دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

آزمایشگاه الکترونیک

رشته برق

تاریخچه :

بنا برسر فصل اجرایی رشته برق مصوب سال۹۲ وزارت علوم ،تحقیقات وفناوری، آزمایشگاه های الکترونیک۱ والکترونیک۲ ادغام ودر قالب آزمایشگاه الکترونیک ارائه گردیده است.

دستور کار آزمایشگاههای الکترونیک۱و۲ به همت آقای مهندس سید محمدحسینی درسال۶۸ برای دوره کاردانی تهیه و نگارش گردید و سپس در سال ۸۴ توسط مهندس رضا زارع و مهندس اختری برای دوره کارشناسی اصلاح گردید، و تا سال۹۵ مورد استفاده قرارگرفت.

در سال ۹۵ دو آزمایشگاه (الکترونیک۱ و۲) با هم ادغام و در قالب آزمایشگاه الکترونیک به صورت جداگانه مختص رشته برق و مختص رشته کامپیوتر ارائه گردید.تدوین واصلاح دستور کارها با تکیه براستفاده از نرم افزار **Proteus** توسط مهندس محبوب و مهندس اختری انجام شد و سرانجام درسال ۹۷ توسط مهندس محبوب مورد بازنگری واصلاح قرار گرفت.

فهرست:

آشنایی با نرم افزارProteus ۳
آزمایش۱: شناخت وکاربرد دیود (یکسو کننده ها)..... ۲۴
آزمایش۲: کاربرد دیود زنر..... ۳۱
آزمایش۳: منحنی مشخصه های ترانزیستور..... ۳۲
آزمایش۴: کاربرد نرم افزار Proteus در طراحی وتحلیل مدار..... ۳۴
آزمایش۵: طراحی تقویت کننده (امیتر مشترک CE)..... ۳۶
آزمایش۶: طراحی تقویت کننده (بیس مشترک CB)..... ۳۹
آزمایش۷: طراحی تقویت کننده (کلکتور مشترک CB) ۴۰
آزمایش۸: رسم منحنی مشخصه هایFET..... ۴۱
آزمایش۹ : مطالعه و بررسی مدارات فیدبک..... ۴۰
آزمایش۱۰ : تقویت کننده عملیاتی (op- amp)..... ۴۲
آزمایش۱۱ : طراحی تقویت کننده های خطی (op- amp)..... ۴۵
آزمایش۱۲: کاربرد تقویت کننده های عملیاتی (op amp)..... ۵۴

آموزش نرم افزار Proteus

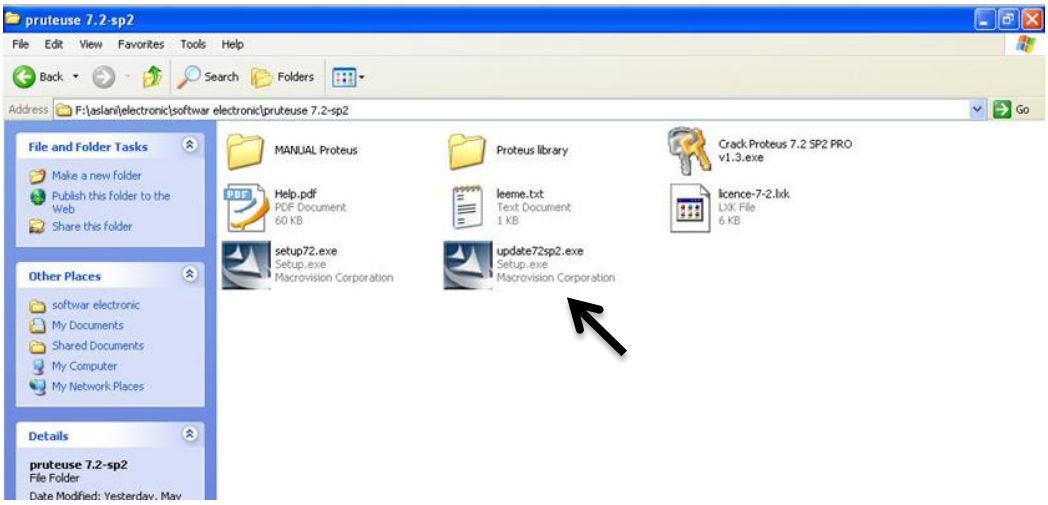
شاید اولین بار است که وارد محیط نرم افزار میشوید ، یا شاید قبلا از این نرم افزار برای شبیه سازی مدارات میکرو کنترلری استفاده کرده باشید ، شاید فکر کنید ، این نرم افزار مخصوص شبیه سازی مدارات میکرو کنترلی است ، شاید .....

در این slide ، شما با نرم افزار پروتئوس بیشتر اشنا میشوید و خواهید دید که در ادامه کلیه مدارات الکترونیکی را با این نرم افزار شبیه سازی میکنیم ، همچنین به سادگی فیبر مدار چاپی مدارامان را درست میکنیم ...

این نرم افزار به دو بخش ares و isis تقسیم میشود، از محیط isis برای کشیدن و تست مدار و از محیط ares برای تهیه نقشه pcb مدار تست شده درisis استفاده میشود. این نرم افزار امکانات کسترده ای را در اختیار شما قرار میدهد و...

مثل همه نرم افزارها فایل "Proteus.exe" را اجرا کنید

۱



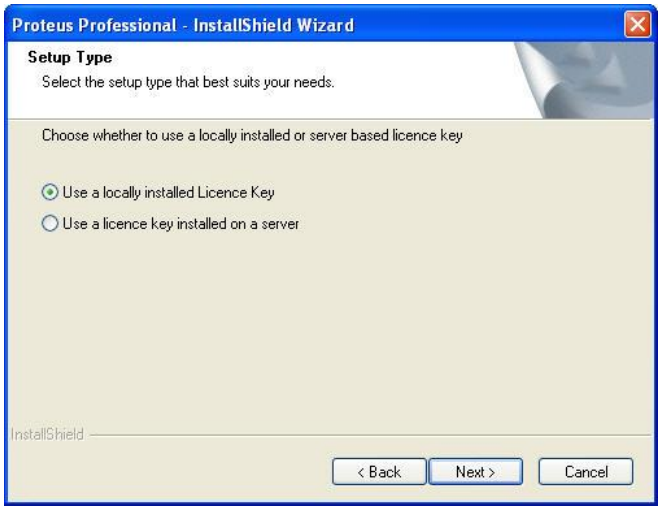
۲

۲-درپنجره باز شده گزینه next را کلیک کنید.

۳

۳-گزینه yes را کلیک کنید.

٤

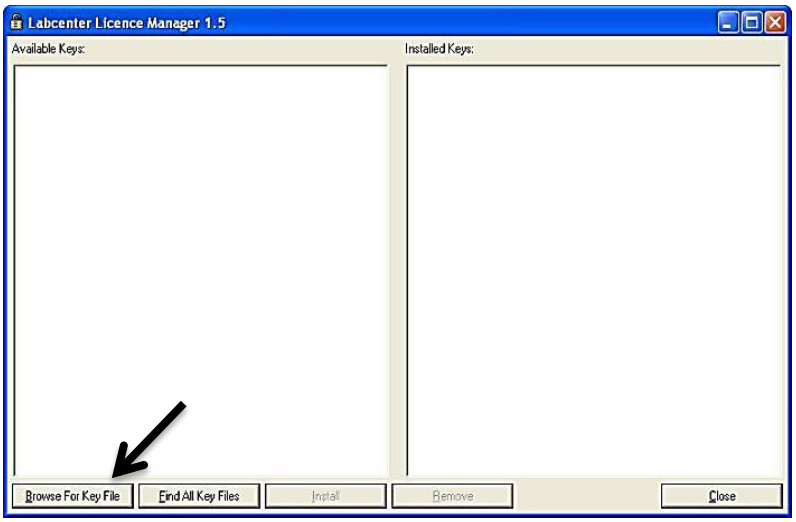


۴-گزینه اول را انتخاب کنید.روی next کلیک کنید.

٥

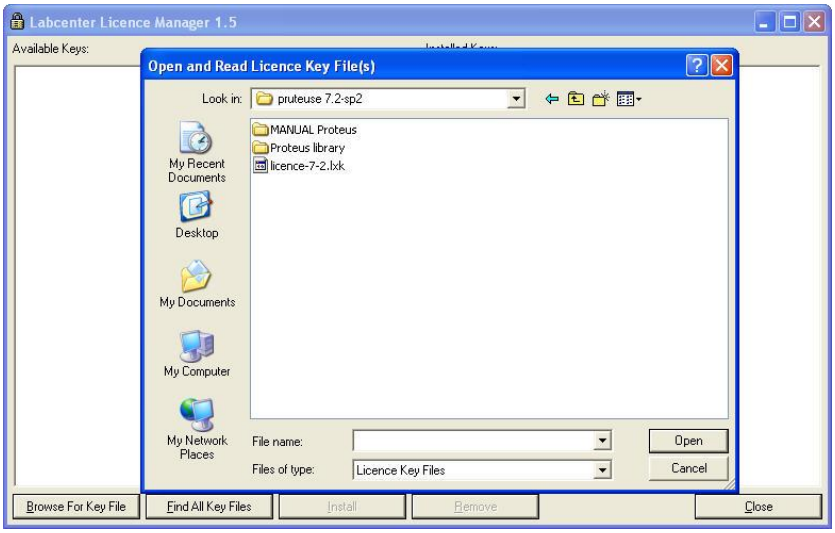
۵-گزینه next را کلیک کنید

٦



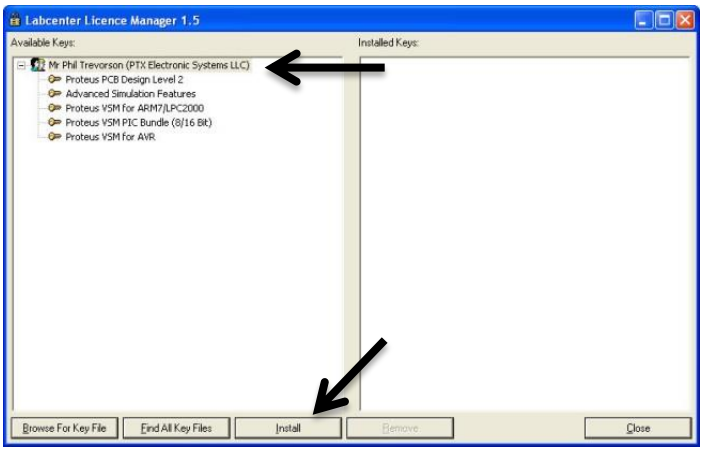
۶-دکمه browse for key file پایین سمت چپ را انتخاب کرده .

۷



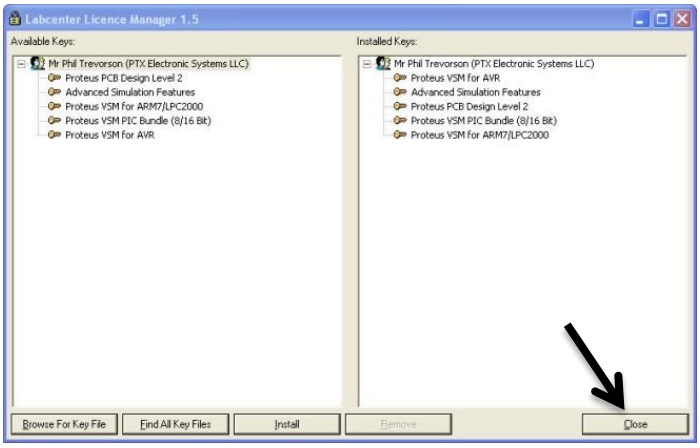
۷-فایل "isis_LICENCE.lxk" که معمولا در کنار فایل اجرایی برنامه است را انتخاب کرده . (باز کنید)

۸



۸- برای نصب همه کرک ها بالای سمت چپ گزینه "mr phil trevo....." را انتخاب کنید (انگار همه شاخه های زیرش رو انتخاب کردین) و کلید INSTALL پایین ؛ از سمت چپ سومی را انتخاب کرده.

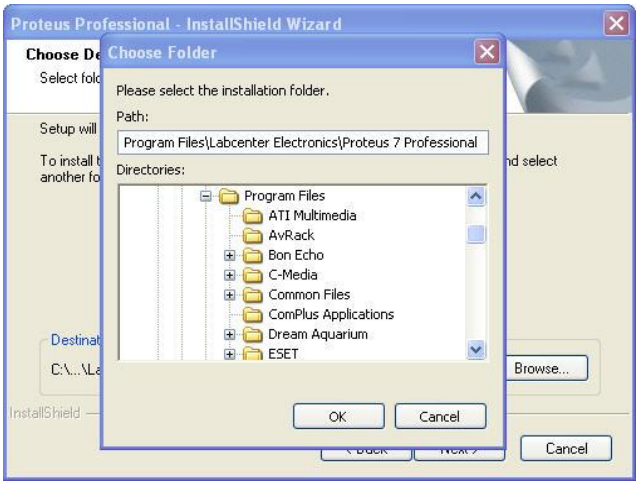
۹



۹- بعد از اینکه پنجره ی زیر ظاهر شد close را زده تا به ادامه نصب پروتئوس برگردیم .

۱۰- درقسمت بعد next را بزنید

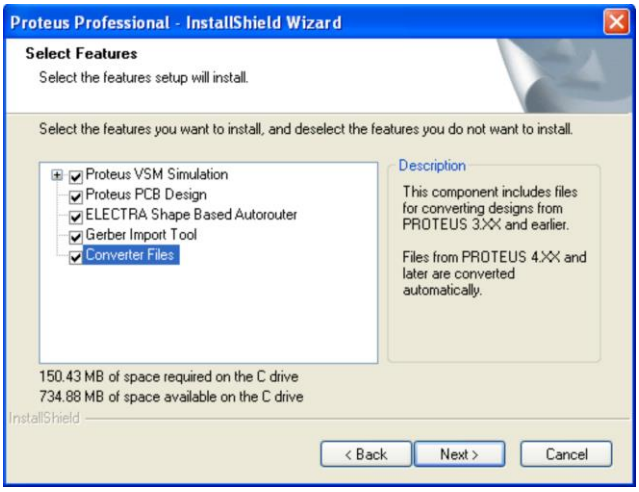
۱۱



۱۱- در این قسمت شما می توانید مسیر نصببرنامه را در صورت دلخواه تغییر دهید.

۱۲- درصفحه بعد next را بزنید

۱۳



۱۳-تمامی گزینه ها را انتخاب و سپس nextرا بزنید.

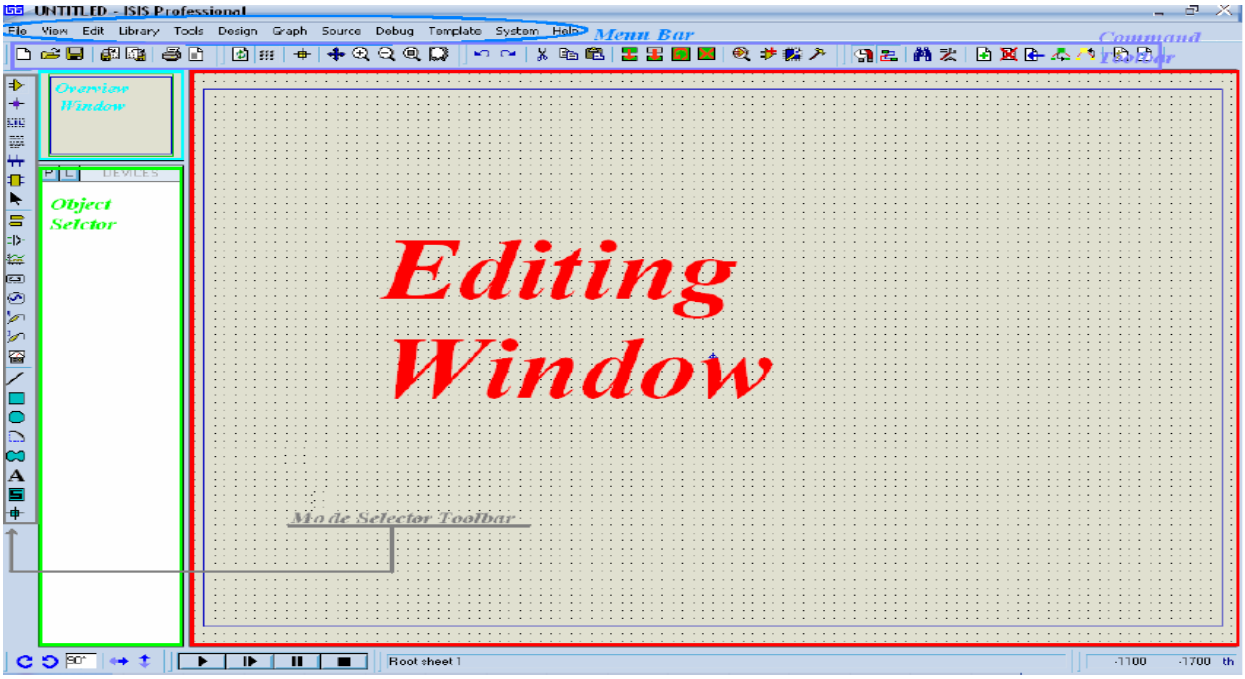
۱۴-درصفحات بعد next را انتخاب کرده و در پایان گزینه finish کلیک کنید تا نصب پروتئوس به پایان برسد.

بعد از اجرای برنامه صفحه ی زیر را خواهید دیدکه شامل سه قسمت است:

۱) Editing window: قسمتی که مدار را رسم می کنیم.

۲) object selector: برای انتخاب قطعات و....در طی رسم شماتیک

۳) overview window : یک نمای کلی از طراحی مدار در(قسمت اول) را نشان می دهد.



منوها ی برنامه :

منو های برنامه را به ۶ قسمت تقسیم کردیم که در زیر به شرح هرکدام می پردازیم.

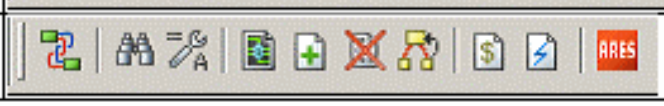
۱)منو اصلی:(Menu Bar)

در این منو گزینه های اصلی انجام کارها وجود دارد.

در این منوها ، گزینه های برای انجام کار های اصلی وجود دارد ، کلیه گزینه های موجود در منوه های اصلی در تولبار ها نیز موجود میباشد

۲)منو کاربردی(Toolbars) :

این ابزار همان ابزارهای اصلی می باشند البته به شکل گرافیکی.

Title	Toolbar
File / Print Commands	
Display Commands	
Editing Commands	
Design Tools	

۳)منو های ابزار و انتخاب مد (Mode Selector Toolbar) :

این منو شامل ابزارها و منابع مورد استفاده در مدار است که خود شامل سه دسته ابزار تولید و اندازه گیری ولتاژ و ابزار گرافیکی و ابزار اصلی تقسیم می شوند.

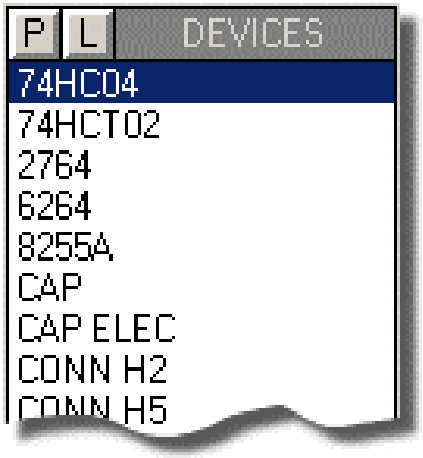
Title	Toolbar
Main Modes	
Gadgets	
2D Graphics	

۴)منو تعیین موقعیت:

با انتخاب قطعه وبا استفاده از این گزینه های میتوان قطعه را بچرخوانید یا ان را معکوس کنید

Title	Toolbar
Rotation	
Reflection	

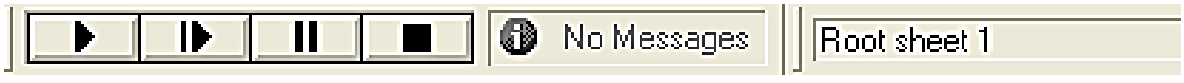
۵)منو انتخاب قطعه(DEVICES):



ابتدا روی کلیک کنید با انتخاب روی p وارد کتابخانه شده و قطعه مورد نظر را انتخاب می کنیم.

۶)منو فرمان:

از این منو برای اجرا و توقف شبیه سازی استفاده می شود. در این منو همچنین زمان سپری شده از شروع شبیه سازی و پیغام های نرم و سپس ان را به محیط شماتیک بیاورید.



زوم کردن Zooming:

۱-چرخاندن کلید وسط موس(اگر همزمان کلید وسط موس فشرده شودعمل جابجایی همزمان صورت می گیرد)

۲-کلید های میانبرF6 وF7

۳-کلیدShift را نگه دارید وناحیه را که می خواهید بزرگ شود با کلیدسمت -چپ –موس انتخاب کنید.

۴-استفاده از آیکون های زوم در نوار ابزار

نمایشگرموس در موقعیت های مختلف:

	Standard Cursor ؛ در حالت انتخاب نشان داده می شود زمانی که روی قطعه ای قرار نگرفته باشد.
	Placement Cursor؛ در حالت قرار دادن یک قطعه .
	Hot Placement Cursor؛ زمانی که امکان سیم کشی وجود دارد.
	Bus Placement Cursor؛زمانی که امکان قرارگیری باس وجود دارد.
	Selection Cursor؛زمانی که امکان انتخاب قطعه وجود دارد.
	Move Cursor؛ قطعه انتخاب شده می تواند جابجا شود.
	Drag Cursor؛ زمانی که امکان حرکت دادن سیم وجود دارد.
	Assignment Cursor؛زمانی که امکان اضافه کردن یک خصیصه به قطعه وجود دارد.

ایجادصفحه جدید:

از منویFile گزینه New Design... را انتخاب کرده ویا روی آیکون در نوار ابزار کلیک کنید.

ذخیره کردن طراحی:

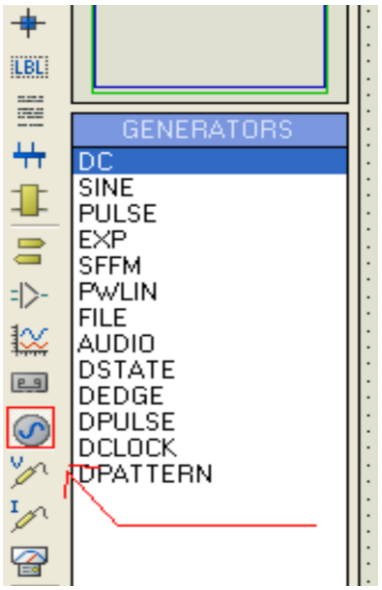
از منویFile گزینه Save Design... را انتخاب کرده وسپس در پنجره ای که باز می شود مسیرو نام طراحی رابرای ذخیره کردن انتخاب کنید.در دفعات بعدی برای ذخیره کردن کافی است روی آیکون کلیک کنیدو یا از کلیدمیانبر(Ctrl + s) استفاده کنید.

باز کردن طراحی:

از منویFile گزینه Open Design را انتخاب ویا روی گزینه از نوار ابزار کلیلک کنید ویا کلید میانبر(Ctrl +O)رافشار دهید. برای باز کردن مثال ها وطراحی های پروتئوس از منوی Help گزینهSample Designs را انتخاب کنید،از فولدرTutorialsفایل Amodtut.DSN را انتخاب کنیدو دکمه Open را بزنید.

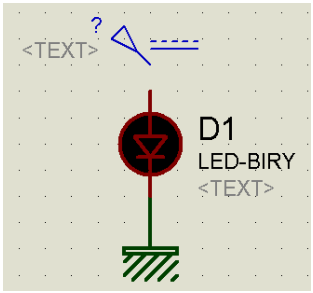
بررسی منابع ورودی

در این قسمت به بررسی برخی از منابع موجود در پانلgenerators پرداخته میشود ، این منابع که شامل منبعDC، منبع سینوسی ،منبع پالس،... می شوند ، در اکثر مواقع به عنوان ورودی مدار استفاده می شود ، و پاسخ مدار نسبت به انها سنجیده میشود



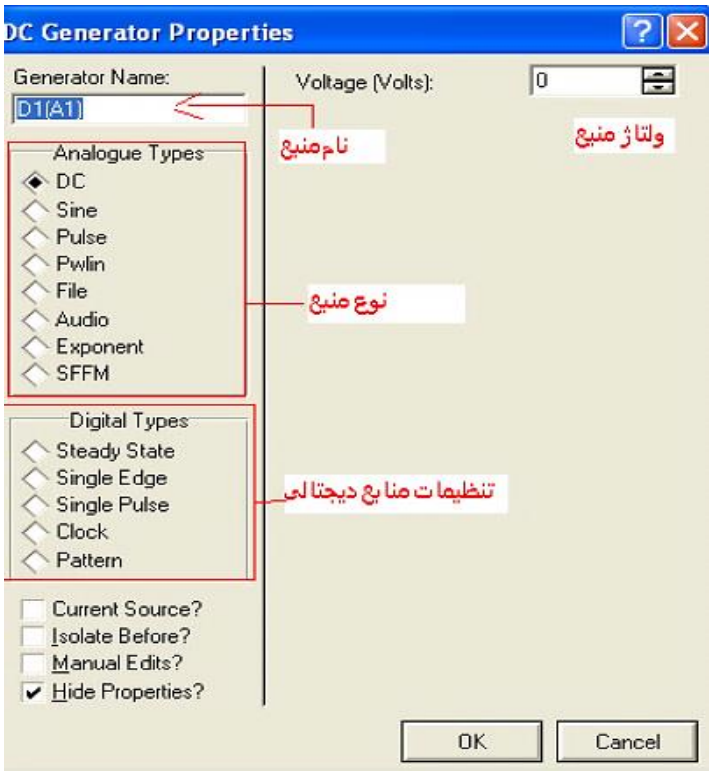
منبع ولتاژDC:

برای استفاده از این منبع در پانلgenerators بر رویdc کلیک کنید و سپس در یک مکان از صفحه شماتیک کلیکنمایید. مشاهده میکنید که منبع به موس آویزان میشود ، آن را در مکانی مناسب بگذارید:



سپس آن را با سیم به مدار متصل کنید .موس را روی نقطعه مورد نظر از مدار ببرید(مثبتled) هنگامی که ایکون فلش موس به مدادتبدیل شد ، بر روی نقطه کلیک کنید و مسیر را تا منبع ادامه دهید.

اکنون بر روی منبع کلیک کنید (توجه کنید که ولتاژ این منبع نسبت به گراند اعمال میشود ، بنابراین وجود گراند در مدار ضروری است) پنجره ای مانند زیر باز میشود ، تنظیمات را مطابق شکل اعمال کنید:



در قسمت" ولتاژ منبع" ، باید ولتاژ مورد نیاز نوشته شود ،

نکته: برای اعمال ولتاژ های کم در حد میلی یا میکرو از فرم اعشاری استفاده کنید. مثلا: برای ایجاد۳میکرو ولت عدد000003وارد میشود.

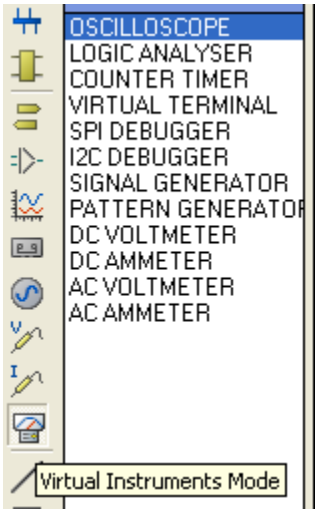
در این پنجره امکان تغییر نوع منبع نیز وجود دارد ، کافی است در قسمت" نوع منبع " یا" تنظیمات منابع دیجتالی " منبع دلخواه را تیک بزنید.

آخرین قسمت موجود نیز شامل امکانتی برای مخفی کرد نتنظیمات و ... میشود که میتوانید آنها را امتحان کنید

در پایان بر روی دکمه ok کلیک کنید

منبع سینوسی:

این منبع را از پانلgenerators انتخاب کنید و به صفحه اصلی بیاورید ، از پانلvirtual instruments mode گزینیoscilloscope را انتخاب کنید



بر روی منبع کلیک وپنجره زیر باز می شود.

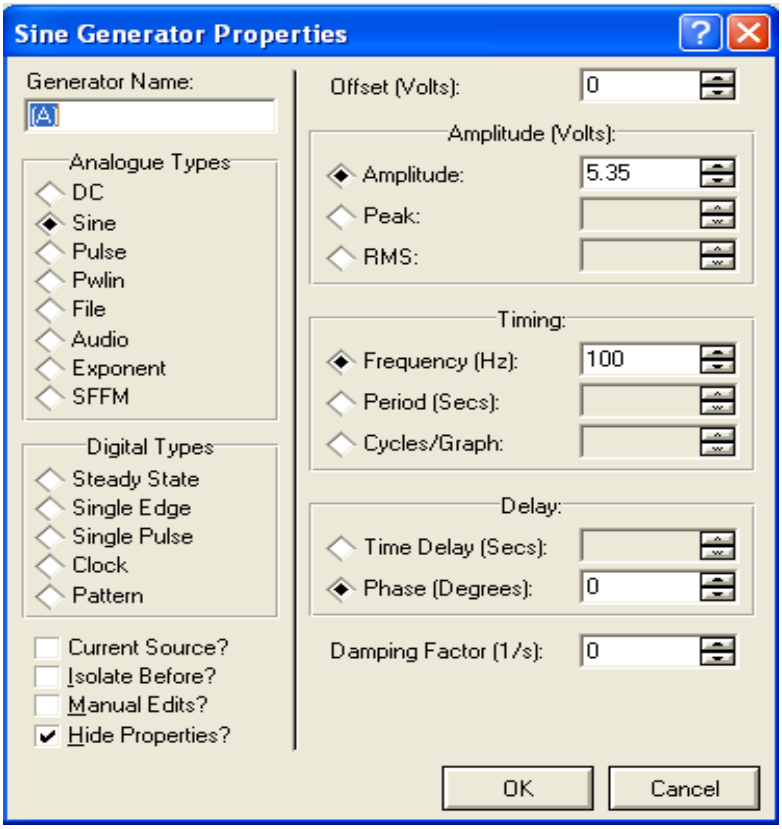
در قسمت offset مقدار ولتاژ افست به ولت نوشته میشود (ولتاژ افست مقدار ولتاژDCاست که به شکل موج اضافه میشود)

در قسمتamplitude مقدار ولتاژ خروجی منبع مشخص میشود ، شما میتوانید ولتاژ را برحسبvpیا V_{P-P}یا Vrmsوارد کنید

در قسمت timing زمان تناوب موج نوشته میشود ، در این قسمت نیز شما میتوانید مقدار را بر حسب فرکانس یا زمان تناوب وارد کنید

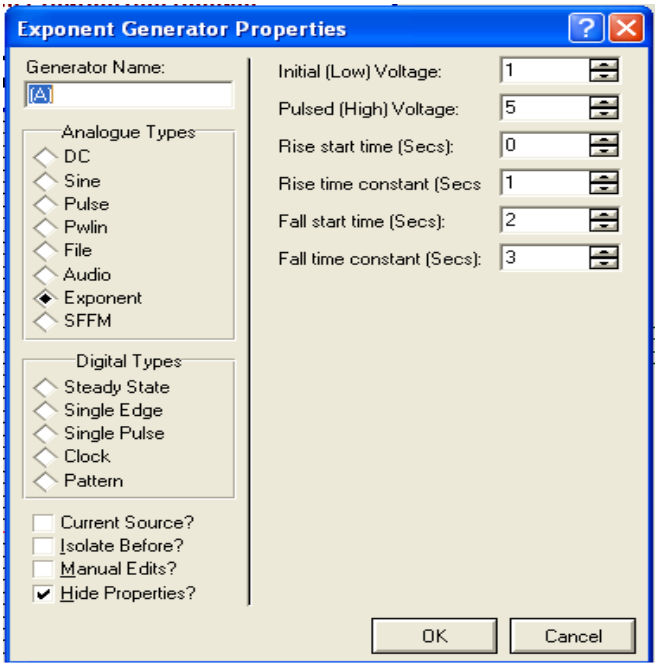
در قسمتdelay مقدار تاخیر شکل موج مشخص میشود ، در این قسمت نیز میتوانید تاخیر را برحسب زمان یا زاویه وارد کنید.

در قسمتdamping factor مقدار فاکتور دمپ تامین میشود



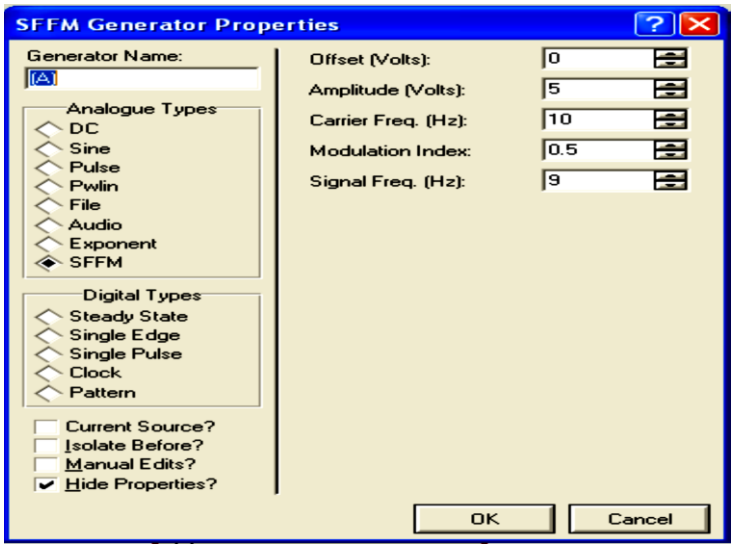
منبع توان:

این منبع فقط یک پالس با دامنه و زمان و صعود و نزول دلخواه ایجاد میکند ، موارد کار برد این پالس برای ارزیابی سرعت مدارمیباشد ، در صورتی که روی این منبع دوبار کلیک کنید پنجره زیر به نمایش در میاید . تنظیمات این منبع نیز مانند منابع دیگر میباشد ، در قسمت تنظیمات این منبع نیز مانند منابع دیگر میباشد ، در قسمتinitialوpulsed مقدار حداقل و حداکثر دامنه پالس نوشته میشود. در قسمت بعدی نیز شروع و پایان زمان صعود و نزول نوشته میشود ، برای دیدن خروجی ، مانند منبه سینوسی رفتار کنید



منبع SFFM :

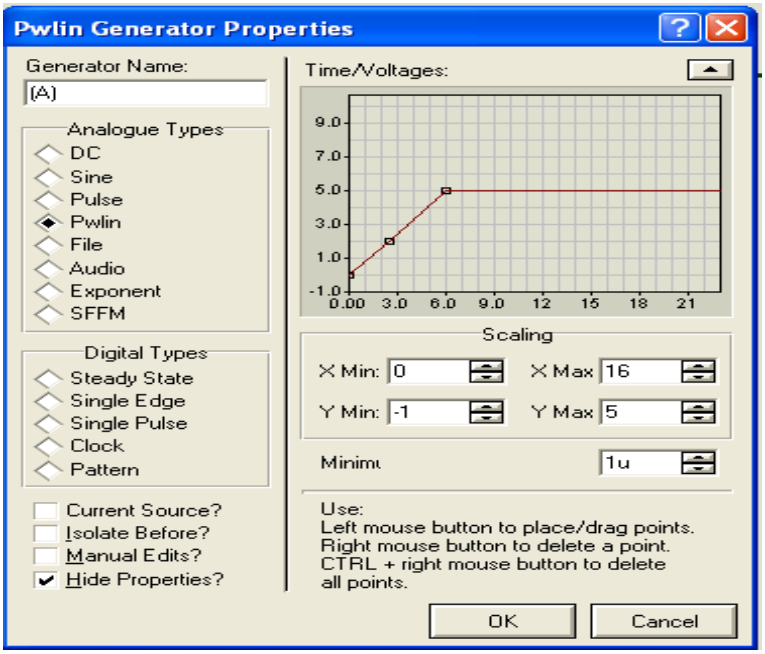
این منبع همانطور که از نامش پیداست دو سیگنال را باهم ترکیب میکند و به خروجی میدهد ، یکی از این منابع را به سند شماتیک بیاورید و روی ان دوبار کلیک کنید ، تنظیمات پنجره باز شده را مانند زیر وبرایش کنید :



در پنجره بالاoffset مقدار سطحیdc اضافه شده به ولتاژ است همچنینamplitude دامنه ولتاژ هر دو شکل موج را مشخص میکند.
Carrer , single freq نیز فرکانس سیگنال اصلی وسیگنال حامل میباشد و گزینه یmodulation index مشخص کننده ضریب مدولاسیون است . برای دیدن شکل موج این منبع از اسیلوسکوپ استفاده کنید.

منبعPwlin :

توسط این منبع شما میتوانید شکل موج خروجی را بدون داشتن اطلاعات فنی لازم توسط کشیدن شکل تعیین کنید.
برای کشیدن شکل موج موس را به قسمتtime/voltages (منحنی) ببرید و در مکان مورد نظر(که قله شکل موج در انجاست کلیک کنید ، برای دیگر قله ها نیز همین کار را انجام دهید)

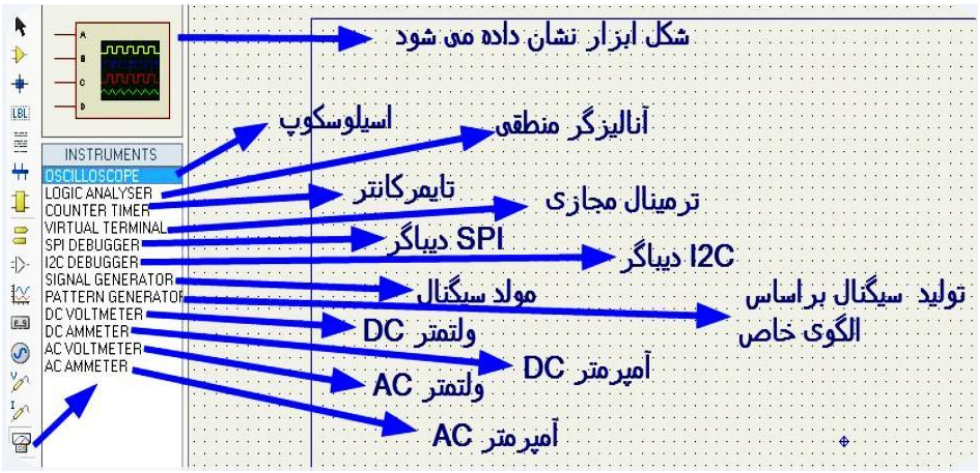


برای دیدن خروجی این منبع نیز مانند منابع قبلی از اسیلوسکوپ استفاده کنید.

کار با دیگر منابع شبیه به منابع بالا است و از گفتن آنها در این سمت صرف نظر میشود.

دستگاه های اندازه گیری

برای مشاهده و اندازی وآنالیز خروجی مدارهای دیجیتال وآنالوگ از ابزار های مجازی که در نوار ابزار موجود است استفاده می کنید،پس از کلیک روی آیکن آن،در پنجرهObject selector لیستی از ابزارهای موجود نمایش داده می شود.



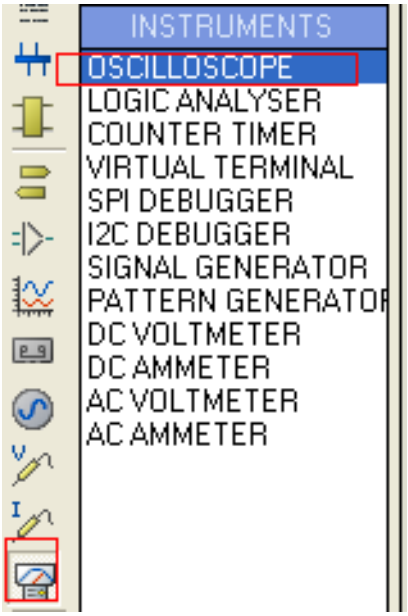
آشنایی با اسلیسکوپ:

برای استفاده از اسلیسکوپ روی کلیک می کنیم و اسیلوسکوپ را انتخاب می کنیم.این اسیلوسکوپ همانند اسیلوسکوپ واقعی می توان با آن کار کرد. دارای ۴ چهار کانال بوده و به راحتی می توان آن را تنظیم کرد.

- رنج ولتاژ از 0 تا 20 ولت
- اندازه گیری ولتاژ acوdc
- فرکانس ورودی تا 2 مگاهرتز
- دارای 4 کانال ورودی مجزا
- سلکتور های تنظیم مجزا برای هر کانال

این دستگاه را از منوی virtual instruments mode (ابزار سمت چپ)

انتخاب کنید آن را در گوشه ای از صفحه بگذارید

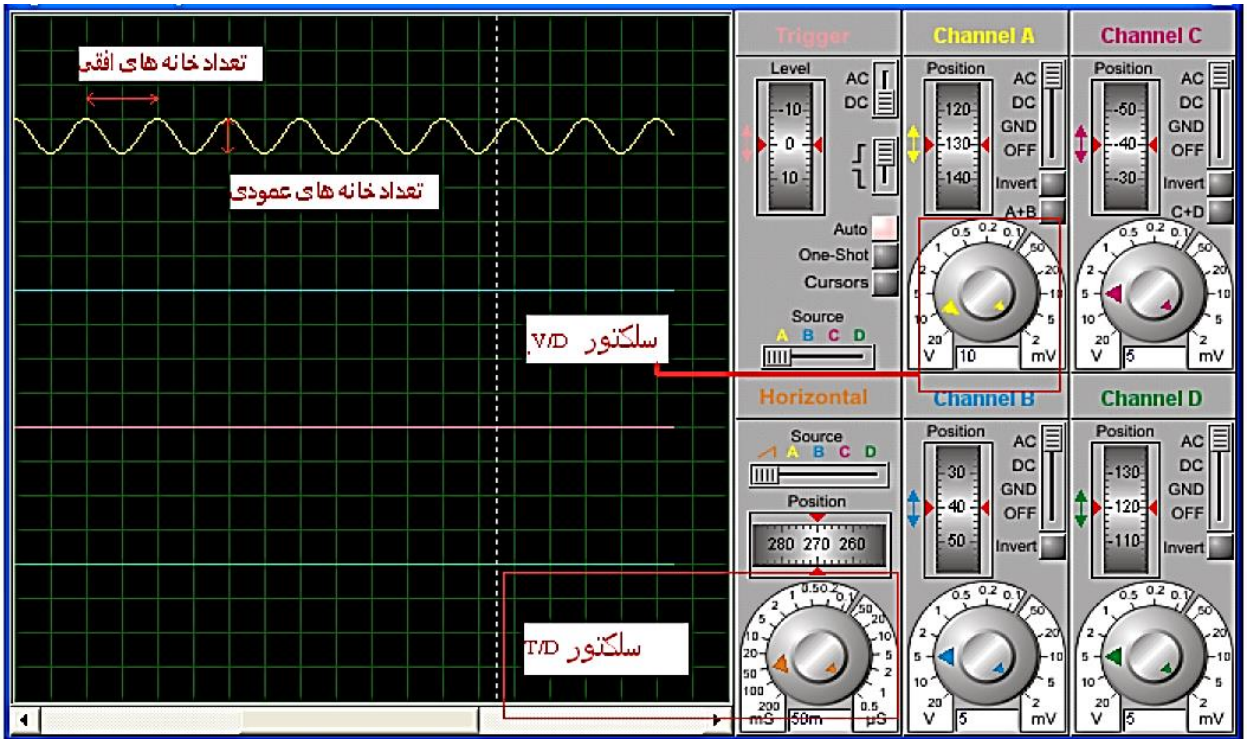


مشاهده میکنید که پانل اسیلوسکوپ شبیه به اسیلوسکوپ واقعی است ، مقدار زمان تناوب موج از رابطه ی زیر بدست می آید:

تعداد خانه های که بین دو قله از شکل موج قرار گرفته(خانه های افقی)* ضریب سکلتورt/d

مقدار ولتاژ موج از رابطه زیر بدست می اید:

تعداد خانه های عمودی که بین پایین ترین و بالا ترین سطح شکل موج قرار دارد*ضریب سلکتورv/d



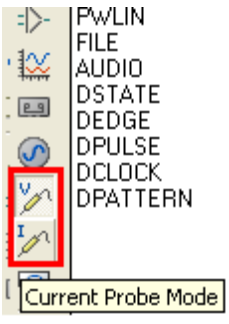
سیگنال ژنراتور و پترن ژنراتور:

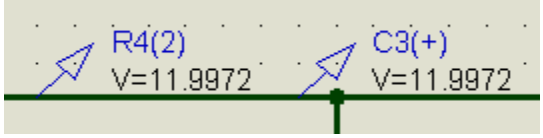
دو دستگاه اشنا برای تولید انواع امواج میباشند کار با این دستگاه در پروتوس بسیار شبیه به واقعیت است.

ولت متر و امپر مترAC وDC:

از این دستگاها برای اندازه گیری ولتاژ و جریان AC یا DC استفاده میشود ، ولت متر در مدار بصورت موازی و آمپر متر بصورت سری به کار می رود.

از این دو دستگاه که به اصطلاح به انها پراپ ولتاژ و جریان گفته میشود ، برای اندازه گیری ولتاژ و جریان عبوری از یک خط استفاده می شود. ، برای استفاده کافی است ابزار را به سیم مورد نظر اتصال دهید.(در ادامه توضح داده خواهد شد)





شبیه سازی مدارات آنالوگ

در پروتوس شبیه سازی مدارت شامل مراحل زیر است:

۱- انتخاب قطعه از کتابخانه و آوردن آن به صفحه شماتیک

۲- گذاشتن قطعها و اجرای سیم کشی بین آنها

۳- ایجاد تغییر در مشخصات قطعه(مثلا ممکن است مقدار یک مقاومت از 1 کیلو به 1.2 کیلو تغییر کند)

برای اینکه شبیه سازی موفقی داشته باشید نکات زیر را رعایت کنید:

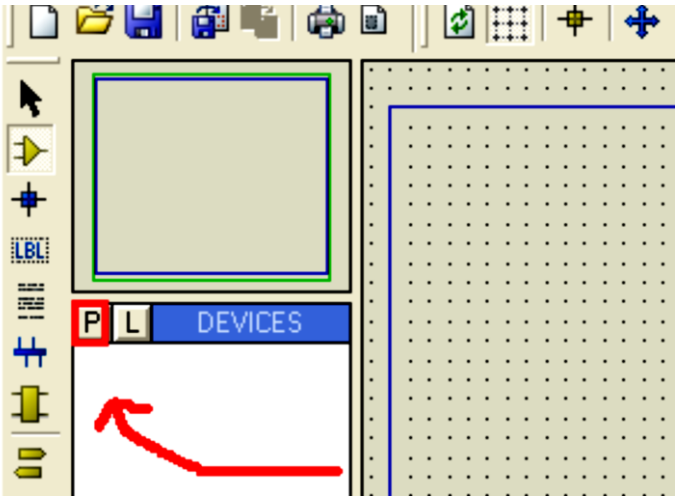
۱- کلیه قطعات را شماره گذاری کنید.

۲- از قطعاتی استفاده کنید که در جلو انها گزینه ی deactive یاdevice موجود نباشد.

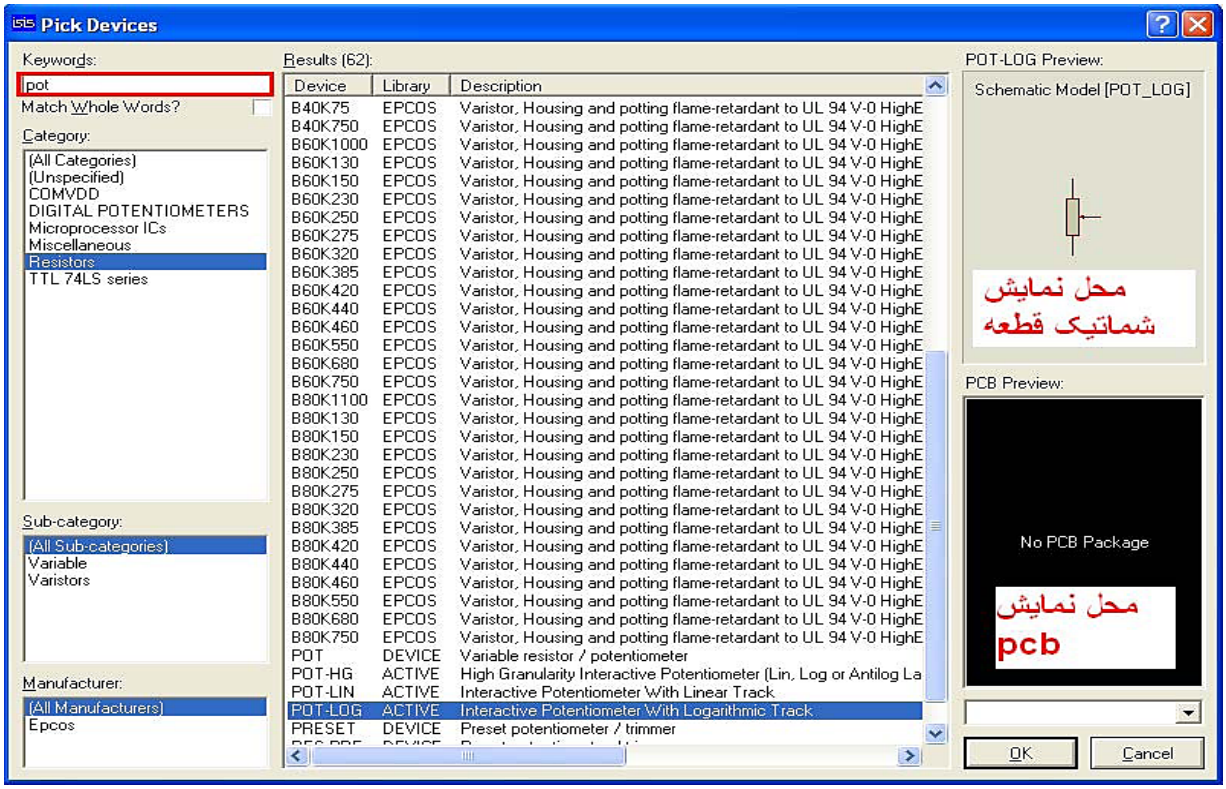
طریقه آوردن قطعات از کتابخانه:

اولین مرحله برای شبیه سازی اوردن قطعات از کتابخانه میباشد برای اوردن قطعات در منوی انتخاب قطعات(DEVICES)برروی گزینه ی pick from librariesکلیک کنید تا وارد کتابخانه نرم افزار پروتوس شوید

هنگامی که موس را روی گزینه یp نگه میدارید ، در کنارآن عبارت pick from libraries به نمایش در خواهد آمد.

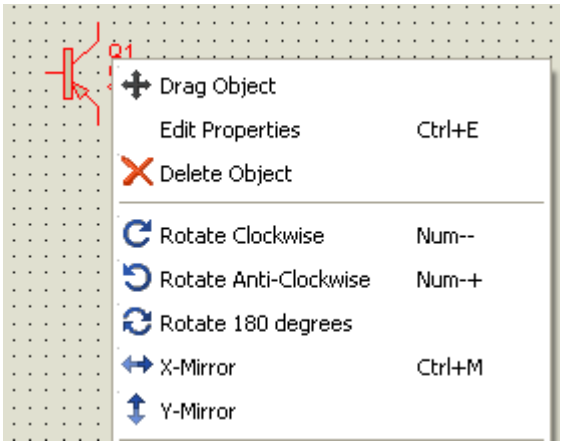


در پنجرهPick Devices کتابخانه و در قسمت keywords (مشخص شده در تصویر) نام المان را نوشته از گزینه های که در قسمتDevice به نمایش در آمده یک مورد را انتخاب نمایید (بر روی ان دوبار کلیک کنید تا نام آن در پنجرهDevice به نمایش در اید ، در پروتوس یک قطعه در نمونه های مختلف فاز نظر توان ، بسته بندی ووجود دارد)..و در قسمت category دسته بندی و نوع المان راانتخاب می کنیم در قسمت schematic شماتیک مداری المان نشان داده می شود سپس بررویok کلیک می کنیم.



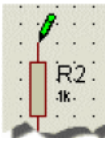
پس از انتخاب وانتقال المان مورد نظربه لیست قطعات شما در قسمت انتخاب گر اشیاء قابل مشاهده می باشد ، با انتخاب قطعه مورد نظر وفشردن کلید(سمت- چپ) روی صفحه ویرایش قرار دهید(نمایش گر موس به شکل مداد سفید رنگ تغییر کل می دهد)

برنامه برای چرخاندن و حذف بر روی قطعه کلیک راست کنید ، مشاهده میکنید که ابزار تعیین موقعیت در این منو نیزموجود میباشد:

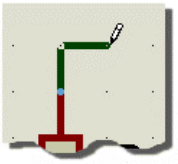


سیم بندی proteuse:

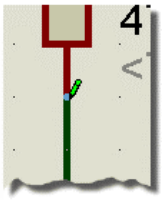
برای سیم کشی ابتدا ازمنو ابزار سمت چپ روی selection mode یا component mode کلیک می کنیم.



سپس با قرار دادن موس بر روی پایه قطعه به شکل مداد در می آید



بر روی پایه کلیک کنید و مسیر را تا مبدا ادامه دهید .



هنگامی که به مقصد رسیدید دوباره بر روی پایه مقصد کلیک کنید ، این کار را برای تمامی مسیر ها انجام دهید.

پاک کردن اتصالات و قطعات:

برای این کار سه روش وجود دارد:

۱-با دوبار راست کلیک کردن روی قطعه یا سیم

۲-با درگ کردن قطعه و راست کلیک سپس با استفاده از DELET قطعه حذف شود.

۳-با راست کلیک کردن و سپس زدن دکمه ی

نکته: با یک بار کلیک راست کردن روی یک مسیر میتوانید ان را به جاهای دیگر بکشید(دارگ کنید)

نکته: رد شدن مسیر ها از روی یکدیگر اشکالی ندارد.

نام گذاری(برچسب گذاری) سیم ها:

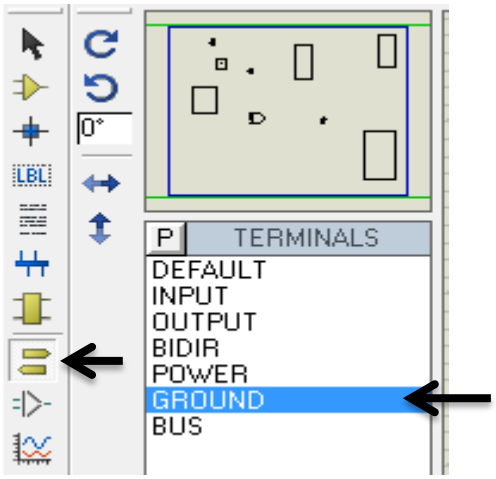
با استفاده از ابزار Wire label Mode

در نوار ابزار می توان سیم ها را نام گذاری کرد. این ابزار را انتخاب کنید و سپس برروی سیم مورد نظر کلیک کنید در این صور ت پنجره Edit Wire Label باز می شود بر روی تبLabel کلیک کنید ودرقسمت String نام سیم، در قسمتRotate عمودی یا افقی بودن، در قسمتJustify نوع قرار گیری برچسب مشخص می شود. می توان به جای یک نام چندین نام به سیم نسبت بدهیم. در صورتی که بخواهیم سیم ها هم نام باشند با تغییر یک نام بقیه هم تغییر کند، باید گزینه Auto-sync? را بزنید

برای حذف برچسب روی ان کلیک راست کنید و گزینه Delete label را انتخاب کنید. در صورتی که نام دو سیم مجزا یکی باشد پروتئوس آن ها را یکی در نظر می گیرد.

اتصال زمین:

برای گذاشتن برچسب های گراند ، در منو ابزار سمت چپ بر روی نماد (terminals mode) کلیک کنید و در آنجا برروی چسب ground را انتخاب کنید و ان را در مکان مناسب قرار دهید (در یک مکان مناسب کلیک کنید ، گراند به اشاره گر متصل میشود ، در مکان مناسب کلیک کنید تا برچسب در انجا گذاشته شود)



مقدار دهی به قطعات:

برای این کار روی قطعه دوبار کلیک کرده و در پنجره باز شده مقادیر مورد نیاز را وارد کنید.

Component Reference:شماره قطعه را مشخص می کند.

Component Value: مقدارقطعه را مشخص می کند در بعضی ازقطعات مانند مقاوت ، خازن وسلف این قسمت را با نامResistance وCapacitance وInductance مشخص می شودکه مقدار آنها رامشخص می کند.

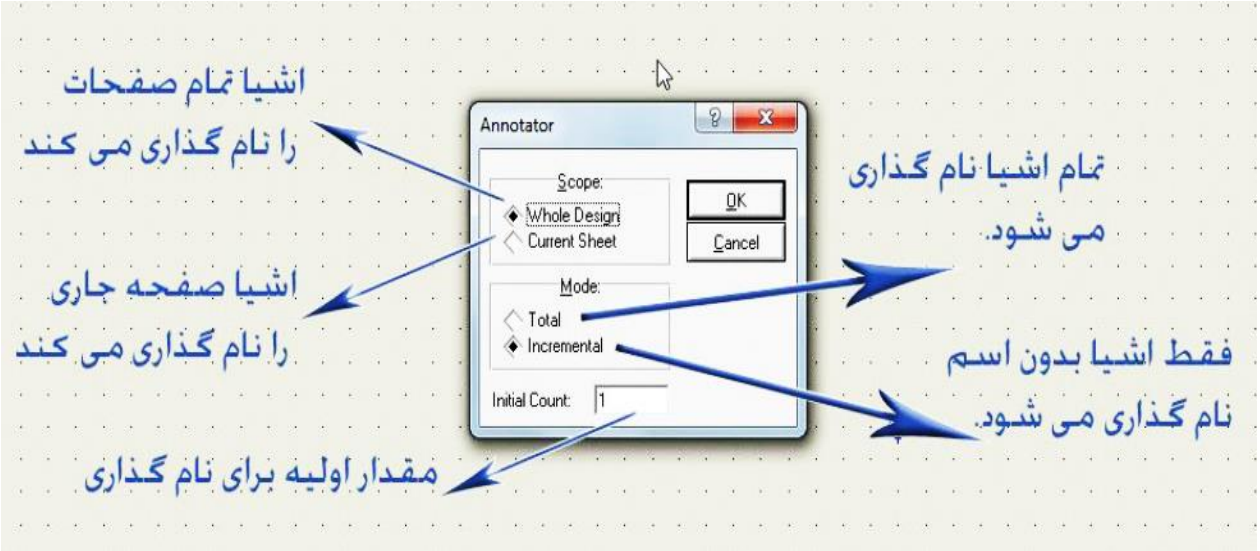
PCB Package: دراین قسمت نوع (پکچ)PCB قطعه مشخص می شود

مدار اماده شد ، اکنون بر رویplay کلیک کنید تا شبیه سازی اغاز شود

مقدار دهی اتوماتیک قطعات:

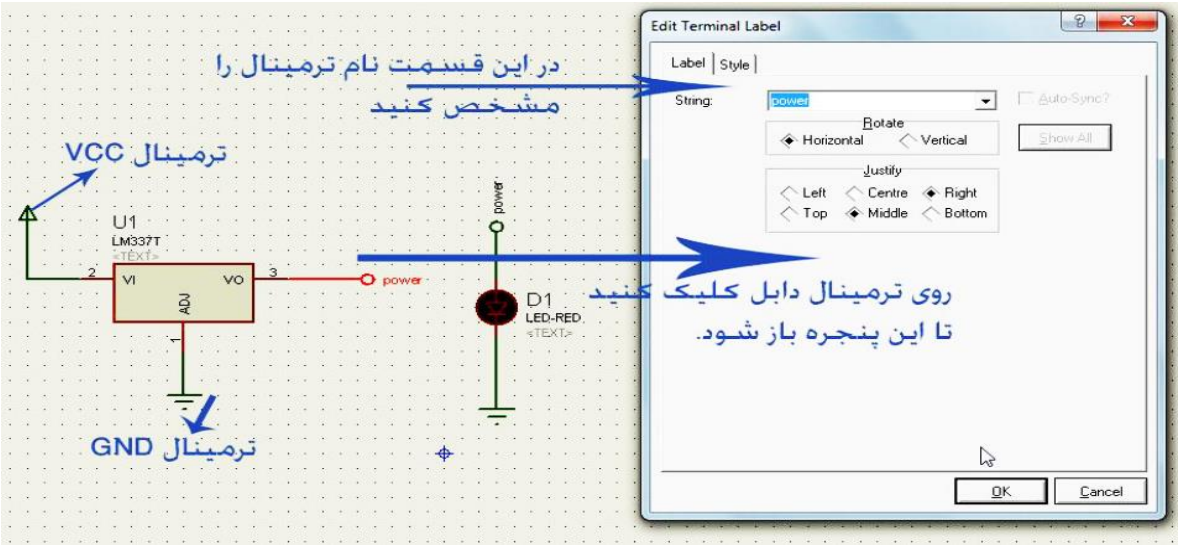
قبل از قرار دادن قطعات روی صفحه باید توجه کنیدکه گزینه Real Time Annotation از منوی Tools فعال باشد تا نام گذاری قطعه هنگام قرار ان به صورت اتوماتیک صورت می گیرد.

در صورتی که قطعه در طراحی نام گذاری نشده اند ویا می خواهید مجدد نام گذاری شوند، مجدد از منوی Tools گزینه یAnnotatorرا Globalانتخاب کنید، در این پنجره تنظیمات به صورت ذیل می باشد.



ترمینال هاTerminals:

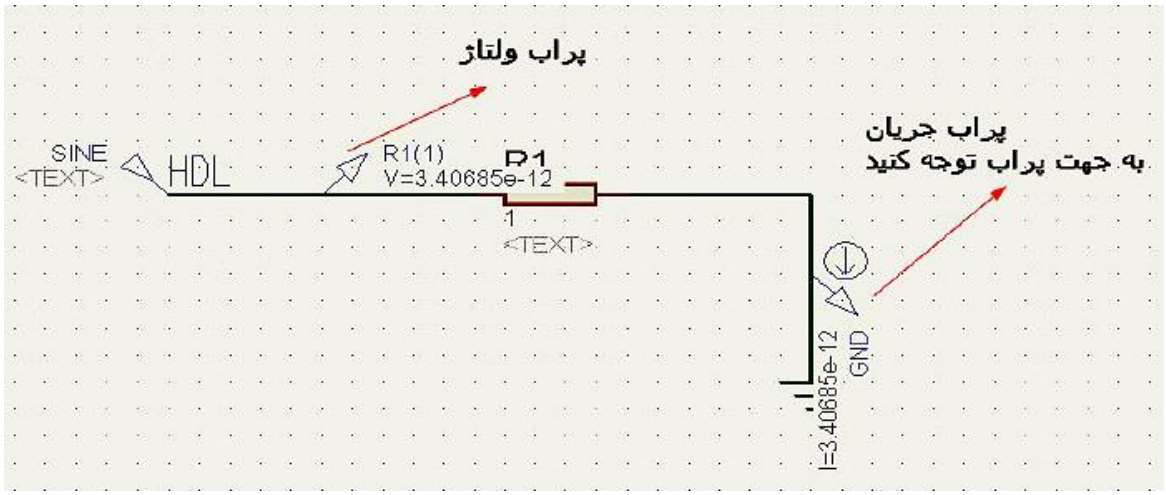
ترمینال ها برای اتصال سیم ها وباس ها مفید می باشند..بر روی آیکونTerminal Modes روی نوار ابزار کلیک کرده از قسمتselector Object ترمینال مورد نظر را انتخاب کرده ومطابق شکل ترمینال ها را در سر جای مناسب قرارداده سپس با دبل کلیک بر روی ترمینال پنجرهEdit Terminal Label را باز شده ودرقسمت String نام ترمینال را مشخص کنید، توجه کنید که نام دو ترمینال باید یکی باشد که مانند یک اتصال عمل کند



پراب جریان و ولتاژ:

برای به دست آوردن ولتاژ و جریان یک سیم در هنگام شبیه سازی می توان از پراب استفاده کرد در نوار ابزار دو پراب ولتاژ و جریان مشاهده می کنید،مثلا برای بدست آوردن ولتاژ عبوری ار یک سیم کافی است پراب ولتاز را انتخاب وبر روی سیم با کلیک چپ قرار دهید

نکته۱:اگر پراب به جای از مدار وصل نباشدیک علامت سوال بالای آن قرار می گیرد.
نکته۲:اگر کامل وصل باشدپراب همنام برچسب سیم می شود و اگر سیم برچسب نداشته باشدنام نزدکترین پایه را می گیرد
نکته۳:نمی توان پراب جریان را برای باس و شبیه سازی دیجیتال به کار برد-جهت پراب در اندازه گیری جریا ن مهم است با استفاده از ابزار چرخش جهت پراب جریان باید در جهت جریان سیم باشدف در غیر این صورت در هنگام شبیه سازی با پیغام خطا مواجه خواهید شد.



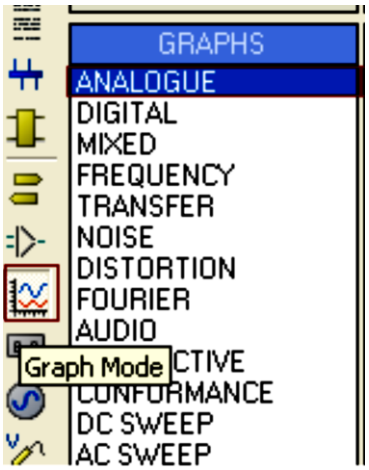
تنظیمات پراب

با دبل کلیک بر روی پراب پنجره تنظیمات باز می شود

۱- Prob Name :نام پراب تایین می شود
۲- ?Load to ground: با فعال شدن این قسمت پراب با یک مقاومت به زمین متصل می شود. این قسمت مناسب جایست که مسیرdc به زمین وجود ندارد
۳- ?Record to File: با فعال شدن این قسمت دادهای خروجی درفایل ذخیر می شود – Filename:در این فیلد نام فایل ذخیره سازی مشخص می شود
۴- Real Time Breackpoint: در این قسمت نقطه شکست مشخص می شود.اگر بعد از زمان مشخص مقدار بیشتراز نقطه شکست شود ،شبیه سازی متوقف می شود
۵- Disabled: غیر فعال
۶- Digital: در مدارات دیجیتال که مقادیر قابل قبول صفر ویک است
۷- Analog: :در مدارات آنالوگ
۸- Trigger Value: مقدار نقطه
۹- Arm at Time: بعد از این زمان فعال می شود

انواع تحلیل ها

اکنون از منوی GRAPHS گزینه ی ANALOGUE را انتخاب کنید:



برای رسم نمودار کافی است روی آیکون Graph Mode در نوار ابزار کلیک کنید در Object Viewer مشاهده می کنید که لیستی از نمودار نمایش داده می شود، بسته به نوع خروجی وحالتی که می خواهیم مشاهده کنیم بایدیکی از آنها را انتخاب کنید در ابتدا برای چگونگی رسم نموداریک مثال می زنیم.

ازمنوی Help گزینه Sample Design را انتخاب کنید سپس از فولدر Tutorials، فایل Asimtut1.DSN را باز کنید.

قرار دادن نموداردر صفحه طراحی:

از لیست نمودارANALOGUE را انتخاب کنید،برای دادن نمودارکافی است بر روی صفحه طراحی یک مستطیل رسم کنیداندازه نمودار تاثیر در نقطه ابتدایی و انتهایی و مقیاس موج ندارد به ورودی مدار مطابق شکل یک مولد سینوسی وصل می کنید، دو پراب ولتاژ یک برای خروجی ودیگری برای ورودی وصل کنید.

برای اضافه کردن متغییرهای(ورودی و خروجی)به مدار دو روش وجود دارد:

۱- باید پراب ها را به صورت جدا گانه کشیده و درون نمودار بیندازید(به اصطلاح Drag & Dropکنید)، واگر این کار را به درستی انجام دهید پراب به جای خود باز می گردد ونام پراب به نمودار اضافه می شود توجه داشته باشیدبسته به اینکه پراب نزدیک به کدام طرف (محور عمودی چپ یا راست) رها می کنید،نمودار را از آن سمت رسم می کنید.

۲- روی نمودار کلیک راست کنید و گزینهAdd Trace را بزنید یا کلیدهایCtrl +T را فشار دهید.در پنجره باز شده در قسمت Name یک نام انتخاب ودر فیلدهای Probe نام پراب ها و مولدهای موجود در طراحی قابل مشاهده است، یکی از انها را انتخاب کنید.درقسمت Axis باید محور چپ یا راست را برای نمودار انتخاب کنید پس از انجام تنظیمات کلید OK را بزنید تا متغییر مورد نظر به نمودااضافه شود.

تنظیمات نمودار:

روی نمودار دبل کلیک کنید تا پنجره تنظیمات باز شود.

Graph Title؛ در قسمت عنوان نمودار وارد می شود

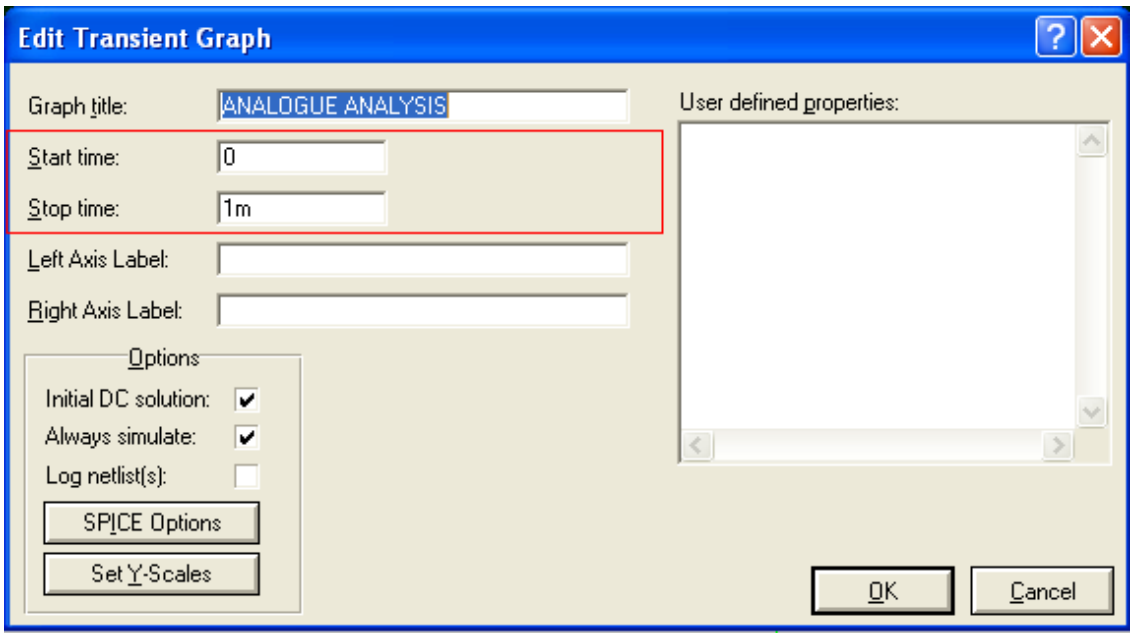
Start Time؛ زمان شروع رسم نمودار

Stop Time؛ زمان توقف نمودار

Left Axis Label؛ برچسب خط سمت چپ

Right Axis Label؛ برچسب خط سمت راست

قسمت های بالا را به دلخواه پر کنید و بقیه قسمت ها را رها کنید و کلید ok را بزنید.



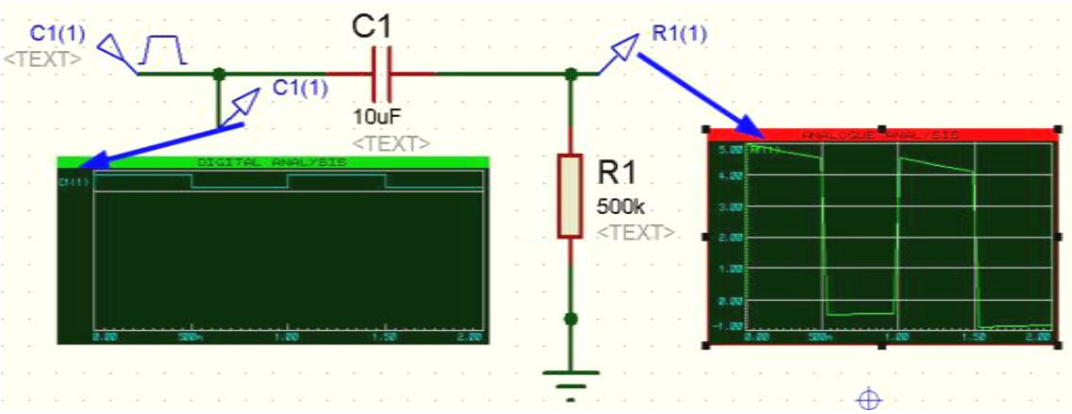
حال برای ترسیم شکل موج روی نمودار، روی نمودار کلیک راست کنید وگزینه Simulate Graph را بزنید یا کلیدSpace را فشار دهید.

حذف یک متغییر از نمودار:

روی نام متغییر (نام پراب مورد نظر) کلیک راست کرده و گزینه Delete Trace را بزنید

مشاهده کامل نمودار:

روی نمودار کلیک راست کرده وگزینه Maximize را انتخاب کنید تا پنجره نمودار حداکثر باز شود در این پنجره ابزارهای برای زوم کردن و جابه جایی خط زمان وجود دارد

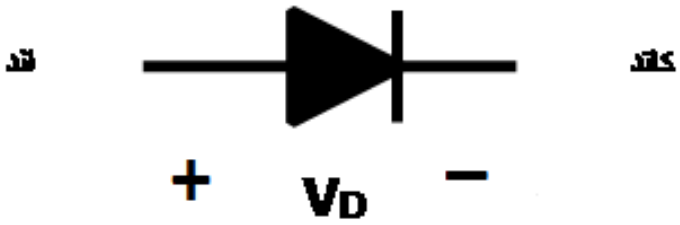


آزمایش۱

شناخت و کاربرد دیود(یکسوسازی)

مقدمه: تعریف کلی دیود

دیود عنصری است با دو پایه که مقاومت آن بستگی به جهت و مقدار جریان آن دارد.



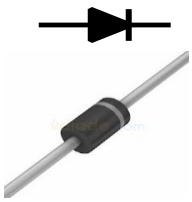
در کلیه آزمایشها برای اندازه گیری جریان در یک شاخه از مدار مثلا جریان دیود، در مسیر آن یک مقاومت قرار داده و با اندازه گیری ولتاژ دو سر مقاومت و با استفاده از فرمول $I = \frac{V}{R}$ جریان را محاسبه می کنیم .

برای سادگی محاسبه در صورت امکان مقدار مقاومت را 10^n اهم انتخاب می کنیم (n عدد صحیح). برای مثال اگر مقاومت فوق الذکر یک کیلو اهم باشد (10^3) ، عدد ولتاژ خوانده شده معادل جریانی برحسب میلی آمپر خواهد بود . البته مقدار مقاومت نباید آنقدر زیاد باشد که مشخصات مدار را تغییر بدهد.

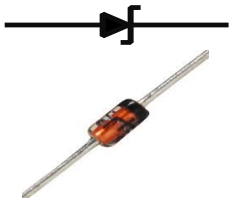
هنگامیکه دیود در بایاس موافق باشد مقاومت کمی از خود نشان می دهد و وقتی که دیود در بایاس مخالف باشد مقاومت بالایی از خود نشان می دهد در بایاس موافق جریان دیود مقدار حداکثری دارد و چنانچه جریان آن از این مقدار بیشتر شود باعث سوختن دیود می شود.

مقدار این جریان بستگی به نوع دیود دارد ، بین چند میلی آمپر تا چندین کیلو آمپر تغییر می کند. همچنین برای ولتاژ دو سر دیود در بایاس مخالف نیز حداکثری وجود دارد. و چنانچه ولتاژ از آن حد بگذرد نوعی تخلیه الکتریکی در دیود انجام گرفته و باعث افزایش جریان و داغ شدن دیود و سوختن آن می شود.

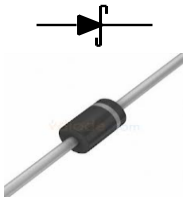
انواع دیود و شکل های آن



DIODE



ZENER DIODE



SCHOTTKY DIODE

TUNNEL DIODE

LIGHT EMITTING DIODE

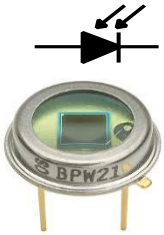
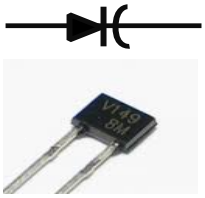


PHOTO DIODE



VARICAP DIODE

SILICON CONTROLLED RECTIFIER DIODE

تشخیص (آند ، کاتد) و سالم بودن دیود:

اغلب مولتی مترهای دیجیتالی دارای وضعیت تست دیود هستند. هرگاه کلید سلکتور مولتی متر دیجیتالی را در وضعیت تست دیود قرار دهیم و دیود به وسیله ی مولتی متر در بایاس موافق قرار بگیرد مولتی متر دیجیتالی ولتاژ بایاس دیود را نشان می دهد که این ولتاژ برای دیود های سیلیکنی حدود ۰,۷ ولت و برای دیودهای از جنس ژرمانیوم حدود ۰,۲ ولت است. و اگر دیود در بایاس مخالف قرار گیرد، مولتی متر ولتاژ بایاس مخالف اعمال شده توسط دستگاه را در دو سر دیود نشان می دهد. این ولتاژ ممکن است ۱،۵ تا ۳ ولت باشد

پس در حالتی که مولتی متر ولتاژ بایاس موافق دیود را نشان می دهد سیم منفی (سیم مشترک) روی کاتد و سیم مثبت به آند دیود وصل است.

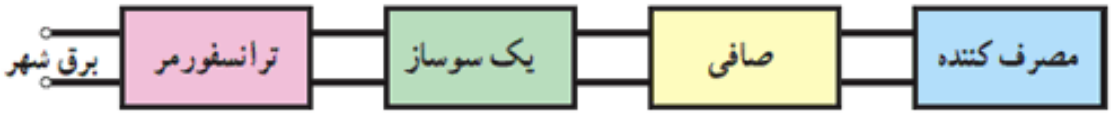
اگر دیود ناسالم و قطع باشد، در هر دو وضع اتصال مولتی متر به دیود روی صفحه ی دستگاه، ولتاژ باتری داخلی دستگاه نشان داده می شود.

شکل زیر این را نشان می دهد:

چرا یکسوسازی؟

برق شهری ، برق AC است ولی اکثر وسایل خانگی نیاز به برق DC دارند. (تمام ترانزیستور ها و به طور کلی ICها از برق DC استفاده می کنند.)

برای به دست آوردن یک ولتاژ DC مناسب استفاده از مراحل زیر مرسوم است:



۱.تبدیل سطح ولتاژ AC به مقدار مورد نیاز توسط یک ترانسفورمر

۲.استفاده از یک مدار یکسو ساز (نیم موج یا تمام موج) (از خروجی این مرحله می توان برای یک مصرف کنندهی غیر حساس استفاده کرد.)

۳.استفاده از یک صافی خازنی

۴.استفاده از رگلاتور یا تنظیم کننده

کاربرد دیود به عنوان یک سوساز:

مدارهای یک سوکننده ی دیودی مدارهای هستند که ولتاژ متناوب را به ولتاژ مستقیم ، یک طرفه تبدیل می نمایند زیرا دیود از یک طرف جریان را عبور می دهد و از جهت دیگر، جریان قطع است .عنصراصلی مدارهای یک سو کننده دیود است به طور کلی سه نوع یک سو کننده ی تک فاز وجود دارد.

- ✓ **یکسوکننده ی نیم موج:**
- ✓ **یکسوکننده ی تمام موج با سر وسط:**
- ✓ **یکسوکننده ی تمام موج پل:**

یادآوری:

اسیلوسکوپ یک پیک سنج است یعنی V_m را اندازه گیری می کند؛مولتی متر AC یک موثر سنج است یعنی V_{rms} را اندازه می گیرد ؛ مولتی متر DC یک متوسط سنج است یعنی V_{DC} را اندازه می گیرد.

الف: محاسبه ی V_{rms} برای یک سینوسی کامل:

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T f^2(t).dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T V_m^2 \sin^2(wt)dt} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \qquad ,w = 2\pi f \quad ,T = \frac{1}{f}$$

با توجه به اینکه شکل کلی ولتاژ هایی که ما با آنها سر و کار داریم به صورت $V_m\sin(wt)$ است، کافی است برای محاسبه ی مقادیر مذکور V_m را به وسیله ی اسیلوسکوپ اندازه بگیریم و در فرمول های مربوطه قرار دهیم.

مقادیر rms و DC برای چند شکل موج معمول:

سینوسی کامل:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T V_m^2 \sin^2(wt)dt} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$VDC = \frac{1}{T}\int_0^T V_m \sin(wt)dt = 0$$

سینوسی یکسو شده ی نیم موج:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_m^2 \sin^2(wt)dt} = \frac{V_m}{2}$$

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin(wt)dt = \frac{V_m}{\pi}$$

ب: محاسبه ی V_{DC} برای شکل موج سینوسی:

$$F_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T f(t).dt = \frac{1}{T}\int_0^T V_m \sin(wt)dt$$

نکته:

در کوپلاژ AC ، مقدار DC موج حذف شده و فقط مقدار DC آن نمایش داده می شود ولی در کوپلاژ AC مقدار AC و DC موج با هم جمع شده و شکل کامل موج نمایش داده می شود

حداکثر ولتاژ معکوس دو سر هر دیود(PIV):

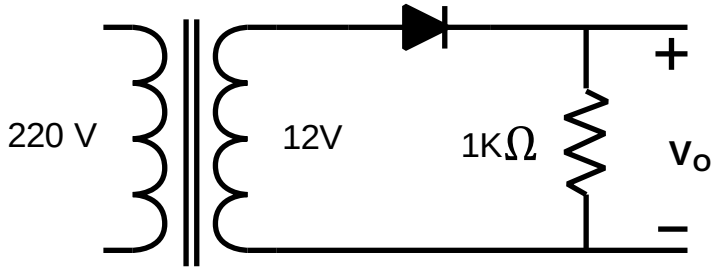
در مدارهای یکسو ساز، در نیم سیکل که دیود قطع است حداکثر ولتاژی که در دو سر دیود افت می کندPIV نام دارد. برای یک سوسازی نیم موج PIV=VP و در یک سو ساز تمام موج با ترانس سروسط PIV=2VP و در یک سوسازی تمام موج پل PIV=VP است . البته دیودها ایده آل در نظر گرفته شده اند.

شرح آزمایش

یکسوساز نیم موج

با استفاده از یکسو کننده های نیم موج می توان سیکل های مثبت یا منفی یک ولتاژ متناوب را حذف نمود.

۱. مدار زیر را بسته و شکل موج ترانس را قبل و بعد از دیود با مشخص کردن دامنه و حفظ رابطه زمانی رسم کنید.



تذکر : در رسم منحنی ها دوره تناوب، دامنه ، خط صفر(زمین)، مشخص شود و در صورت امکان با رسم زیر هم آنها محور زمان را برای همه نمودار ها یکسان در نظر بگیرید

❖ **تذکر: <u>کوپلاژ اسیلوسکوپ در حالت DC</u>**

الف- مقدا ولتاژ DC موجود در شکل موج خروجی چقدر است؟

ب- حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیود را اندازه بگیرید .

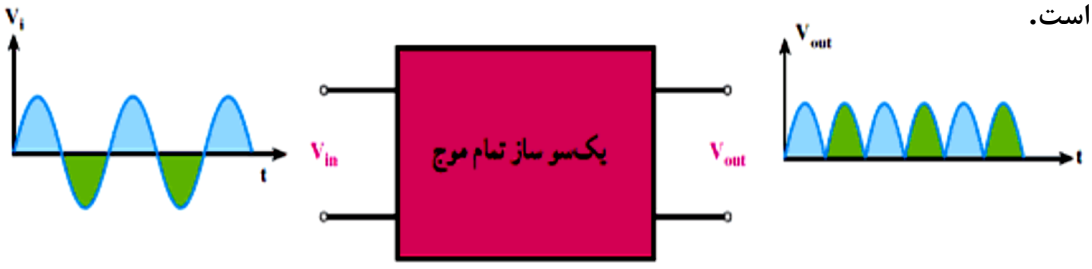
ج- جوابهای تئوری و عملی را مقایسه کنید و اگر اختلافی وجود دارد علت آن را بیان کنید.

د- شکل موج دو سر دیود را زیر شکل موج های قبل رسم کنید و محور زمان را برای همه نمودار ها یکسان درنظر بگیرید.

۲. جهت دیود مدار را در مدار زیر عوض کنید و شکل موج خروجی را زیر شکل موجهای قبل با رعایت یکسان بودن محور زمان رسم کنید

یکسوساز تمام موج :

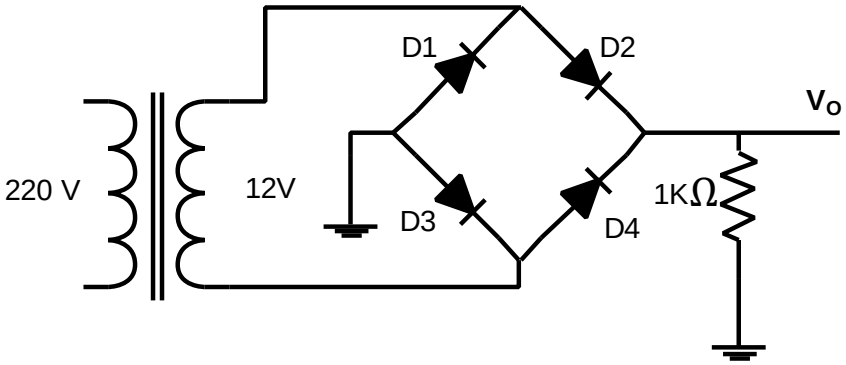
در یکسوساز تمام موج برخلاف یکسو ساز نیم موج که فقط در یک نیم سیکل جریان از بار عبور می کند، در تمام سیکل از بار جریان عبور می کند .شکل زیر بلوک دیاگرام مدار یکسو ساز تمام موج به همراه شکل موج های ورودی و خروجی آن نشان داده شده است.



یکسوساز تمام موج به دو صورت طراحی می شود.

1-یکسوساز تمام موج پل:

1• مداری مطابق شکل زیر را بسته و شکل موج خروجی را با مشخص کردن دامنه آن را رسم کنید.



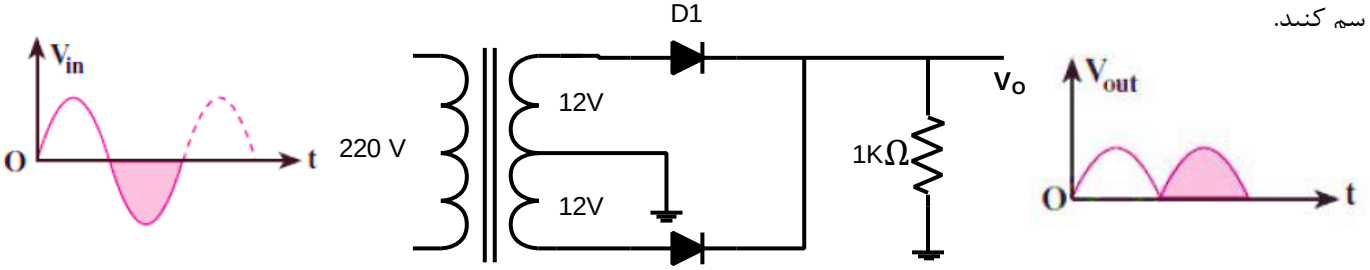
الف- مقدار DC شکل موج خروجی چقدر است؟

ب- شکل موج دو سر D_1را مشاهده و با مشخص کردن دامنه و رعایت یکسان بودن محور زمان نمودار با شکل موج خروجی آن را رسم کنید .

ج-حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیودها (PIV)چقدر است؟

2-یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط

2• برای یکسوساز تمام موج می توان از ترانسفورماتور با سر وسط نیز استفاده کرد. مدار مطابق شکل زیر را بسته و شکل موج خروجی آن را رسم کنید.



الف- شکل موج دو سر D_1 را رسم و دامنه آن را با ولتاژ دو سر دیود D_1 قسمت 1- ب مقایسه کنید .

ب-حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیود ها در این مدار چقدر است؟

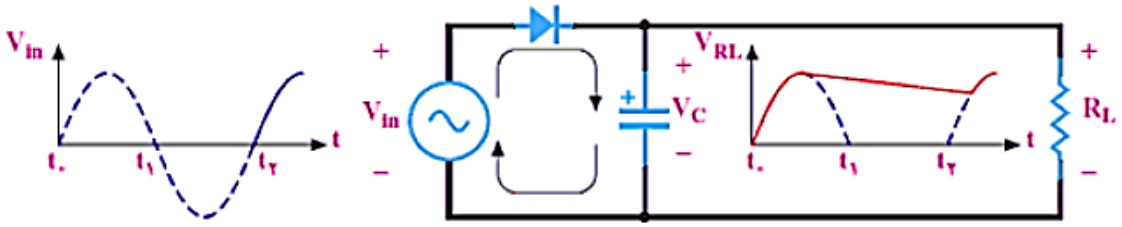
ج-مقدار DC شکل موج خروجی را مشخص کنید؟

پرسش:

۱-مداریکسوساز نیم موج زیر با خازنی که به صورت موازی با بار قرار گرفته را در نرم افزار Proteus رسم نموده و شکل موج خروجی مدار (دوسر بارRL) را مشاهده و رسم نمائید.

الف)عملکرد مدار زیر را با مدار یکسوساز نیم موج قسمت الف آزمایش مقایسه نمائید.

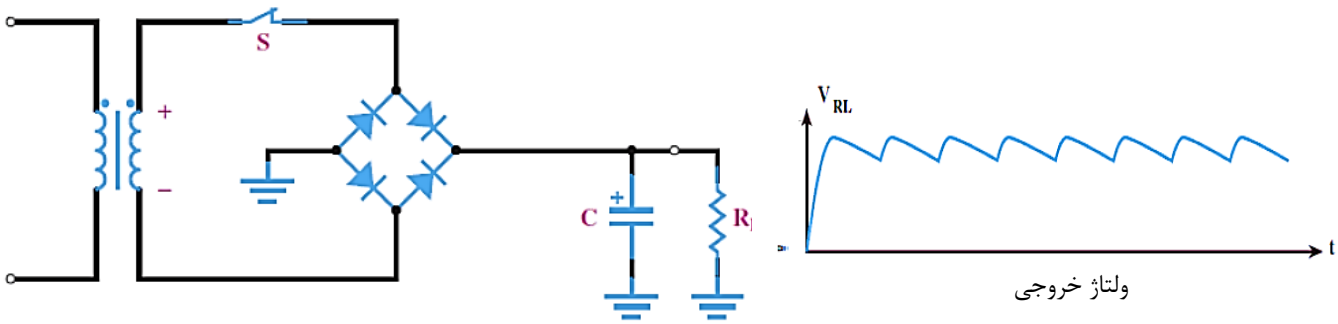
ب) اثر کاهش و یا افزایش ظرفیت خازن در مقدارDC و ریپل شکل موج خروجی چیست؟



۲- مداریکسوساز تمام موج زیر با خازنی که به صورت موازی با بار قرار گرفته را در نرم افزار Proteus رسم نموده و شکل موج خروجی مدار (دوسر بارRL) را مشاهده و رسم نمائید.

الف)عملکرد مدار زیر را با مدار یکسوساز تمام موج پل قسمت ب آزمایش مقایسه نمائید.

ب) مزیت های یکسو کننده پل نسبت به یکسو کننده تمام موج چیست؟

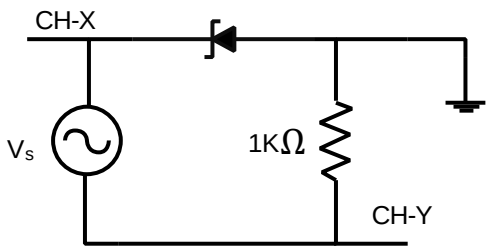


ولتاژ خروجی

آزمایش۲

دیود زنر

مدار شکل ۱ را با دیود زنر ببندید و مطابق شکل آن را به کانالهای X,Y اسیلوسکوپ وصل کرده و اسیلوسکوپ را در حالت های X,Y قرار دهید.(کانال X را به حالت معکوس در آورید.) دامنه سیگنال ورودی را ماکزیمم و فرکانس را 100Hz انتخاب کنید. بدین ترتیب منحنی مشخصه دیود بر روی صفحه اسیلوسکوپ ظاهر می شود. منحنی مذکور را با مقیاس رسم نمائید.



(شکل ۱)

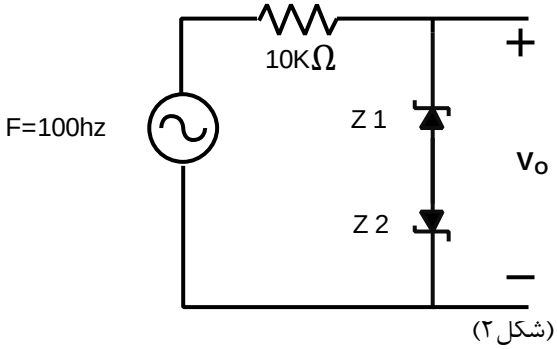
الف- ولتاژ شکست دیود مذکور را بدست اورید.

ب- وجه مشترک و تفاوت بین این شکست و شکست دیود معمولی جیست؟

مدارهای برش دو سطحی بوسیله دیود زنر

مدار شکل (۲) را ببندید. فرکانس ورودی را به 100Hz تقلیل داده و دامنه ماکزیمم را اختیار کنید.

۱. شکل موج خروجی و مشخصه انتقالی مدار را رسم کنید.



(شکل۲)

۲. با اتصال کوتاه کردن دو سر دیود زنر شماره۱

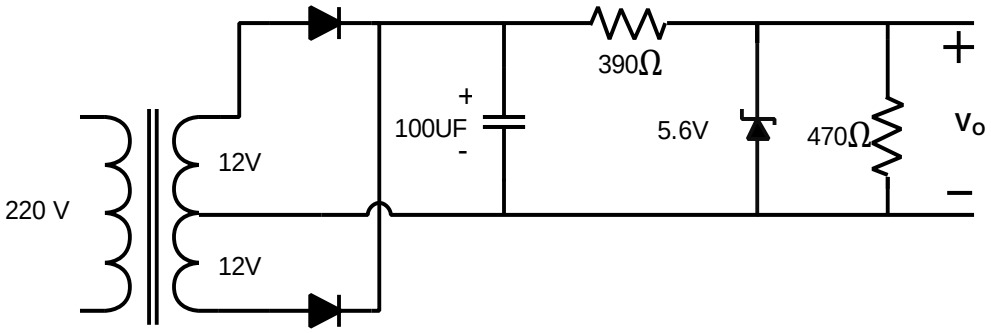
الف- ولتاژ ورودی و خروجی را روی صفحه اسیلوسکوپ آورده و آنها را رسم کنید .

ب- با قرار دادن اسکوپ در حالت X-Y منحنی مشخصه مدار را رسم کنید.

۳. با برداشتن دیود زنر شماره ۲ آزمایشهای (الف) و (ب) را تکرار نموده و فقط مشخصه انتقالی را رسم نمائید.

رگولاتور زنر

الف- مدار مقابل را ببندید.



ب- درصد رگولاسیون مدار را تعیین کنید.

$$\text{درصد رگولاسیون} = \frac{V_{nl} - V_{Fl}}{V_{Fl}} \times 100$$

ج- مقاومت ۴۷۰ اهم را با مقاومتهای ۲۲۰ اهم و یک کیلو اهم تعویض کنید، و با اندازه گیری ولتاژهای خروجی در صد رگولاسیون مدار را بدست آورید.

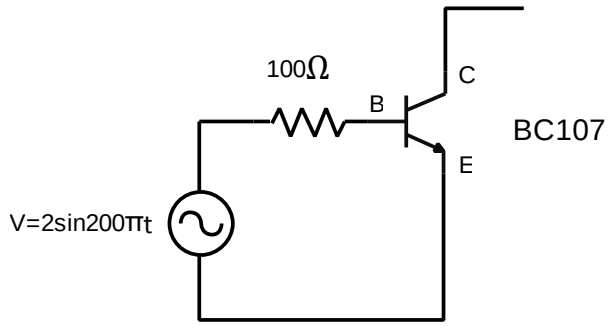
آزمایش۳

منحنی مشخصه های ترانزیستور

روش آزمایش:

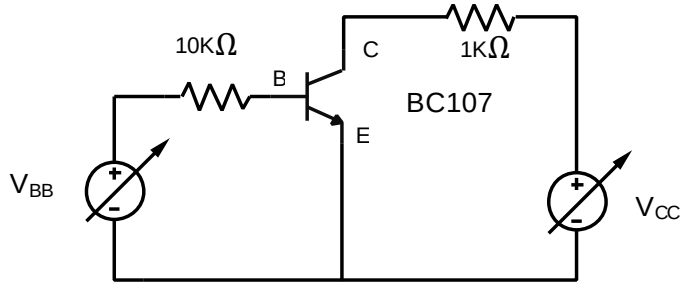
۱- بوسیله اهم متر نوع و پایه های ترانزیستور داده شده را مشخص کنید.

۲- مدار مقابل را ببندید و با ترسیم شکل موج دو سر بیس و امیتر و اندازه گیری(V_γ) جنس ترانزیستور را مشخص کنید.



رسم منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور

الف- مدار مقابل را ببندید.



ب- با تغییر منبع ولتاژ V_{BB} و اندازه گیری ولتاژ (V_{BE}) و ثابت نگه داشتن ($V_{CE} = 4.5v$) جدول زیر را کامل کنید. $I_c = \frac{V_{Rc}}{R_c}$

❖ توجه داشته باشید که با هر تغییر (V_{BE}) مجددا(V_{CE}) را از طریق (V_{CC}) تنظیم نمائید.

$$V_{CE} = 4.5v$$

V_{BE}	0	0.2	0.3	0.4	0.45	0.50	0.55	0.65
I_B								

❖ تذکر: برای اندازه گیری $\mathbf{I_B}$ ولتاژ دو سر مقاومت $\mathbf{10K\Omega}$ را بر مقاومت آن تقسیم کنید.

ج- روی کاغذ میلیمتری منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور یعنی $\mathbf{I_B}$ بر حسب $\mathbf{V_{BE}}$ به ازای $\mathbf{V_{CE}}$ ثابت را رسم کنید .

رسم منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور

الف- در مدار قبل با تغییر $\mathbf{V_{CE}}$ و ثابت نگه داشتن $\mathbf{V_{BE} = 0.6v}$ و اندازه گیری $\mathbf{I_C}$ جدول زیر را تکمیل کنید .

$$\mathbf{I_c = \frac{V_{Rc}}{R_c}}$$

$$\mathbf{V_{BE} = 0.6v}$$

V_{CE}	7	5	6	4	3	2	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1
$\mathbf{I_C}$												

ب- به کمک جدول بالا منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور یعنی تغییرات $\mathbf{I_C}$ برحسب $\mathbf{V_{CE}}$ به ازای V_{BE} ثابت را روی یک کاغذ میلیمتری رسم کنید .

ج- در نقطه کار $\mathbf{V_{BE} = 0.6v}$ و $\mathbf{V_{CE} = 5v}$ ، $\mathbf{\beta_{dc}}$ یعنی نسبت $\mathbf{\frac{I_C}{I_B}}$ را بدست آورید و $\boldsymbol{\alpha}$ را محاسبه نمائید .

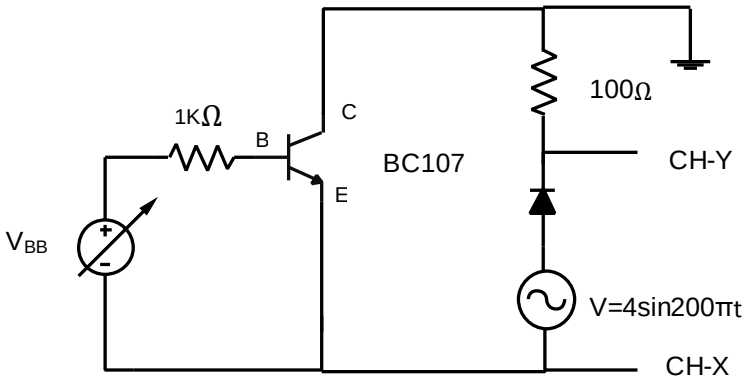
د- در مدار آزمایش ،$\mathbf{V_{BE}}$ را برابر ۰,۷ ولت تنظیم کنید ، با اندازه گیری ولتاژ $\mathbf{V_{CE}}$ و جریان $\mathbf{I_C}$ وضعیت ترانزیستور را از نظر نقطه کار مشخص کنید.

و- ولتاژ $\mathbf{V_{BE} = 0v}$ و $\mathbf{V_{CE} = 10v}$ را تنظیم نمائید. با اندازه گیری $\mathbf{V_{CE}}$ و $\mathbf{I_C}$ ، وضعیت ترانزیستور را مشخص کنید.

رسم منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور بوسیله اسیلوسکوپ

مدار مقابل را ببندید.

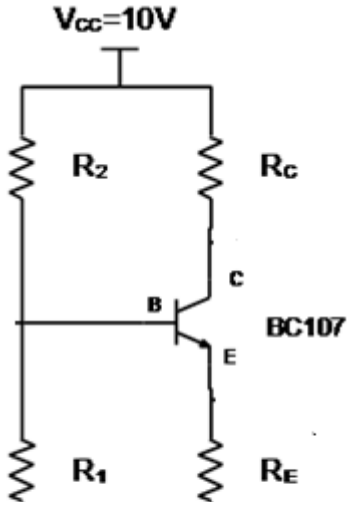
منحنی مشخصه های ترانزیستور را در حالت های $\mathbf{V_{BE} = 0.6v}$،$\mathbf{V_{BE} = 0.59v}$ ، $\mathbf{V_{BE} = 0.62v}$ ، $\mathbf{V_{BE} = 0.63v}$ با مقیاس رسم کنید



آزمایش۴

کاربرد نرم افزار Proteus در طراحی وتحلیل مدار

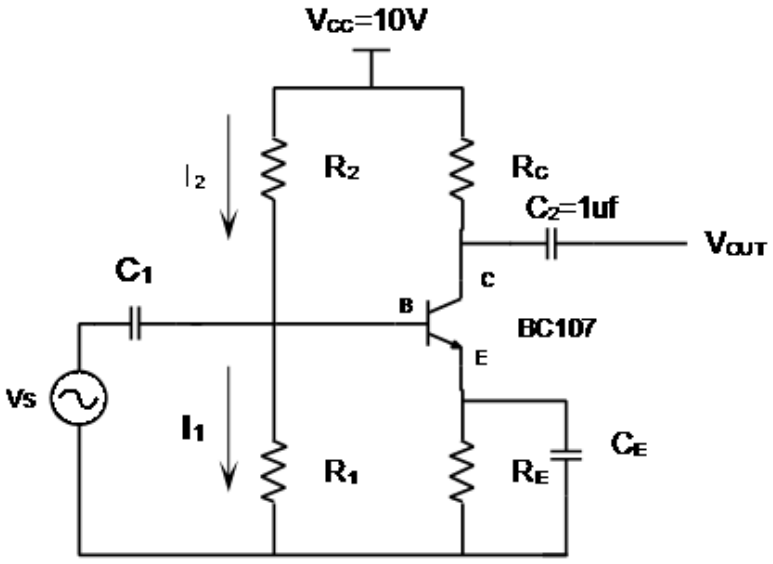
۱- مدار مقابل را در محیط نرم افزارProteus ببندید



نقاط کارترانزیستور V_{CE} ـ I_C-V_{BE} اندازه گیری و مشاهده نمایید..

R_1=47K
R_2=220K
R_C=3/9K
R_E=1K
V_{CC}=10 V

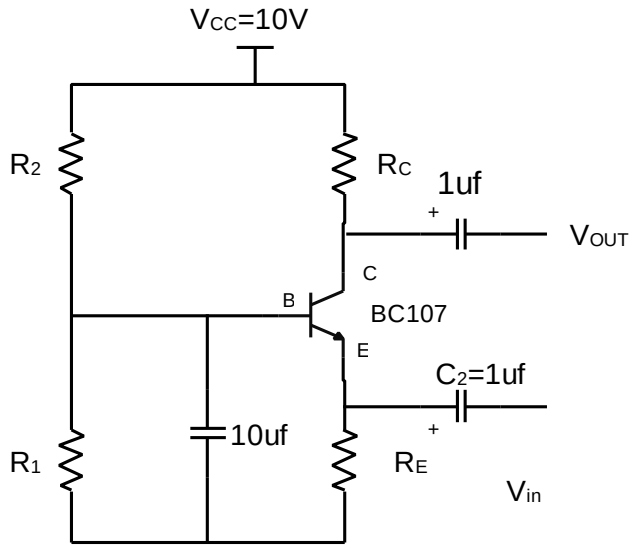
۲- مدار تقویت کننده امیتر مشترک در محیط نرم افزارProteus ببندید.



XCE=0.1RE
VRE=0.1Vcc
F1=1KHZ
I1=7IB
B=300

با کمک نرم افزارProteus (در وضعیت Graph) بهره ولتاژ - بهره جریان-امپدانس خروجی ، امپدانس ورودی و اختلاف فاز مدار را مشاهده و اندازه گیری نمایید.

۳- مدار تقویت کننده بیس مشترک در محیط نرم افزارProteus ببندید.



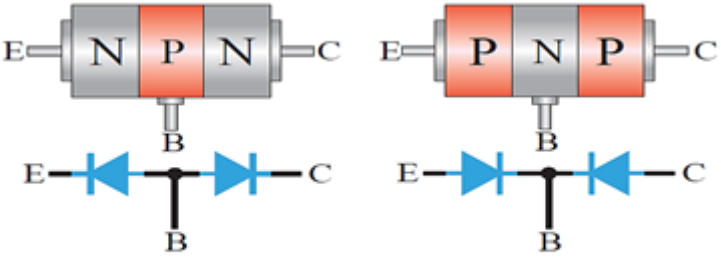
با کمک نرم افزارProteus (در وضعیت Graph) بهره ولتاژ - بهره جریان- امپدانس خروجی وامپدانس ورودی مدار را مشاهده واندازه گیری نمایید.

آزمایش۵

تقویت کننده امیتر مشترک

طریقه تشخیص پایه های ترانزیستور با استفاده از مولتی متر دیجیتال:

همانطور که می دانید ترانزیستور از دو لایه ناخالصی به صورتPNP یا NPN ساخته شده است. بر اساس جنس قطعات در دو نوع ژرمانیومی و سیلیسیومی موجود هستند



معادل دیودی نیمه‌هادی‌ها

روش آزمایش:

همانطور که می دانید بیشتر ترانزیستورها از سه پایه تشکیل شده اند که بیس، کلکتور و امیتر نام دارند .

بین پایه های بیس، کلکتور و امیتر ترانزیستور مقاومت های متفاوتی وجوددارد که توسط دستگاه مولتی متر قابل اندازه گیری می باشد و مقدار این مقاومت درتشخیص پایه ها به ما کمک می کند.برای این منظور آزمایش را بدون آن که دست های شما به قسمت فلزی سر سیم های رابط و یا پایه های ترانزیستور تماس پیدا کند بر روی ترانزیستورBC107 انجام دهید

۱-مولتی متر را در حالت تست دیود قرار دهید.

۲- سیم های رابط را مطابق شکل مقابل وصل نموده.

۳- برای مشخص کردن آن ها ابتدا باید پایه بیس مشخص شود . بیس پایه ای است که به دو پایه دیگر راه می دهد .(منظور از راه دادن این است که وقتی مولتی متر را روی حالت تست دیود می گذاریم و پایه ای را مشترک می گیریم و با دو پایه دیگر امتحان می کنیم، باید در هر دو حالت مولتی متر عدد نشان دهد)

۴- حال برای تشخیص کلکتور و امیتر آن پایه ای که به همراه بیس به مولتی متر وصل شده و در مقایسه با پایه دیگر که به مولتی متر وصل می کنیم، عدد کمتری نشان می دهد ، پایه کلکتور است و پایه دیگر که عدد بزرگتری نمایش می دهد،پایه امیتر می باشد .

۵- حال اگر پایه بیس به مثبت مولتی متر وصل باشد ، ترانزیستور از نوع **NPN** است .

اگر پایه بیس به منفی مولتی متر متصل باشد ، ترانزیستور از نوع **PNP** است .

روش آزمایش:

با مشخص بودن مقادیر نقطه کار $\mathbf{V_{BE} = 0.65v, V_{CC} = 10v, V_{CE} = 5v, I_C = 1mA}$.

۱- برای ترانزیستور **BC107** مقادیر $\mathbf{R_C, R_E, R_2, R_1}$ را محاسبه کنید .

۲- مدار شکل آزمایش را پس از محاسبه عناصر مجهول آن سوار کنید.

۳- اکنون با کمک اسیلوسکوپ دامنه ورودی $\mathbf{V_{in}}$ را با اندازه مناسب انتخاب کرده و موج خروجی را با اسیلوسکوپ بدست آورده و بهره ولتاژ را با کمک رابطه $\mathbf{A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}}$ محاسبه کنید. (موج خروجی بدون اعوجاج باشد)

۴- اکنون لازم است که با اندازه گیری $\mathbf{i_{out}, i_{in}}$ و با استفاده از رابطه $\mathbf{A_i = \frac{i_{out}}{i_{in}}}$ بهره جریان را بدست آورید.

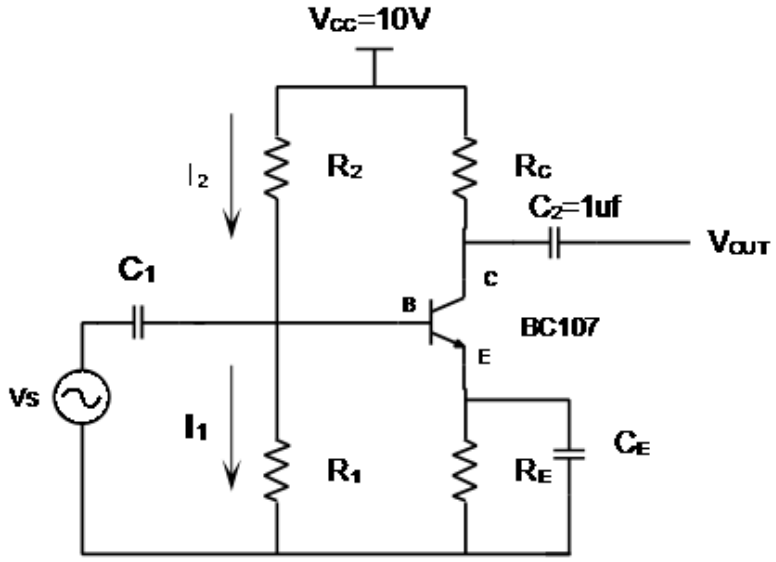
برای اندازه گیری $\mathbf{i_{in}}$ یک مقاومت یک کیلو اهمی را بطور سری با مدار ورودی ،(نقاط A-B) قرار داده مقدار افت ولتاژ آن را اندازه بگیرید سپس $\mathbf{i_{in}}$ را محاسبه کنید. برای اندازه گیری $\mathbf{i_{out}}$ نیز تنها کافی است که ولتاژ خروجی را بر مقاومت $\mathbf{R_C}$ بخش کنید، چرا؟

۵- با توجه به رابطه $\mathbf{Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}}$ مقدار مقاومت ورودی را حساب کنید و با روش پتانسیومتر نیز مقاومت ورودی رابدست آورید.

۶- امپدانس خروجی مدار $\mathbf{Z_o}$ را به روش پتانسیومتر پیدا کنید(پتانسیومتر را با خروجی موازی کنید، و با تغییر آن ولتاژ خروجی را نصف کنید)

۷- با استفاده از اسیلوسکوپ دو کاناله اختلاف فاز ورودی و خروجی را بدست آورید.

۸-مقاومت ورودی و خروجی و بهره مدار را به روش تئوری نیز بدست آورید.



$X_{CE}=0.1R_E$
$V_{RE}=0.1V_{CC}$
$F_1=1KHZ$
$I_1=7I_B$
$B=300$

	امیتر مشترک CE	بیس مشترک CB	کلکتور مشترک CC
بهره جریان	متوسط	کم وکوچکتر از واحد	زیاد
بهره ولتاژ	متوسط	زیاد	کم وکوچکتر از واحد
بهره توان	خیلی زیاد	زیاد و قریبا برابر بهره ولتاژ	زیاد و قریبا برابر بهره جریان
مقاومت ورودی	متوسط	کم	زیاد
مقاومت خروجی	متوسط	زیاد	کم
اختلاف فاز	۱۸۰ درجه	۰ درجه	۰ درجه

شبیه سازی: مدار فوق را در نرم افزارProteus شبیه سازی نمائید .ابتدا ولتاژDC بیس، کلکتور - امیتر ترانزیستور ها و همچنین جریان کلکتور ترانزیستور ها را اندازه گیری نموده و از صحت نقطه کار و شرط ماکزیمم سوئینگ اطمینان حاصل نمائید. سپس از طریق تحلیلAC Sweep بهره مدار را اندازه گیری کنید .همچنین از طریق تحلیل Transient شکل موج های ورودی و خروجی را مشاهده نمائید.

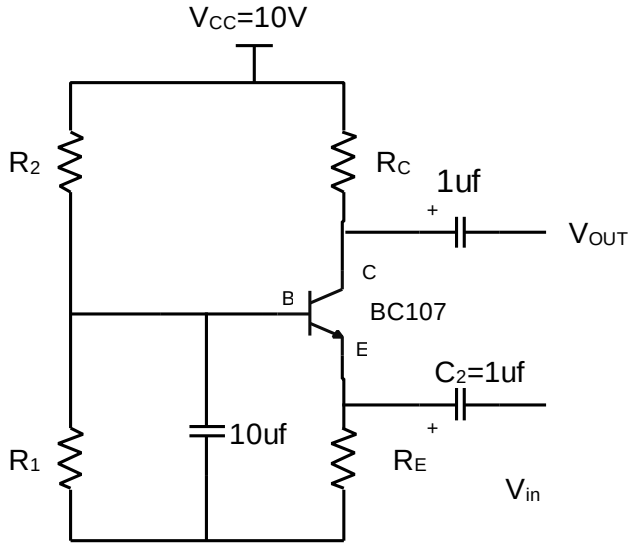
آزمایش۶

طراحی تقویت کننده بیس مشترک CB

1– تقویت کننده بیس مشترک

الف- مداری با داده های آزمایش قبل که طرح شده است مطابق شکل زیر ببندید.

ب- با اتصال ولتاژ ورودی با فرکانس **1KHz** و دامنه مناسب ، مقاومت خروجی ، بهره جریان و بهره ولتاژ تقویت کننده بیس مشترک را بدست آورید.

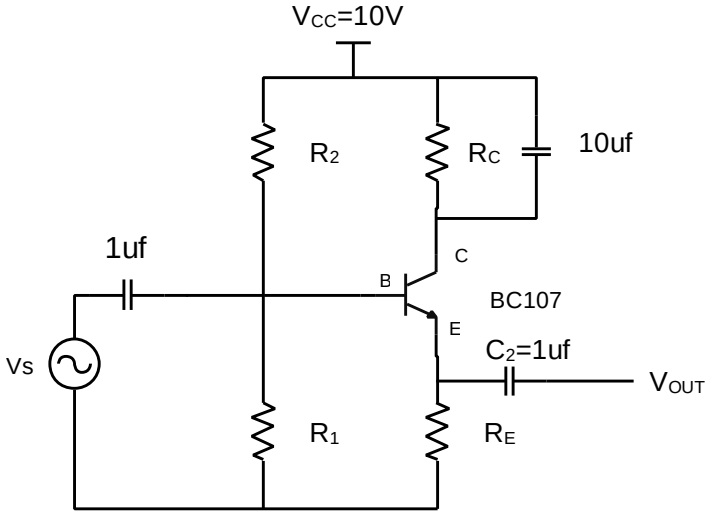


آزمایش۷

طراحی تقویت کننده کلکتور مشترکCc

۲–تقویت کننده کلکتور مشترک

الف- مدار بالا را مطابق شکل زیر تغییر دهید.



ب- با اتصال ولتاژ ورودی با فرکانس **1KHz** و دامنه مناسب ، مقاومت ورودی و خروجی ، بهره جریان و بهره ولتاژ تقویت کننده کلکتور مشترک را بدست آورید.

آزمایش۸

رسم منحنی مشخصه های FET

تعیین پایه وتست ترانزیستورهای اثر میدانی

برای تشخیص پایه های JFET می بایست مولتی متر را بر روی قسمت تست دیودی قراردادو پایه ای از ترانزیستور را پیدا کرد که در صورت تغییر پلاریته مقدار مقاومت آن تغییرنکندکه همان سورس و درین و حدود مقدار مقاومت بین (50اهم تا ۵ کیلو اهم) نشان می دهیم. (افت ولتاژ خیلی کوچک در حدود چند هزارم ولت در صورتی که دستگاه تست ما افت ولتاژ را نشان دهد.)

مقاومت مابین گیت سورس و یا گیت درین در گرایش مستقیم مقاوت کم) افت ولتاژ در حدود 0.4 تا 0.7 ولت (ودر گرایش معکوس مقاومت بی نهایت می باشد . معمولا مقاومت بین پایه درین و گیت از مقاومت پایه درین سورس بیشتر است که از این طریق می توان پایه درین را از سورس تشخیص داد.

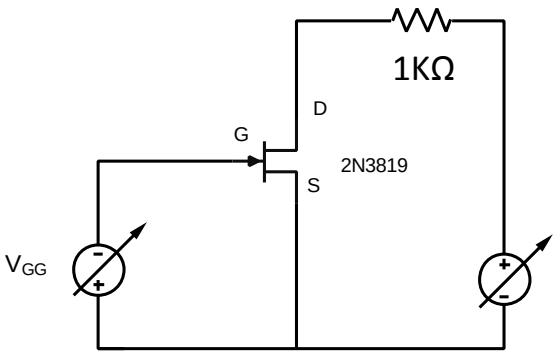
مقاومت ما بین گیت سورس و یا گیت درین در گرایش مستقیم مقاومت کم(افت ولتاژ در حدود0.4تا0.7ولت) و در گرایش معکوس مقاومت بی نهایت می باشد .معمولاً مقاومت بین پایه درین سورس بیشتراست که از این طریق می توان پایه درین را از سورس تشخیص داد .

شرح آزمایش:

انجام آزمایش: مدار زیر را ببندید و جداول آزمایش را بطور دقیق و کامل پر کرده با استفاده از کاغذ شطرنجی نمودارهای خروجی انتقالی را بطور کامل رسم نمائید.

الف- رسم منحنی مشخصه خروجی $\mathbf{I_D = f(V_{GS}), FET}$

ب- رسم منحنی مشخصه انتقالی $\mathbf{I_D = f(V_{GS}), FET}$



با تغییر ولتاژ منبع $\mathbf{V_{DD}}$ و مقادیر مختلف ولتاژ $\mathbf{V_{GS}}$ مطابق جدول زیر $\mathbf{I_D}$ را اندازه گیری نمائید و جدول را تکمیل کنید.(بعد از هر اندازه گیری چند لحظه منبع تغذیه را خاموش نمائید.) لازم به یادآوری است که طرح مدار سورس مشترک آزمایش شماره(۱) بستگی به دقت شما در رسم منحنی مشخصه $\mathbf{I_D = f(V_{GS})}$ خواهد داشت.

V_{GS} / V_{Ds}	0	-0.5	-0.75	-1	-1.25	-1.5	-2	-2.5
0								
0.5								
1								
1.5								
2								
2.5								
3								
3.5								
4.5								
5								
7								
9								
11								

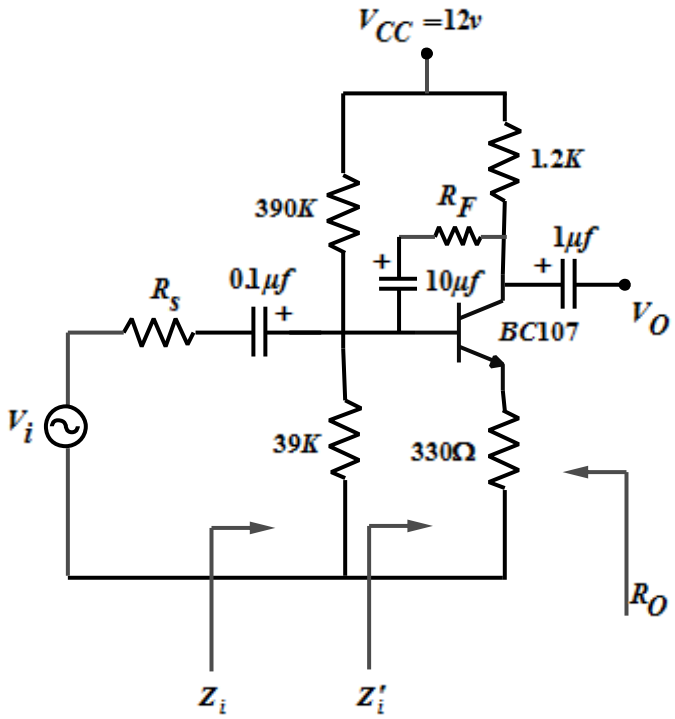
$\mathbf{V_{GS}}$	-2.5	-2	-1.75	-1.5	-1.25	-1	-0.75	-0.5	-0.25	0
$\mathbf{I_D(mv)}$										

آزمایش۹

مطالعه و بررسی مدارات با فیدبک

روش آزمایش :

۱- مدار آزمایش را مطابق شکل ببندید.



۲- به ازاء $R_S = 10K\Omega$ و ∞ , $470K\Omega$, $100K\Omega = R_f$ مقادیر V_o وV_i وV_Sو فرکانسهای قطع بالا (f_H) و پایین(f_L) را اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.

۳- مقادیر A_v , A_{vs} , A_{is} , Z_i , R_O را محاسبه نموده و در جدول وارد کنید .

۴- ضریب برگشتی β را در هر حالت حساب کنید .

۵- نمودارهای پاسخ فرکانسی (هرسه حالت) راروی کاغذ لگاریتمی رسم کنید .

۶- مراحل ۱-۴ را به ازاء $R_S = 1K\Omega$ تکرار نمائید.

R_S	R_f	V_S	V_i	V_O	f_L	f_H	A_v	A_{vs}	A_{Is}	Z_i	R_O
$10K\Omega$	∞										
	$470K$										
	$100K$										
$1K\Omega$	∞										
	$470K$										
	$100K$										

سؤالات آزمایش :

الف- نوع فیدبک مدار چیست؟

ب- پهنای باند تقویت کننده ($f_H - f_L$) را در سه حالت (R_f) باهم مقایسه کنید ، چه نتیجه ای بدست می آید، علت آنرا بیان کنید .

ج- خازن $10\mu f$ که با R_f سری شده است ، چه اثری بر کار مدار دارد ؟

آزمایش ۱۰

تقویت کننده عملیاتی

تقویت کننده عملیاتی یا **Operational-Amplifier** که اختصارا به آنها **Op-amp** (آپ امپ) می گویند ، شامل تعداد زیادی تقویت کننده **DC** (**Direct-coupled**) می باشد که بطریق مختلف به یکدیگر ارتباط داده شده اند در ورودی این تقویت کننده های تفاضلی **Differential Amplifier** استفاده شده است و ساختمان اصلی کامپیوتر را تشکیل می دهند یکی از مشهورترین تقویت کننده های عملیاتی آی سی۷۴۱ میباشد در این آی سی بیست ترانزیستور و یازده مقاومت و یک خازن قرار داده شده است نوع ۷۴۱با نامهای مختلف توسط کارخانجات مختلف ساخته می شود.

مشخصات IC-741

بهره ولتاژ با حلقه نامحدود

امپدانس ورودی نامحدود

امپدانس خروجی صفر

دارای دو نوع بسته بندی می باشد بسته بندی با قالب اپاکس **Epoxy** و بسته بندی با قالب فلزی در انواع جدید در یک بسته بندی ممکنست چهار عدد آی سی ۷۴۱جایگذاری شود .

پایداری Stability :

بخاطر اینکه آپ امپ ها دارای ضریب تقویت زیاد هستند و گستره پاسخ فرکانس آنها نیز زیاد می باشد ، امکان نوسان خیلی زیاد می باشد. در مدارات آپ امپ ورودی بایستی تا حد امکان کوتاه انتخاب گردند اتصالات منبع تغذیه به آی سی با خازنهای ۰/۰۱ یا ۰/۱ میکروفاراد بایپس گردند.

آپ امپ ها معمولا با ولتاژهای $5 \pm$ یا $15\pm$ ولت تغذیه می شوند.

خصوصیات Op-Amp ایده آل را یادآور میشویم

۱ . بهره مدار باز(بدون فیدبک)بینهایت می باشد.

۲ . مقاومت ورودی بینهایت است .

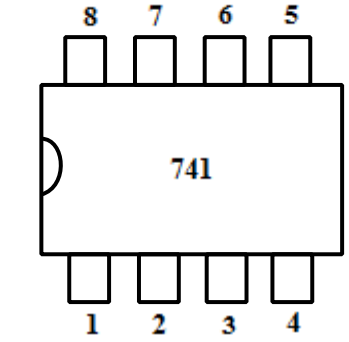
۳ .مقاومت خروجی برابر صفر می باشد .

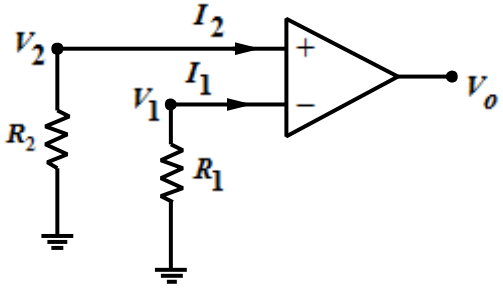
۴ .پهنای باند بینهایت است .

۵ . ولتاژ خروجی برابر صفر چنانچه در ورودی هیچ گونه ولتاژی به **Op-Amp** اعمال نشود . در عمل چنانچه بعداً خواهیم دید هیچ **OP-Amp**ی دارای خواص پنج گانه فوق نخواهد بود .

در آزمایشهای ذیل ما در همه جا از یک **Op-Amp** با شماره ۷۴۱ از نوع ۸پایه استفاده شده که مشخصات آن چنین است:

1. off-set-null
2.inv-input
3.noninv-input
4. volt –
5.off-set-null
6.output
7.volt+
8.NC





جریان بایاس ورودی و ولتاژ افست

در بسیاری از آی سی ها از ترانزیستور دو قطبی استفاده می شود ترمینالهای ورودی در حقیقت به بیس ترانزیستور متصل هستند که برای کار تقویت کننده ها باید جریان بایاس کمی دریافت دارند، جریان بایاس ورودی در تقویت کننده ۷۴۱ در حدود $100nA$ است ، پس برای تامین جریان بایاس اولین مسئله در طراحی این است که هر ورودی در تقویت کننده آی سی باید یک راه عبور dc به زمین داشته باشد اگرچه این از طریق مقاومت با مقدار بزرگی باشد . در حالت ایدهآل ورودی های معکوس کننده و غیر معکوس کننده باید هردو یک مقاومت را نسبت به زمین ببینند وگرنه یک ولتاژ افست ورودی وجود خواهد داشت . میتوان فرض کنیم که دو جریان بایاس ورودی باهم مساوی هستند پس $I_1 = I_2$ بنابراین اگر $R_1 = V_{2}، V_{1}،$ R_2 باهم برابر می شوند.

چون مدار داخلی کمی نامتعادل بوده در نتیجه دو جریان بایاس باهم برابر نیستند.

اختلاف بین جریانهای بایاس ورودی به جریان افست ورودی **Input offset current** مشهور است و معمولاً در آی سی ۷۴۱ در حدود $20nA$ است. عامل دیگری که باید در نظر داشت ، این است که صرف نظر از ولتاژ خارجی خود آی سی ذاتاً افست کمی دارد که برای آی سی ۷۴۱ در حدود$1mv$ است . جریانهای افست و بایاس در حدود نانو آمپر بنظر اندک میایند ولی یک جریان$100nA$ که در مقاومت $100K\Omega$ جاری شود باعث ایجاد اختلاف پتانسیل $10mv$ می گردد که نسبت به سیگنال ورودی قابل مقایسه است جریانهای افست و بایاس با تغییر درجه حرارت تغییر می کنند. لغزش جریان افست در آی سی ۷۴۱ تقریبا $1\frac{nA}{C}$ است که موجب لغزش (**drift**) در خروجی می گردد. به این دلایل توصیه می شود که برای مقاومت های استفاده شده در هر ورودی آی سی۷۴۱ ، $500K\Omega$ را بعنوان حد بالا قرار داد. دو مقاومت ترجیحاً باید برابر باشند اما اگر این مطالب عملی نباشد نباید بیشتر از$100K\Omega$ با یکدیگر اختلاف داشته باشند چنانچه مقاومتهای ورودی بیشتری مورد لزوم باشد آپ امپ با جریان بایاس کمتری باید مورد استفاده قرار گیرد که از نظر قیمت از آیسی ۷۴۱ گران تر است. آی سی ۷۴۱ دارای ترانزیستورهای ورودی با بهره بسیار زیاد است در نتیجه جریان بایاس معمولی آن$15nA$و جریان افست آن تنها $5nA$ است. برای جریانهای ورودی کمتر مدارهایی با ورودی –های همراه با **FET** مورد لزومند .

مدار افست

به هیچ وجه نمی توان تقویت کننده ای ساخت که ولتاژ افست در ورودی نداشته باشد در تقویت کننده با بهره زیاد این موضوع محسوستر است. اگر تقویت کننده تنها برای کار در حالت dc موردنظر باشد و در خروجی از یک خازن کوپلاژ استفاده شده باشد تا زمانیکه ولتاژ افست نقطه کار را تغییر نداده باشد که منجر به محدود شدن خروجی شود می توان ولتاژ افستdc را از بین برد. برای تقویت dc باید بوسیله ایی ولتاژ خروجی را وقتیکه ورودی صفر است روی صفر تنظیم کنیم. یک کنترل افست صفرoffset null control می تواند این کار را انجام دهد. این کنترل کننده یک پتانسیومتر است که به یک آپ امپ متصل شده است . این مدار می تواند تقریبا تا 25mv ولتاژافست در ورودی را از بین ببرد .

پارامترهای ورودی آپ امپ

ولتاژ افست ورودی :

برابر ولتاژی است که بایستی به یکی از ترمینالهای ورودی وارد نمود تا ولتاژ خروجی برابر صفر گردد. ولتاژ افست یک آپ امپ ایده آل برابر صفراست .

جریان بایاس ورودی :

جریان متوسطی است که از ورودی ها به Op-amp داخل می شود در مورد Op-amp ایده آل این دو جریان مساوی می باشند.

جریان افست ورودی :

برابر اختلاف دو جریان ورودی می باشد در صورتیکه ولتاژ خروجی صفر باشد .

مقاومت ورودی :

برابر مقاومتی است که از هر ورودی به داخل Op-amp نظاره کنیم ضمن اینکه ورودی دیگر به زمین اتصال داده شده باشند .

پارامترهای خروجی Op-amp

۱- مقاومت خروجی Op-amp

۲- جریان اتصال کوتاه : که برابر حداکثر جریانی است که یک Op-amp می تواند به بار تحویل دهد.

۳-حداکثر ولتاژ خروجی

دیگر پارامترها

۱- بهره ولتاژ مدار باز

۲- بهره ولتاژ سیگنال بزرگ

۳- سرعت تغییرات Slew-Rate

۴- جریان تغذیه

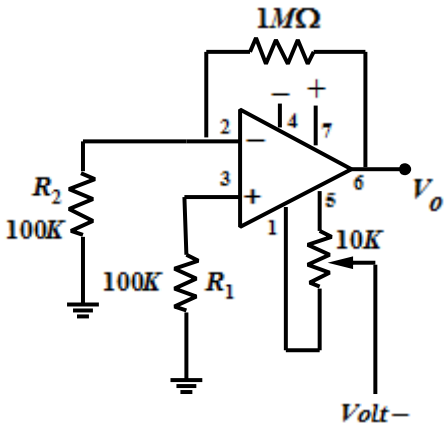
۵- نسبت وازدگی مد مشترک CMRR

مدار افست offset null

برای تقویت dc باید بوسیله ای ولتاژ خروجی را وقتی ورودی صفر است روی صفر تنظیم کنیم . یک کنترل افست offset null control می -تواند این کار را انجام دهد این کنترل کننده یک پتانسیومتر است که به یک آپ امپ متصل شده است

شکل پایین اتصال یک کنترل کننده افست ساده را در آی سی ۷۴۱ نشان می دهد که می تواند تقریبا تا$\pm 25mv$ ولتاژافست در ورودی را خنثی کند.
بوسیله پتانسیومتر ولتاژ افست خروجی را صفر نمایید و مقاومت های پتانسیومتر را با اهم متر اندازه گیری نموده و یادداشت نمایید .

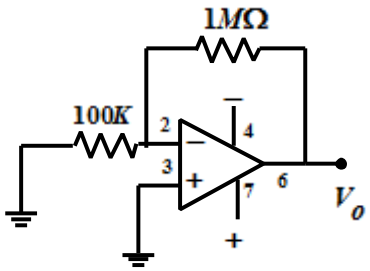
سؤال– منظور از افست نمودن چیست؟ توضیح دهید.



آزمایش ۱–۱۰

مقصود این آزمایش اندازه گیری ولتاژ افست ورودی آی سی آپ امپ۷۴۱ می باشد.

۱- مداری مطابق شکل ببندید .



۲-ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید .

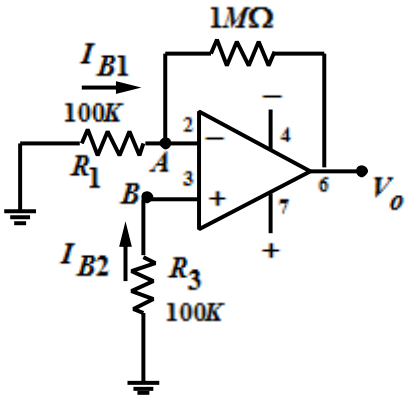
ضریب تقویت مدار بسته(Closed-Loop gain) $A_{cl} = -(\frac{R_2}{R_1})$

ولتاژ افست ورودی (Input Offset Voltage) $V_{os} = \frac{V_O}{A_{cl}}$

۳- با بکار بردن فرمول ، ولتاژ افست ورودی را محاسبه نمایید .

آزمایش ۲–۱۰

هدف از این آزمایش اندازه گیری جریان بایاس ورودی آی سی-آپ امپ۷۴۱ می باشد .



$$I_{B1} = \frac{V_A}{R_1} \qquad I_{B2} = \frac{V_B}{R_3}$$

مدار را مطابق شکل بالا ببندید ابتدا ولتاژ دو سر مقاومت R_1 ، (V_A) را اندازه گیری نمایید . سپس ولتاژ دو سر مقاومت R_3 ، (V_B) را اندازه گیری نمایید .

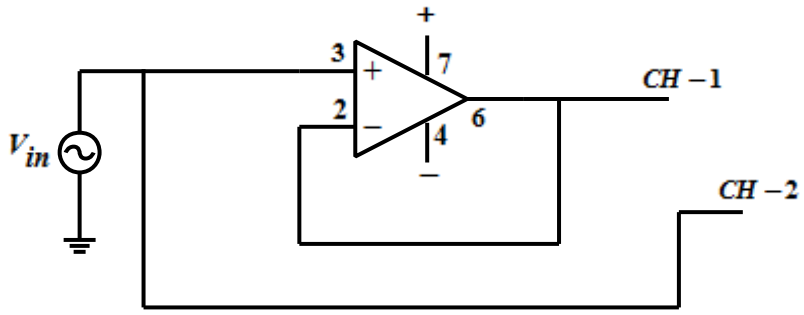
از فرمول های داده شده مقدار جریان های بایاس ورودی I_{B1} و I_{B2} را اندازه گیری نموده و یادداشت نمایید .

$$I_{B1} = \qquad , I_{B2} =$$

در یک آپ امپ ایده آل هردو جریان معادل هم هستند مقدار متوسط را اندازه گیری نموده و یادداشت نمایید .

آزمایش ۳–۱۰

هدف ار آزمایش طرز کار تقویت کننده ولتاژ پیرو می باشد **Voltage follower** مداری مطابق شکل ببندید . ولتاژ منبع تغذیه را متصل نمایید.



ورودی سیگنال ژنراتور را برای ۱/۵ ولت پیک تو پیک تنظیم نمایید فرکانس را حداقل برای **400Hz** تنظیم نمایید . باتغییر ورودی مشاهده خواهید نمود خروجی همواره معادل ورودی می باشد . چرا؟

آزمایش۱۱

طراحی تقویت کننده های خطی

تقویت کننده های خطی

کلیه آزمایشهایی که تاکنون در مورد Op-amp انجام شد مربوط به پارامترهای Op-amp بود در این قسمت ما چگونگی استفاده از آپ امپ را جهت مدار تقویت کننده خطی بررسی خواهیم نمود بدین ترتیب که در کلیه آزمایش های این فصل، خروجی مستقیما متناسب با مقدار ورودی می باشد . در این فصل ما با طراحی ، مقایسه تعیین چگونگی کیفیت مدارهای ذیل با استفاده از آپ امپ آشنا خواهیم شد.

۱- تقویت کننده غیر معکوس کننده

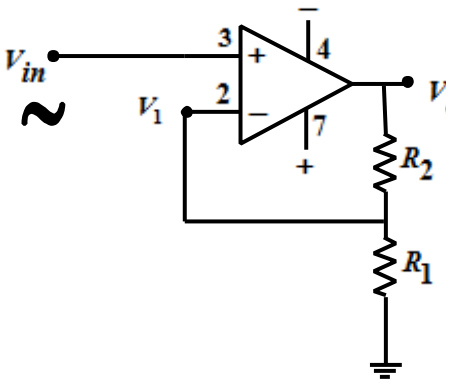
۲- تقویت کننده معکوس کننده

۳- ولتاژ پیرو

۴- مشتق گیر

۵- انتگرال گیر

تقویت کننده غیر معکوس کننده Non-inverting Amplifier



R_1 عنصر ورودی و R_2 عنصر فیدبک نامیده می شود.

۱- ضریب تقویت همواه بزرگتر از یک است

۲- ورودی و خروجی هم فاز هستند .

ضریب تقویت مدار حلقه بسته $A_{cl} = Aclosed\ Loop = 1 + (\frac{R_2}{R_1})$

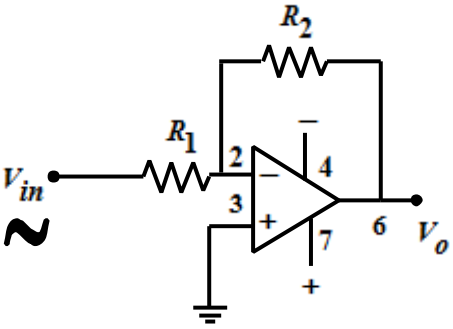
ضریب تقویت مدار بسته ولتاژ $A_L = \frac{A_{ol}}{A_{cl}}$

ضریب تقویت مدار باز و برای آی سی A_{ol}

با این مثال مشخص می شود که با اضافه کردن فیدبک ضریب تقویت حلقه افزایش می یابد که نتیجه اش کاهش امپدانس خروجی مدار تقویت کننده می باشد.

تقویت کننده معکوس کننده Inverting – Amplifier

مطابق شکل زیر آپ امپ به عنوان تقویت کننده به کار می رود و علت آن اینست که سیگنال ورودی به تقویت کننده معکوس کننده متصل می گردد . ورودی به R_1 متصل می گردد که بعنوان عنصر ورودی نامیده می شود مقاومت R_2 عنصر فیدبک می باشد. برای این تقویت کننده ولتاژ خروجی از رابطه $V_O = -(\frac{R_2}{R_1})V_i$ بدست می آید.



علامت منفی به این دلیل می باشد که خروجی و ورودی ۱۸۰درجه اختلاف فاز دارد .

ضریب تقویت مدار حلقه بسته $A_{cl} = \frac{V_O}{V_i} = -(\frac{R_2}{R_1})$

ضریب تقویت ولتاژ تقویت کننده معکوس کننده می تواند کمتر از ۱ باشد و بستگی به مقادیر R_1 و R_2 دارد.

ضریب تقویت حلقه $A_l = \frac{A_{ol}}{A_{cl}} = A_{ol}(\frac{-R_1}{R_2})$

برعکس تقویت کننده غیر معکوس کننده ، امپدانس ورودی تقویت کننده معکوس کننده معادل R_1 است و خیلی کمتر از مدار غیر معکوس کننده می باشد.

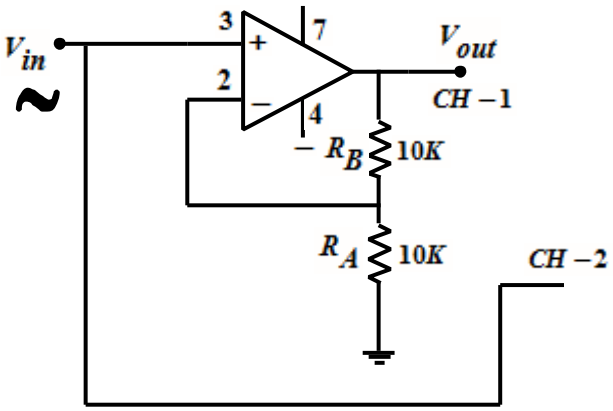
امپدانس خروجی مدار بوسیله امپدانس خروجی ذاتی **Op-amp** و ضریب تقویت حلقه مدار بدست می آید. کلیه آزمایشهایی که در این قسمت انجام خواهد شد با **Op-amp 741** خواهد بود.

آزمایش شماره۱– ۱۱ (تقویت کننده غیرمعکوس کننده)

هدف از آزمایش چگونگی طرز کار تقویت کننده غیر معکوس کننده می باشد .

ضریب تقویت ولتاژ= $\frac{V_O}{V_i} = 1 + \frac{R_B}{R_A}$

مداری مطابق شکل زیر ببندید(اسیلوسکوپ در حالت **Ac-Coupling**)



۱- فرکانس معادل

400Hz با ولتاژ پیک تو پیک ۱ولت اعمال نمایید . تفاوت بین سیگنال ورودی و خروجی را رسم نمایید .

۲- ولتاژ پیک تو پیک خروجی چقدر می باشد ؟

ضریب تقویت ولتاژ= $1 + \frac{R_B}{R_A} =$

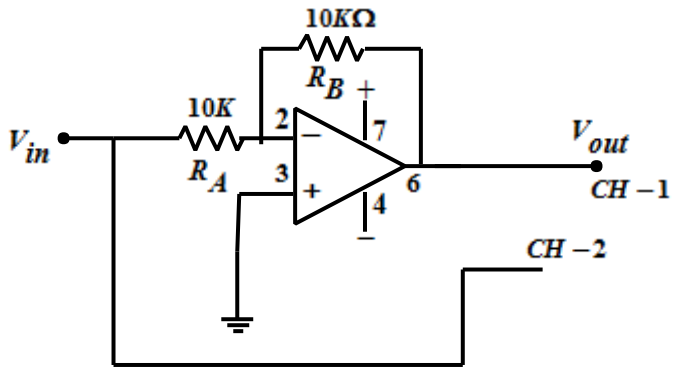
۳- ولتاژ ورودی را در یک ولت پیک تو پیک تنظیم نموده و جدول زیر را پر نمایید .

RB	$V_{O(P-P)}$	$\frac{V_O}{V_i}$
27K		
39K		
47K		
82K		

آزمایش شماره۲– ۱۱ (تقویت کننده معکوس کننده)

هدف ار این آزمایش چگونگی کار تقویت کننده معکوس کننده می باشد .

مداری مطابق شکل زیر ببندید :



۱- اسیلوسکوپ و ولتاژهای لازم را متصل نمایید(اسیلوسکوپ در حالت Ac-Coupling)

۲- خروجی سیگنال ژنراتور را در حالت ۱ ولت پیک تو پیک و فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم نمایید .

ضریب تقویت ولتاژ $= \frac{V_O}{V_i} = -\frac{R_B}{R_A}$

ولتاژ خروجی را اندازه گیری نمایید .(پیک تو پیک)

۳- ورودی را در ۱ ولت پیک تو پیک تنظیم نموده مقاومت R_B را تغییر دهید و جدول زیر را پر نمایید .

R_B	V_O اندازه گیری شده (پیک تو پیک)	A_V ضریب تقویت ولتاژ
$27K\Omega$		
$39K\Omega$		
$47K\Omega$		
$82K\Omega$		

آزمایش ۱۲

کاربرد تقویت کننده عملیاتی

دو آزمایش ذیل جهت مدارات مشتق گیر و انتگرال گیر به کار می رود .

آزمایش ۱–۱۲

هدف از این آزمایش طراحی و تشریح آی سی ۷۴۱ به عنوان مشتق گیر می باشد .

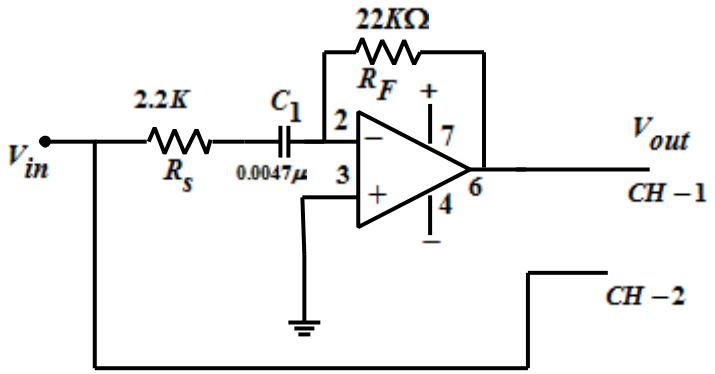
ولتاژ خروجی= $V_O = -R_F C(\frac{dV_i}{dt})$

مشخصه فرکانس کم $f_C = \frac{1}{2\pi RsC}$

وقتیکه $f < f_C$ باشد مدار بعنوان مشتق گیر به کار می رود. وقتیکه $f > f_C$ مدار مانند یک تقویت کننده معکوس کننده با ضریب تقویت ولتاژ $-\frac{R_f}{R_s}$ عمل می نماید .

الف – اسکوپ را جهت آزمایش در حالت **DC-Coupling** قرار دهید .

ب- مداری مطابق شکل زیر ببندید .



ج- یک ولتاژ مثلثی با ورودی ۱ولت پیک تو پیک و فرکانس **400Hz** با سیگنال ژنراتور بسازید. در خروجی موجی خواهید داشت مربعی با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز نسبت به ورودی ، ورودی و خروجی را رسم کنید .

پریود ولتاژ موج مربعی را اندازه گیری نمائید(t_1) . یا فرکانس، اگر فرکانس ورودی **400Hz** باشد .

آزمایش۲–۱۲

هدف از این آزمایش طراحی و تشریح آی سی۷۴۱ بعنوان انتگرال گیر می باشد .

ولتاژ خروجی $V_O = \frac{1}{R_1 C}\int V_i dt$

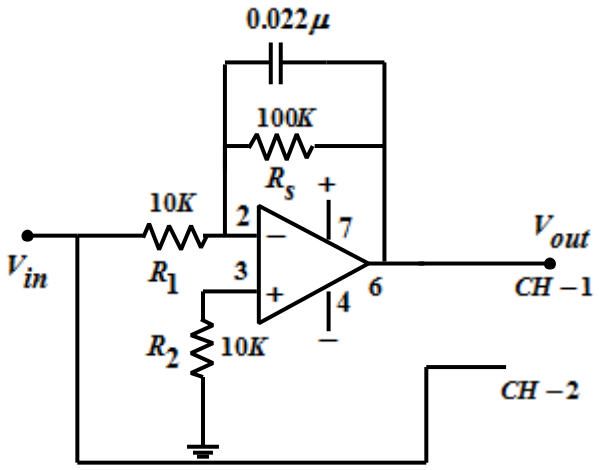
مشخصه فرکانس کم $f_C = \frac{1}{2\pi R_s C}$

وقتیکه $f < f_C$ مدار به عنوان یک تقویت کننده معکوس کننده تبدیل می شود .

وقتیکه $f > f_C$ مدار بعنوان انتگرالگیر عمل مینماید . برای حداقل خروجی افت وابسته به جریان بایاس ورودی

$R_2 = \frac{R_1 . R_s}{R_1 + R_s}$

الف- مداری مطابق شکل زیر ببندید .



ب- ولتاژ ورودی را یک ولت پیک تو پیک مربعی با فرکانس $10KHz$ تنظیم نمایید .موج خروجی بصورت مثلثی و ۱۸۰ درجه با ورودی اختلاف فاز دارد.

زمان صعود Slew rate opamp

در میان همه خصوصیات یک **Op-amp** که بر عمل **ac** آن تاثیر می گذارد زمان صعود(**slew-rate**) از همه مهمتر بوده ، زیرا محدودیت جدی برعمل سیگنال بزرگ **Op-amp** وارد می کند .
زمان صعود حداکثر سرعتی است که ولتاژ خروجی مطابق آن می تواند تغییر نماید . $I_C - 741$ زمان صعودی حدود ۰/۵ ولت بر میکروثانیه را دارا می باشد. این مقدار یعنی ولتاژ خروجی نمی تواند تندتر از ۰/۵ ولت بر میکروثانیه تغییر نماید . شکلهای زیر این امر را نشان می دهند.
اگر یک ۷۴۱ را با یک ولتاژ پله ای بزرگ **Over-drive** نمائیم خروجی بصورت خطی تغییر کند . مدت **20 sec** طول می کشد تا ولتاژ خروجی از **0v** به **10v** برسد .

آزمایش ۳-۱۲

اندازه گیری slew-rate :

مداری مطابق شکل ببندید. با استفاده از سیگنال ژنراتور سیگنال ورودی مربعی با دامنه $5v$ و با فرکانس $10KHz$ را به ورودی اعمال نموده و اندازه گیری های زیر را انجام دهید .

۱. مقدار Δv را اندازه گیری نموده و یادداشت نمائید .
۲. مقدار Δt را اندازه گیری نموده و یادداشت نمائید .
۳. مقدار SR را اندازه گیری نموده و یادداشت نمائید .

$$SR = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$