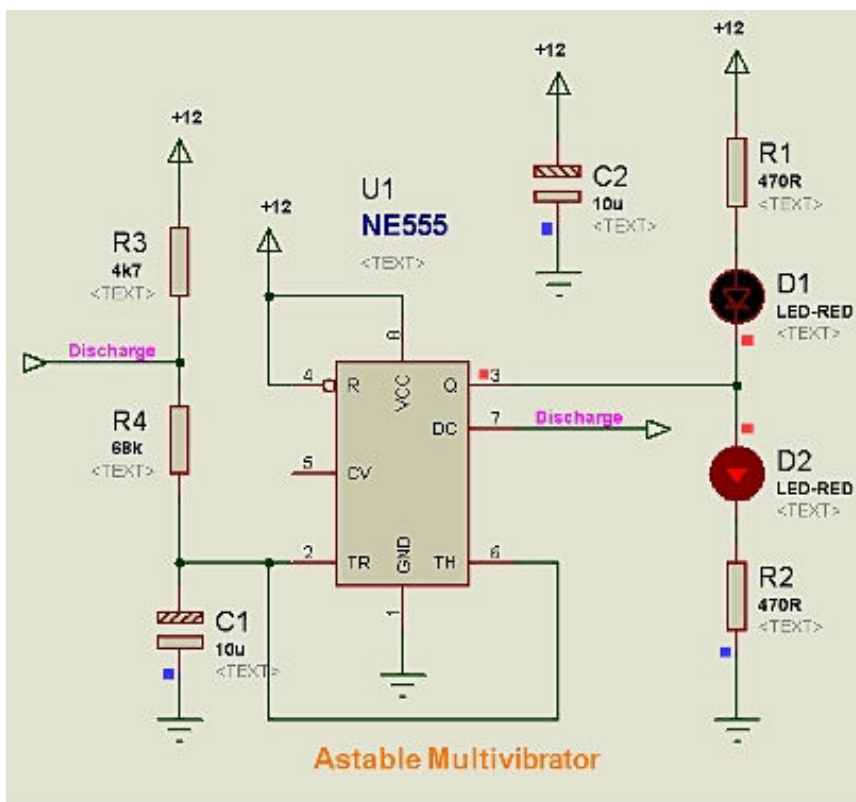
## مثال ۴: Astable Multivibrator by NE555

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

NE555	R1,R2,R3,R4	C1,C2	LED
-	470,470,4.7K,68K	10UF	RED
Analog	Resistors	Capacitors	Active





مداری که ملاحظه می کنید یک نوسان ساز ناپایدار است که به کمک IC معروف 555 طراحی شده است خروجی این مدار تقریباً با فرکانس 1 Hz از پایه 3 آن گرفته شده و به شاخه ای شامل دو عدد LED داده شده است لذا در این مدار LED ها متناوباً با فرکانس 1 هرتز (یعنی در هر 1 ثانیه یکبار) خاموش یا روشن می شوند.

فرکانس نوسان این مدار به مقادیر R3, R4, C بستگی دارد و طبق فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$f = 1.443 / ((R3 + 2R4) \cdot C)$$

مثلاً برای مقادیر مدار فوق داریم:

$$f = 1.443 / ((R3 + 2R4) \cdot C) = 1.443 / ((4.7k + 2 \times 68k) \times 10u) = 1.025 \text{ Hz} \approx 1 \text{ Hz}$$

خروجی پایه 3 به شکل نمایی شارژ و دشارژ در حال نوسان است لذا با کمی محاسبات متوجه می شویم که:

$$t(\text{on}) = 0.693 \times (R3 + R4) \cdot C$$

$$t(\text{off}) = 0.693 \times R4 \cdot C$$



$$\Rightarrow T = t(\text{on}) + t(\text{off}) = 0.693 \times (R3 + 2R4) \cdot C \quad \Rightarrow f = 1/T$$

$$\Rightarrow f = 1.443 / ((R3 + 2R4) \cdot C)$$

شما کافیست این مدار را در صفحه شماتیک ترسیم نموده و سپس آن را RUN نمایید .

در این مدار برای اتصال پایه 7 به گره مابین مقاومت های R3 و R4 از ترمینالهای Inter sheet استفاده شده است و این کار به منظور کاهش سیم کشی و در نتیجه واضح تر بودن فهم مدار می باشد برای این کار شما



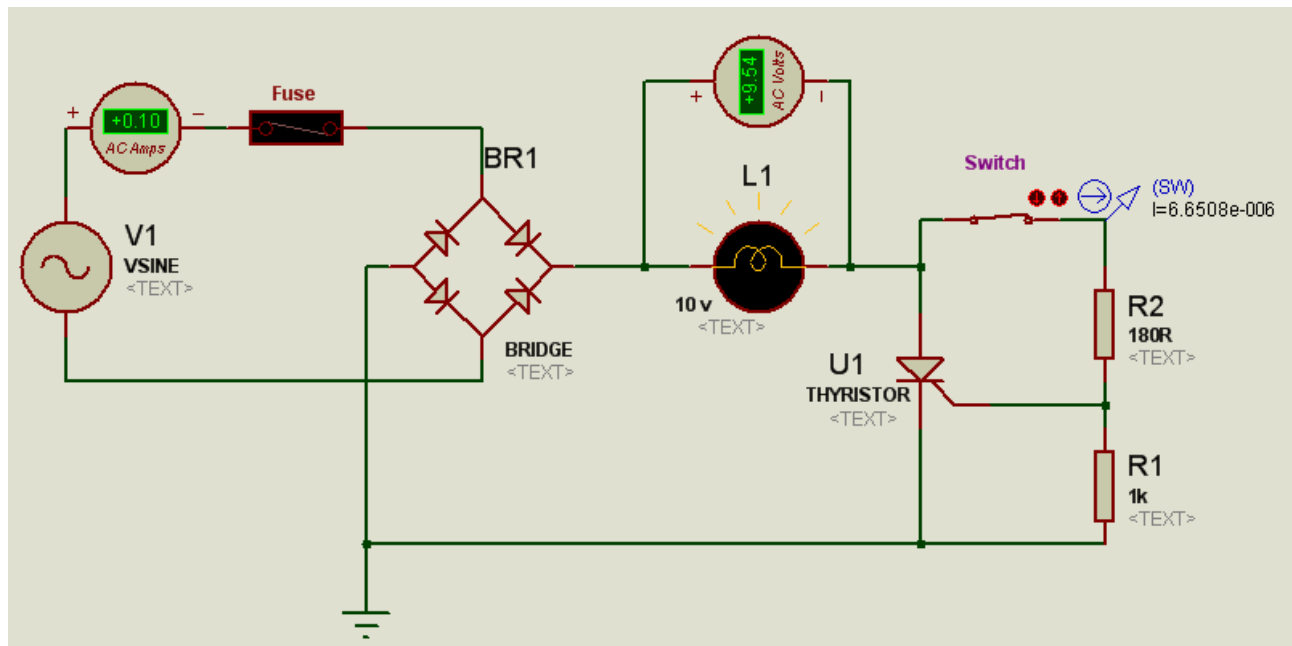
دکمه  را زده و دو عدد ترمینال ورودی و خروجی را انتخاب نموده و همانند شکل به محل‌های مربوطه متصل نمائید ، دقت کنید چون پایه ۷ یک پایه خروجی است لذا ترمینال خروجی را باید به آن وصل کنید . در مرحله بعد باید یک **lable** برای سیم اتصالی این ترمینالها به کمک دکمه  انتخاب نمائید این **lable** بایستی برای هر دو ترمینال نام یکسانی داشته باشد تا بطور نامرئی توسط شبیه ساز به یکدیگر وصل شوند. من در این مدار از نام واقعی پایه ۷ یعنی **Discharge** استفاده نموده ام اما شما می توانید هر اسمی که دوست دارید به آن نسبت دهید.

### مثال ۵: مدار روشن/خاموش تمام موج برای **Thyristor** همراه با بار مصرفی **DC**.

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

Bridge	Thyristor	Lamp	Fuse	Switch	R1 , R2
-	I(H)=5mA	12v , 100Ω	1A	-	180,1k
Device	Device	Active	Active	Active	Resistors




همانطور که از نام تریستور برمی آید ، این قطعه نوعی یکسوساز سه پایه است که می توان عملکرد آن را از طریق پایه **Gate** کنترل نمود. این قطعه در حالت معمول بصورت کلید باز(قطع) می باشد. اما در صورتیکه آند به ولتاژ مثبت و کاتد به ولتاژ منفی متصل باشد ، می توان آن را طوری فعال کرد که بصورت دیود یکسوساز در بایاس مستقیم عمل کند. برای اینکار باید جریان تحریک اندکی به پایه **Gate** اعمال شود. اگر جریان آند-کاتد از حد مشخصی که جریان نگهدارنده (**Holding Current**) نامیده می شود و معمولاً

چند میلی آمپر است ، بیشتر شود تریستور در حالت on قرار خواهد گرفت و تا زمانی که جریان از مقدار نگهدارنده کمتر نشده باشد در همان حالت on باقی می ماند. در صورتی که جریان عبوری از مقدار نگهدارنده کمتر شود، تریستور دوباره به حالت off باز خواهد گشت.

سیگنال تغذیه AC توسط پل دیودی بصورت تمام موج یکسو می شود و به شکل موجی تبدیل خواهد شد که در هر نیم سیکل از صفر ولت به حداکثر ولتاژ می رسد و دوباره به صفر ولت باز می گردد. این شکل موج از طریق لامپ که در واقع بار مصرفی است به تریستور اعمال می شود بنابراین در صورتیکه کلید SW باز (قطع) شود جریان اعمال شده به Gate تریستور صفر خواهد شد و تریستور نیز مانند کلید باز عمل می کند. در صورت بسته شدن کلید SW ، Gate تریستور از طریق R1 و R2 راه اندازی خواهد شد یعنی بلافاصله بعد از شروع هر نیم سیکل ، تریستور on می شود و تا انتهای نیم سیکل مزبور on می ماند. در این زمان جریان DC آن از مقدار جریان نگهدارنده کمتر می شود و تریستور off خواهد شد. این روند در هر نیم سیکل تکرار خواهد شد به این ترتیب لامپ تقریباً با تمام توان روشن می شود.

دقت کنید که هنگامیکه تریستور on است ولتاژ آن تا چند صد میلی ولت کاهش می یابد بنابراین توجه داشته باشید که متوسط جریان مصرفی SW , R1, R2 بسیار اندک است اما با استفاده از تریستور می توان SW را برای کنترل بارهای مصرفی بسیار بزرگ مورد استفاده قرار داد. همچنین توجه داشته باشید که بار مصرفی (لامپ) را در سمت DC پل یکسوساز قرار داده ایم و این یعنی مدار مزبور برای کنترل بار مصرفی DC مورد استفاده قرار می گیرد.

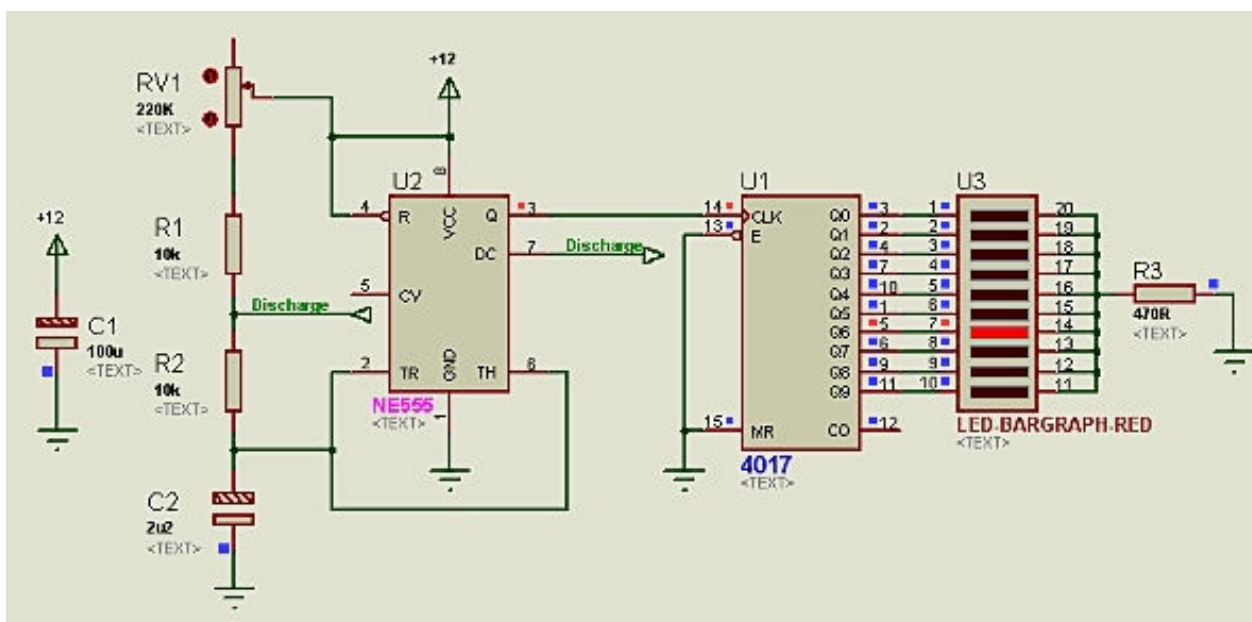
در این مدار از ولت‌متر و آمپر متر AC استفاده شده است که شما می توانید از طریق گزینه  آنها را بکار گیرید همچنین یک Current Probe برای نمایش جریان بسیار کم کلید SW قرار داده شده است . با هر بار کلیک روی کلید می توانید آن را قطع و وصل نمائید در ضمن اگر جریان اسمی فیوز را برای امتحان، از طریق Edit کردن فیوز کاهش دهید بطوریکه تحمل عبور آن را نداشته باشد خواهید دید که فیوز کم کم قرمز شده و در نهایت خواهد سوخت و این زیبایی عملکرد قطعات کتابخانه proteus را نشان می دهد .

**مثال ۶: طراحی یک مدار chaser/sequencer به کمک 4017 .**

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

4017	NE555	Bargraph	RV1	R1, R2, R3	C1 , C2
-	-	RED	POT-LIN	10k,10k,470	100u , 2.2u
CMOS	Analog	Display	Active	Resistors	Capacitors




مدار بالا یک مدار جالب در زمینه optoelectronics می باشد که به کمک IC معروف ۴۰۱۷ که یک CMOS می باشد طراحی شده است. ۴۰۱۷ یک نوع مدار مجتمع Counter/Divider ده تایی ساعت دار می باشد که ۱۰ خروجی pull up کاملاً رمزگشایی شده دارد که هر کدام از آنها می تواند یک LED را براحتی راه اندازی کند همچنین این IC در محدوده ۳ تا ۱۵ ولت تغذیه می شود و بیشتر در مدارهایی که نیاز به تقسیم فرکانس است دیده می شود.

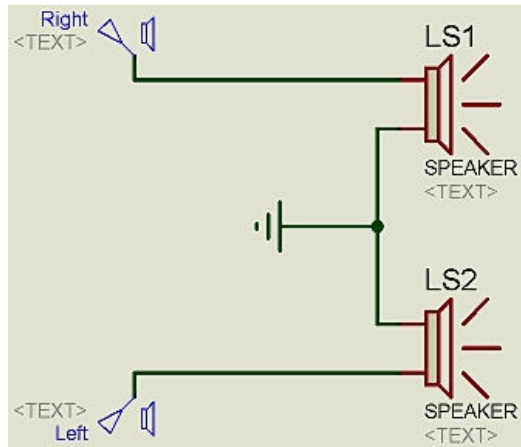
این IC شامل ۵ طبقه شمارنده Johnson می باشد و از پایه های معروف آن می توان به clock, reset و clock inhibit, carry out نام برد. وقتی پایه های clock, reset در سطح 0 منطقی هستند شمارنده های داخلی در هر گذر بالارونده سیگنال ساعت ورودی، یک واحد می شمارند و جلو می روند بطوریکه در هر لحظه مشخص، ۹ تا از ۱۰ پایه خروجی در سطح 0 منطقی هستند و خروجی باقیمانده در سطح 1 منطقی قرار دارد. خروجی carry out دوره تناوبی به اندازه ۱۰ برابر دوره تناوب سیگنال clock دارد و می تواند به عنوان یک ripple clock برای اتصال متوالی چندین ۴۰۱۷ در کاربردهای شمارشی چند ده تایی به کار رود. توجه داشته باشید که سیکل شمارشی، با 1 کردن پایه clock inhibit متوقف می شود.

در این مدار از یک پتانسیومتر برای تغییر فرکانس پایه خروجی NE555 طبق فرمول گفته شده در مثال ۴ و در نتیجه تغییر فرکانس سیگنال clock برای ۴۰۱۷ و در نهایت تغییر سرعت حرکت LED روشن در Bargraph استفاده شده است بطوریکه هرچه مقدار مقاومت پتانسیومتر کمتر شود سرعت حرکت LED روشن بیشتر می شود.


قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

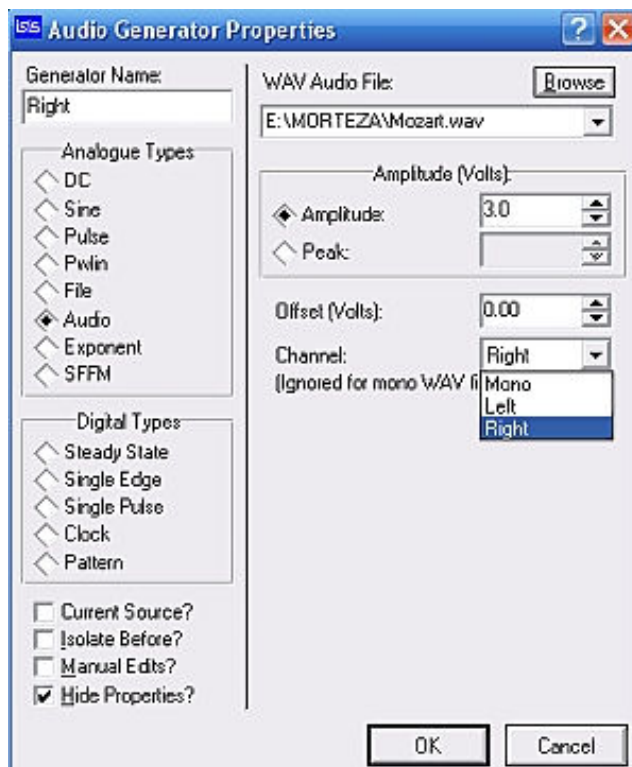
Audio Generator	Speaker
-	1 volt , 8 $\Omega$
	Active



مداری که در اینجا ملاحظه می کنید فقط جهت آشنایی با یک منبع سیگنال صوتی است که در کتابخانه Proteus قرار دارد گفته شده است.

این منبع را می توانید از طریق گزینه منابع سیگنال یعنی  فراخوانی کنید.

از این منبع می توانید هم بعنوان یک منبع سیگنال صوتی Mono استفاده کنید و هم با بکارگیری دو عدد از آن و تعیین پارامترهای این منبع ، طبق پنجره **Audio Generator properties** ، بعنوان یک منبع سیگنال صوتی Stereo بهره بگیرید و از شنیدن یک موسیقی در حین خواندن این مقاله لذت ببرید.



برای تنظیم پارامترهای این منبع کافیت که یکبار بر روی آن کلیک راست کرده تا به رنگ قرمز درآید و یا اصطلاحاً **select** شود سپس بار دیگر بر روی آن کلیک چپ نموده تا پنجره مشخصات آن طبق شکل روبرو باز شود.

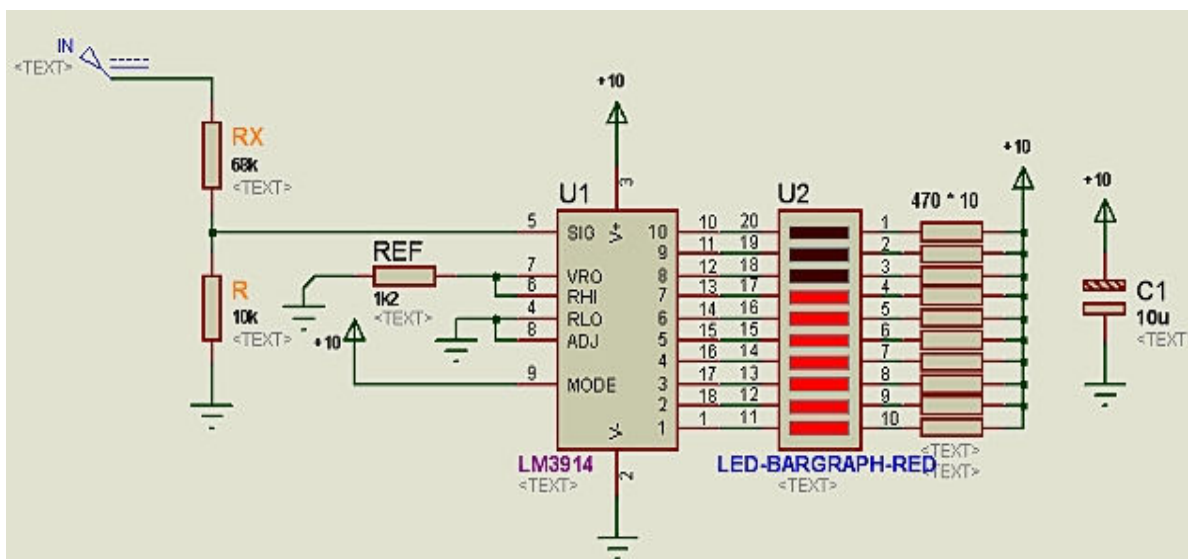
برای انتخاب سیگنال صوتی می توانید مسیر یک موسیقی را از طریق گزینه **Browse** بدهید البته توجه داشته باشید این منبع تنها فایل های صوتی با فرمت WAV را پشتیبانی می کند .

از طریق لیست **Channel** نیز می توانید نوع پنخس صوت را از بلند گوها تعیین نمائید.

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

LM3914	Bargraph	R , RX , REF	Array	C1
-	RED	10k , 68k , 1.2k	470Ω	10u
Active	Display	Resistors	Resistors	Capacitors

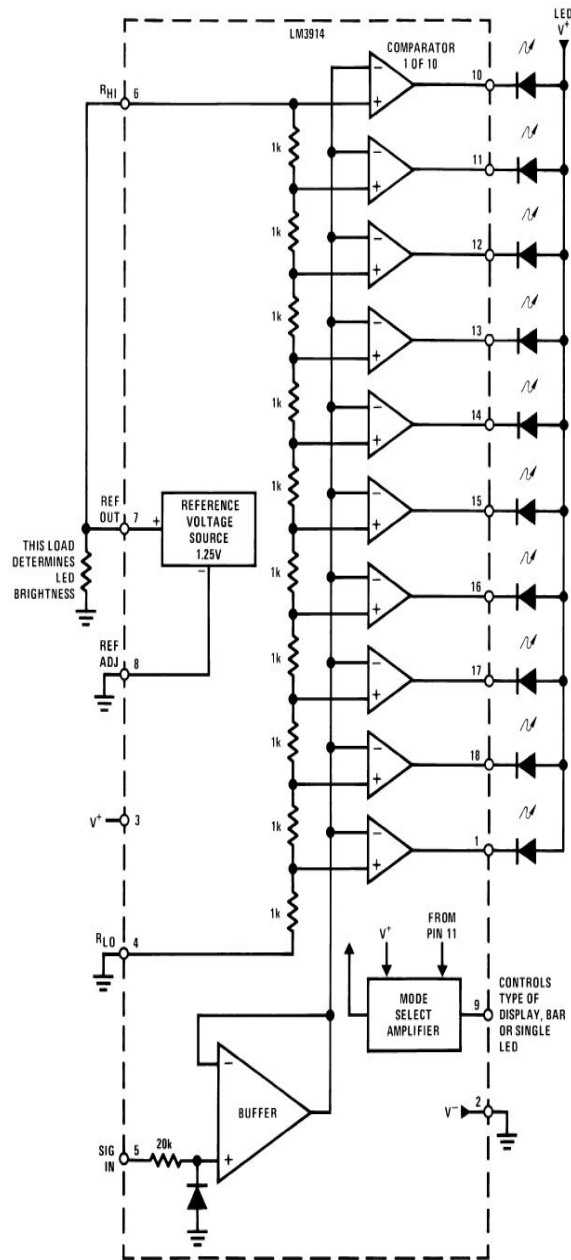


در این مثال قرار است ساخت یک مدار جالب به کمک IC معروف LM3914 تولید شده توسط شرکت National Semiconductors را با هم تجربه کنیم.

شاید تاکنون به ضبط صوت هایی که هنگام پخش موسیقی از نمایشگرهای میله ای شکلی (Bar graph) که شامل چندین LED رنگارنگ می باشند و جهت نمایش دامنه سیگنالهای مختلف موجود در باند شنوایی، که در فرکانسهای متنوعی قرار دارند (معمولاً در فرکانسهای: 63Hz , 250 , 1K , 4K , 12KHz) و نمای زیبایی به پخش موسیقی می دهند برخورد کرده باشید . مداری که شماتیک آن را در بالا ملاحظه می کنید بخشی از این نوع مدارات به اصطلاح رقص نور یا Audio Analyser می باشد که خوشبختانه کتابخانه ISIS تراشه لازم برای راه اندازی این مدار یعنی LM3914 را دارا می باشد و من فرصت را غنیمت دانسته و یک مدار کاربردی از آن را برای شما عزیزان به کمک این نرم افزار تحلیل خواهم کرد. نمایشگرهای نمودار میله ای که توسط LM3914 راه اندازی می گردند نسبت به مشکلات ناشی از نصب ایمن هستند ،سریع عمل می کنند و لرزش یا موقعیت فیزیکی تأثیری بر عملکرد آنها ندارد. درجه بندی آنها می تواند به هر شکل دلخواهی تبدیل شود. در یک نوع نمایش خاص ،رنگهای مجزای LED ها می توانند باهم ترکیب شوند تا بخشهای ویژه ای از زمینه نمایش را نمایان تر کنند و حسگرهایی در فراتر از

محدوده عملیاتی، به سادگی می توانند از طریق IC های راه انداز فعال گردند و تحت شرایط خارج از محدوده برای به صدا در آوردن یک آژیر و یا روشن کردن ناگهانی همه LED های نمایشی مورد استفاده قرار گیرند.

نمایشگرهای Bar graph از نمایشگرهای VU (نوع عقربه ای) بهتر هستند و دقت خطی بودن معمولی در آنها % ۵/۰ است. میزان تفکیک درجه بندی به تعداد LED های استفاده شده بستگی دارد، معمولاً یک نمایشگر با ۱۰ عدد LED برای بسیاری از کاربردها، تفکیک پذیری مناسبی دارد.



در شکل روبرو نمای داخلی LM3914 را می توانید ملاحظه نمایید این IC بظاهر پیچیده است اما فهم عملکرد آن واقعاً ساده می باشد در اینجا قصد ندارم کاملاً در مورد جزئیات این تراشه صحبت کنم ولی سعی می کنم مطالب مفیدی درخصوص آن بیان کنم.

همانطور که در شکل می بینید این IC شامل ۱۰ عدد تقویت کننده عملیاتی Op amp می باشد که به ستونی از مقاومتهای یکسان ۱ کیلو اهمی از طریق پایه + خود وصل هستند این مقاومتهای محدود ولتاژی ما بین پایه های ۶ و ۴ را از طریق تقسیم ولتاژ به ۱۰ تقسیم می کنند مثلاً فرض کنید که پایه ۴ را به زمین و پایه ۶ را به منبع ۱۰ ولتی وصل کرده ایم در اینصورت ولتاژ پایه + پایین ترین opamp مقدار ۱ ولت و پایه + بالایی ۲ ولت و همینطور تا پایه + بالاترین opamp که مقدار ۱۰ ولت را به خود می گیرد حالا اگر سیگنالی به پایه ۵ که از طریق یک بافر به پایه - تمامی op amp ها متصل است اعمال کنیم مقدار این سیگنال در هر لحظه توسط op amp ها مقایسه شده و اگر از ولتاژ پایه + هر کدام از آنها بیشتر باشد خروجی آن op amp را به Low برده و در نتیجه LED مربوط به آن را روشن می کند.

با مطالبی که گفته شد معلوم می شود که این IC در واقع یک ولت متر است و شما به کمک مقاومت‌های ورودی که با نامهای R و RX در مدار شماتیک آورده ایم می توانید رنج ولتاژ ورودی را طبق فرمول زیر تقسیم کنید:

$$f.s.d = 1.25 ( 1 + RX / R )$$

f.s.d مخفف full scale deflection بوده و ماکزیمم ولتاژ ورودی را نشان می دهد یعنی اگر سیگنال ورودی شما در محدوده [v1 , v2] در نوسان باشد v1 همان پایه ۴ است که لازم نیست حتماً زمین باشد و v2 همان f.s.d است.

توجه کنید که ولتاژ تغذیه مدار حداقل باید ۲ ولت بزرگتر از مقدار ولتاژ f.s.d مورد نیاز باشد. پایه ۹ این IC برای تعیین مُد عملکرد نقطه ای یا میله ای آن قرار داده شده است بطوریکه اگر آن را به Vcc وصل کنید مانند همین مثال آنگاه نمایشگر بصورت میله ای روشن می شود در حالیکه اگر این پایه را آزاد بگذارید نمایشگر به شکل نقطه ای کار خواهد کرد که شما براحتی می توانید به کمک proteus این مُد عملکرد IC را امتحان کنید.

در این مثال من از یک منبع ولتاژ DC با مقدار ۰ تا ۱۰ ولت استفاده کردم و متناسب با این f.s.d مقاومت‌های R و RX را محاسبه نمودم که اگر ولتاژ ۰ ولت به پایه ۵ اعمال شود همه LED های داخل Bar graph display خاموش می شوند و اگر ۱ ولت اعمال گردد فقط اولین LED روشن می شود و اگر مانند مثال فوق ۷ ولت اعمال شود به شکل میله ای ۷ عدد از نمایشگرهای LED ، همزمان روشن خواهند شد در ضمن شما می توانید بجای منبع DC از منبع Audio استفاده کنید همچنین می توانید به کمک پایه ۹ چندین IC را با هم بصورت موازی وصل کنید و بجای یک نمایشگر میله ای از چندین نمایشگر میله ای بهره بگیرید .

خازن C1 بعنوان یک خازن صافی استفاده شده است تا ولتاژ DC تغذیه ، صاف و هموار باقی بماند.

**کتابخانه** مثال ۹ : **طریقه مشاهده شکل موج سیگنالها .**

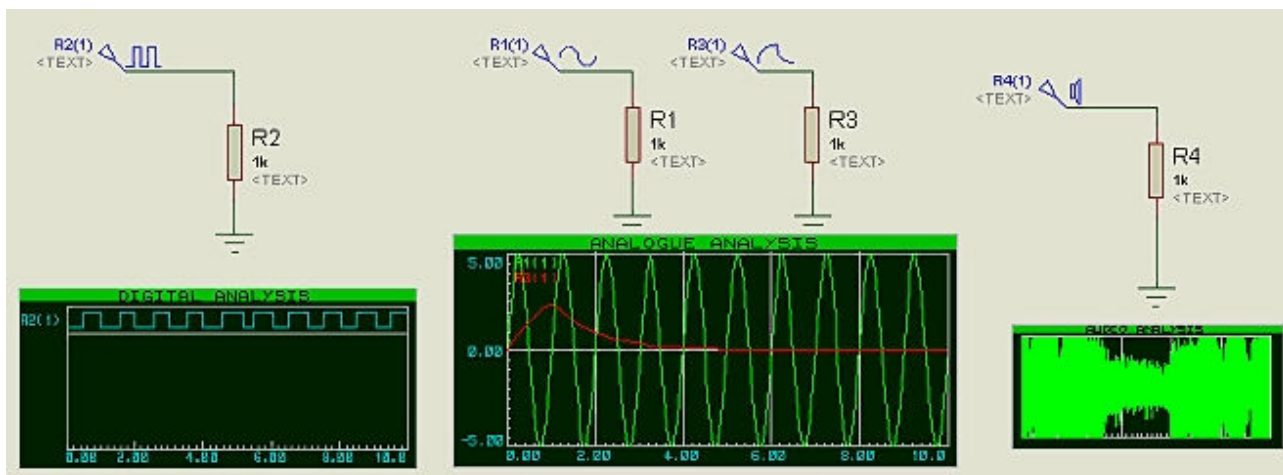
قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:


<b>R1 , R2 , R3 , R4</b>
1k
Resistors

در اینجا فقط قصد دارم در مورد نحوه دیدن شکل موج هر نوع سیگنالی توسط proteus بحث کنم و چندان دنبال تحلیل مدار خاصی در این مثال نیستم . شکل زیر را ببینید:



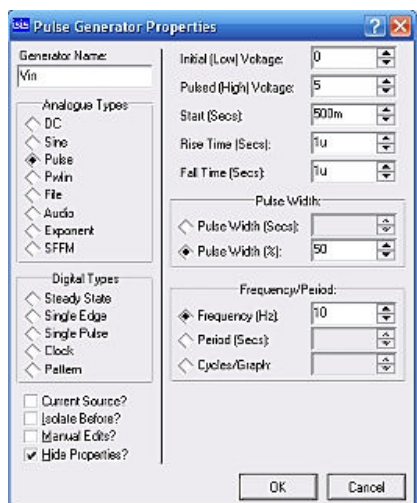


در اینجا خروجیهای ۴ منبع سیگنال نمایش داده شده است. در شکل وسط، دو سیگنال بطور همزمان به نمایش درآمده اند زیرا نوع هر دو سیگنال شبیه به هم است یعنی هر دو از نوع آنالوگ هستند اما شکل اول نمایش یک سیگنال صوتی و شکل سوم نمایش یک سیگنال دیجیتال می باشد و چون نوع تحلیل آنها متفاوت است لذا در پنجره های مختلفی به نمایش درآمده اند.

قبل از توضیح نحوه نمایش شکل موج سیگنالها، ابتدا کمی در رابطه با منابع سیگنال (Generators) ارائه شده توسط این نرم افزار که از گزینه  قابل دسترسی هستند بحث خواهیم کرد.

این نرم افزار ۱۳ نوع منبع سیگنال، برای تولید هر نوع شکل موج دلخواهی را پشتیبانی می کند و از پُرکاربردترین آنها می توان به منابع سیگنال DC، سینوسی، پالسی و Clock اشاره کرد.

برای تعیین پارامترهای قابل تنظیم هر منبع، کافیست که ابتدا آن را انتخاب کرده و به صفحه شماتیک انتقال دهید سپس یکبار روی آن کلیک راست کنید تا قرمز رنگ شود و یا به اصطلاح انتخاب گردد و در نهایت روی آن کلیک چپ نمائید تا پنجره properties آن باز شود حالا می توانید به پارامترهایی که معمولاً در رابطه با دامنه و فرکانس و rise time و fall time و ... منبع سیگنال، می باشد متناسب با نیاز مدارتان مقدار بدهید مثلاً در شکل زیر پنجره properties منبع پالسی را مشاهده می کنید:




در این منبع مقدار اولیه برای شروع سیگنال، صفر ولت در نظر گرفته شده است همچنین دامنه پالس ۵ ولت قرار داده شده است.

زمان شروع را ۵۰۰ میلی ثانیه و مقدار rise time و fall time مساوی و برابر ۱ میکروثانیه انتخاب نموده ایم.


در بخش دوم، duty cycle خواسته شده است که آن را ۵۰ درصد قرار داده و در نهایت در آخرین بخش پنجره، مقدار فرکانس را به دلخواه ۱۰ هرتز برگزیده ایم.

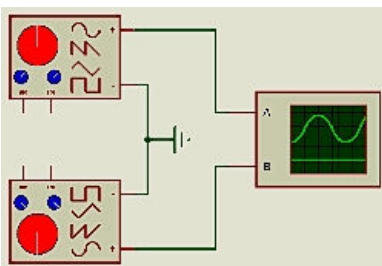
حال به بحث اصلی مثال ارائه شده برمی گردیم و آن نحوه نمایش شکل موج سیگنالها است که بایستی به طریق زیر عمل نمائیم :

ابتدا به کمک گزینه  **Simulation Graph**، نوع آنالیز که شامل آنالیز آنالوگ ، دیجیتال ، صوت ، نویز ، فوریه و ... می باشد و هر کدام پنجره نمایش سیگنال منحصر به نوع خود را ایجاد می کنند را انتخاب نمائید سپس به کمک اشاره گر **mouse** و پائین نگه داشتن **Left button** یک مستطیل به اندازه ای که تمایل دارید شکل موج مورد نیاز خود را در آن براحتی مشاهده نمائید رسم کنید این مستطیل در واقع یکی از سه نمایشگر شکل بالا می باشد که قرار است در آن شکل سیگنال مورد نظر خود را مشاهده کنیم. اگر قرار است شکل منبع سیگنال را مستقیماً مشاهده کنید کافیست بر روی نماد آن منبع، یکبار کلیک راست نموده تا انتخاب شود و سپس آن را بر روی مستطیل **Drag & Drop** نمائید و چنانچه می خواهید شکل موج نقطه ای از مدار غیر از منابع سیگنال آن را ملاحظه نمائید کافیست ابتدا به کمک **prob** های ولتاژ و جریان آن گره را علامتگذاری کنید و سپس همان عملیات **Drag & Drop** را برای **prob** ها اجرا نمائید. این روش یک راه ساده برای نمایش شکل موج سیگنالها می باشد اما گاهی اوقات ما نیاز داریم شکل موج ترکیبی از سیگنالها ( بعنوان مثال جمع دو سیگنال ) را ببینیم در این مواقع باید از روش اصولی تری بهره بگیریم به اینصورت که بعد از ترسیم مستطیل ذکر شده در بالا از مسیر ... **Graph / Add Trace** ، گره یا ترکیب گره های مورد نظر خود را که به شکل **P1** و **P2** و **P3** و **P4** توسط نرم افزار در این پنجره در نظر گرفته می شوند تایپ نمائید و سپس از طریق مسیر ... **Graph / Simulate Graph** آنالیز شبیه سازی را آغاز نمائید . مشاهده خواهید نمود که شکل موج گره دلخواه شما حتی بدون **RUN** نمودن مدار ترسیم می شود .

در ضمن به کمک **Middle Button** مربوط به **mouse** می توانید روی شکل موجها **zoom** کنید.

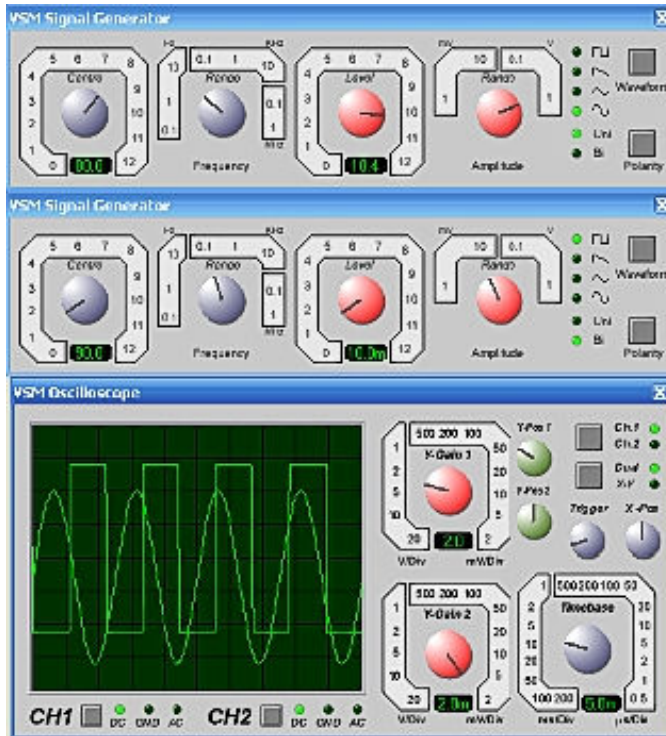
### مثال ۱۰ : چگونگی استفاده از **Signal Generator** و **Oscilloscope** :

همانطور که می دانید اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور دو ابزار بسیار لازم و ضروری جهت تست و آزمایش مدارهای الکترونیکی می باشند لذا **proteus** این نیاز را حس کرده و این دو ابزار را تقریباً مشابه نمونه های واقعی مدلسازی و در اختیار کاربران قرار داده است. برای دسترسی به آنها کافیست از گزینه  که در سمت چپ صفحه شماتیک واقع شده و با عنوان **Virtual Instruments** معرفی شده اند استفاده نمائید.



همانطور که در شکل روبرو ملاحظه می کنید خروجیهای دو سیگنال ژنراتور به ورودیهای کانال **A** و **B** جهت نمایش شکل موج آنها، وصل

شده اند. خروجی منفی سیگنال ژنراتورها به GND اسیلوسکوپ وصل می باشند. پس از RUN نمودن مدار پنجره های مدل سازی شده مربوط به اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور مطابق شکل زیر باز می شوند و شما براحتی و بدون هیچ تفاوتی با نمونه های واقعی آنها می توانید تنظیمات لازم را جهت تولید و مشاهده خروجیهای مورد نیاز خود اعمال نمائید.



- ویژگیهای سیگنال ژنراتور:
- امکان ایجاد انواع سیگنالهای سینوسی، مربعی مثلثی و دندانه آره ای.
- امکان تولید انواع سیگنالهای ذکر شده فوق در محدوده فرکانسی : 0 ~ 12MHz .
- توانایی تولید سیگنالهای مذکور در محدوده ولتاژ : 0 ~ 12Volt .
- ویژگیهای اسیلوسکوپ:
- دو کاناله ( CH1 و CH2 ) .
- امکان نمایش سیگنالهای دو کانال بطور همزمان توسط دکمه Dual .
- قابلیت نمایش در مُد X-Y .
- محدوده Volt/Div آن : 2mv/div ~ 20v/div .
- محدوده Time/Div آن : 0.5μs/div ~ 200ms/div .
- امکان جابجائی سیگنالها در راستای محورهای افقی و عمودی توسط X-Pos و Y-Pos .

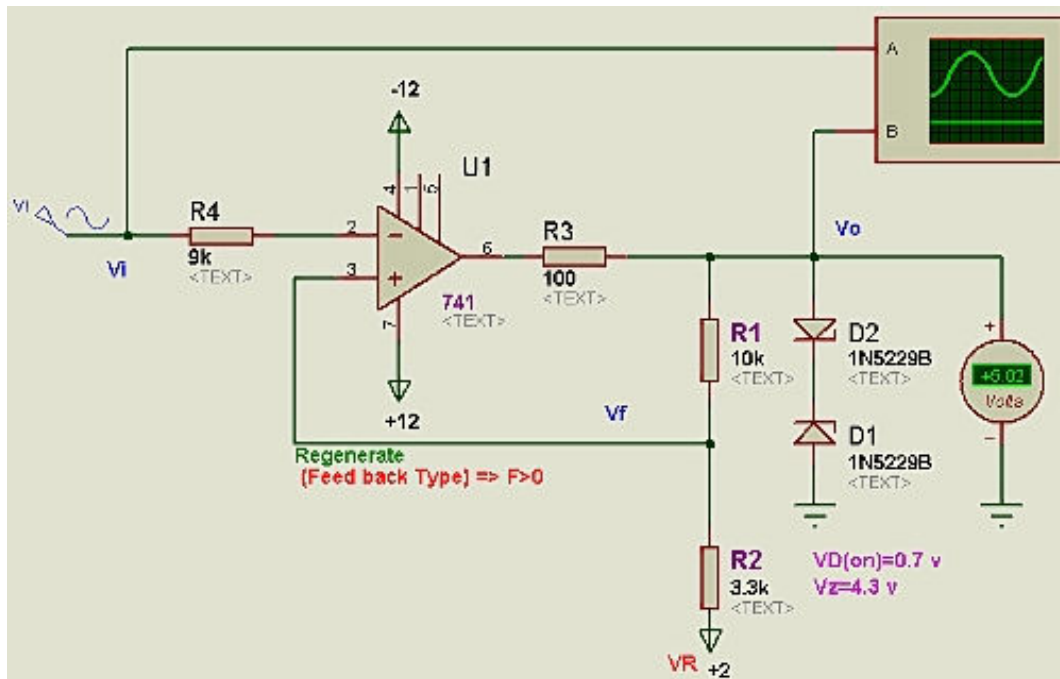
### کتابخانه مثال ۱۱: طراحی Schmitt trigger به کمک Op. Amp .

قطعات لازم:

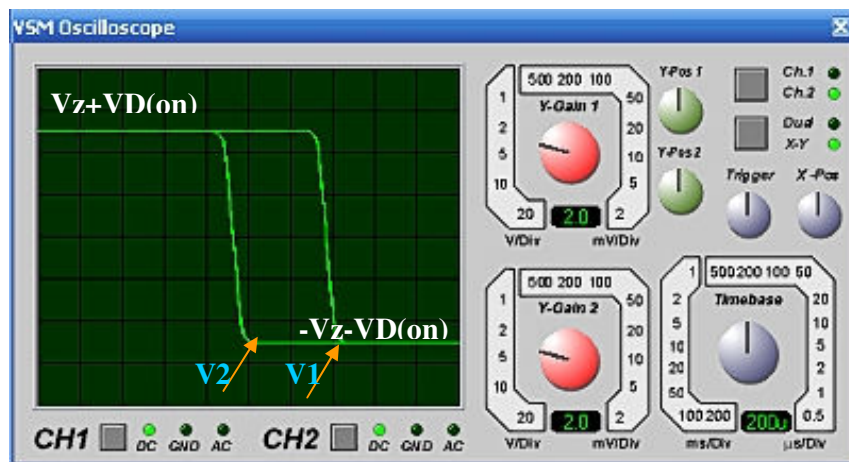
نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

1N5229B	741	R1 , R2	R3 , R4
V	-	10K , 3.3K	100Ω , 9K
Diodes	Operational Amplifire	Resistors	Resistors

قبل از شروع، منبع ورودی را سینوسی با دامنه مثلاً ۱۰ ولت و فرکانس ۱ KHz برگزینید. در ضمن بایستی  $V_{cc} > V_{D(on)} + V_Z$  باشد.



مداری که در بالا ملاحظه می فرمائید یکی از مدارهای معروف تولیدکننده Schmitt trigger می باشد که احتمالاً در کتابهای تکنیک پالس به آن برخورد کرده اید. تحلیل این مدار بسیار ساده و قابل فهم می باشد لذا در اینجا قصد دارم کمی در مورد نحوه عملکرد آن به شکل تئوری بحث کنم که امیدوارم برای شما جالب باشد.



فرض کنید در شروع کار  $V_i < V_f$  باشد در اینصورت op amp به اشباع مثبت رفته و مقدار خروجی برابر:

$$V_o = V_z + V_{D(on)} = 4/3 + 0/7 = 5$$

می شود در این حالت مقدار  $V_f$

$$V_f = V_R + (V_o - V_R) \times R_2 / (R_1 + R_2) = 2/744$$

برابر است با:

این مقدار را  $V_1$  می نامیم. حالا  $V_i$  را از  $V_1$  بیشتر می کنیم در نتیجه op amp به اشباع منفی رفته و

$$V_o = -V_z - V_{D(on)} = -4/3 - 0/7 = -5$$

خروجی برابر می شود با

$$V_f = V_R + (V_o - V_R) \times R_2 / (R_1 + R_2) = 0/263$$

در این حالت مقدار  $V_f$  برابر می شود با:

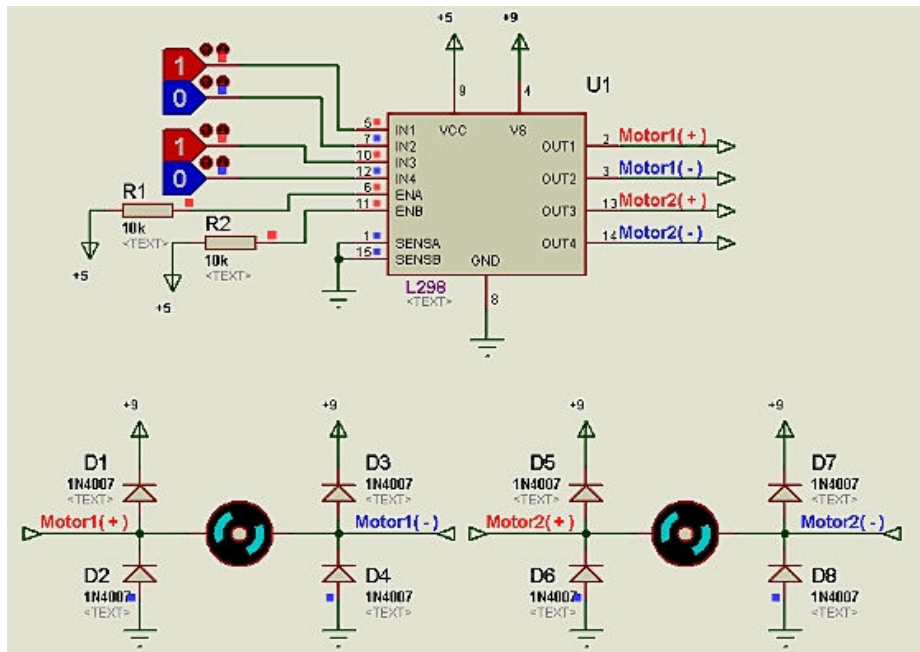
این مقدار را  $V_2$  می نامیم. در اینجا متوجه می شویم که  $V_2 < V_1$  است و این یعنی اینکه با کاهش

ورودی  $V_i$  و رسیدن مقدار آن به  $V_2$  (نه  $V_1$ ) ما در خروجی تغییر وضعیت به +5 ولت پیدا می کنیم.

قطعات لازم:

نام و مقدار هر قطعه به همراه کتابخانه آن در جدول زیر آورده شده است:

L298	1N4007	DC MOTOR	R1 , R2	Logic state
-	8	-	10k	-
Analog ICs	Diodes	Active	Resistors	Active



برای راه اندازی و کنترل موتورهای DC مدارهای زیادی وجود دارد اما در اینجا سعی کرده ام تا از L298 که اکثر مهندسين الكترونيك با آن آشنا هستند استفاده كنم لذا در ادامه با برخي ويژگيهاي اين IC آشنا خواهيم شد.

درايور L298 يكي از قطعات مناسب جهت راه اندازي موتورهاي DC است كه با توجه به جريان دهی مناسب (حداكثر ۱ آمپر در هر كانال) می تواند نیاز بسیاری از پروژه ها را مرتفع سازد. این IC با مدار فوق توانایی راه اندازی دو موتور DC در هر دو جهت CW و CCW و آنهم بصورت مجزا را دارا می باشد.

در این IC دو ورودی و دو خروجی برای هر موتور در نظر گرفته شده است که ورودیهای آن را می توان مستقیماً به خروجیهای یک micro controller و یا یک مدار تقویت کننده sensor بدون هیچ مشکلی متصل نمود در ضمن خروجیهای آن نیز حداکثر می توانند تا ولتاژ ۴۶ ولت را به هر موتور اعمال کنند که البته برای موتورهای کوچک مانند موتورهای یک ربات ساده ، می توانند مطابق نیاز شما بین ۶ تا ۱۲ ولت نیز تنظیم شوند . پایه های ۱ و ۱۵ که با نامهای SensA و SensB ذکر شده اند به منظور اتصال آنها به



مدارهای حس کننده اضافه جریان ، قرار داده شده اند که در صورت عبور جریانی بیش از آنچه که قابل تحمل موتورها است سریعاً مدار را قطع کنند تا IC و موتورها آسیبی نبینند . در صورتی که از این دو پایه استفاده نمی کنید آنها را به زمین مدار وصل کنید. توجه به این نکته ضروری است که برای L298 حتماً از خنک کننده ( Heat Sink ) استفاده نمائید .

پایه های ۶ و ۱۱ که با نامهای ENA و ENB ذکر شده اند پایه های Enable یا فعال کننده موتورها می باشند که می توانند موتورها را در هر لحظه on یا off کنند و بیشتر در مواردی که نیاز به ایجاد PWM برای موتورها می باشد بکار می روند در صورت عدم استفاده از آنها ، مطابق شکل آنها را Pull up کنید. موتورها نوعی بارالقایی هستند و در صورتی که جریان سیم پیچ آنها بصورت ناگهانی قطع شود می توانند ولتاژ معکوسی در حد چند صد ولت ( طبق رابطه  $V=L \cdot di/dt$  ) ایجاد کنند . این ولتاژ معکوس به آسانی می تواند به قطعات نیمه هادی سری شده با سیم پیچ آسیب بزند بنابراین در اغلب موارد لازم است با استفاده از دیود محافظ ، ولتاژ مؤثر معکوس را کاهش داد.

مدار بالا را در proteus رسم کرده و سپس RUN کنید تا با نحوه عملکرد L298 بیشتر آشنا شوید.

---

خُب در اینجا به پایان بخش اول این مقاله می رسیم امیدوارم که از خواندن این مقاله لذت کافی را برده باشید و توانسته باشم تا حدودی به نیاز شما درخصوص فراگیری این نرم افزار پاسخ گفته باشم البته با یاری خدا قصد دارم نگارش این مقاله را در دو بخش دیگر که هم اکنون تا حدی در حال انجام می باشد ادامه دهم در بخش دوم سعی کرده ام تا بطور کامل پروژه هایی در رابطه با micro controller ها و نحوه program کردن آنها توسط شبیه ساز proteus را ارائه دهم و در بخش سوم مثالهایی را در غالب پروژه های دانشجویی خدمت شما عزیزان دوستدار الکترونیک معرفی کنم اما قبل از آن ، انتقادها و پیشنهادهای سازنده شما در رابطه با نگارش این مقاله برای من از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است تا بتوانم در نسخه های دیگر از اشتباهات یا کاستی های خود بکاهم . درخاتمه از پدر و مادرم بخاطر راهنمائیهای دلسوزانه شان و همه شما بزرگواران که وقت گرانبهای خود را صرف مطالعه مطالب این مقاله نموده اید از صمیم قلب تشکر می کنم .

“He conquers who endures.”  
( Persius )



مرتضی شعبان زاده

morteza\_3tir61@yahoo.com

