آشنایی با محیط schematics و تحلیل مدار های DC(قسمت اول)

در ابتدا باید با شماتیک محیط PS Pice آشنا شویم(یعنی چگونه یک مدار را طراحی کنیم)سپس به آنالیز و تحلیل مدار می پردازیم.

در طراحی مدار ابتدا باید محیط کتابخانه را مورد بررسی قرار دهیم برای ورود به محیط کتابخانه از منوی Draw در بالا گزینه ی Get NewPart (Ctrl+G) کلیک می کنیم و در قسمت Part Name نام قطعه ی مورد نظر را می نویسیم(عناصر زیر در مدار 1 بیشتر کاربرد دارد ولی برای جستوجوی عناصر بیشتر دکمه ی Libraries را کلیک کنید.)

Analog.slb	
عناصر	نماد
مقاومت	Rیا
خازن	C
خازن متغیر	c-var
سلف	L
سلف متغیر	L-var
مقاومت متغیر	R-var
منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ	E
منبع جریان وابسته به جریان	F
منبع جریان وابسته به ولتاژ	G
منبع ولتاژ وابسته به جریان	H

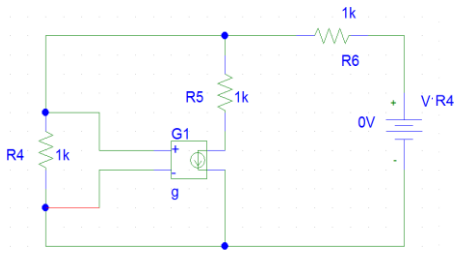
Source.slb	
منبع	نماد
منبع ولتاژ ثابت	VDC
منبع جریان ثابت	IDC
منبع ولتاژ متناوب	VAC
منبع جریان متناوب	IAC
منبع ولتاژ سینوسی	VSIN
منبع جریان سینوسی	ISIN
منبع ولتاژ پالس	VPULSE
منبع جریان پالس	IPULSE
منبع ولتاژ سینوسی	VSFFM
منبع جریان سه حالته	ISRC

رسم شماتیک مدار:

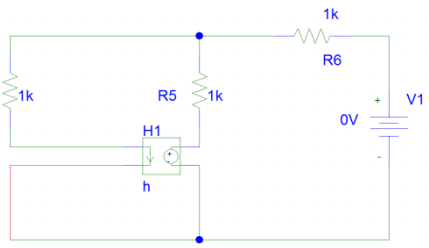
در این قسمت باید عناصر را از محیط کتابخانه و یا در بالای نوار ابزار در قسمت جست و جو نام عنصری که میخواهیم، را مینویسیم تا شکل آن عنصر بر روی صفحه ظاهر شود که با یک کلیک عنصر بر روی صفحه ثبت می شود.(برای چرخش عناصر از Ctrl+R و برای قرینه کردن عناصر از Ctrl+F استفاده می کنیم.)

وقتی که همه ی عناصر را به محیط شماتیک آوردیم نوبت به سیم بندی عناصر می رسد. برای این کار از منوی Draw گزینه ی Wire (Ctrl+W) و یا از نوار ابزار را انتخاب میکنیم. وقتی نشانگر مداد بر روی صفحه شماتیک ظاهر شد میان دو نقطه ی مورد نظر از عناصر یک کلیک میکنیم تا دو عنصر به هم وصل شود.

چند نکته: برای حذف نشانگر یک بار کلیک راست میکنیم ،اگر سیمی از روی سیم دیگر عبور کرد باید مواظب باشیم که دو سیم با هم اتصال پیدا نکنند و در محل عبور دو سیم گره به وجود نیاید. برای پاک کردن سیم ها یا عناصر بر روی آنها چپ کلیک میکنیم تا به رنگ قرمز در آید سپس با فشار دادن کلید Del از صفحه کیورد اقدام به حذف سیم یا عنصر میکنیم. در سیم بندی منابع وابسته باید دقت نمود. منابع وابسته از چهار پایه تشکیل شده اند دو پایه برای خود منبع و دو پایه برای وابستگی. دو پایه ی منبع را با توجه به جهت پلاریته ی منبع ولتاژ یا جهت جریان منبع جریان در مدار میبندیم. مطابق شکل روبه رو دو پایه ی وابستگی را در صورت وابستگی به ولتاژ، موازی با عنصری که ولتاژ آن وابستگی دارد (شکل 1-1)و در صورت وابستگی به جریان، سری با شاخه ای از مدار که جریان به آن وابسته است(شکل2-1)



منبع جریان وابسته به ولتاژ
شکل(1-1)

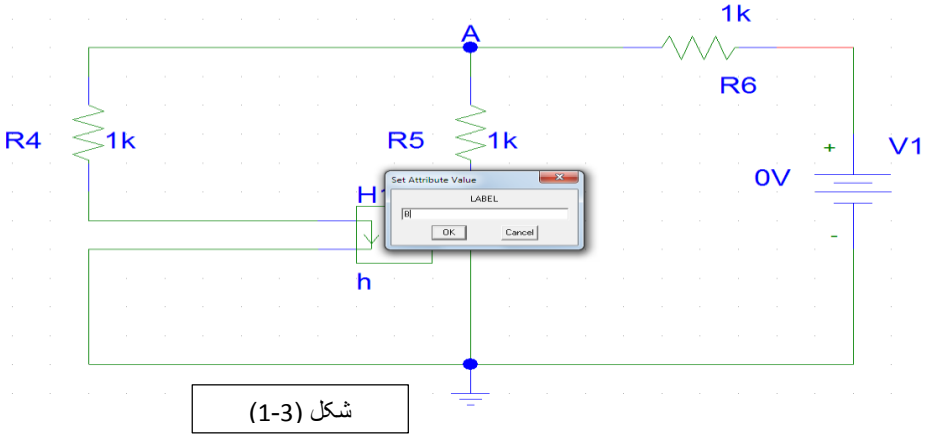


منبع ولتاژ وابسته به جریان
شکل(2-1)

گذاشتن گره ی زمین و نامگذاری گره ها:

برای گذاشتن زمین به کتابخانه رفته و در قسمت Part Name عنوان زمین را مینویسیم یا در نوار ابزار در قسمت جست و جو عنوان زمین را یادداشت میکنیم.(زمین می تواند یکی از این عناوین باشدGND_Earth یاGND_ANALOG یا AGND یا EGND را داشته باشد) سپس گره ای را به دلخواه انتخاب کرده و زمین را بر روی گره کلیک میکنیم.

حال برای گره های دیگر نامی انتخاب میکنیم به این صورت که با اشاره گر ماوس بر روی گره دو بار کلیک کرده تا پنجره ی Set Attribut Value باز شود و در قسمت LABEL نامی(مانند A,B,...)انتخاب و کلید ok را می زنیم. شکل (1-5)



شکل (1-3)

مقدار دهی به عناصر و منابع:

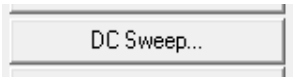
در دو طرف عناصر اعداد و حروفی نوشته شده که یکی نام آن ها(مانند...R1,R2,C1,L1) و دیگری مقدار آن ها می باشد(مانند...1k,10u,1n). بر روی مقدار دو بار کلیک کرده و در قسمت VALUE مقدار عنصر را می نویسیم. روشی دیگر برای مقدار دهی به عناصر و منابع این است که دو با بر روی عنصر کلیک چپ میکنیم تا پنجره ی Part Name باز شود. تیک های دو خانه در سمت چپ پایین را غیر فعال می کنیم(این تیک ها در سطح پیشرفته کاربرد دارد) و مقدار عناصر را در کادر Value مینویسیم و به کادر Name کاری نداریم سپس کلید ok را می زنیم. در خازن و سلف باید مقدار اولیه را در IC وارد کنیم. در منابع وابسته دو بار بر روی منبع کلیک کرده و ضریب وابستگی را در قسمت Value وارد میکنیم.

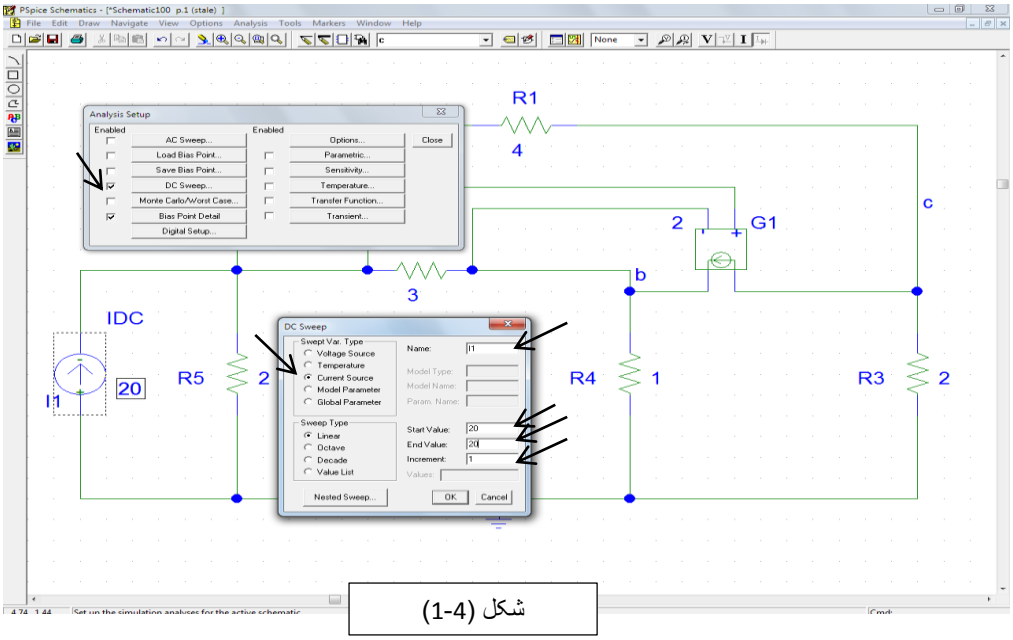
برای وارد کردن مقادیر از نمادهای زیر به عنوان مقیاس استفاده میکنیم.

مقدار	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}
سمبل	10 F	10 P	10n	10u	10m	10k	10meg	10G	10 T

آنالیز مدار(1-در حالت DC):

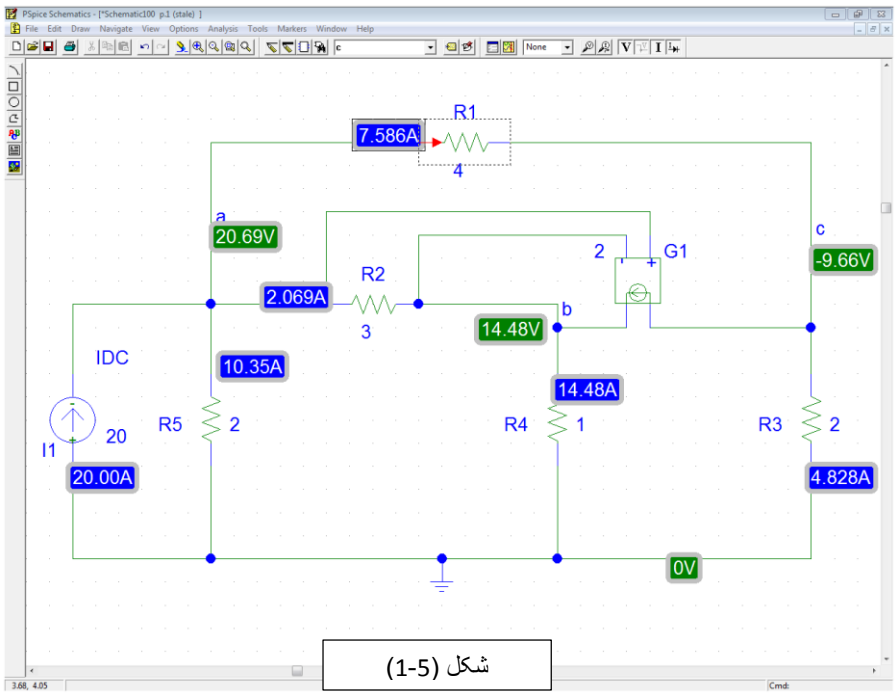
حال نوبت به تحلیل مدار در حالت DC است از منوی Analysis در بالا،Setup را انتخاب میکنیم و یا در نوار ابزار بر روی آیکون کلیک میکنیم. در پنجره ی Analysis Setup تیک های Bias Point Detail و ...Dc Sweep را فعال میکنیم.

حال روی دکمه ی  کلیک میکنیم این پنجره برای معرفی کردن یک منبع(فرقی ندارد کدام منبع باشد)برای تحلیل مدار



شکل (1-4)

است. در Swept Var.Type بر روی گزینه های Voltage Source (منبع ولتاژ) و Current Source (منبع جریان)(بسته به این که در مدار چه منبعی داریم) کلیک میکنیم. نام منبع را در قسمت Name (مانند...V1,I1) و در قسمت Start Value و End Value مقدار منبع را می نویسیم و در قسمت Incrementعدد 1 میگذاریم. حال کلید ok را میزنیم و از پنجره ی Analysis Setup خارج میشویم.(برای اطلاع بیشتر از تحلیل AC Sweep (تحلیل فازوری)و Transient(تحلیل حالت گذرا) به وبلاگ مجله مراجعه شود.)شکل(4-1)



شکل (1-5)

حالا مدار آماده ی تحلیل است . از منوی Analysis در بالا گزینه ی Simulate (F11) را میزنیم یا در نوار ابزار آیکون را انتخاب میکنیم. پنجره ی Save As باز میشود پروژه را در مسیری ذخیره مینماییم.

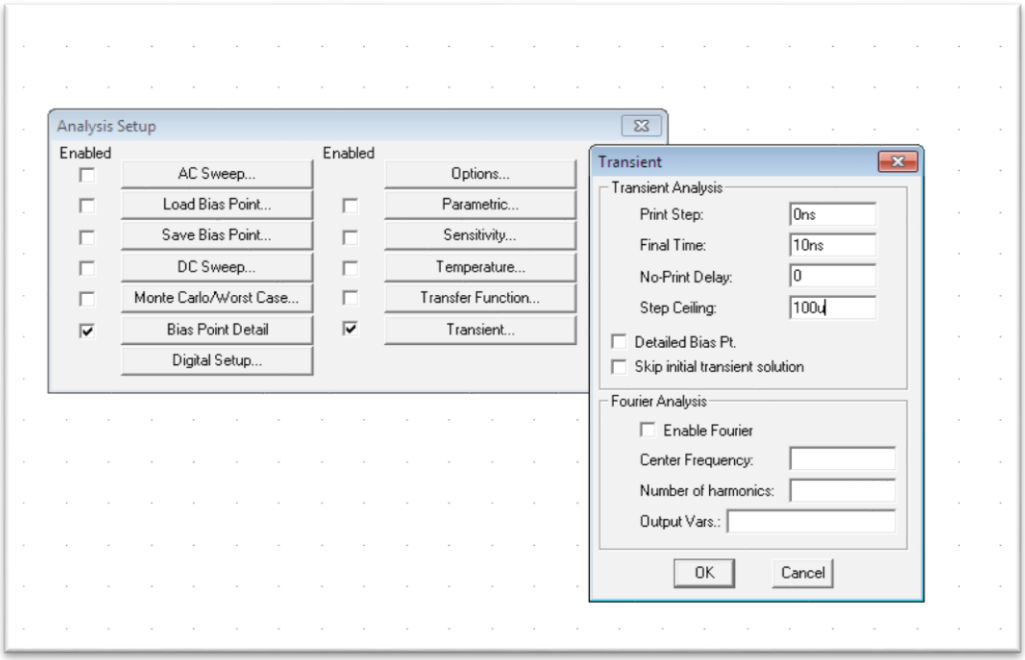
اگر بر روی صفحه اعدادی ظاهر نشد در نوار ابزار دکمه های (برای نشان دادن ولتاژ گره ها) و (برای نشان دادن جریان شاخه ها) را فعال میکنیم.

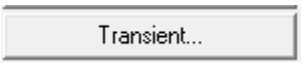
شکل (1-5)

آنالیز مدار(2- در حالت گذرا):

تحلیل حالت گذرا بیشتر در مدار های سلفی، خازنی و سیستم های دیجیتال و کلا مداراتی که در زمان تغییر میکنند کاربرد دارد و نمودار های جریان و ولتاژ عناصر را تحلیل می کند.

بعد از آوردن عناصر به محیط شماتیک و سیم بندی آنها و گذاشتن گره ی زمین و مقدار دهی عناصر نوبت به تحلیل مدار در حالت گذرا است. (توجه داشته باشید که در خازن و سلف علاوه بر نوشتن مقدار آن ها در قسمت value باید مقدار اولیه ی خازن یا سلف را در قسمت IC نوشته شود.)



از منوی Analysis ، ...Setup را انتخاب می کنیم یا از نوار ابزار آیکون را می زنیم تا پنجره ی Analysis Setup باز شود حال برای تحلیل مدار در حالت گذرا و دیدن شکل موج ها بر حسب زمان تیک Transient را میزنیم و بر روی خود دکمه ی 

کلیک می کنیم تا پنجره ی Transient باز شود در این پنجره قسمت هایی وجود دارد که به توضیح آن در زیر می پردازیم.

Print Step: در این قسمت زمان شروع آنالیز مدار تعیین می شود که معمولا صفر در نظر می گیریم.

Final Time: در این قسمت زمان پایان آنالیز نوشته می شود یعنی تعیین حداکثر محدوده زمانی نمایش شکل موج .**نکته:** مقداردهی در این قسمت بسیار مهم است به این گونه که هر چه زمان تاخیر مدار کم باشد(ظرفیت خازن و سلف کم باشد) زمان انتخابی هم باید کم باشد و بر عکس.

No-PrintDelay: این قسمت برای کاستن از فایل داده خروجی برای مدار های بزرگ با زمانهای شبیه سازی طولانی است که صفر می گذاریم.

Step Ceiling: تنظیم گامهای زمانی که PSpice برای محاسبه مدارات خروجی برمی دارد یعنی هر چه عددی که در آن وارد می کنیم کوچکتر باشد دقت رسم نمودار بیشتر است (مثلا 100n دقت بیشتری نسبت به 100u دارد)

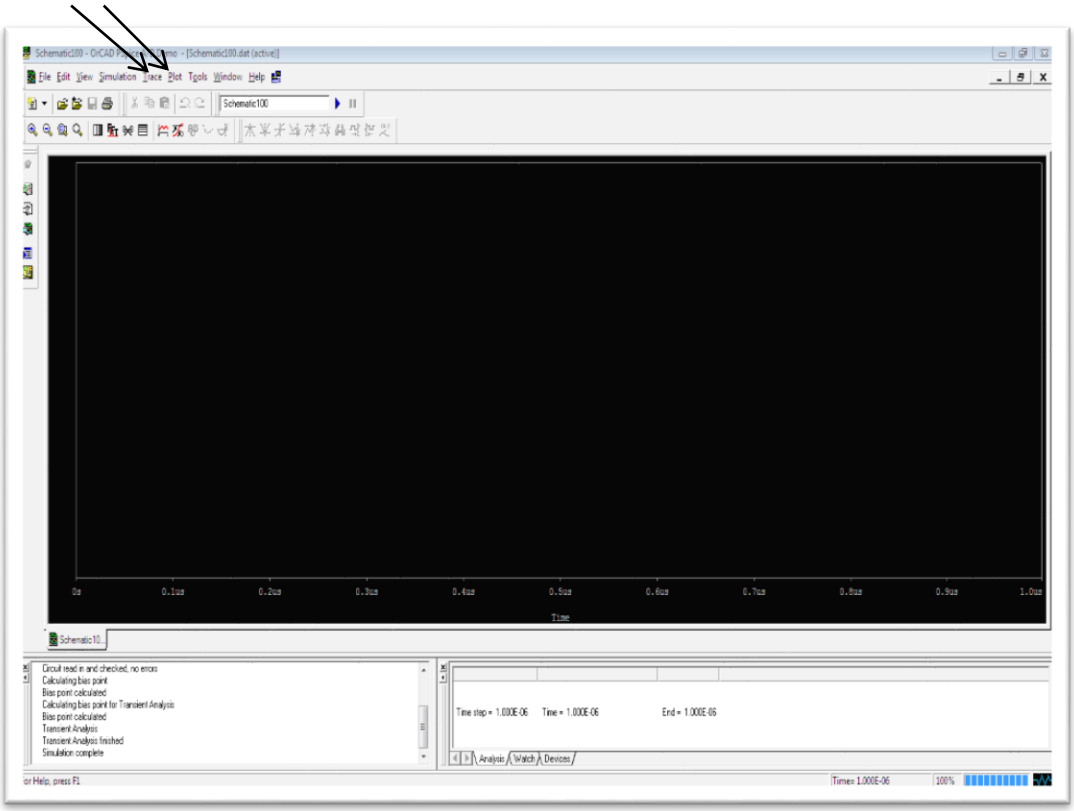
Detailed Bias Pt: در صورت استفاده از دیود و ترانزیستور ها در مدار شماتیک به کار گرفته می شود.

Skip initial transient solution:استفاده از شرایط اولیه مشخص در مدار برای اجرای تحلیل گذرا که کار با آن نداریم.

بعد از پر کردن قسمت های گفته شده کلید Ok را می زنیم و از پنجره ی Analysis Setup خارج می شویم. حالا مدار آماده ی تحلیل است . از منوی Analysis در بالا گزینه ی Simulate (F11) را می زنیم یا در نوار ابزار آیکون را انتخاب میکنیم. پنجره ی Save As باز میشود پروژه را در مسیری ذخیره مینماییم.

بعد از گذشت زمانی (ممکن است آنالیز مدار کمی طول بکشد)پنجره ای در پایین ویندوز باز شود و شروع به چشمک زدن کند آن را باز می کنیم این محیط کهProbe نام دارد مانند اسلیسکوپ ولتاژ و جریان هر قسمت از مدار را به ما نشان می دهد.

برای نمایش شکل موج ها از منوی Trace، Add Trace را انتخاب می کنیم یا در نوار ابزار بر روی آیکون کلیک می کنیم تا پنجره ی Add Trace باز شود. شما می توانید در قسمت Simulation Output Variables ولتاژ و جریان عناصر(متغیر های قابل ترسیم) را ببینید و در قسمت Functions or Macros توابع قابل استفاده مانند جمع،تفریق،()sin،()Log و...را میتوان دید.مثلا اگر بخواهیم $V_{(a)} - V_{(b)}$ را نمایش دهیم باید با ماوس بر روی $V_{(a)}$ از ستون سمت چپ بعد بر روی – (تفریق) از ستون سمت راست و سپس بر روی $V_{(b)}$ کلیک کنیم تا عبارت $V_{(a)} - V_{(b)}$ در داخل کادر *Trace Expression* نوشته شود. سپس *Ok* را می زنیم تا نمودار آن نمایش داده شود



چند نکته:اگر نمودار به صورت خط راست موازی با محور *Time* رسم شده بازه ی زمانی بسیار زیاد بوده و باید به محیط شماتیک برگردیم و در *Analysis Setup* و دکمه ی *Transient* را زده و زمان *Final Time* را کم کنیم.(مثلا اگر *1u* بود به*100n* کاهش می دهیم.)و اگر نمودار به صورت خط مورب بود باید بازه ی زمانی بیشتر شود.(نمودار های حالت گذرای *RLC* و*RC* و*RL* بیشتر به صورت نمایی میباشند.)

در منوهای بالا در محیط *probe* دو منو پر کاربردتر است که به توضیح آن می پردازیم

1- منوی *Trace* که در آن گزینه های زیر است

Add Trace…: برای اضافه کردن نمودار های جریان و ولتاژ عناصر

Delete All Traces: برای پاک کردن تمام نمودار ها

Fouriel: برای بردن نمودار ها از حالت زمان به حالت فرکانس وبر عکس

Cursor ⟵ *Display*(در نوار ابزار آیکون): مشخص کردن این که هر نقطه بر روی شکل موج دارای چه مختصاتی است (وقتی این گزینه را انتخاب کردید در محیط *Probe* کادری باز میشود در این هنگام با فشار دکمه چپ ماوس و پایین نگه داشتن و حرکت دادن آن برای ارزیابی تقطه یA_1 و فشار دکمه ی راست ماوس و پایین نگه داشتن و حرکت دادن آن برای ارزیابی نقطه یA_2 می باشد)

2- منوی Plot که در آن گزینه های زیر است

Add Y Axis: برای اضافه کردن یک ستون عمودی دیگر به نمودار

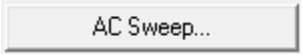
Delete Y Axis: برای پاک کردن ستون های عمودی اضافه شده

Add Plot to Window: برای اضافه کردن نمودار جدید در صفحه ویندوز

Label: برای گذاشتن نوشته یا عدد بر روی نمودار

آنالیز مدار(3- در حالت AC Sweep):

از منوی Analysis ، …Setup را انتخاب می کنیم یا از نوار ابزار آیکون را می زنیم تا پنجره ی Analysis Setup باز شود حال برای تحلیل مدار در حالت فرکانسی و دیدن شکل موج ها بر حسب فرکانس تیک AC Sweep را میزنیم و بر روی خود دکمه ی



کلیک می کنیم تا پنجره ی AC sweep and Noise Analysis باز شود در این پنجره قسمت هایی وجود دارد که به توضیح آن در زیر می پردازیم.

برای تحلیل AC دو قسمت sweep porameters و AC Sweep Type تکمیل می شود .

Linear: تغییرات فرکانسی به صورت خطی است.

Octav: تغییر فرکانسی به صورت هشت برابر است.

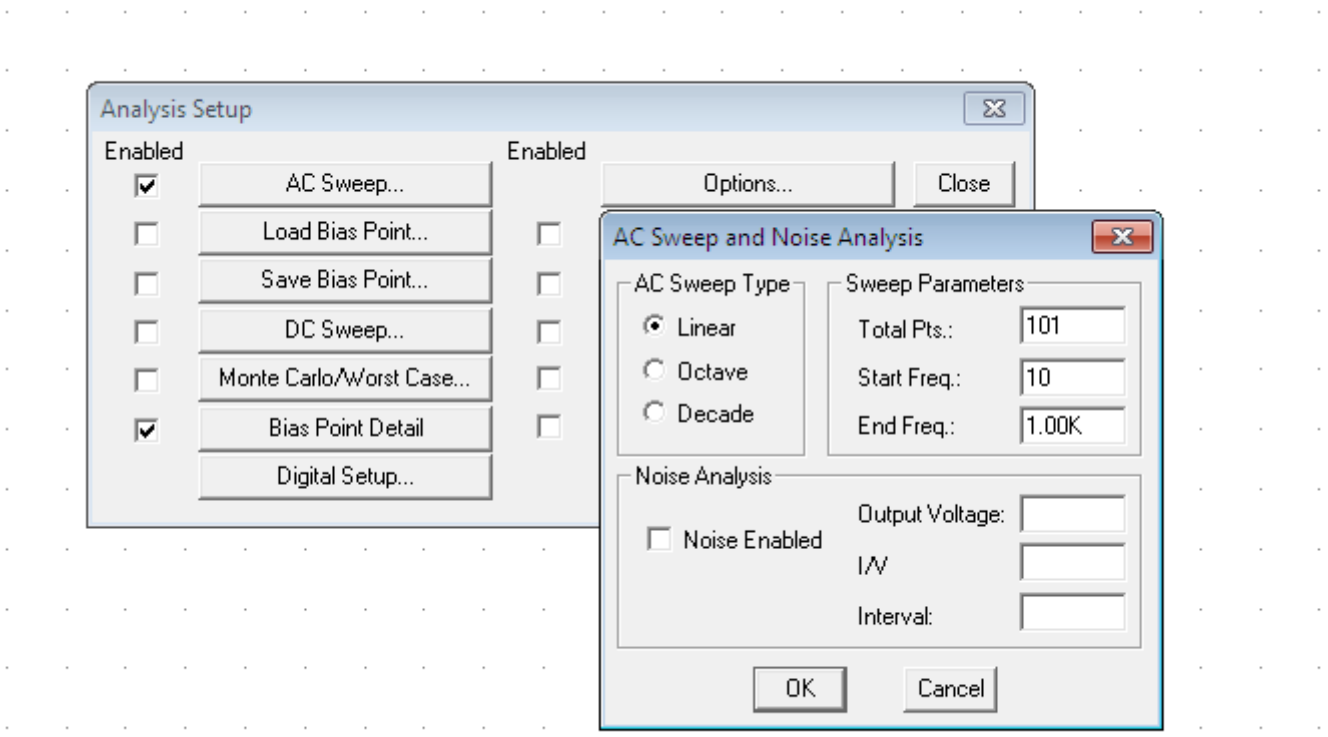
Decode: تغییر فرکانسی به صورت ده برابر است.

Start Freg: فرکانس شروع

End Freg: فرکانس خاتمه

Pts: تعداد نقاط

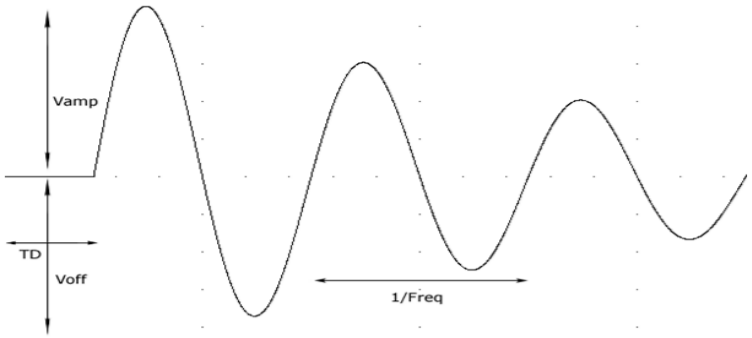
هنگامیکه اطلاعات بالا نوشته شد کلید ok را زده و از پنجره setup Analysis خارج شده و مدار را شبیه سازی می کنیم. در این تحلیل بیشتر از منبع SIN و VSRC(که در زیر به توضیح آن می پردازیم) استفاده می کنیم.



معرفی چند منبع:

■ منبع سینوسی ■

برای ایجاد ولتاژ و جریان سینوسی از VSIN و ISIN که در کتابخانه Source.slb قرار دارند استفاده می شود. این منبع شکل موجي با معادلـه زیر مي سازد:



تعریف منبع

$$V(t) = V_o + V_m e^{-\alpha(t-td)} \; Sin[\,2\pi f(t-td) + \varphi\,]$$

تعریف منبع سینوسی

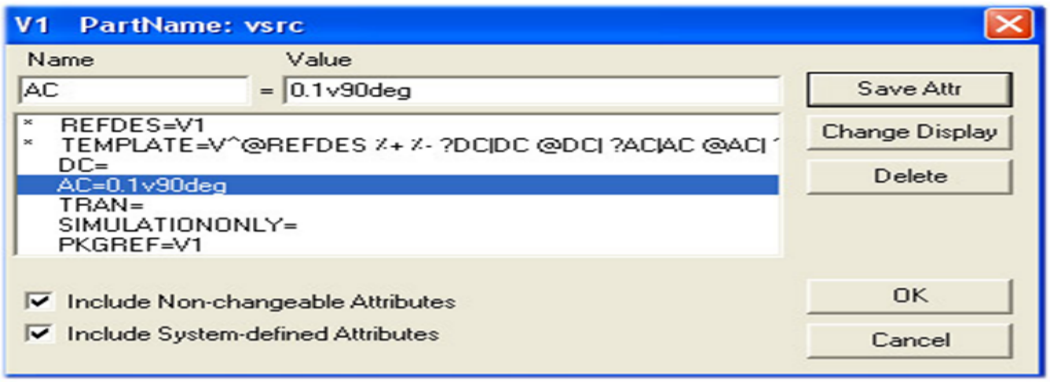
برای این کار باید در پنجره مشخصه آن مقادیر قابل تغییر را که در برگیرنده مفاهیم زیر می باشند با مقادیر مورد نظر جایگزین کرد.

Voff	ولتاژ آفست	Vo
Vamp	دامنه حداکثر شکل موج سینوسي	Vm
TD	زمان تأخیر برحسب ثانیه	td
FREQ	فرکانس برحسب هرتز	f
DF	ضریب تضعیف 1/ ثانیه	α
Phase	فاز برحسب درجه	φ

منابع VSRC را هم می توان به عنوان منبعDC و هم AC و هم متناوب استفاده نمود

VSRC به عنوان منبع AC

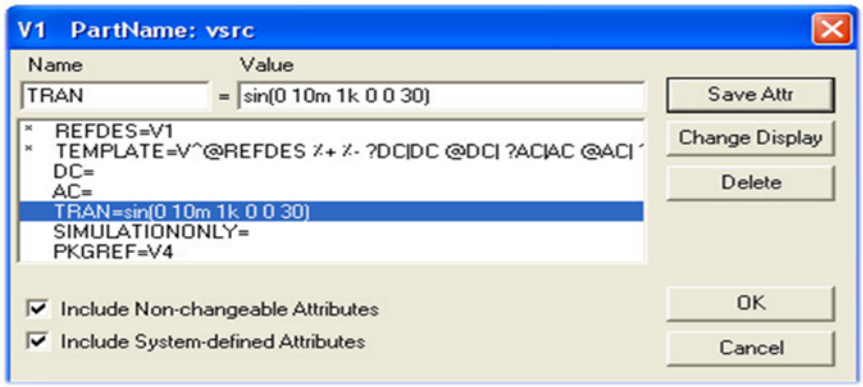
وارد کردن مقادیر مورد نظر در خط مقابل AC =



منبع تغذیه AC = دامنه 0.1v ، فاز 90°

منبع VSRC به عنوان منبع در تحلیل گذرا با شکلهای سینوسی، پالسی یا مثلثی

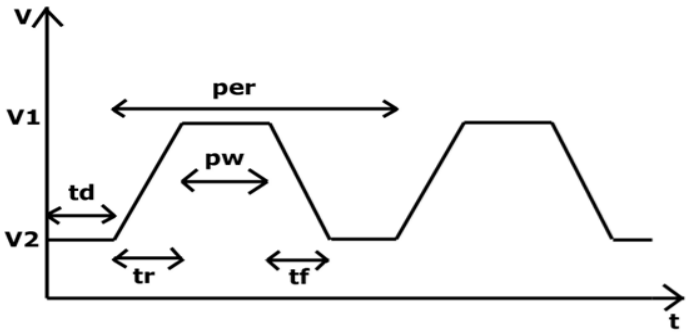
وارد کردن مقادیر مورد نظر در خط مقابل TRAN =



منبع VSRC برانداشتن موج سینوسي با دامنه 10mv،
فرکانس 1KHz و فاز 30°

شکل موج پالسی IPULSE,VPULSE

از منبع *PULSE* برای ساخت شکل موج پالسی آنالوگ غیر ایده آل استفاده می شود .
این منابع در کتابخانه Source.Slb موجود است



برای ایجاد یك موج پالسی درPspice به متغیر های زیر نیاز است

V_1	ولتاژ شروع
V_2	ولتاژ پالس
Td	زمان تأخیر قبل از اولین پالس
tr	زمان صعود *(rise time)*
tf	زمان نزول *(fall time)*
Pw	نشاندهنده مقدار زمان حضور پالس در سطح
Per	زمان تناوب پالس متناوب
DC, AC	معرف تحلیلهای AC ,DC