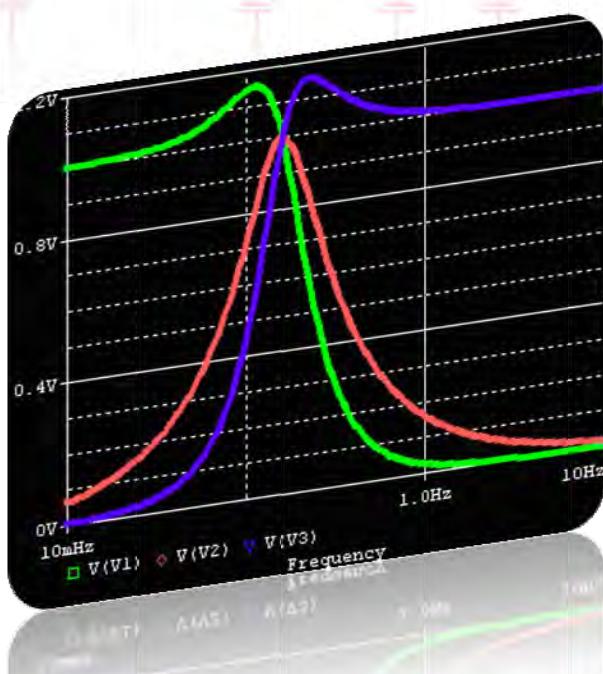
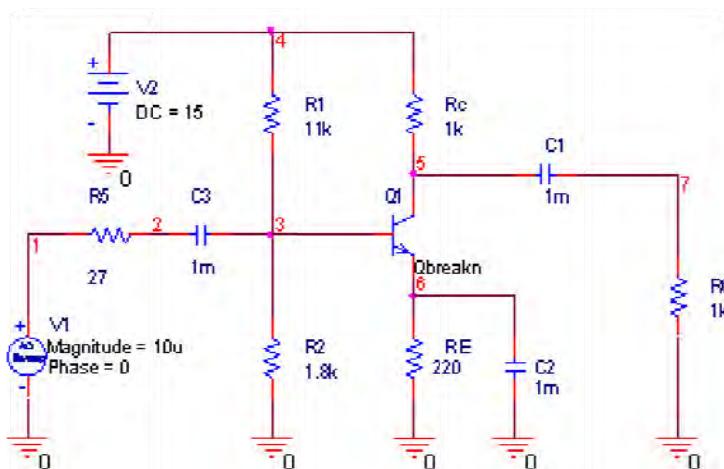




راهنمای نرم افزار OrCAD Capture



www.irebooks.com

تهیه کنندگان:
میثم میرزاوی
تابستان ۸۶

V6.0



فصل اول:	
۳	ایجاد پروژه و ترسیم مدار
فصل دوم:	
۱۴	تحلیل نقطه کار DC
فصل سوم:	
۲۲	تحلیل جاروب DC
فصل چهارم:	
۳۸	تحلیل حوزه فرکانس
فصل پنجم:	
۵۱	تحلیل حوزه زمان
فصل ششم:	
۶۵	بلوک های ABM
فصل هفتم:	
۶۹	تحلیل مدارات دیجیتال
فصل هشتم:	
۷۸	تحلیل مونت کارلو
فصل نهم:	
۸۴	ساخت مدل، زیر مدار و قطعه
ضمیمه الف:	
۹۲	راهنمای نصب OrCAD 10.5
ضمیمه ب:	
۹۸	منابع متغیر با زمان
ضمیمه ج:	
۱۰۲	پارامترهای برخی مدل های PSpice
ضمیمه د:	
۱۱۲	توابع قابل استفاده با Probe
۱۱۳	منابع

Email: ee.mirzaee@yahoo.com



بسم الله الرحمن الرحيم

Chapter 1:

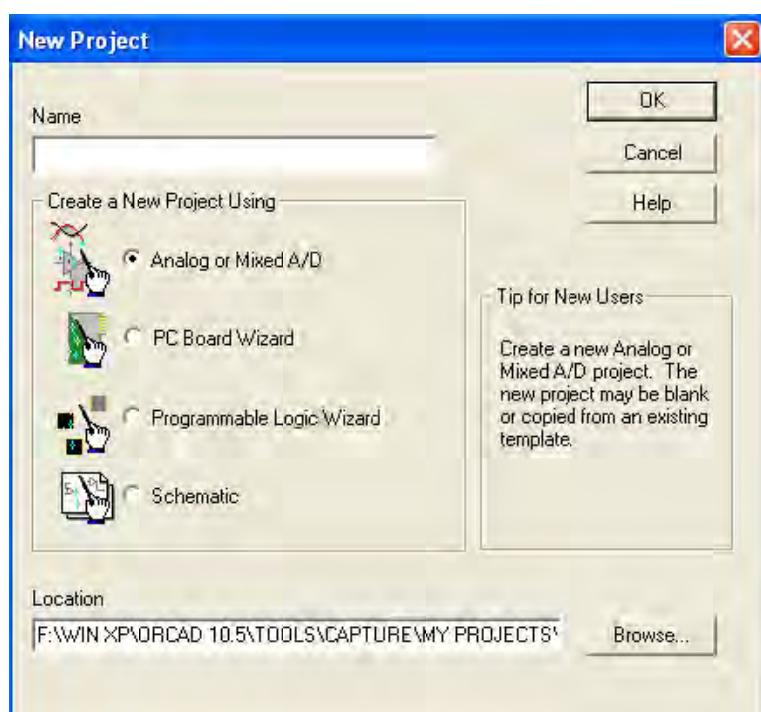
Creating Project & Drawing Circuit

پس از نصب نرم افزار OrCAD می توانید از طریق آدرس زیر برنامه را اجرا کنید:

Start menu → Programs → Orcad 10.5 → Capture (or Capture CIS)

(Start menu → Programs → Orcad Family Release 9.2 → Capture (or Capture CIS))

اولین کار در Capture ایجاد یک پروژه جدید است. برای این کار از منوی File گزینه New و سپس Project را انتخاب نمایید. با انتخاب Project با کادر زیر مواجه خواهید شد.



در فیلد Name نام پروژه و در آدرس دایرکتوری مورد نظر را برای ذخیره Create a پروژه وارد کنید. در قسمت میانی چهار گزینه برای New Project Using انتخاب نوع پروژه وجود دارد:

1-Analog or Mixed A/D

این گزینه برای رسم و تحلیل مدارات آنالوگ و یا دیجیتال می باشد که ما در این راهنما با همین نوع پروژه ها کار می کنیم.

2-PC Board Wizard

امکان رسم مدار و ایجاد PCB در Layout Plus

3-Programmable Logic Wizard

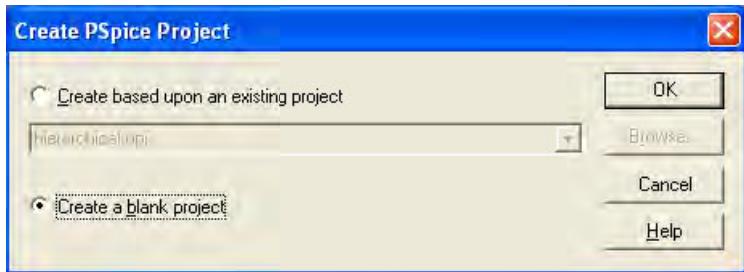
طراحی مدار با CPLD یا FPGA

4- Schematic

امکان رسم مدار بدون تحلیل و شبیه سازی



در صورت انتخاب گزینه اول پنجره Create PSpice Project باز می شود که شامل دو گزینه است:



1- Create based upon an existing project

این گزینه پروژه ای برای مدارهای سلسله

مراتبی که شامل چند صفحه اند بر اساس یک پروژه از قبل تعریف شده ایجاد می کند که فعلاً به بحث ما مربوط نمی شود.

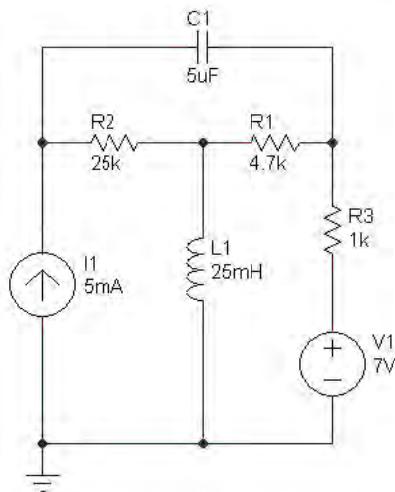
2- Create a blank project

ایجاد فقط یک صفحه خالی جهت پیاده سازی پروژه (البته در همین یک صفحه نیز می توان بلوک هایی قرار داد و برای هر کدام یک صفحه جدید ایجاد کرد).
برای شروع کار گزینه دوم را انتخاب کنید.

با انتخاب این گزینه یک صفحه خالی و یک نمودار درختی شامل صفحات شماتیک، فایل Netlist و در اختیار داریم. مدار مورد نظر را در صفحه شماتیک رسم کرده و تحلیل هایمان را روی آن انجام خواهیم داد. (پنجره ای به صورت Minimize Window به نام Session Log نیز در پایین صفحه نرم افزار وجود دارد (از طریق منوی هم می توانید به آن دسترسی پیدا کنید). لیست کارهایی که در طی شبیه سازی یک پروژه انجام می شود در این پنجره آمده است. هم چنین در برخی موارد متن Errorها در این پنجره قرار می گیرد).



ترسیم مدار



فرض کنید می خواهیم مدار زیر را رسم کنیم.

برای رسم مدار مراحل زیر را به ترتیب انجام می دهیم:

- 1- جایگذاری قطعات در محیط شماتیک

- 2- سیم کشی مدار

- 3- نصب گره زمین

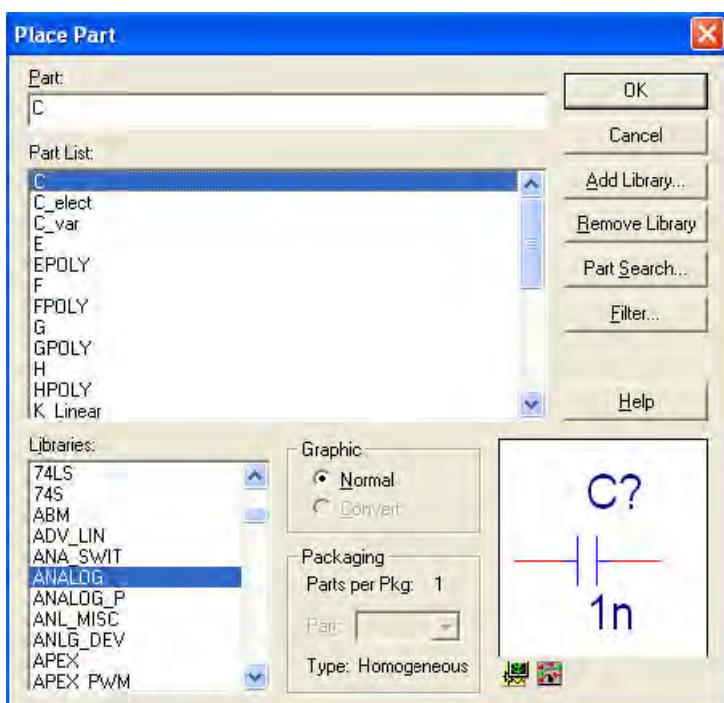
- 4- اصلاح نام و مقدار قطعات

- 5- شماره گذاری گره ها

1- جایگذاری قطعات در محیط شماتیک:

در سمت راست صفحه نمایش نوار ابزاری شامل ابزار های مورد نیاز برای رسم مدار و اضافه کردن موادی از قبیل متن، اشکال هندسی و ... قرار داده شده است. این نوار ابزار به Tool Palette موسوم است که برای نمایش یا حذف آن از محیط کارتان می توانید از منوی View آن را فعال یا غیر فعال کنید. تمام ابزارهای موجود در این نوار از طریق منوی Place نیز قابل دسترسی می باشند، هم چنین برای اکثر آنها کلید های میانبری نیز در نظر گرفته شده که می توانید از آنها نیز استفاده کنید. اولین ابزار select است که از آن می توان برای انتخاب قطعات قرار داده شده در شماتیک استفاده کرد. ابزار دوم Place part است که برای جایگذاری قطعات از آن استفاده می شود با کلیک کردن روی آن پنجره زیر برای انتخاب قطعه مورد نظر باز می شود. (از کلید P صفحه کلید نیز می توانید استفاده کنید). در گوش پایین سمت چپ این پنجره کادری به نام Libraries وجود دارد که

شامل تمامی کتابخانه های نصب شده در OrCAD می باشد. هر کتابخانه شامل تعدادی قطعه است که اسمی آنها در کادر Part List موجود می باشد. برای انتخاب یک قطعه خاص مثلا خازن باید نام کتابخانه و نام قطعه را بدانید. اگر نام کتابخانه قطعه تان را نمی دانید کلیدهای Ctrl+A را به منظور انتخاب همه کتابخانه ها فشار دهید، نام قطعه را در فیلد وارد کنید در این صورت تمام قطعه های با آن نام به همراه اسمی کتابخانه هایشان در Part List لیست می شوند و شما می توانید قطعه مورد نظر را انتخاب کنید.

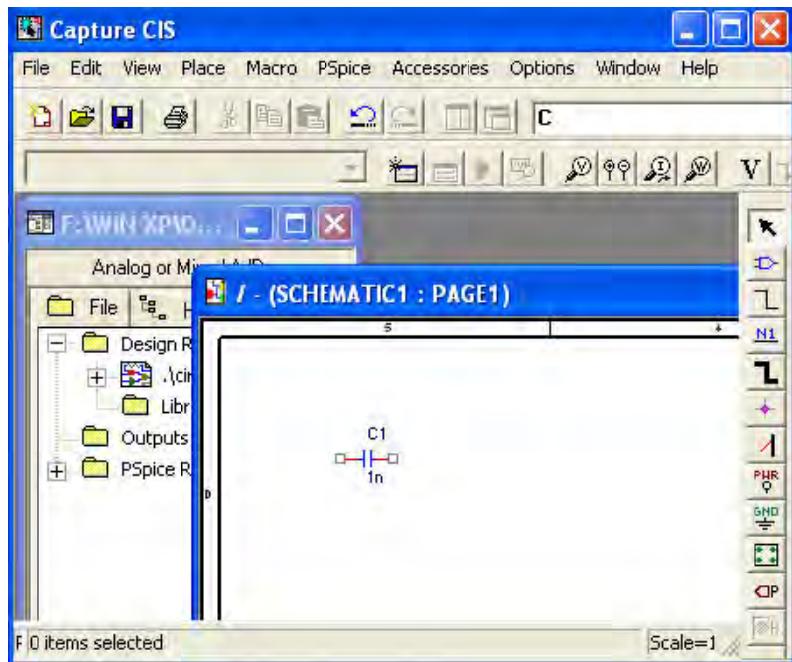




در پنجره Part List با کلیک کردن روی گزینه Add Library می توانید کتابخانه ای را از آدرسی روی هاردتاش به لیست کتابخانه های OrCAD اضافه کنید (فایلها ی با پسوند olb) و یا با انتخاب یک کتابخانه و کلیک کردن روی Remove Library آن را از لیست کتابخانه حذف کنید (با این کار فقط نام کتابخانه از لیست حذف می شود ولی فایل آن از روی هارد پاک نمی شود. برای دسترسی به فایل های کتابخانه ها می توانید در صورت نصب نرم افزار در دایرکتوری D:\Program Files\OrCAD 10.5\tools\capture\library

(و یا در نسخه 9.2 به آدرس D:\Program Files\Orcad\Capture\Library) مراجعه کنید.

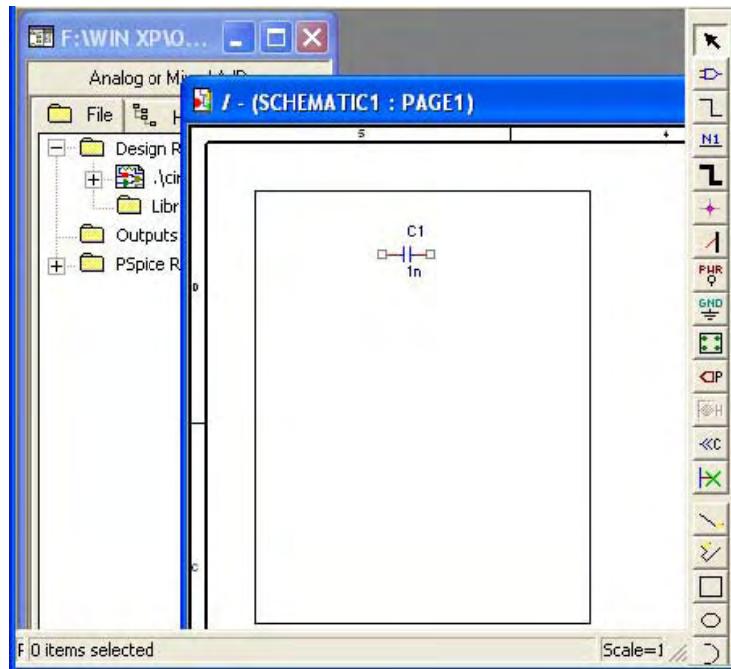
روی گزینه ANALOG در لیست کتابخانه ها و سپس C در لیست قطعات کلیک کنید با این کار شماتیک خازن به همراه ظرفیت پیش فرض آن در پایین صفحه نمایش داده می شود. با انتخاب OK وارد محیط شماتیک شوید. همانطور که مشاهده می کنید یک خازن به نشانگر ماوس چسبیده با جابجا کردن نشانگر خازن را به محل مورد نظر برد و با کلیک کردن آن را جایگذاری کنید. بعد از جایگذاری خازن هنوز خازن به نشانگر چسبیده که شما در صورت داشتن خازن دیگری در مدار می توانید باز هم از آن استفاده کنید و خازن ها را جایگذاری کنید. در حالت پیش فرض خازن ها به صورت افقی رسم می شوند اگر می خواهید خازنی را عمودی رسم کنید قبل از کلیک کردن و جایگذاری خازن کلیک راست کنید و گزینه rotate را انتخاب کنید(می توانید کلید R صفحه کلید را فشار دهید) با این کار خازن ۹۰ درجه خلاف عقربه های ساعت می چرخد. بعد از رسم تمام خازن ها (که البته در مدار می یک خازن بیشتر نیست) در جایی خالی از صفحه کلیک راست کنید و گزینه End Mode را انتخاب کنید. (و یا کلید Esc را فشار دهید) با این کار از حالت رسم خازن خارج شده می توانید ادامه کارهایتان را انجام دهید.



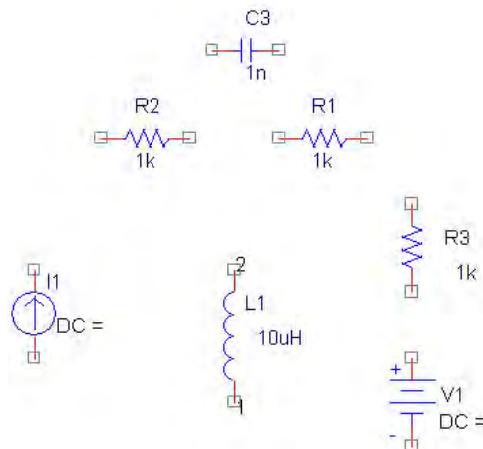
برای بزرگنمایی تصویر و مشاهده بهتر مدار باید بر روی مدار Zoom کنید. برای این کار می توانید از منوی View گزینه Zoom In و سپس Zoom Out را انتخاب کنید. یا از نوار ابزار بالای صفحه گزینه سمت چپ را انتخاب کنید. ولی راه بهتر این است که ماوس را به نقطه ای که می خواهید روی آن Zoom کنید برد و کلید I را به منظور Zoom In فشار دهید. با این روش روی هر نقطه دلخواه می توانید Zoom کنید در حالی که در دو روش قبلی در وسط صفحه می شد. در نوار Zoom از سمت چپ گزینه دوم برای Zoom Out قابلی در وسط صفحه می باشد.



(کوچک نمایی)، گزینه سوم Zoom to region برای انتخاب منطقه ای خاص و بزرگ کردن در تمام پنجره و Zoom to all برای نمایش کل صفحه در پنجره. با انتخاب گزینه Zoom to region قادری شبیه کادر زیر در صفحه رسم نموده تا این ناحیه در کل صفحه نمایش داده شود.



بعد از این کار بقیه قطعات مدار را از پنجره Place Part انتخاب کنید و در جای مربوطه قرار دهید تا شکل زیر حاصل شود. (مقاومت و سلف از کتابخانه Analog - منبع ولتاژ و جریان مستقل به نام های VDC و IDC از کتابخانه Source)



در نوار ابزار فیلدی برای انتخاب قطعات بدون مراجعه به Place Part وجود دارد که می توانید نام قطعه را در آن وارد کنید.

(اگر چندین قطعه با یک نام در کتابخانه های مختلف باشد یکی از آنها انتخاب می شود که ممکن است قطعه مورد نظر شما نبوده و ناچار شوید به Place Part مراجعه کنید) با کلیک بر روی مثلث کنار این کادر لیست قطعاتی که در مدار استفاده کرده اید را مشاهده می کنید. می توانید دوباره هر یک از آنها را انتخاب و در مدار قرار دهید.

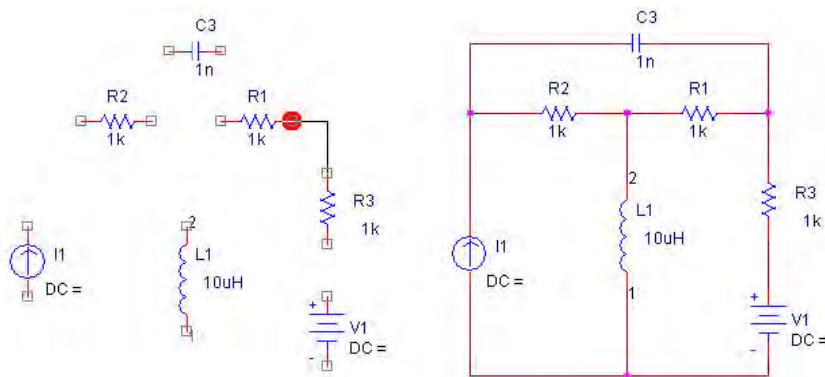


*- برای قرینه کردن یک قطعه نسبت به محور افقی یا عمودی می توانید در هنگام جایگذاری و یا بعد از آن با انتخاب قطعه و کلیک راست گزینه Mirror Horizontally و یا Mirror Vertically را انتخاب نمایید.



۲- سیم کشی مدار:

برای سیم کشی مدار روی گزینه Place Wire (نوار ابزار سمت راست صفحه) در Tool Palette کلیک کنید تا نشانگر ماوس به علامت + تبدیل شود. (به جای این کار می توانید از منوی Wire گزینه Place را انتخاب کنید و یا کلید W صفحه کلید را فشار دهید). روی سر یکی از قطعات مدار کلیک کنید و ماوس را به طرف قطعه دیگری بکشید تا روی یکی از سرهای آن نشانگر ماوس به دایره قرمز رنگ تبدیل شود مجددا کلیک کنید تا این سیم کامل شود. همین کار را در مورد سایر اتصالات مدار انجام دهید تا مدار کامل شود. پس از پایان سیم کشی کلید Esc را بزنید.



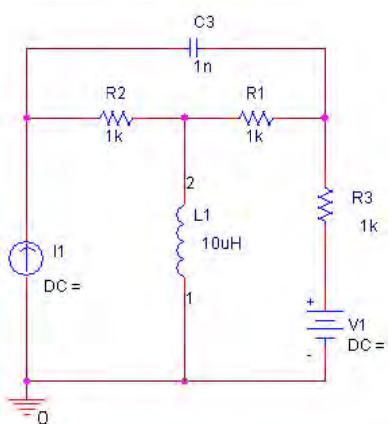
*- اگر دو سیم از روی هم رد شده اند و اتصالی با هم ندارند برای برقراری اتصال از tool palette گزینه (و) یا Junction از منوی place یا کلید J از صفحه کلید را انتخاب کنید و یک نقطه اتصال (Junction) در محل مورد نظر قرار دهید. با قرار دادن مجدد Junction در این نقطه اتصال از بین می رود.
*- برای رسم سیم های مورب کلید Shift را پایین نگهداشید، در نقطه ای به منظور تعیین ابتدای سیم مورب کلیک کنید و ماوس را تا نقطه انتهایی بکشید، ماوس و سپس Shift را رها کنید.

۳- نصب گره زمین:

برای هر مدار حتما باید گره ای به عنوان گره زمین انتخاب شود، در غیر این صورت OrCAD قادر به تحلیل مدار نخواهد بود. برای انتخاب گره زمین ابتدا روی گزینه Ground در Tool Palette کلیک کنید و یا کلید G صفحه کلید را فشار دهید سپس در پنجره Source Ground کتابخانه Place Ground را انتخاب کنید و دکمه OK را فشار دهید. ماوس را به نقطه مورد نظر برد، کلیک کنید تا گره زمین جایگذاری شود برای اتمام کار کلید Esc را فشار دهید. از طریق ابزار Place Wire زمین را با سیم به مدار متصل کنید.



*- در کتابخانه Source قطعات \$D_HI و \$D_LO برای یک و صفر کردن ورودی مدارات منطقی استفاده می شوند.

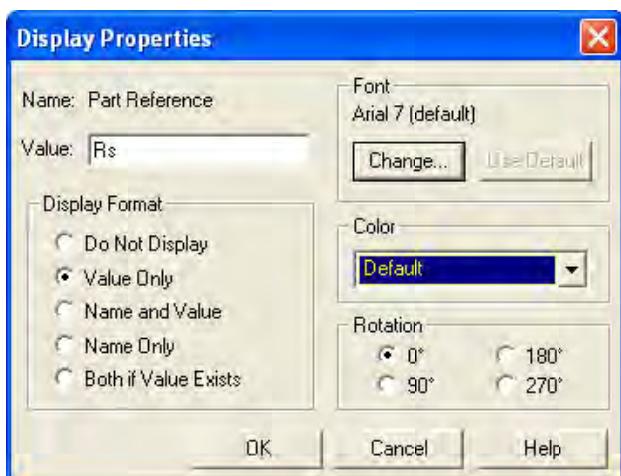


*- برای جایگایی قطعات ابتدا روی قطعه کلیک کنید تا انتخاب شود سپس با پایین نگهداشتن کلید ماوس نشانگر را به همراه قطعه به نقطه مورد نظر منتقل کنید. با این کار علاوه بر قطعه سیم های اتصال آن نیز جابجا خواهد شد برای اینکه فقط قطعه جابجا شود قبل از جایگایی کلید Alt صفحه کلید را پایین نگه دارید. اگر از Ctrl استفاده کنید یک کپی از قطعه تولید و جابجا خواهد شد و اگر از Shift استفاده کنید قطعه به همراه اتصالاتش جابجا خواهد شد با این تفاوت که سیم های متصل به قطعه به جای فقط افقی و عمودی مورب می شوند.

۴- اصلاح نام و مقدار قطعات:

برای تغییر نام یا مقدار یک عنصر می توانید به پنجره Properties آن عنصر مراجعه کنید و تغییرات مورد نظر را اعمال کنید و یا اینکه از پنجره Display Properties استفاده کنید (هر یک از ویژگی های یک المان پنجره Display Properties مخصوص به خود را دارد).

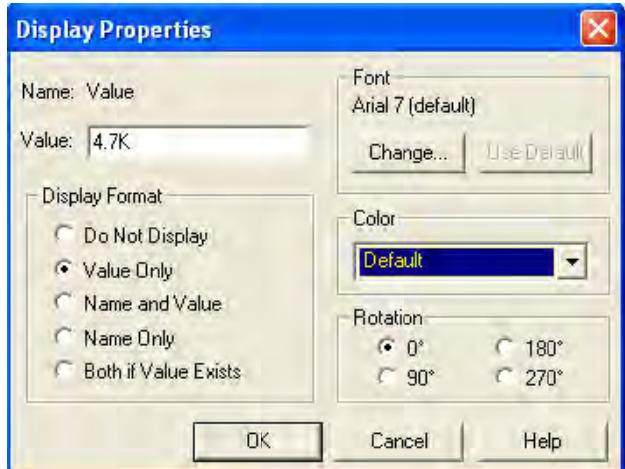
فرض کنید می خواهیم نام و مقدار مقاومت R1 را به Rs و 4.7K تغییر دهیم برای این کار ابتدا روی عبارت R1 در کنار مقاومت دابل کلیک کنید تا پنجره Display Properties باز شود. در فیلد Value نام جدید قطعه را وارد کنید.



با استفاده از گزینه های Display Format می توانید عبارت های متفاوتی در کنار شماتیک مقاومت نمایش دهید. با انتخاب گزینه Value Only فقط عبارت Rs و با انتخاب گزینه Part Reference = عبارت Name and Value نمایش داده می شود. گزینه Part Only را نمایش می دهد.

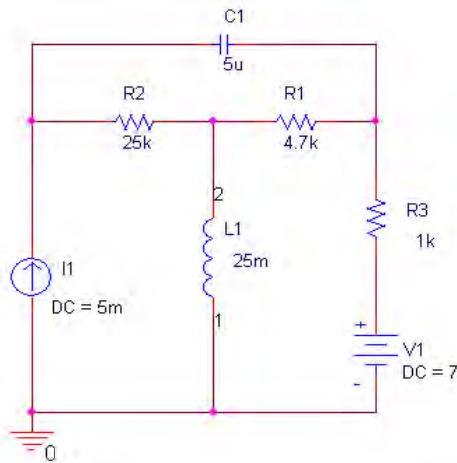
در سمت راست پنجره نیز گزینه هایی برای تغییر رنگ، تغییر فونت و دوران نام قطعه وجود دارد. برای اعمال تغییرات گزینه OK را انتخاب و به محیط شماتیک باز گردید.

برای تغییر مقدار مقاومت روی عبارت R1 در کنار مقاومت Rs کلیک کنید تا پنجره Display Properties مربوط به Value باز شود، در فیلد Value مقدار 4.7K را وارد کنید. بقیه گزینه های این پنجره مانند پنجره قبل است.



*- بین مقدار 4.7 و k فاصله ای قرار ندهید. تفاوتی بین کوچک یا بزرگ بودن حرف K وجود ندارد. در صورتیکه می خواهید مقدار مقاومت در حد مگا اهم باشد حتما عبارت (meg) را بعد از عدد مورد نظر وارد کنید حروف m و M هر دو به میلی اشاره دارند. (لیست این اسمی در جدول زیر آمده است). به همین ترتیب بقیه عناصر را ویرایش کنید تا مدار مورد نظر شبیه شکل زیر حاصل شود.

Alphabet Used	Stands for
F(f)	Femto
P(p)	Pico
N(n)	Nano
U(u)	Micro
M(m)	Milli
K(k)	Kilo
MEG(meg)	Mega
G(g)	Giga
T(t)	Tera



همانطور که در بالا گفته شد ویژگی های یک عنصر را از طریق پنجره Properties آن نیز می توان تغییر داد برای این کار روی عنصر مورد نظر یک بار کلیک کنید تا انتخاب شود سپس با کلیک راست گزینه Edit را انتخاب کنید (می توانید روی عنصر دابل کلیک کنید و یا پس از انتخاب آن از منوی Properties را انتخاب کنید و یا کلیدهای Ctrl+E را بزنید). پنجره ای شبیه پنجره زیر باز می شود. (مربوط به (R1



روی یکی از فیلدها کلیک راست کنید و Pivot را انتخاب کنید و در پنجره گزینه های Color، Pert Reference، Name و Value برای تغییر رنگ، نام و مقدار قطعه وجود دارد. - اگر در پنجره Properties که در بالا گفته شد گزینه Do Not Display را انتخاب کنید عبارت مورد نظر از صفحه شماتیک حذف می شود. برای دسترسی مجدد به آن پنجره می توانید در پنجره Property Editor که هم اکنون باز است آن مورد مثلاً عبارت Part Reference را انتخاب و با کلیک راست گزینه Display را بزنید تا پنجره Display Properties باز شود.



A	
SCHEMATIC1 : PAGE1	
Color	Default
Designator	
DIST	FLAT
Graphic	R.Normal
ID	
Implementation	
Implementation Path	<none>
Implementation Type	
Location X-Coordinate	220
Location Y-Coordinate	110
MAX TEMP	RTMAX
Name	IN555
Part Reference	R1
PCB Footprint	AX/RC05
POWER	RMAX
Power Pins Visible	Γ
Primitive	DEFAULT
PSpiceTemplate	R^@REFDES %1 %2 ?TOL
Reference	R1

- *- اگر چند قطعه را از طریق کلید Ctrl انتخاب کنید و از منوی Properties را انتخاب کنید، ویژگی های همه عناصر در یک صفحه و در چند ستون مشاهده خواهند شد.
- *- اگر حافظه ای سلفی در اختیار دارید و می خواهید برای آن مقدار اولیه قرار دهید در پنجره Property Editor در قسمت IC مقدار اولیه را وارد کنید.
- *- در قسمت Source Library از پنجره Property Editor آدرس کتابخانه قطعه وجود دارد که از طریق آن می توانید نام کتابخانه را شناسایی کنید.
- *- در منابع ولتاژ و یا جریان مقدار باید در قسمت DC وارد شود. (نام در Value)

*- در پنجره Property Editor برای برخی قطعات علاوه بر Part Reference گزینه Reference نیز وجود دارد که هردو دارای یک عبارت می باشند و آن نام قطعه است. این دو گزینه زمانی متفاوتند که مثلاً تراشه ۷۴۰۰ در اختیار داریم و وارد پنجره Property Editor یکی از گیت های آن شده ایم در این صورت در قسمت Reference نام تراشه یعنی U1 و در قسمت Part Reference نام گیت اول U1A وارد شده است.

۵- شماره گذاری گره ها:

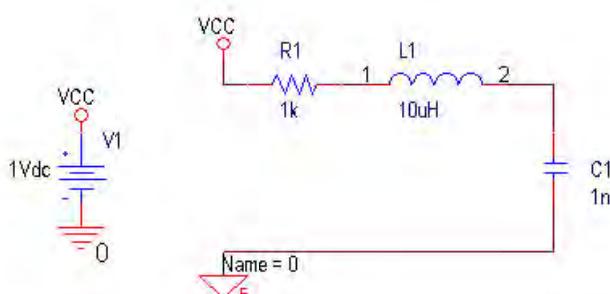
بعد از ایجاد هر گره نامی را به آن اختصاص می دهد ولی به دلیل اینکه این نام ها از کاراکترهای زیادی تشکیل شده اند اغلب کار کردن با آنها کمی سخت است. به همین خاطر ما برای گره ها شماره هایی به ترتیب از یک قرار می دهیم. (شماره گره زمین صفر است)

برای نام گذاری گره روی گزینه Place net alias در Tool Palette کلیک کنید و یا کلید N صفحه کلید را فشار دهید. در پنجره باز شده در فیلد Alias عدد 1 را وارد کنید. در این پنجره نیز گزینه هایی برای تغییر ظاهر اسمی گره ها وجود دارد. روی گزینه OK کلیک کنید، ماوس را به سر سمت چپ مقاومت R2 برد و کلیک کنید با فشار دادن مجدد کلید N عدد 2 را انتخاب و در گره مورد نظر قرار دهید پس از جایگذاری تمام گره ها کلید Esc را قشار دهید.

*- نام هر گره را حتماً باید در کنار یک سیم یا یک اتصال قرار دهید طوری که گوشه سمت چپ پایین (یا چپ یا پایین) آن در کنار آن سیم باشد.

*- دو گره هم نام اتصال کوتاه تلقی می شوند بنابراین در انتخاب نام گره ها دقیق کنید تا با مشکلی در تحلیل مدار مواجه نشویم.

علاوه بر Net Alias روش های دیگری نیز برای نام گذاری گره ها وجود دارد. یکی از این روش ها استفاده از Power است. برای فعال کردن این ابزار از Tool Palette گزینه Place (یا Power از منوی F) و یا کلید F از صفحه کلید) را انتخاب کنید. در پنجره Place Power یکی از VCC ها (از کتابخانه CAPSYM) را انتخاب کنید. قطعه انتخاب شده را به گره مورد نظر وصل کنید. با این کار نام گره به VCC تبدیل می شود که می توانید آن را تغییر دهید. نمونه ای از کاربرد Power در مدار زیر آمده است.



-* Power VCC و GND به تنها ی هیچ

ولتاژی به مدار القا نمی کنند به این معنا که اگر مثلا از یک GND استفاده کنید و نام آن را 0 قرار دهید به هیچ وجه آن گره زمین نمی شود. یک گره تنها زمانی زمین می شود که به قطعه 0 از کتابخانه Source متصل باشد.

رسم مدار به پایان رسیده و مدار ما آماده تحلیل می باشد. از منوی File گزینه Save را انتخاب کنید. صفحه شماتیک و نمودار درختی پروژه را ببندید.

*- برای ذخیره پروژه در یک پوشه جدید ابتدا در نقطه ای خالی از نمودار درختی کلیک کنید، از منوی File Save as را انتخاب کرده، فایل jpg را ذخیره کنید. سپس عبارت Project name.dsn را از نمودار درختی انتخاب کنید و از منوی File as Save فایل dsn را نیز ذخیره کنید. (الزامی وجود ندارد که فایل dsn هم نام jpg باشد).

*- اگر حجم مدار به اندازه ای است که در صفحه شماتیک فضای کافی برای آن وجود ندارد از طریق گزینه Design Template در منوی Options Size Page تب می توانید اندازه شماتیک را تغییر دهید.

*- ممکن است بخواهید از شماتیک مدار رسم شده در نرم افزاری مثل Word استفاده کنید، برای این کار با نشانگر ماوس مستطیلی در اطراف مدار رسم کنید تا همه قطعات و اتصالات انتخاب شوند، از منوی Edit را انتخاب کنید، به محیط Word بروید و Paste کنید. با این کار فقط مدار کپی می شود برای کپی کردن کل صفحه شماتیک از کلیدهای Ctrl+A جهت انتخاب همه صفحه استفاده کنید. نتیجه کپی آن را با حالت قبل مقایسه کنید.

*- OrCAD برای هر المان دو سر یک سر مثبت و یک سر منفی در نظر می گیرد که در ارائه نتایج تحلیل منظور از ولتاژ یک عنصر ولتاژ سر مثبت منهای ولتاژ سر منفی و منظور از جریان یک المان جریانی است که از سر مثبت وارد و از سر منفی خارج می شود. جهت مقدادر اولیه هم بر مبنای همین علامت هاست، پس دانستن اینکه کدام سر مثبت و کدام منفی است اهمیت بسیاری دارد. در برخی عناصر سرهای مثبت و منفی به صورت + و - یا 1 و 2 در کنار شماتیک آنها مشخص شده است. در عناصری که سر مثبت و منفی مشخص نشده با دانستن اینکه قطعه چند بار rotate شده و قبل از rotate افقی بوده یا عمودی می توان سر مثبت و منفی را تشخیص داد، به این ترتیب که سر مثبت قطعه افقی در سمت چپ و سر مثبت قطعه عمودی در بالای قطعه قرار دارد با هر بار rotate کردن المان 90 درجه خلاف عقربه های ساعت می چرخد، با شمارش تعداد دفعات rotate می توان سرهای مثبت و منفی را مشخص کرد. اگر وضعیت اولیه قطعه و یا تعداد rotate ها را نمی دانید از فایل Netlist استفاده کنید. برای ایجاد Netlist از منوی PSpice گزینه Create Netlist را انتخاب کنید تا Netlist ایجاد شود، از همین منو گزینه View Netlist را انتخاب کنید، پنجره ای شامل یک فایل متنی حاوی Netlist باز می شود، در پس از نام هر قطعه ابتدا شماره گره ای که سر مثبت به آن متصل شده نوشته می شود، از این طریق می توان سر مثبت و منفی را تشخیص داد.



منابع وابسته:

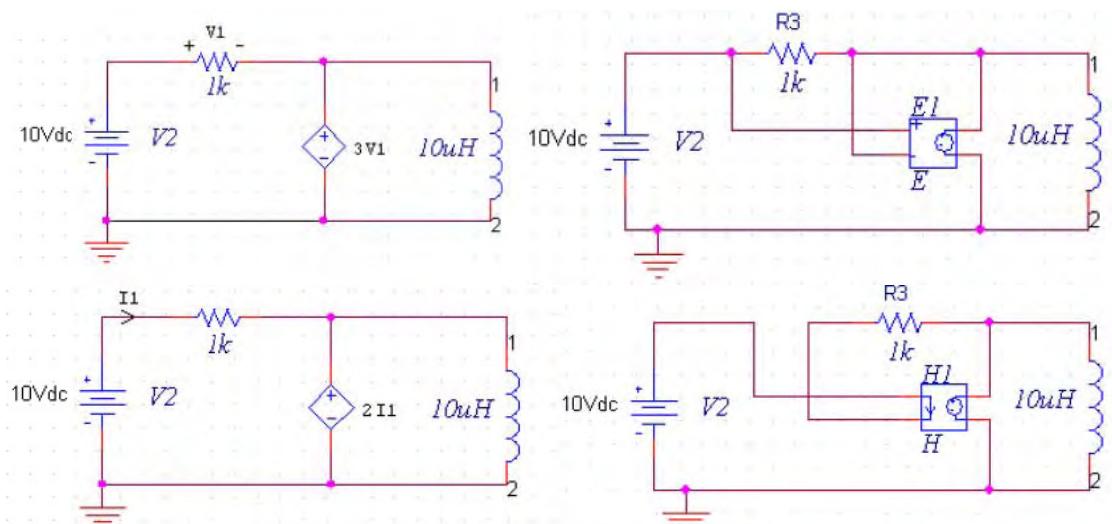
منابع وابسته در OrCAD المان هایی چهار سر هستند که از دو سر آن برای منبع و از دو سر دیگر برای ارجاع به نقاطی که جریان یا ولتاژ آن ورودی منبع است استفاده می شود.

از قطعات E، F، G و H در کتابخانه ANALOG برای منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ، منبع جریان وابسته به جریان، منبع جریان وابسته به ولتاژ و منبع ولتاژ وابسته به جریان استفاده می شود.

در منابع وابسته به ولتاژ، سرهای ورودی به دو المانی که خروجی منبع به ولتاژ آن وابسته است متصل می شوند.

در منابع وابسته به جریان، ورودی با المانی که از جریان آن به عنوان ورودی منبع استفاده می شود سری می شود.

بهره منابع وابسته از طریق فیلد GAIN در پنجره Property Editor تعیین می شود.
مثال:





Chapter 2:

Bias Point

پس از رسم مدار نوبت به تحلیل آن می‌رسد. اولین تحلیلی که بررسی می‌کنیم تحلیل Bias Point است: این تحلیل مقدار ولتاژ DC گره‌ها، جریان DC و توان المان‌ها را محاسبه می‌کند. برای مدارهای مناسب است که دارای منبع DC ثابت با زمان و قطعاتی همچون مقاومت، دیود، ترانزیستور و... (قطعاتی که رابطه ولتاژ-جریان آنها به زمان بستگی ندارد) می‌باشند.

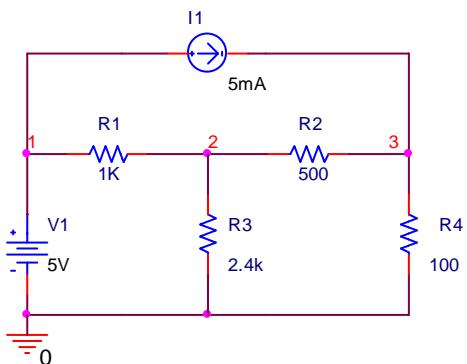
*- در صورت وجود سلف یا خازن در این تحلیل سلفها شبیه منبع جریانی برابر جریان اولیه شان و خازن‌ها شبیه منبع ولتاژی برابر ولتاژ اولیه شان رفتار می‌کنند. (در صورت عدم تعیین شرایط اولیه سلف‌ها مدار باز و خازن‌ها اتصال کوتاه در نظر گرفته می‌شوند).

*- در این تحلیل برای منبع سینوسی مقدار DC آن و برای سایر منابع متغیر با زمان مقدار منبع در لحظه صفر در نظر گرفته خواهد شد.

مدار زیر را تحلیل می‌کنیم:

پس از رسم مدار برای اجرای تحلیل از منوی PSpice گزینه New Simulation Profile را انتخاب کنید، در پنجره باز شده نامی برای تحلیلتان انتخاب کرده و OK کنید.

*- عبارتی که در این پنجره از شما خواسته می‌شود نام پروفایل شبیه‌سازی است. شما می‌توانید برای یک مدار چند پروفایل تعریف کنید و از آنها برای تحلیل‌های متفاوت استفاده کنید. می‌توانید از یک پروفایل هم استفاده کنید و همه تحلیل‌هایتان را با آن انجام دهید.



پنجره‌ای با نام Simulation Setting باز می‌شود تا تنظیمات مورد نظر برای تحلیل مدار را انجام دهیم. در تب Analysis در قسمت Analysis Type نوع تحلیل Bias Point را انتخاب کنید. در سمت راست پنجره گزینه‌هایی وجود دارد که در صورت انتخاب هر کدام از آنها علاوه بر ولتاژ، جریان و توان مقادیر دیگری نیز محاسبه خواهد شد. (فعلاً نیازی به فعال کردن هیچ کدام نیست). روی گزینه OK کلیک کنید و به Capture باز گردید. برای اجرای تحلیل از منوی Pspice گزینه Run را انتخاب کنید. بعد از انتخاب این گزینه پنجره Pspice A/D باز می‌شود، چون قصد ترسیم نمودار نداریم به پنجه Capture باز گردید. اعدادی با مارک قهوه‌ای روی گره‌های مدار مشاهده می‌کنید (در صورتی که این اعداد وجود ندارند از نوار ابزار بالای صفحه Enable Bias Voltage Display را فعال کنید). که بیانگر ولتاژ گره‌ها می‌باشند. می‌توانید هر یک از آنها را انتخاب و به جای دیگری از صفحه V



منتقل کنید. (در صورت انتقال عدد جابجا شده با خط چینی به گره مربوطه وصل می شود) و یا از صفحه پاک کنید.

*- اگر مقدار ولتاژ را پاک کردید برای نمایش مجدد آن روی گره مورد نظر در مدار کلیک کنید سپس از نوار ابزار بالای صفحه **V** Toggle Voltages On Selected Net(s) را کلیک کنید تا ولتاژ نمایش داده شود.

*- برای نمایش جریانها و توانها می توانید از ابزارهای **W I** در نوار ابزار استفاده کنید.

*- مقدار جریان در کنار یکی از سرهای المان نمایش داده می شود به این معنی که مقدار مشخص شده از آن سر وارد المان می شود.

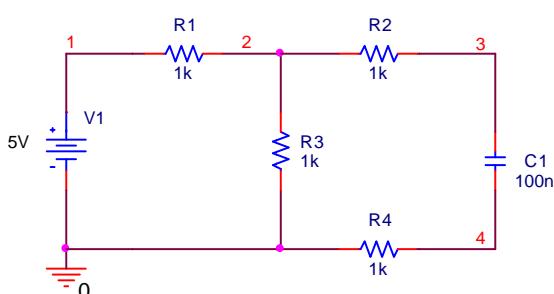
*- در منوی Pspice قسمت Bias Points گزینه ای به نام Enable وجود دارد که با غیر فعال کردن آن امکان مشاهده نتایج تحلیل بر روی مدار وجود ندارد. هم چنین در این قسمت ۶ مورد Enable دیگر نیز وجود دارد که معادل نوار ابزار **V W I** می باشند. با انتخاب Preferences پنجره ای برای تنظیم رنگ، فونت و سایز اعداد نمایش داده شده روی مدار باز می شود در قسمت Displayed Precision می توان تعداد ارقام معنی دار مقادیر محاسبه شده را تعیین کرد (حداکثر مقدار آن ۱۰ و حداقل آن ۲ می باشد).

*- با اجرای هر تحلیل در OrCAD فایلی متنی تحت عنوان Output File (همنام با پروفایل با پسوند .out) شامل Netlist، اطلاعاتی در مورد زمان و شرایط تحلیل و نتایج تحلیل ساخته می شود برای مشاهده محتویات این فایل بعد از اجرای تحلیل در برنامه Capture از منوی Pspice گزینه View Output File را انتخاب کنید. در آخرین قسمت فایل ولتاژ گره ها، جریان عبوری از منبع ولتاژ و توان اتلافی (مقدار توانی که ناشی از منبع ولتاژ در مدار تلف می شود، نه منبع جریان) مشاهده می شوند. در پنجره A/D نیز که بعد از هر تحلیل باز می شود از طریق منوی View و سپس Output File می توانید فایل خروجی را مشاهده کنید.

محاذل تونن و نورتن:

برای محاسبه مقادیر تونن و نورتن از همان روش های تئوری درس مدار استفاده می کنیم، یعنی با اندازه گیری ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه مقادیر ولتاژ تونن و جریان نورتن را محاسبه کرده و با تقسیم ولتاژ بر جریان، مقدار مقاومت تونن را بدست می آوریم.

مثال: مقادیر معادل تونن و نورتن دیده شده از دو سر خازن را در مدار زیر محاسبه کنید:



برای محاسبه ولتاژ تونن باید ولتاژ دو سر خازن را در حالت مدار باز محاسبه کنیم. با مدار باز کردن خازن به هر کدام از گره های ۲ و ۳ فقط یک المان متصل شده است که با اجرای تحلیل OrCAD پیام خطا می دهد برای اینکه این مشکل حل شود و در ضمن مدار باز بودن برقرار باشد مقاومتی با مقدار بسیار بالا مثلا 100T بین گره های ۳ و ۴ قرار می دهیم. با

اجرای تحلیل Bias Point ولتاژ های گره های ۳ و ۴ به ترتیب 2.5 ولت و 25 پیکو ولت به دست می آیند که ولتاژ گره ۴ را صفر در نظر می گیریم. 25 پیکو به این دلیل است که جریان بسیار ضعیفی از شاخه سمت راست عبور می کند. پس مقدار ولتاژ تونن 2.5 ولت است.



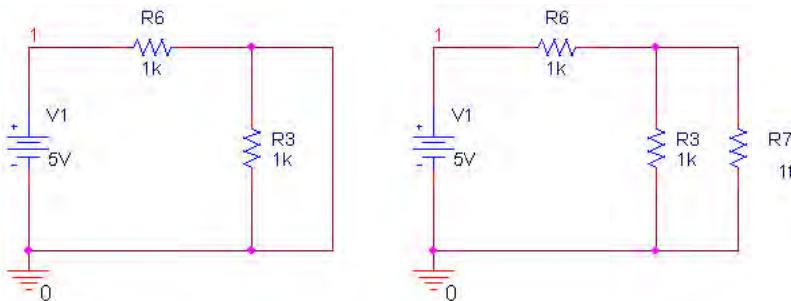
* برای محاسبه ولتاژ تونن با توجه با اینکه در حالت مدار باز جریانی از مقاومتها R2 و R4 عبور نمی کند ولتاژ گره های 2 و 3 و هم چنین 4 و 0 با هم برابرند به همین خاطر می توانیم این دو مقاومت را از مدار حذف کرده و فقط مش چپ را تحلیل کنیم.

* با تعیین نکردن ولتاژ اولیه برای خازن می توان از آن به عنوان مدار باز استفاده کرد و ولتاژ آن را به عنوان ولتاژ تونن اندازه گرفت.

خازن را از مدار حذف کرده و دو سر آزاد را به هم متصل می کنیم تا شاخه اتصال کوتاه حاصل شود. تحلیل Bias Point را مجددا اجرا می کنیم با فعال کردن گزینه **I** در نوار ابزار جریان مقاومتها R2 و R4 را اندازه می گیریم که برابر 1 میلی آمپر است، این جریان همان جریان نورتن است.

با تقسیم 2.5 ولت بر 1 میلی آمپر مقدار مقاومت تونن 2.5 کیلو اهم بدست می آید.

* در مدار فوق با اتصال کوتاه کردن خازن شاخه ای حاصل شد که دو مقاومت در آن شاخه قرار داشت در برخی مدارات مانند مدار زیر ممکن است در شاخه اتصال کوتاه هیچ المانی وجود نداشته باشد، OrCAD قادر به محاسبه جریان این شاخه نیست زیرا فقط جریان قطعات را حساب می کند و در این شاخه قطعه ای نیست. برای رفع این مشکل مقاومت بسیار ناچیزی در حد فمتو در شاخه اتصال کوتاه قرار دهید و جریان آن را محاسبه کنید.



مدار مثال قبل را در نظر بگیرید. از منوی Pspice گزینه Edit Simulation Profile را انتخاب کنید. (زمانی از این گزینه استفاده می کنیم که قبلا تحلیلی توسط New Simulation Profile تعریف شده باشد و ما بخواهیم برخی تنظیمات آن را تغییر دهیم). در قسمت راست پنجره گزینه Calculate small-signal DC gain (DC gain) را فعال کنیم. در فیلد From Input source name عبارت V1 و در فیلد To Output Variable عبارت V(C1) را وارد کنید. در فیلد OK با انتخاب Capture به Run کردن مدار فایل خروجی (Output File) را باز کنید در آخرین قسمت این فایل (SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS) نسبت ولتاژ خروجی (V(C1)) به ورودی (V1)، مقاومت دیده شده از دو سر منبع ولتاژ ورودی و مقاومت دیده شده از دو سر خروجی محاسبه شده است..

* در دستور TF. اگر ولتاژ یک مقاومت به عنوان خروجی در نظر گرفته شود در هنگام محاسبه مقاومت خروجی این مقاومت نیز به عنوان مقاومت داخل مدار در نظر گرفته می شود.

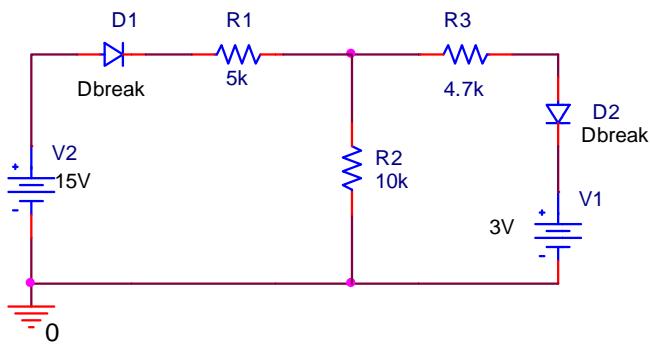
* به جای New و Run در منوی Pspice می توان از گزینه های در نوار ابزار استفاده کرد.



اطلاعات نقاط بایاس مدار:

دستوری به نام OP وجود دارد که از طریق آن می توان اطلاعات نقطه کار دیودها و ترانزیستورهای مدار را در فایل خروجی مشاهده کرد. مثلا برای دیود: ولتاژ، جریان، مقاومت دینامیکی و ... و برای ترانزیستور جریان شاخه ها، ولتاژ بین سر های مختلف و ... محاسبه می شود.

مثال ۱: مدار دیودی زیر را با تحلیل Bias Point تحلیل کرده و ناحیه کار دیود ها را مشخص کنید.



دیود Dbreak را از کتابخانه Breakout انتخاب و در مدار جایگذاری می کنیم. (البته می توانید دیودهای دیگری از کتابخانه های DIODE، DISCRETE پارامترهای دیود را تغییر دهیم از Dbreak استفاده کنید). در سمت راست Simulation Setting در سمت راست پنجره دستور op. (اولین گزینه) را فعال کرده، تحلیل را اجرا می کنیم. در آخرین قسمت فایل خروجی (قسمت Diodes) نتایج زیر مشاهده می شوند:

NAME	D_D1	D_D2
MODEL	Dbreak	Dbreak
ID	1.45E-03	7.36E-04
VD	6.65E-01	6.47E-01
REQ	1.79E+01	3.52E+01
CAP	1.65E-13	1.62E-13

جریان هر دو دیود مثبت است پس دیود ها روشن می باشند.

در قسمت Diode MODEL PARAMETERS در فایل خروجی پارامتر های دیود ها مشخص شده اند، این پارامترها قابل تغییر می باشند برای دسترسی به آنها و تغییرشان در محیط شماتیک روی یکی از دیود ها کلیک کنید، از منوی گزینه Edit Pspice Model را انتخاب کنید (و یا با کلیک راست گزینه Edit Pspice Model را انتخاب کنید)، پنجره ای تحت عنوان Pspice Model Editor باز می شود، در سمت چپ این پنجره نام قطعه و در سمت راست پارامترها به همراه مقادیرشان قرار دارند. برای تعریف هر مدل از دستور .model استفاده می شود پس از آن نام قطعه (کاراکتر اول نام قطعه حتما باید حرف باشد) و سپس حرف D به معنای دیود وارد می شود. هر یک از پارامترها مقادیر پیش فرضی دارند، در صورتیکه مقدار مورد نظر ما با مقدار پیش فرض تفاوت داشته باشد، نام پارامتر، علامت = و مقدار مورد نظر را وارد می کنیم (پارامترهایی که وارد نشده اند برابر مقدار پیش فرض در نظر گرفته می شوند).

- *- خطوطی که با علامت * شروع شوند خوانده نمی شوند (می توان برای توضیحات از * استفاده کرد).
- *- اگر می خواهید پارامتر ها را در چند سطر تایپ کنید در ابتدای سطرهای دوم به بعد علامت + را بگذارید و سپس پارامتر را تعریف کنید.

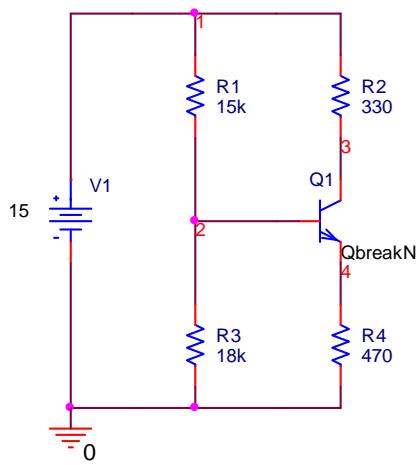
بعد از اعمال تغییرات از منوی File گزینه Save را انتخاب کنید تا مدل ذخیره شود. این مدل جدید در فایلی هم نام پروژه تان و با پسوند lib ذخیره می شود. (جزئیات کامل نرم افزار Model Editor در فصل آخر آمده است).

- *- اگر مدلی را برای یک دیود خاص در مدار تعریف کرده اید و می خواهید بقیه دیودهای دیوار نیز از آن تبعیت کنند نیازی به مراجعه مجدد به نرم افزار Model Editor نیست. بلکه می توانید در پنجره Property Editor هر



دیود در فیلد Implementation نام مدل تعریف شده را وارد کنید. نام مدل متناظر با Implementation قطعه است و ربطی به Part Reference ندارد.

- *- اگر از چند دیود Dbreak در مدارتان استفاده می کنید و می خواهید برای هر کدام پارامترهای جداگانه ای در نظر بگیرید بعد از عبارت model. برای هر دیود نامی متفاوت از دیگری وارد کنید، در غیر این صورت با تغییر پارامترهای یک دیود بقیه دیود ها نیز تغییر خواهند کرد. (چون همه یک Implementation دارند).
- *- با ایجاد تغییرات در مدل یک قطعه، قطعه جدیدی ساخته می شود، شما هرگز قادر به تغییر قطعه ای که از پنجره Place Part انتخاب کرده اید و جایگزین کردن آن با قطعه قبلی نیستید.
- *- لیست پارامترهای تعدادی از مدل های قابل تعریف در PSpice در ضمیمه ج آمده است.



مثال ۲: ناحیه کار ترانزیستور زیر را مشخص کنید.

با اجرای تحلیل Bias Point و دستور OP. مقادیر جریان کلکتور و بیس مقادیر مثبتی هستند و مقدار V_{CE} برابر ۴.۳۹ ولت است که از ۰.۲ بیشتر است پس ترانزیستور در ناحیه فعال کار می کند.

- *- اگر جریان کلکتور و بیس مثبت باشند ولی V_{CE} کوچکتر از ۰.۲ باشد ترانزیستور در ناحیه اشباع است.
- *- اگر جریانهای کلکتور و بیس مقادیر بسیار کوچکی باشند و V_{BE} نیز منفی باشد ترانزیستور قطع است.

*- منظور از جریان های ترانزیستور جریان های وارد شوند به سرهای مختلف است. بنابراین برای ترانزیستورهای PNP مقادیر جریانهای کلکتور و بیس منفی و جریان امیتر مثبت محاسبه خواهد شد.

- *- مقدار BETADC که در فایل خروجی ارائه می شود برابر نسبت جریان کلکتور به بیس است و ربطی به بتای ترانزیستور ندارد. اگر ترانزیستور در ناحیه فعال باشد BETADC با بتا برابر است اما اگر در ناحیه اشباع باشد کمتر از بتای ترانزیستور است.

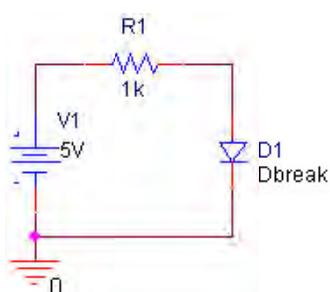
تغییر دمای شبیه سازی:

به طور پیش فرض تحلیل ها در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد انجام می شود ولی این دما قابل تغییر است.

مثال: مدار زیر را رسم نموده و تحلیل Bias Point را برای آن اجرا کنید.

تحلیل برای 27 درجه اجرا می شود، نتایج آن را به خاطر بسپارید. در پنجره Analysis Setting در قسمت Temperature، Option را در قسمت Simulation Setting فعال کنید. (حتما باید مربع کنار آن تیک خورده باشد). در فیلد ... Run the ... دمای مورد نظرتان را وارد کنید (مثلا 100) و تحلیل را مجددا اجرا کنید. حتما مشاهده می کنید که نتایج با حالت قبل متفاوت است.

در پنجره Simulation Setting در فیلد مربوط به ... Repeat the مقدار چند دما را با فاصله وارد کرده، OK کنید. تحلیل را اجرا کنید نتایج حاصل از تحلیل در دمای مختلف در فایل خروجی آمده است. در صفحه شماتیک نیز نتایج آخرین دما نمایش داده می شود.





مقاومت متغیر با دما:

مقاومت هایی که تاکنون مورد استفاده قرار دادیم ثابت با دما بودند به این معنا که دمای تحلیل تاثیری روی مقدار آنها نداشت. اما در واقعیت چنین نیست. همه مقاومتها با دما تغییر می کنند. پارامترهایی برای مقاومت در نظر گرفته شده که با مقداردهی به آنها می توان مقاومت متغیر با دما ساخت. در این نرم افزار تغییرات مقاومت بر حسب دما را می توان به صورتهای خطی، مربعی و نمایی تنظیم کرد. پارامترهای TC1، TC2 و TCE به ترتیب برای این تغییرات در نظر گرفته شده اند. مقدار مقاومت مطابق روابط زیر با دما تغییر می کند.

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی مقاومت اگر TCE تعیین نشود

$$R * [1 + TC1 * (T - TNOM) + TC2 * (T - TNOM)^2]$$

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی مقاومت اگر TCE تعیین شود

* مقدار TNOM، 27 درجه است.

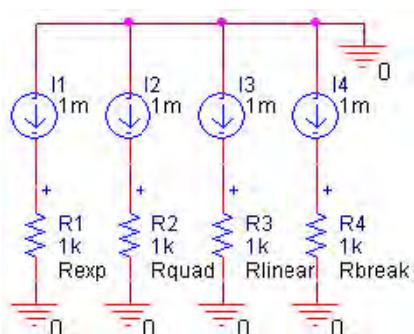
* مقدار پیش فرض این سه پارامتر صفر است.

* اگر TCE تعیین شود، مقادیر TC1 و TC2 در نظر گرفته نمی شوند و مقاومت طبق فرمول نمایی تغییر می کند. اما اگر مقدار TCE تعیین نشود از فرمول اول تبعیت می کند.

مثال:

با استفاده از مقاومت Rbreak از کتابخانه Breakout مدار زیر را رسم نموده و مدل های مقاومت ها را به فرم زیر تغییر دهید.

```
.model Rexp RES R=1 TCE=0.0007
.model Rquad RES R=1 TC1=0.0001 TC2=0.00005
.model Rlinear RES R=1 TC1=0.0001
```



تحلیل Bias Point را در دمای 150 درجه اجرا کنید.

مشاهده می کنید که برای ولتاژ مقاومت ها مقادیر متفاوتی نسبت به یکدیگر حاصل شده است که این به دلیل متفاوت بودن مقدار مقاومت ها در این دماس است.

$$V(Rexp) = 1.001, V(Rquad) = 1.769, V(Rlinear) = 1.012$$

* مقدار مقاومت ها در فایل خروجی ثبت می شوند.

* با اجرای تحلیل بالا همه قطعات در دمای 150 درجه کار می کنند. این در حالی است که در آزمایشگاه دمای هر قطعه با سایر قطعات و با محیط متفاوت است. شبیه سازی چنین حالتی در OrCAD امکان پذیر است. به این ترتیب که در لیست پارامترهای مدل، مقدار پارامتر T_ABS را مساوی دمای مورد نظرتان قرار دهید. مثلا در مقاومت Rquad قرار دهید:

```
.model Rquad RES R=1 TC1=0.0001 TC2=0.00005 T_ABS=27
```

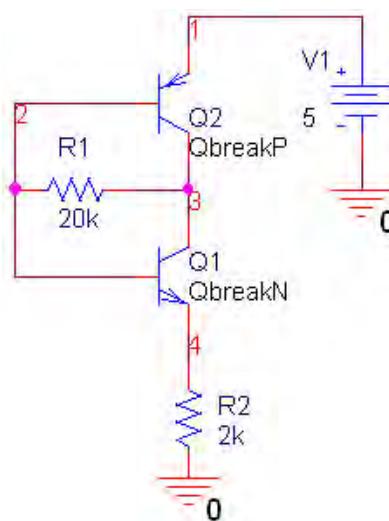
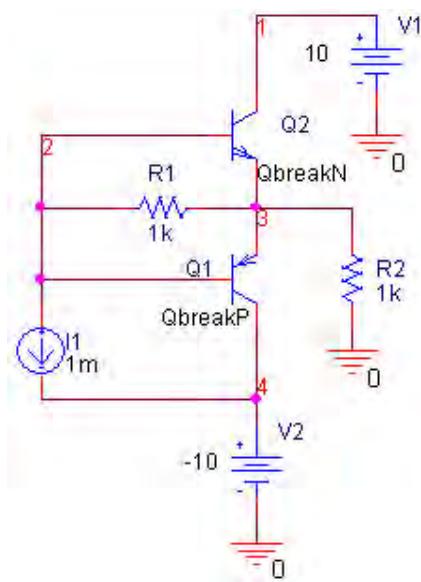
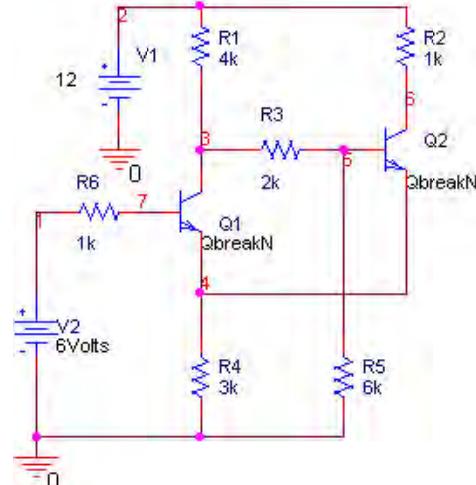
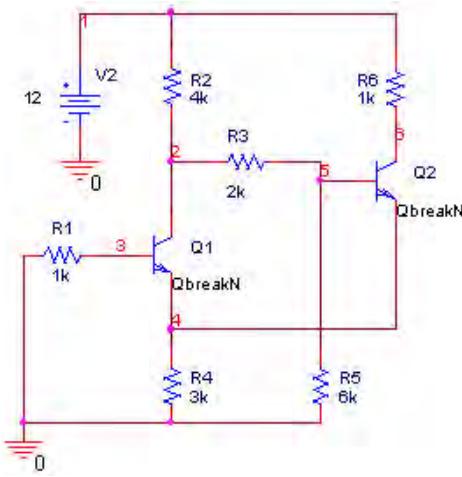
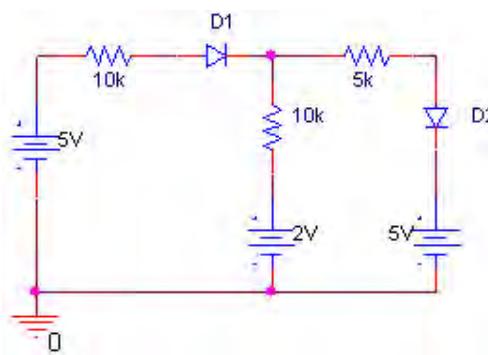
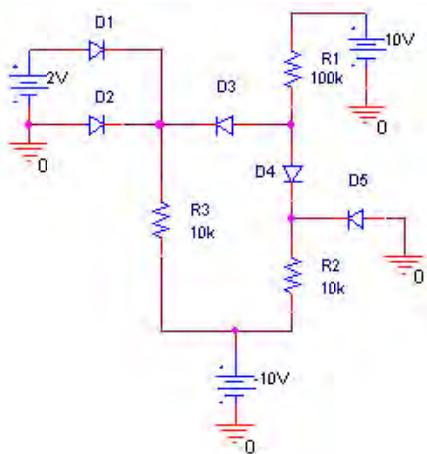
با این کار علی رغم تحلیل مدار در دمای 150، مقاومت Rquad در دمای 27 در نظر گرفته خواهد شد و مقدار آن 1k محاسبه خواهد شد. (در نتیجه ولتاژ 1 ولت برای آن حاصل می شود).

* مقادیری که برای پارامترهای یک مدل در نظر گرفته می شوند باید در دمای 27 درجه اندازه گیری شده باشند. اگر مقدار پارامترهای المانی را در دمایی غیر از 27 در اختیار دارید باید علاوه بر مقدار پارامترها در model از عبارت ... T_MEASURED=... نیز برای تعیین دمای مربوط به آن پارامترها استفاده کنید.



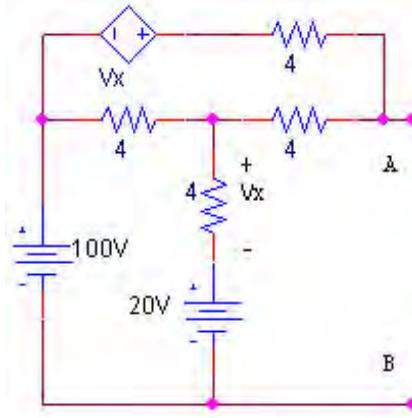
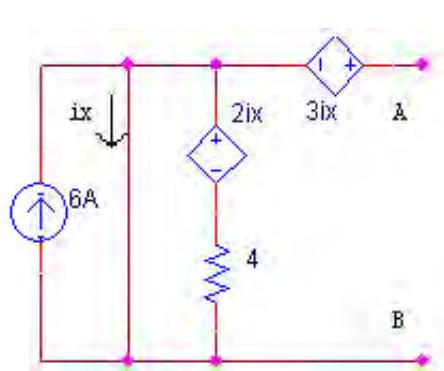
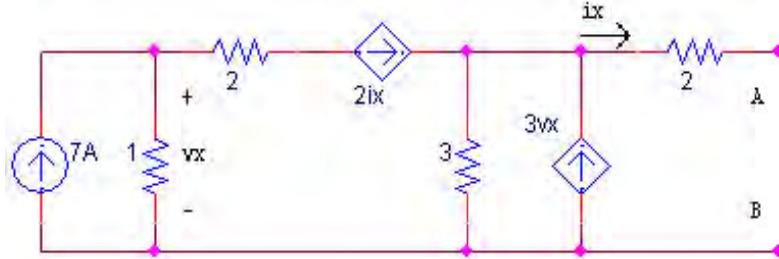
تمرین:

۱- ناحیه کار دیودها و ترانزیستورها را در مدارات زیر مشخص کنید.





۲- مقادیر تونن و نورتن مدارات زیر را از دو سر مشخص شده محاسبه کنید.





Chapter 3:

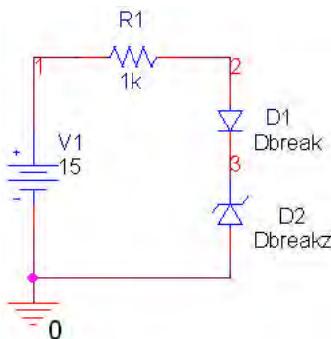
DC Sweep

تحلیل DC Sweep همان تحلیل Bias Point است با این تفاوت که منبع DC مقدار ثابتی ندارد و در یک رنج مشخص تغییر می کند. در این تحلیل علاوه بر منبع ولتاژ یا جریان می توان پارامترهایی نظیر دما، پارامتر یک مدل و یا مقدار قطعاتی چون مقاومت را تغییر داد و نحوه تغییرات خروجی را بررسی کرد.

- *- در این تحلیل خازن ها مدار باز و سلف ها اتصال کوتاه در نظر گرفته می شوند. (صرف نظر از شرایط اولیه)
- *- همراه با اجرای این تحلیل، تحلیل Bias Point اجرا نمی شود و اگر در شماتیک ولتاژ یا جریانی مشاهده می کنید احتمالا به این دلیل است که قبل از DC Sweep تحلیل Bias Point را اجرا کرده اید و این نتایج مربوط به آن تحلیل می باشد.

باروب ولتاژ:

مدار زیر را در نظر بگیرید، می خواهیم نمودار تغییرات ولتاژ گره 2 را بر حسب تغییرات منبع ولتاژ رسم کنیم.



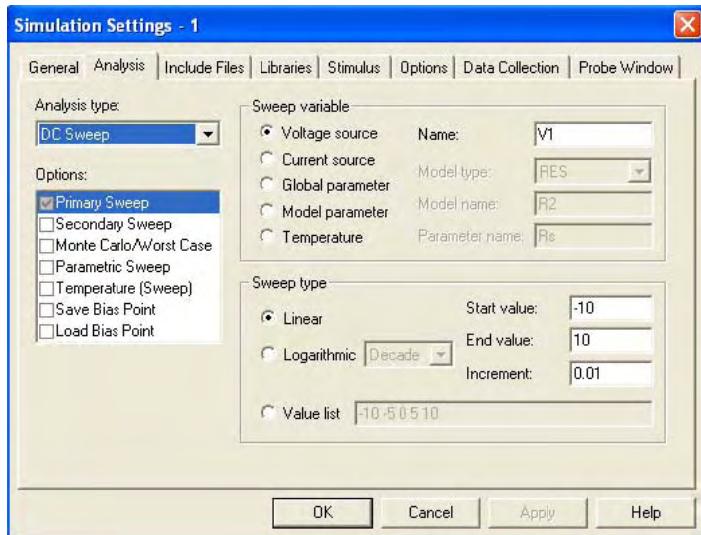
دیود زنر را از کتابخانه Breakout قطعه Breakout انتخاب کنید. دیود زنر Implementation این مدل Dbreak است که با دیود D1 هم نام است، این شباهت باعث خواهد شد تا با تغییر پارامترهای هر کدام دیگری نیز تغییر کند، برای جلوگیری از این مشکل پنجه PSpice Model Editor مربوط به دیود زنر را باز کنید نام مدل را Dbreakz قرار دهید، پارامتر bv (ولتاژ شکست) را مساوی 5 قرار داده و تغییرات را save کنید.

```
.model Dbreakz D Is=1e-14 Cjo=.1pF Rs=.1 bv=5
```

از منوی PSpice گزینه New Simulation Profile را انتخاب کرده و در پنجه باز شده نامی برای تحلیلتان انتخاب کنید.

- *- برای یک مدار می توانید چندین پروفایل شبیه سازی داشته باشید و هر کدام از آنها را برای یک نوع تحلیل تنظیم کنید. لیست پروفایل ها در نوار ابزار در قسمت **SCHMATIC1-1** آمده است که می توانید یکی از آنها را انتخاب و اجرا کنید.

در پنجه Simulation Setting در قسمت Analysis type DC Sweep را انتخاب کنید. در کادر Sweep variable در سمت راست با انتخاب Voltage Source در فیلد Name عبارت V1 را وارد کنید. در پایین پنجه گزینه Linear و در فیلدهای مربوط به آن به ترتیب اعداد -10, 10, 0.01 را وارد کنید. این کار به این معناست که مقدار ولتاژ منبع V1 از -10 تا 10 با فاصله 0.01 تغییر می کند و این مقادیر در محور افقی نمودار به صورت خطی قرار خواهند گرفت. (یعنی روی محور فاصله 10- تا -5 با فاصله 5- تا 0 برابر خواهد بود).



*- با قرار دادن فاصله 0.01 ، 2001 مقدار (-10, -9.99, -9.98,..., 9.98, 9.99, 10) برای ورودی در نظر گرفته خواهد شد، برای هر کدام از ورودی ها مقدار خروجی محاسبه و این مقادیر در صفحه نمودار (plot) با خطوطی به هم متصل خواهند شد.

*- با انتخاب Decade از نوع Logarithmic مقدار Start value با چند بار 10 برابر شدن به خواهد رسید و فاصله بین دو دهه Increment به چند قسمت بسته به مقدار تقسیم خواهد شد. (مثلا اگر این سه پارامتر به

ترتیب (از راست به چپ) برابر 0.01, 10, 0.01 باشند، مقادیر روی محور طوری قرار خواهند گرفت که فاصله 0.01 تا 0.1 با فاصله 1 تا 10 مساوی باشد و هر فاصله روی محور به 10 قسمت تقسیم خواهد شد.)

*- با انتخاب Value list می توانید در فیلد مربوطه چند مقدار خاص را وارد کنید، با انجام این کار خروجی فقط به ازای همین چند مقدار ورودی محاسبه می شود و نقاط روی صفحه نمودار (plot) با خطوطی به هم متصل می شوند.

بعد از اتمام تنظیمات OK کنید. از منوی PSpice گزینه Run (و یا کلید F11) را به منظور اجرای تحلیل انتخاب کنید، در برنامه A/D PSpice پنجره جدیدی به نام Probe با مشکی جهت رسم نمودار باز می شود، محور افقی این Plot ولتاژ منبع است که از -10 تا $+10$ تغییر می کند و برای محور عمودی متغیری در نظر گرفته نشده است. برای رسم نمودار از منوی Trace گزینه Add trace (کلید Insert) و یا از نوار ابزار) را انتخاب کنید، پنجره ای به همین نام باز می شود در سمت چپ لیست تمام خروجی هایی که نرم افزار قادر به رسم نمودار آنها است وجود دارد. (2) V را از این لیست انتخاب کنید، این عبارت در فیلد Trace Expression وارد می شود که اگر خروجی را اشتباه انتخاب کرده اید می توانید از اینجا آن را پاک کنید.

*- در قسمت میانی پنجره Add Traces گزینه هایی جهت انتخاب این که اسمی کدام خروجی ها لیست شوند وجود دارد که در حالت پیش فرض همه آنها فعال هستند.

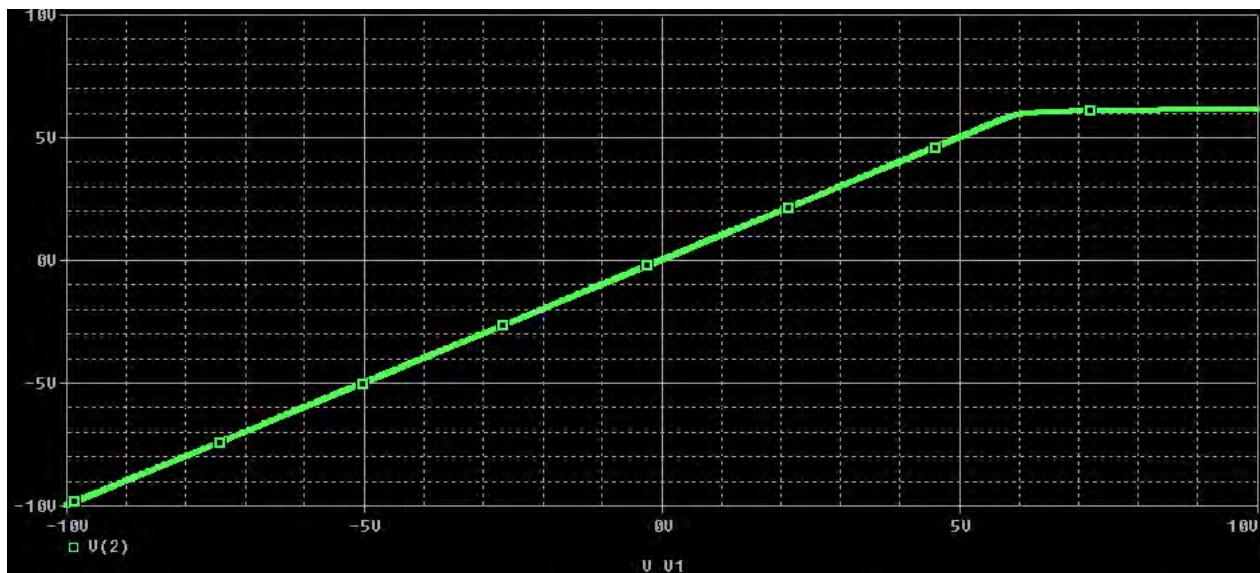
*- در قسمت راست پنجره Add Traces تعدادی اپراتور ریاضی و چندتابع لیست شده اند که از طریق آنها می توان ترکیبات مختلفی از خروجی ها را رسم کرد. مثلا با انتخاب (1) V و سپس اپراتور + و پس از آن انتخاب (2) V عبارت (2) V₍₁₎+V₍₂₎ در فیلد Trace Expression وارد خواهد شد که بیانگر رسم نمودار مجموع ولتاژ گره های 2 و 3 در پنجره Probe می باشد. اگر عبارت ABS و سپس (2) V را انتخاب کنید، نمودار قدر مطلق ولتاژ گره 2 رسم می شود. لیست توابع در ضمیمه د آمده است.

*- در پنجره Add Traces در قسمت Analog Operators and Functions or Macros اگر به جای Functions گزینه Macros را انتخاب کنید لیستی از ثابت های ریاضی در اختیار شما قرار می گیرد که می توانید از آنها در تعیین نوع نمودار استفاده کنید. برای اضافه کردن یک مقدار به این لیست در پنجره Probe از منوی Trace گزینه Macros را انتخاب کنید، در پنجره باز شده مقدار ثابت را تعریف کرده و save کنید.



* در فیلد Simulation Output Variables می توانید یک خروجی مورد نظر را از لیست خروجی ها کنید. search

بعد از انتخاب خروجی (2) در پنجره Add Traces گزینه OK را بزنید. نمودار تغییرات ولتاژ گره 2 بر حسب ورودی در Probe رسم می شود.



* برای تغییر ضخامت و یا رنگ نمودار روی نقطه ای از نمودار کلیک راست کنید و گزینه Properties را انتخاب کنید، در پنجره باز شده می توانید تنظیمات مربوط به رنگ، ضخامت، نوع خطوط نمودار و ... را تغییر دهید. بعد از اعمال تغییرات برای اینکه این تغییرات نمودارهای بعدی را نیز شامل شود از منوی Plot گزینه Axis گزینه Setting را انتخاب کنید، در پنجره باز شده Save As Default را انتخاب کنید تا تنظیمات به عنوان پیش فرض قرار گیرند.

* با کلیک راست روی نمودار و انتخاب گزینه Information اطلاعاتی در مورد نمودار از جمله دما، ساعت و تاریخ شبیه سازی در اختیار شما قرار می گیرد. با دابل کلیک روی نماد نمودار در پایین محور افقی نیز می توانید به این اطلاعات دسترسی پیدا کنید.

* برای تغییر رنگ Background به آدرس D:\Program Files\OrCAD 10.5\tools\pspice (و یا D:\Program Files\Orcad\Pspice.ini در نسخه 9.2) مراجعه کنید. فایل PSpice.ini را باز کنید در قسمت [PROBE DISPLAY COLORS] عبارت BLACK را به BRIGHTWHITE و برای [PROBE PRINTER COLORS] عبارت WHITE را به FOREGROUND تغییر دهید و تغییرات را Save کنید. برنامه A/D را ببندید، مدار را مجدد شبیه سازی کنید تنظیمات اعمال شده مشاهده خواهد شد. اگر برای BACKGROUND عبارت WHITE را وارد می کردید به جای رنگ سفید، خاکستری قرار می گرفت. در فایل PSpice.ini در قسمت [PROBE PRINTER COLORS] می توان تنظیمات مربوط به صفحه پرینت را انجام داد هم چنین در این فایل گزینه هایی برای تنظیم رنگ نمودارها و پیش فرض کردن آنها وجود دارد. لیست کامل رنگ هایی که می توانید از آنها استفاده کنید در جدول زیر آمده است:



Yellow	Pink	Purple	Red	Brown	Orange	Blue
White	Black	Cyan	Brightcyan	Magenta	Mustard	Green
Brightyellow	Brightwhite	Brightred	Brightgreen	Brightblue	Darkblue	Darkcyan
Darkgray	Darkgreen	Darkmagenta	Darkred	Darkpink	Lightgray	Lightgreen
Lightblue	Brightmagenta					

* برای رسم نمودارهای بیشتر در صفحه دوباره به پنجره Add Traces بروید و (3) V را انتخاب کنید، با این کار نمودار دیگری به رنگ قرمز که بیانگر ولتاژ گره 3 می باشد در صفحه رسم می شود.

* اسمی نمودارها به همراه رنگ و علامت آنها در پایین نمودار آمده است که برای انتخاب یک نمودار و یا حذف آن می توانید از آنها استفاده کنید.

* برای پیدا کردن مختصات یک نقطه خاص از نمودار باید از ابزار Cursor استفاده کنید، برای این کار از منوی گزینه Cursor و سپس Display را انتخاب کنید. (و یا از ابزار Trace در نوار ابزار استفاده کنید) پنجره کوچکی در پایین نمودار باز می شود. ابزار Cursor این امکان را به شما می دهد که در هر لحظه



مختصات دو نقطه از نمودار را اندازه بگیرید که A1 و A2 در پنجره Cursor مختصات این دو نقطه می باشند، هم diff هم مقدار اختلاف آنها را نشان می دهد. با کلیک روی هر نقطه از نمودار Cursor اول به آن نقطه

منتقل شده و مختصاتش در A1 نشان داده می شود، برای انتقال Cursor دوم روی نقطه مورد نظر کلیک راست کنید. از کلید های مکان نمای صفحه کلید می توانید برای جابجایی Cursor اول و در صورت پایین نگهداشتمن همزمان کلید Shift برای Cursor دوم استفاده کنید. در صورتیکه در صفحه چند نمودار رسم کرده باشید در حالت پیش فرض هر دو Cursor روی نمودار اول قرار می گیرند، با کلیک روی نماد هر نمودار که در پایین Plot آمده است Cursor اول و با کلیک راست روی نماد، Cursor دوم به آن نمودار منتقل می شود. Cursor اول روی هر نموداری باشد مربعی با خط چین توپر در اطراف نماد نمودار در پایین صفحه قرار می گیرد، برای Cursor دوم از مربعی با خط چین توخالی استفاده می شود. برای جابجایی Cursor ها بین نمودارها توسط صفحه کلید می توانید از کلید Ctrl و مکان نما برای جابجایی Cursor اول و از Ctrl+Shift و مکان نما برای جابجایی Cursor دوم بین نمودارها استفاده کنید.

* اول توسط کلید Home به ابتدا و با کلید End به انتهای نمودار منتقل می شود، برای Cursor دوم با نگهداشتمن کلید Shift می توان این کار را انجام داد.

* برای انتقال Cursor به نقاط max و min نمودار از ابزارهای جهت انتقال Cursor به اولین max نسبی سمت راست، انتقال Cursor به اولین min نسبی سمت راست، انتقال Cursor به min مطلق نمودار و انتقال Cursor به max مطلق نمودار استفاده کنید. (این ابزارها آخرین Cursor استفاده شده را منتقل می کنند).

* با قرار دادن Cursor در یک نقطه خاص و انتخاب ابزار مختصات آن نقطه در کنار نمودار نوشته می شود.

* با استفاده از ابزار می توان Cursor را بین نقاطی که PSpice مختصات آنها را حساب کرده بود (نقاطی که در DC Sweep به فاصله 0.01 انتخاب کردیم) جابجا کرد. با انتخاب ابزار تمامی این نقاط به رنگ دیگری از سایر نقاط متمایز می شوند.



- *- ابزارهای مربوط به Cursor که در نوار ابزار قرار دارند از طریق منوی Trace قابل دسترسی اند.
- *- برای قفل کردن Cursor روی یک نقطه از نمودار از منوی Trace گزینه Cursor و سپس freeze را انتخاب کنید.

*- دستور Search برای پیدا کردن یک نقطه از نمودار و انتقال Cursor به آن در نوار ابزار Probe وجود دارد. برای فعال کردن آن را انتخاب کنید. در پنجره Command Search یکی از Cursor ها را فعال کنید. در فیلد مربوطه نیز دستور search forward level از (3) به عنوان مثال از (3) search forward level برای پیدا کردن نقطه ای که مختصه y آن 3 و از (7) xval است استفاده کنید. مختصه x آن 7 است.

جاروب جریان:

مدار زیر را رسم کنید، در این مدار می خواهیم نمودار جریان کلکتور بر حسب جریان بیس را رسم کنیم:

برای جریان بیس از یک منبع جریان استفاده می کنیم تا کنترل تغییرات آن راحت تر انجام شود. بعد از رسم مدار از منوی PSpice گزینه New Simulation Profile را انتخاب کرده و برای تحلیلتان اسمی را معین کنید، در پنجره Simulation Setting پس از تعیین DC Sweep در سمت راست پنجره گزینه Current Source را فعال کرده و در فیلد Name نام منبع جریان یعنی I1 را وارد کنید.

*- چون منبع جریان مورد جاروب قرار می گیرد می توان در شماتیک مقدار آن را صفر قرار داد.

*- برای جاروب جریان الزامی وجود ندارد که در پنجره Current Source گزینه Simulation Setting فعال شود، می توان Voltage Source را فعال کرد و در فیلد Name نام منبع جریان را وارد کرد و یا اگر منبع ولتاژ باشد می توان از Current Source استفاده کرد.

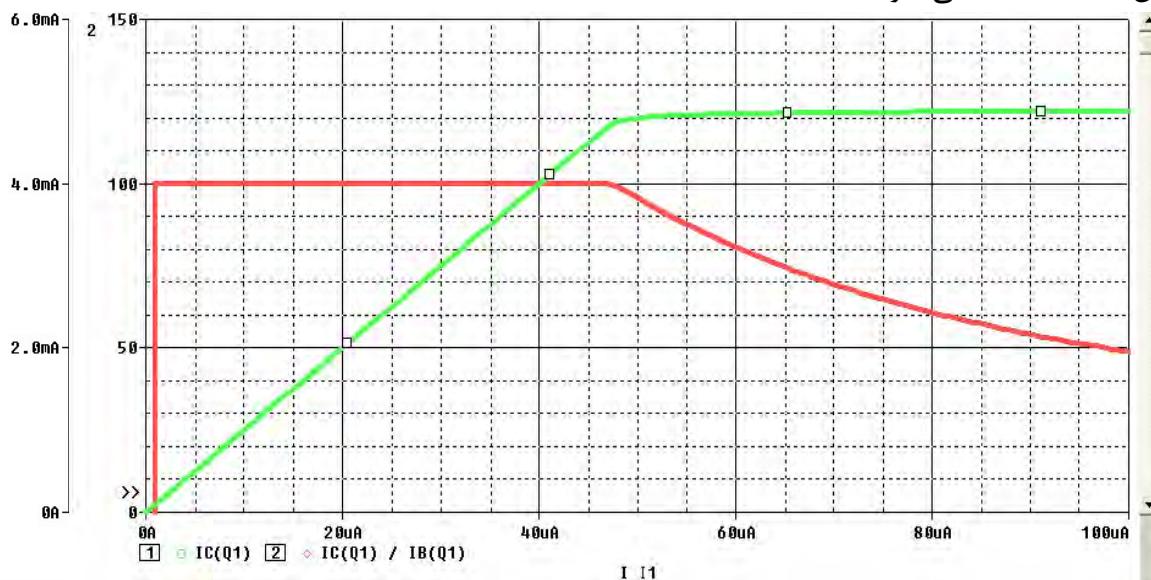
نوع جاروب را خطی در نظر بگیرید و برای سه فیلد مربوط به آن مقادیر 0, 0.1m, 1u را وارد کنید، به این معنا که منبع جریان از 0 تا 100 میکروآمپر با جهش هایی به طول 1 میکرو تغییر می کند. گزینه OK را انتخاب کرده و به منظور اجرای شبیه سازی کلید F11 را بزنید. پنجره PSpice A/D Probe در برنامه INSERT باز می شود. کلید IC(Q1) را بزنید تا پنجره Add Traces باز شود، از لیست خروجی ها (Q1) را انتخاب کرده، OK کنید. نمودار تغییرات جریان کلکتور بر حسب جریان بیس رسم می شود، تا حدود مقدار 48 میکروآمپر برای جریان بیس، نمودار شبیث ثابت دارد و جریان کلکتور تقریبا 100 برابر جریان بیس است. از نقطه شکست به بعد جریان کلکتور تقریبا ثابت می شود. برای محاسبه نسبت جریان کلکتور به بیس دوباره به پنجره Add Traces از لیست خروجی ها (Q1) IC(Q1) از لیست اپراتور / از لیست اپراتورها و بعد از آن (Q1) را انتخاب کرده و OK کنید. نمودار IC(Q1)/IB(Q1) رسم می شود. با اضافه کردن این نمودار، نمودار جریان کلکتور در حدود صفر قرار می گیرد، دلیل این امر آن است که حدود متغیر دوم ((Q1)/IB(Q1)) به مراتب از جریان کلکتور (کمتر از 5 میلی) بزرگتر است برای حل این مشکل باید برای Plot دو محور y در نظر بگیریم تا هر یک از محورها برای یکی از متغیرها



درجه بندی شود. برای این کار ابتدا نمودار دوم را پاک کنید، سپس از منوی Plot گزینه Add Y Axis را انتخاب کنید. محور دوم اضافه می شود، در کنار این محور علامت >> قرار دارد که به معنای فعال بودن محور دوم است. در این وضعیت اگر نمودار دوم را اضافه کنید روی محور 2 درجه بندی خواهد شد و هیچ تاثیری روی نمودار اول خواهد داشت.

*- در پایین محور افقی در کنار نماد هر نمودار شماره محور آن مشخص شده است.

در نمودار دوم به دلیل تغییرات شدید متغیر در ابتدای صفحه مقادیر نهایی آن دقیق مشخص نیست، یک راه برای حل این مشکل استفاده از Cursor است، راه دیگر تغییر Range محور y است، برای این کار از منوی Plot گزینه Axis Setting را انتخاب کنید. به تب Y Axis بروید. در قسمت Data Range گزینه Auto Range فعال است که حاکی از انتخاب گستره محور توسط نرم افزار است. User Defined را انتخاب کنید گستره را از 1.2k- تا 0 تا 150 تغییر دهید. OK کرده به Probe باز گردید. Plot به همراه یک Scroll Bar در کنار آن جهت پیمایش Plot مشاهده می شود.



*- در پنجره Axis Number (تب Y Axis) گزینه Axis Setting برای انتخاب شماره محوری است که می خواهیم تغییرات روی آن اعمال شود که در حالت پیش فرض محوری است که در Probe فعال بوده. هم چنان گزینه Axis Title جهت انتخاب عنوانی برای محور در نظر گرفته شده است.

*- با انتخاب گزینه Log در پنجره Axis Setting و یا ابزار در نوار ابزار محور عمودی به صورت لگاریتمی درجه بندی خواهد شد (البته شرط این کار نبود صفر در مقادیر متغیر است. دقت کنید که اگر صفر در گستره متغیر محور باشد و با تنظیمات ما این گستره را در خارج صفر قرار دهیم فقط در نمودار مشاهده شده صفر وجود ندارد (که آن هم از طریق Scroll Barr قابل مشاهده است). و باز هم نمی توان محور را لگاریتمی کرد).

*- در هر Plot تنها می توانید 3 محور y داشته باشید.

*- برای حذف یک محور ابتدا با کلیک کردن در سمت چپ آن، محور را فعال کرده سپس از منوی Plot گزینه Delete Y Axis را انتخاب کنید. با این کار محور انتخاب شده به همراه تمام نمودارهای آن حذف خواهد شد.

*- علاوه بر اضافه کردن محور y راه های دیگری برای مشاهده کردن چند نمودار وجود دارد. یکی از این راهها اضافه کردن یک Plot به پنجره Probe است، برای این کار از منوی Plot گزینه Add Plot to Window را انتخاب



Plot جدیدی اضافه می شود که در آن می توانید نمودارهای مورد نظر را رسم کنید. کنار محور y در دوم عبارت «SEL» به معنای فعال بودن این Plot قرار دارد که با یک بار کلیک کردن روی هر آن Plot فعال می شود.

*- محور افقی Plot دوم و اول مشترک است و این باعث برخی محدودیت ها می شود از قبیل اینکه اگر متغیر محور افقی Plot اول تغییر کند برای Plot دوم هم این تغییر اعمال خواهد شد. و یا اگر بر روی یکی از Plot ها Zoom شود، Plot دیگر هم Zoom خواهد شد. برای مستقل کردن Plot دوم آن را فعال کنید سپس از منوی گزینه Unsynchronize X Axis را انتخاب کنید.

*- اگر در پنجره چند Plot داشته باشید و ابزار Cursor را فعال کنید، می توانید هر کدام از Cursor ها را به هر Plot که می خواهید به همان روش جابجایی Cursor ها بین نمودارها منتقل کنید.

*- در یک پنجره مجاز به رسم حداکثر 7 Plot می باشد.

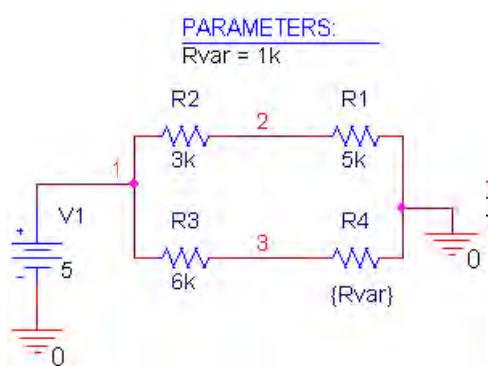
*- برای حذف یک plot آن را فعال کرده و از منوی Delete Plot گزینه Plot را انتخاب کنید.

*- راه دیگر رسم چند نمودار مجزا از هم ایجاد چند پنجره Probe در برنامه PSpice A/D است. برای این کار از منوی Window گزینه New Window را انتخاب کنید. پنجره جدیدی با Plot خالی باز می شود که به همان روش های قبلی می توانید در آن نمودار رسم کنید و محور y و یا Plot ای برای آن اضافه کنید.

*- در منوی Window گزینه هایی برای بستن پنجره ها و نحوه چیدمان آنها وجود دارد.

جاروب پارامتری:

جاروب پارامتری جاروبی است که توسط آن می توان پارامتری در مدار مثل مقادیر یک مقاومت و یا ظرفیت یک خازن را در گستره مشخصی تغییر داد و به ازای این تغییرات، تغییر خروجی های مورد نظر را بررسی کرد. مدار پل و تستون را در نظر بگیرید، مقدار یکی از مقاومتها را تغییر می دهیم تا پل به تعادل برسد. در حالت تعادل صحت رابطه پل را بررسی می کنیم.

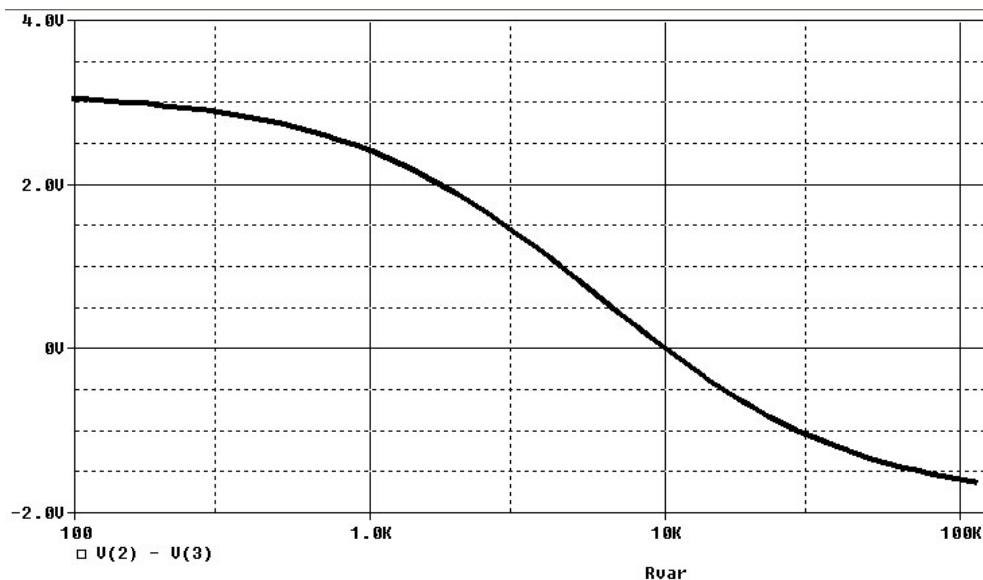


مدار زیر را رسم کنید. مقاومت R4 را به عنوان مقاومت متغیر در نظر می گیریم. برای تبدیل مقدار آن به پارامتر روی عبارت 1k دابل کلیک کنید، در پنجره باز شده مقدار مقاومت را به {Rvar} تغییر دهید. از کتابخانه SPECIAL قطعه PARAM را انتخاب کنید و در کنار مدار قرار دهید. روی PARAM دابل کلیک کنید تا پنجره Property Editor باز شود. گزینه New Column (و یا در صورت سطرنی بودن گزینه ها New Row) را انتخاب کنید، در

فیلد Name عبارت Rvar و در فیلد Value مقدار پیش فرض 1k را وارد کرده OK کنید. روی عبارت Rvar در لیست پایین پنجره کلیک راست کنید و گزینه Display را انتخاب کنید، در پنجره باز شده گزینه Name and Value را فعال کنید تا در شماتیک نام پارامتر مشاهده شود، OK کرده تا به شماتیک بازگردید. جهت تحلیل مدار در پنجره DC Sweep Simulation Setting را انتخاب و در سمت راست پنجره Global Parameter را فعال کنید. در فیلد Parameter Name عبارت Rvar را وارد کنید. در پایین پنجره نوع جاروب را لگاریتمی قرار دهید و سه فیلد مربوط به آن را با مقادیر 100, 100k, 20 پر کنید این به آن معناست که مقادیر Decade



100 برای مقاومت در نظر گرفته می شود، فاصله بین هر دو نقطه به بیست قسمت تقسیم خواهد شد و به ازای تمام این مقادیر تحلیل انجام خواهد شد. OK کرده، با زدن کلید F11 تحلیل را اجرا کنید. در کلید Insert را بزنید تا پنجره Add Traces باز شود، در فیلد Trace Expression عبارت $V(2)-V(3)$ را به منظور رسم نمودار اختلاف پتانسیل گره های 2 و 3 وارد کنید (از طریق لیست خروجی ها و اپراتورها نیز می توانید این کار را انجام دهید). گزینه OK را بزنید تا به Probe بازگردید. نمودار اختلاف پتانسیل گره های 2 و 3 بر حسب مقاومت متغیر رسم می شود.



مشاهده می شود که به ازای مقاومت 10k ولتاژ صفر می شود که طبق رابطه تعادل پل چنین انتظاری داشتیم.

*- دقیق کنید که مقدار مقاومت به منبع ولتاژ پل بستگی ندارد و شما می توانید برای آن هر مقداری به جز صفر را در نظر بگیرید. به ازای صفر ولتاژ خروجی برای همه مقاومتها صفر خواهد بود.

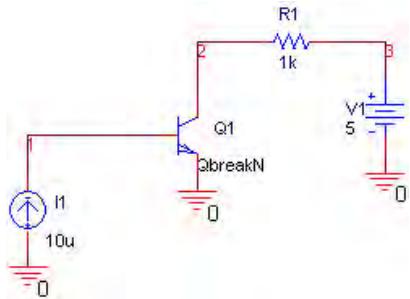
*- به جای انتخاب یک متغیر از پنجره Add Traces می توانید در شماتیک مدار ابزاری به نام Marker قرار دهید تا به محض اجرای تحلیل مدار نمودار مورد نظر رسم شود. برای این کار از منوی PSpice گزینه Markers و سپس Voltage Level را انتخاب کنید. را در کنار گره ای که می خواهید ولتاژ آن را رسم کنید قرار دهید. سایر گره های مورد نظر را نیز انتخاب کنید و کلید Esc را بزنید. برای نمودار اختلاف پتانسیل بین دو گره از همین منو گزینه Voltage Differential گزینه Current Into Pin و Power Dissipation را انتخاب کنید، ابتدا گره مثبت و سپس گره منفی را انتخاب کنید. از گزینه های Marker را به یک سر عنصر و برای توان آن را به وسط عنصر بچسبانید. از استفاده کنید، برای جریان حتما Marker را باز است. در نوار ابزار نیز می توانید برای Marker ها استفاده کنید. Marker ها نیز مانند قطعات ابزارهای در نوار ابزار نیز می توانید برای Marker ها استفاده کنید. Marker ها نیز مانند قطعات قابل Rotate کردن می باشند.

*- اگر پنجره Probe مربوط به مدار باز است بعد از جایگذاری Marker نیازی به اجرای تحلیل نیست، به پنجره Probe بروید مشاهده می کنید که نمودار رسم شده است.



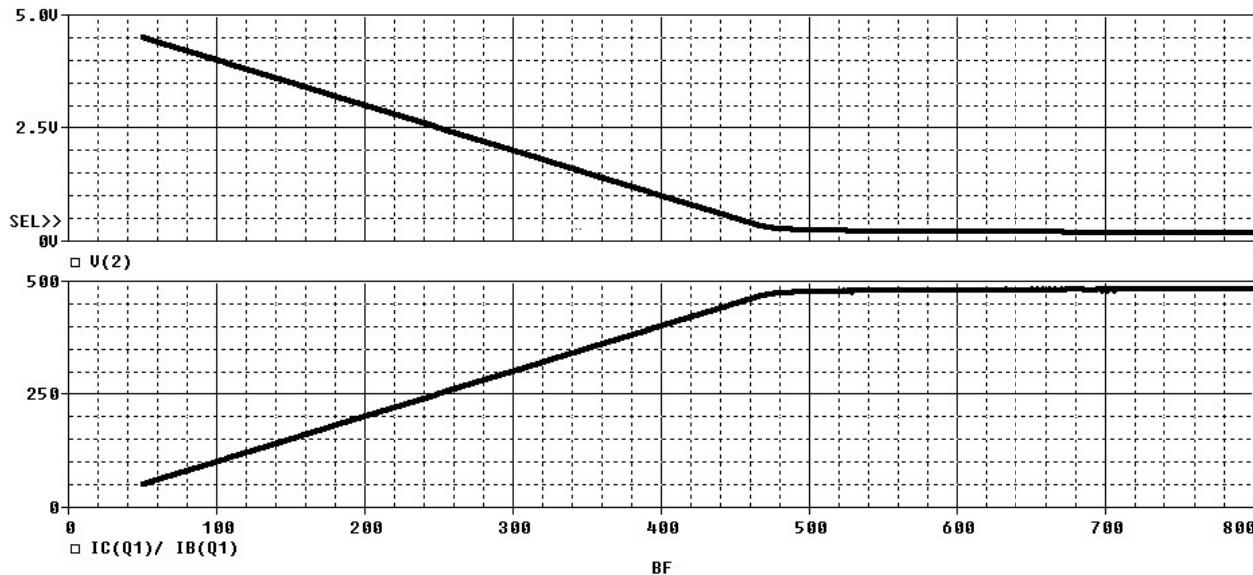
جاروب پارامتر مدل:

توسط این جاروب می توان یکی از پارامترهای مدل های موجود در مدار را تغییر داد و نحوه تغییرات خروجی مورد نظر را بررسی کرد.



مدار زیر را رسم کنید. می خواهیم پارامتر BF ترانزیستور را تغییر دهیم و به ازای آن نمودار تغییرات IC/IB ترانزیستور را رسم کنیم. بعد از رسم مدار برای تنظیمات شبیه سازی به پنجره Simulation Setting بروید و پس از انتخاب گزینه DC Sweep گزینه Model Parameter را فعال کنید. در فیلد Model Type نوع مدل NPN را انتخاب کنید. در فیلدهای Model Name و Parameter Name عبارت های QbreakN و BF را وارد کنید.

تغییرات پارامتر را به صورت خطی و از 50 تا 800 با گام یک تنظیم کنید، OK کرده و تحلیل را اجرا نمایید. در پنجره Probe نمودار IC(Q1)/IB(Q1) را رسم کنید. مشاهده می شود که با افزایش BF نسبت جریان کلکتور به امیتر به صورت خطی و مساوی با BF تغییر می کند. تقریباً به ازای $BF=480$ به بعد نسبت جریان کلکتور به بیس ثابت می شود، دلیل این امر احتمالاً اشباع شدن ترانزیستور است. برای بررسی بیشتر Plot جدیدی به Probe اضافه کنید و نمودار $V_{CE}(2)$ که همان V_{CE} ترانزیستور است را رسم کنید. می بینید که از نقطه شکست نمودار پایینی به بعد تقریباً این ولتاژ برابر 0.2 است و این بیانگر اشباع شدن ترانزیستور است.

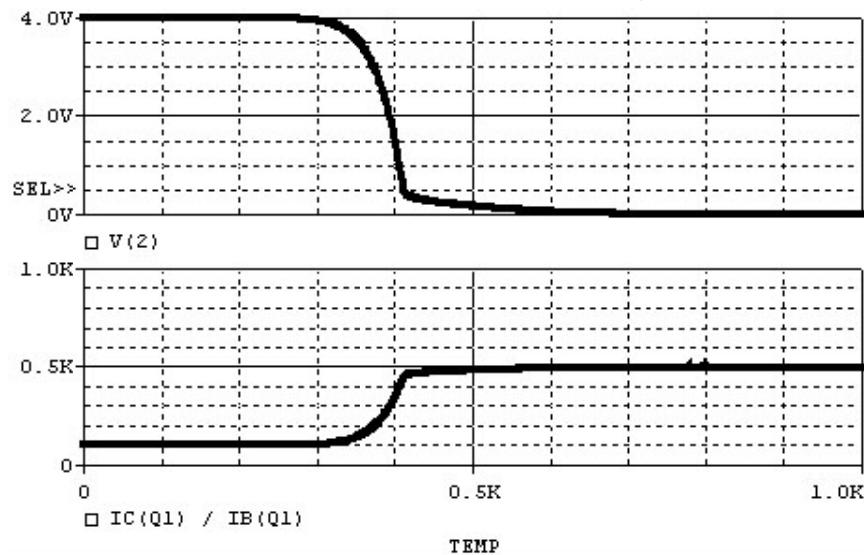


برای اندازه گیری مقدار دقیق نمودارها می توانید از Cursor استفاده کنید ولی راه دیگری نیز وجود دارد و آن انتقال مختصات نقاط نمودار به نرم افزار Excel است، برای این کار روی عبارت (2) در پایین محور افقی نمودار بالایی کلیک کنید (و یا با پایین نگهداشتن کلید Ctrl یا Shift جهت انتخاب چند نمودار) تا انتخاب شود. از منوی Edit گزینه Copy را بزنید، به برنامه Excel بروید و Paste کنید. مختصات تمام نقاطی که Probe از آنها برای رسم نمودار استفاده کرده در دو ستون مشاهده می شوند.



باروب دما:

مدار مثال قبل را در نظر بگیرید. در تنظیمات تحلیل Model Parameter را به Temperature تغییر دهید. تغییرات دما را از 1 تا 1000 درجه سانتیگراد به صورت خطی و با گام 1 تنظیم کنید. تحلیل را اجرا کرده، نمودار IC(Q1)/IB(Q1) را رسم کنید. مشاهده می شود که از حدود 300 درجه به بعد با افزایش دما بتای ترانزیستور افزایش می یابد تا ترانزیستور به اشباع برسد و جریان کلکتور ثابت شود. برای اطمینان از اشباع شدن ترانزیستور نمودار ولتاژ گره را در Plot دیگری رسم کنید.

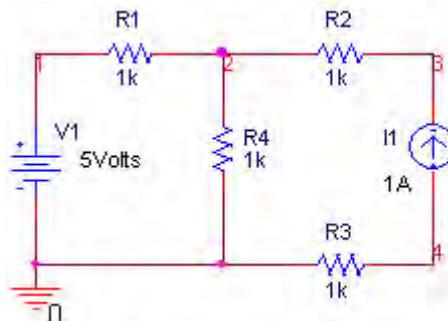


*- برای کپی کردن نمودار در برنامه ای مثل Word در پنجره Probe از منوی Copy to Clipboard را انتخاب کنید. پنجره ای برای تنظیمات Foreground و Background باز می شود. با فعال کردن گزینه Background Make window and plot backgrounds to transparent در صورت غیر فعال بودن این گزینه به همان رنگ Probe کپی می شود. در قسمت Foreground گزینه screen colors همه نمودارها و خطوط را به رنگ اصلی، گزینه change white to black و گزینه change all colors to black نمودارها و خطوط را به رنگ مشکی کپی می کند.

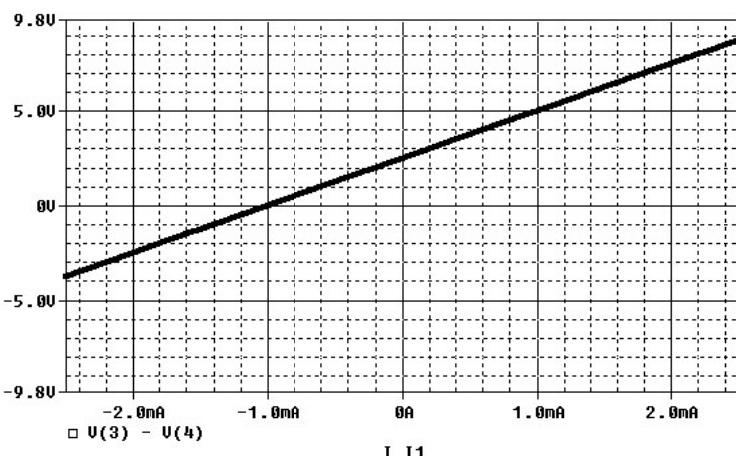


محاسبه معادل تونن و نورتن:

یکی از روش های محاسبه معادل تونن که در درس مدار آمده قرار دادن منبع ولتاژ V با جریان I یا منبع جریان I با اختلاف پتانسیل V در دو سر مورد نظر است. رابطه ای به صورت $V = \alpha I + \beta$ به دست می آوریم که مقاومت تونن و β ولتاژ تونن می باشد. می توانیم از تحلیل DC Sweep برای این کار استفاده کنیم به این ترتیب که نمودار تغییرات V بر حسب I را رسم می کنیم و از روی آن مقادیر معادل را محاسبه می کنیم.



مداری که در فصل قبل داشتیم را رسم کرده و منبع جریان I را در آن جایگزین خازن کنید. تحلیل DC Sweep را انتخاب کرده و منبع جریان را در گستره $-10mA$ - $10mA$ به صورت خطی با گام $0.1mA$ تغییر دهید. تحلیل را اجرا کنید. در Probe نمودار $V(3)-V(4)$ را رسم کرده، مقادیر شیب و عرض از مبدأ را اندازه بگیرید (برای مشاهده بهتر روی نمودار Zoom کنید). (2.5v ، $2.5k$). شیب بیانگر مقاومت تونن و عرض از مبدأ ولتاژ تونن است. با تقسیم ولتاژ بر مقاومت مقدار جریان نورتن که قرینه طول از مبدأ خط است به دست می آید.

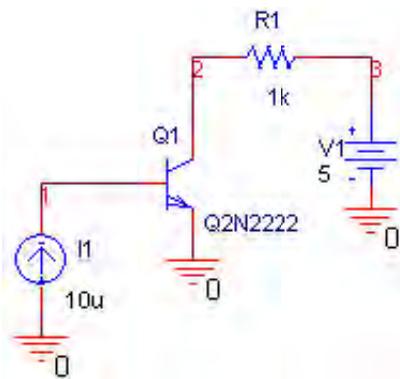


- *- نحوه تغییرات منبع جریان را حتما خطی در نظر بگیرید.
- *- گستره جریان را از یک مقدار منفی تا یک مقدار مثبت قرار دهید تا بتوان عرض از مبدأ را اندازه گرفت.

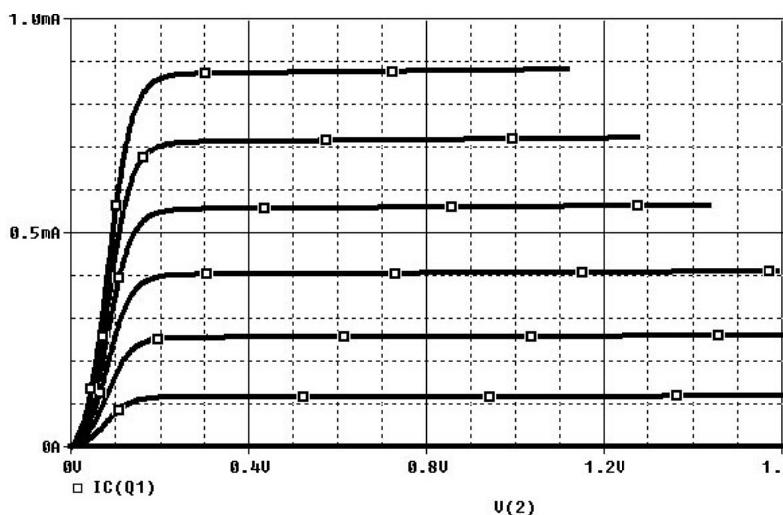


جاروب ثانویه:

در تحلیل هایی که تاکنون انجام دادیم فقط یک پارامتر در مدار تغییر می کرد و به ازای آن یک نمودار رسم می شد. با استفاده از جاروب ثانویه می توان علاوه بر پارامتر اول پارامتر دیگری را نیز تغییر داد و به ازای هر یک از مقادیر پارامتر دوم یک نمودار رسم کرد. برای آشنایی بیشتر با این نوع تحلیل به مثالهای زیر توجه کنید.



مثال 1 : رسم منحنی های I_c بر حسب V_{CE} ترانزیستور مدار روبرو را رسم کنید و برای آن تحلیل DC Sweep را انتخاب کنید. منبع ولتاژ V_1 را به صورت خطی از 0 تا 2 با گام 0.01 تغییر دهید. در قسمت Option گزینه Secondary Sweep را فعال کنید. Current Source Name را انتخاب کرده، در فیلد I1 را وارد کنید و مقدار آن را به صورت خطی از 0 تا 6u با گام 1u تغییر دهید. تحلیل را اجرا کرده و به پنجره Probe بروید. متغیر محور افقی V_1 است که باید آن را به V_{CE} تغییر دهیم، برای این کار از منوی Plot ، Axis setting را انتخاب کنید. روی گزینه Axis Variable در پنجره باز شده کلیک کنید تا پنجره X Axis Variable باز شود، از لیست متغیرها (2) V را انتخاب کرده، OK کنید. نمودار (Q1) را رسم کنید.



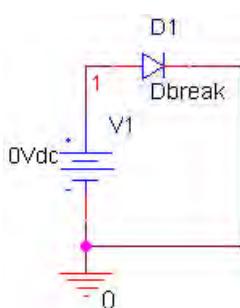
چند نمودار همزمان رسم می شوند که هر کدام از آنها به ازای یکی از مقادیر متغیر جاروب دوم است اینکه هر نمودار متعلق به کدام یک از مقادیر I1 است قابل تشخیص نیست.

*- برای مشخص شدن اینکه هر نمودار مربوط به کدام جریان بیس است به جای Secondary Sweep Parametric Sweep استفاده کنید. پس از اجرای تحلیل پنجره ای شامل تمام مقادیر متغیر باز می شود تا شما هر کدام را که می خواهید انتخاب کنید. پس از رسم نمودار نیز با کلیک راست روی هر نمودار و انتخاب Information می توان متوجه شد که نمودار متعلق به کدام جریان است. البته در این تحلیل نمی توان متغیر محور افقی را تغییر داد.

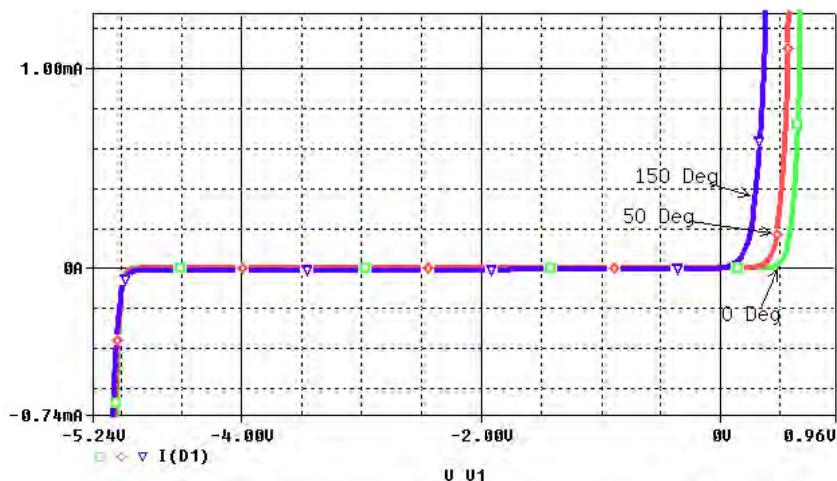
*- در Secondary Sweep چون به ازای هر مقدار متغیر یک نمودار رسم می شود، برای نمایش بهتر نمودارها و جلوگیری از کاهش سرعت تحلیل تعداد مقادیر متغیر را بسیار کم انتخاب کنید.



مثال 2: رسم منحنی مشخصه دیود به ازای چند دما



مدار روبرو را رسم کنید. (مقدار ولتاژ شکست دیود را 5 ولت قرار دهید). در تحلیل DC Sweep برای جاروب اولیه $V1$ از -6 تا 1 به صورت خطی با گام 0.01 و برای جاروب ثانویه Temperature با مقادیر 0, 50, 150 در فیلد Value (و یا برای تفکیک بهتر نمودارها از Sweep استفاده کنید). را در نظر بگیرید. تحلیل را اجرا کنید و نمودار جریان دیود را رسم کنید. با ابزار Zoom Area چند بار روی نمودار Zoom کنید. همانطور که مشاهده می شود با افزایش دما نمودار به سمت محور عمودی نزدیکتر می شود. با استفاده از ابزارهای Label می توانید کنار هر نمودار دمای مربوط به آن را بنویسید. از منوی Plot گزینه Label و سپس Text را انتخاب کنید (و یا از نوار ابزار در پنجره باز شده عبارت OK را تایپ کرده، متن را در نزدیکی نمودار مربوط به 150 درجه قرار دهید. از همان منوی قبلی قسمت Arrow را انتخاب کنید و از کنار Deg 150 تا نمودار فلشی رسم کنید. برای سایر نمودارها نیز چنین کاری را انجام دهید تا شکل زیر حاصل شود.

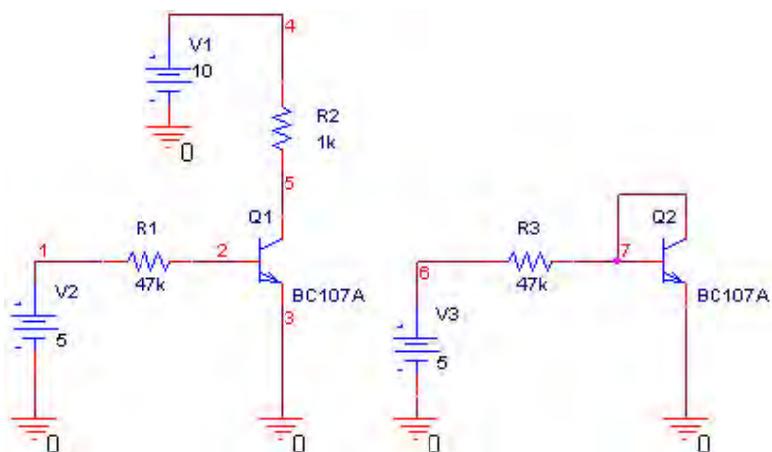


*- در صورتیکه با جابجایی متن ها و یا فلش ها خطوط تکه تکه ای از آنها به جا مانده برای Refresh کردن از کلیدهای Ctrl+E استفاده کنید.

*- در تحلیل DC Sweep می توانید بیش از دو مورد از گزینه های Option را انتخاب کنید ولی Parametric Sweep و Sweep Temperature همزمان قابل اجرا نیستند.



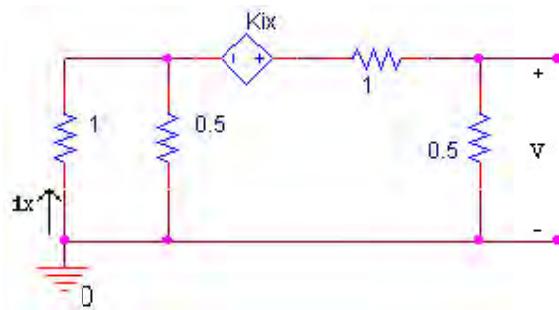
۱- مدارهای زیر را هم زمان در بازه دمایی ۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد تحلیل کنید و بررسی کنید که آیا تغییرات



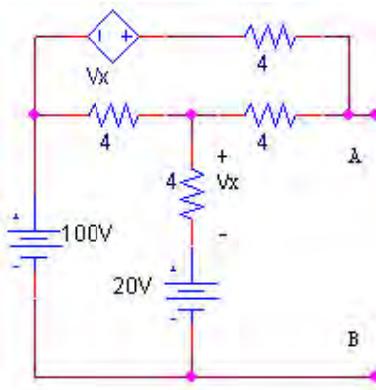
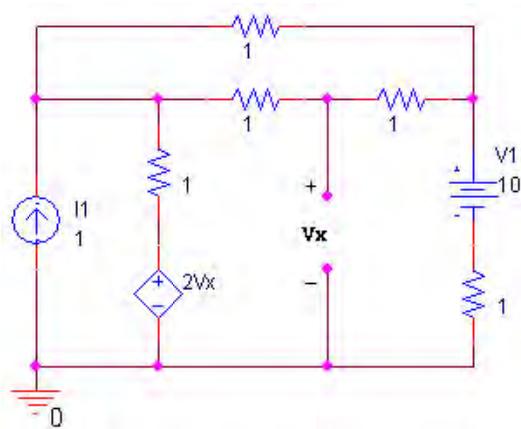
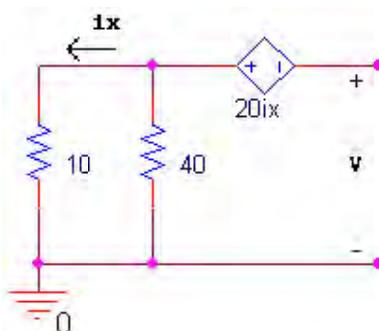
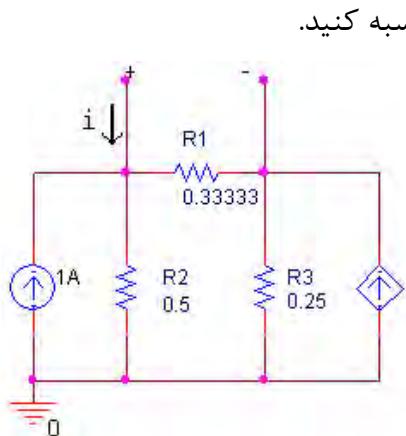
دمایی V_{BE} در مدار سمت چپ با V_D در مدار سمت راست یکسان است یا خیر؟ (منظور از دیود در سمت راست ترانزیستوری است که با اتصال کوتاه کردن بیس و کلکتور آن مشابه دیود عمل می‌کند).

*- ترانزیستور از کتابخانه EBIOPOLAR انتخاب شده است.

۲- مقادیر ضرایب حساسیت درس الکترونیک ۱ را برای مدار ترانزیستوری بالا محاسبه کنید.

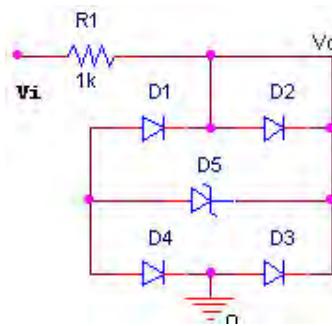
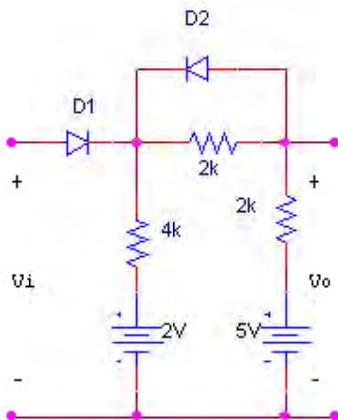


۳- در مدار روبرو K را چنان تعیین کنید که مقاومت دیده شده از سرهای A و B برابر صفر گردد.

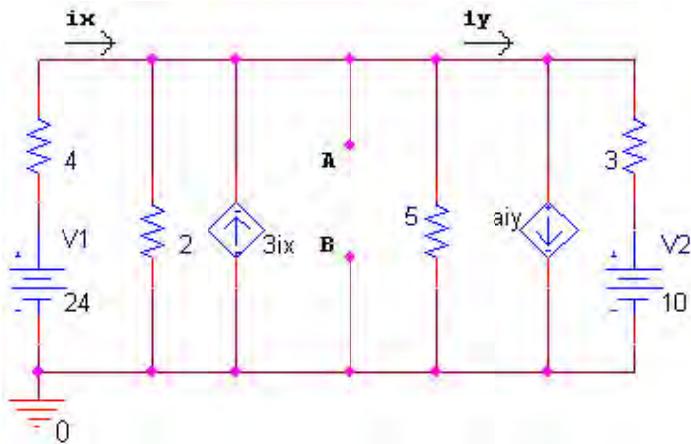




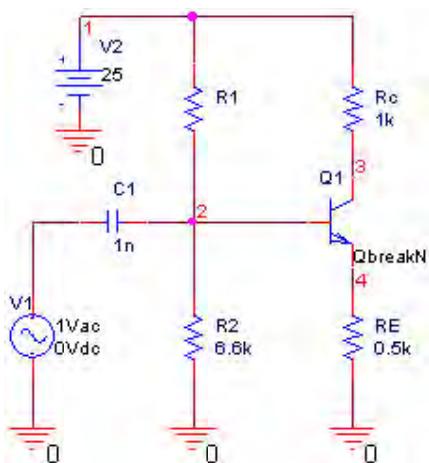
۵- نمودار خروجی - ورودی را برای مدارات زیر رسم کنید.



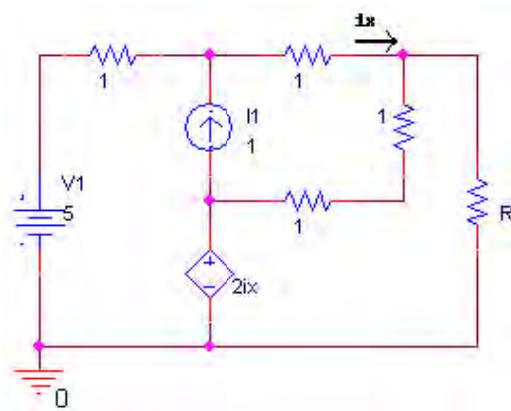
۶- مقدار a (ضریب منبع وابسته) را
چنان تعیین کنید که $V_{AB} = 12$ ولت باشد.



۷- با استفاده از روابط تئوری درس الکترونیک ۱ نقطه کار بهینه
را برای تقویت کننده روبرو بیابید. سپس با استفاده از
OrCAD مقدار مقاومت R1 برای تحقق این نقطه کار را محاسبه کنید.
 $R_C = 1k \quad R_E = 0.5k \quad R_2 = 6.6k$

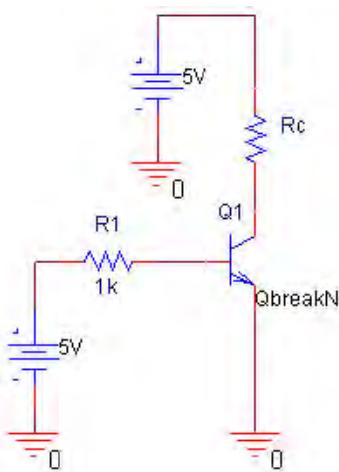


-۸- در مدار روبرو R را چنان تعیین کنید
که بیشترین توان توسط آن تلف شود.

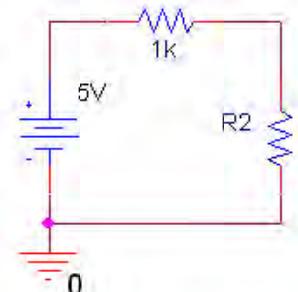




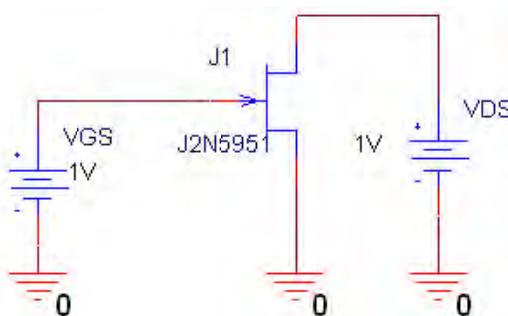
۹- محدوده مقاومت کلکتور را در مدار زیر چنان تعیین کنید که مدار معادل گیت NOT منطقی عمل کنید.



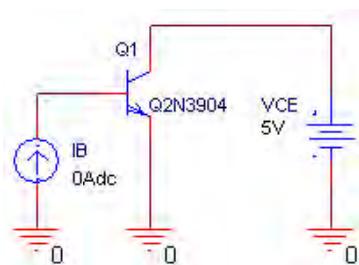
۱۰- مقدار مقاومت R2 را چنان تعیین کنید که توان آن حداکثر شود.



۱۱- منحنی های مشخصه JFET را در مدار زیر بیابید.



۱۲- نمودار تغییرات بهره DC ترانزیستور Q2N3904 بر حسب جریان کلکتور را به ازای چند دما رسم کنید.



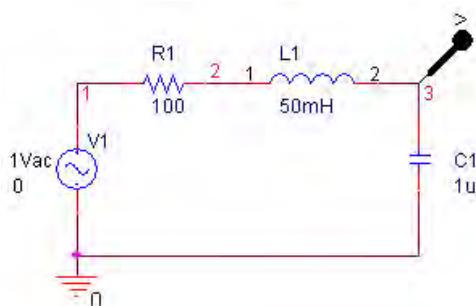


Chapter 4:

AC Sweep

AC Sweep تحلیلی است که در آن ورودی سینوسی با فرکانس متغیر (IAC یا VAC) به مدار داده می شود و نمودار تغییرات خروجی بر حسب فرکانس رسم می شود. با توجه به اینکه این تحلیل همان تحلیل حالت دائمی سینوسی است، متغیرها به صورت فازور (اعداد مختلط) می باشند و امکان محاسبه اندازه، فاز، قسمت حقیقی و قسمت موهومی آنها وجود دارد. کاربرد عمدۀ این تحلیل رسم نمودارهای اندازه و فاز پاسخ فرکانسی، تعیین نوع فیلترها و محاسبه پهنهای باند و فرکانس‌های قطع است.

- *- همزمان با اجرای این تحلیل، تحلیل Bias Point نیز اجرا می شود که خروجی های آن در شماتیک مدار قابل مشاهده است.
- *- با توجه به اینکه برای سلف و خازن امپدانس آنها در نظر گرفته می شود، شرایط اولیه تاثیری روی نتایج تحلیل ندارند اما بر خروجی Bias Point اثر می گذارند. مقدار DC منبع AC، منابع DC و منابع متغیر با زمان نیز تاثیری بر نتایج تحلیل AC ندارند ولی بر نتایج Bias Point اثر می گذارند.
- *- اگر مقادیر ورودی بر حسب مقدار موثر وارد شوند خروجی ها نیز باید بر حسب مقدار موثر تلقی شوند.

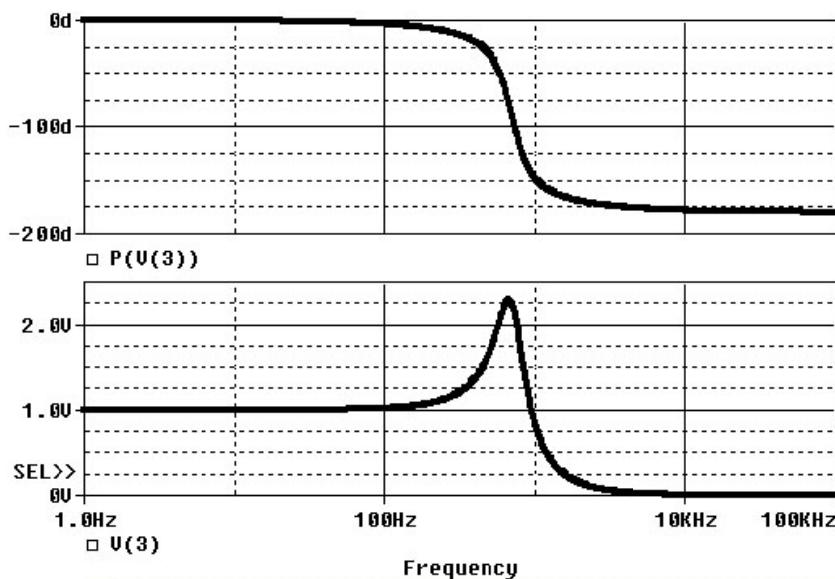


مثال ۱: مدار روبرو را در نظر بگیرید. خروجی ولتاژ خازن است که برای رسم سریع آن از Marker استفاده می کنیم. ولتاژ در تحلیل AC اندازه فازور را رسم می کند. (در منوی PSpice قسمت Advanced Markers ابزارهایی برای رسم سایر اجزای فازور وجود دارد). برای منبع AC از منبع VAC در کتابخانه Source استفاده کنید. برای اجرای تحلیل در پنجره Simulation Setting نوع تحلیل AC Sweep را انتخاب کنید. نحوه تغییرات را لگاریتمی و سه فیلد مربوط به آن را به ترتیب 1, 100k, 50 قرار دهید.

- *- چون مقادیر جریانهای المان ها برای ما مهم نیست و رفتار آنها را به عنوان خروجی بررسی نخواهیم کرد، در پنجره Simulation Setting در تب Data Collection در قسمت Voltages All را انتخاب کنید و سایر خروجی ها را در حالت None قرار دهید. با این کار هیچ جریان یا توانی محاسبه نخواهد شد که این موجب تسريع در تحلیل مدار می شود. (با انتخاب All but Internal Subcircuits برای مثلا جریان، جریان همه المانها به جز المانهای داخلی زیر مدارها محاسبه خواهد شد).



OK کرده تحلیل را اجرا کنید. نمودار تغییرات ولتاژ خازن بر حسب فرکانس رسم می شود. Plot جدیدی در Probe ایجاد کنید. پنجره Add Traces را باز کنید و از لیست سمت راست (P) و از لیست سمت چپ (V(3)) را انتخاب کرده OK کنید. نمودار فاز ولتاژ خازن نیز رسم می شود.



*- برای دسترسی به مختصات نقاط نمودار علاوه بر کپی کردن نمودار در Excel می توانید آنها را در فایل خروجی نیز مشاهده کنید. برای این کار قطعه VPRINT1 از کتابخانه ANALOG را در مدار قرار دهید و به گره 3 متصل کنید، در پنجره Property Editor این قطعه در فیلد AC عبارت 1 یا Y ویا YES را وارد کنید تا نتایج تحلیل AC در فایل خروجی نمایش داده شود. یکی از فیلدهای MAG، PHASE، REAL، IMAG را نیز به منظور نوع خروجی فعال کنید. هم زمان با تحلیل مدار نتایج در Output File ثبت خواهند شد.

*- اگر با استفاده از قطعه VPRINT فقط نتایج فایل خروجی مورد نظرتان است و قصد رسم نمودار ندارید می توانید از همان ابتدا Probe را غیر فعال کنید برای این کار در پنجره Simulation Setting در تب Probe Window گزینه Display Probe window را غیر فعال کنید. در این پنجره گزینه های دیگری برای رسم برخی نمودارها بلاfaciale بعد از باز شدن Probe وجود دارد. (اگر Display Probe window را غیر فعال کردید و بعد از تحلیل مدار خواستید که نموداری رسم کنید در برنامه PSpice A/D از منوی View گزینه Simulation results را انتخاب کنید تا Probe باز شود).



Measurements

ابزاری به نام Measurements Goal Functions در نسخه 9.2 برای اندازه گیری پارامترهایی نظیر پهنهای باند، فرکانس های قطع، اورشوت و ... در برنامه PSpice A/D وجود دارد. برای دسترسی به این ابزار پس از اجرای تحلیل مثال بالا روی (و یا) Eval Goal Functions در نسخه 9.2 از منوی Trace کلیک کنید، در لیست سمت راست پنجره باز شده Bandwidth_Bandpass_3dB(1) و از لیست سمت چپ (3)V را انتخاب کرده و OK کنید. پایین نمودارهای رسم شده جدولی اضافه می شود که مقدار پهنهای باند 3dB را نشان می دهد که برابر 336.92409 است. (این جدول در نسخه 9.2 وجود ندارد و مقدار به دست آمده روی نمودار مشخص می شود، از طریق منوی Tools، گزینه Options، گزینه Display Evaluation می توانید آن را فعال کنید).

*- جدول فوق از طریق منوی View Measurement Results فعال و غیر فعال می شود. ممکن است علاوه بر جدول Plot جدیدی نیز اضافه شود و مقدار محاسبه شده روی نمودار نیز مشخص شود. برای غیر فعال کردن این گزینه به منوی Tools، گزینه Options مراجعه کنید و Display Evaluation را غیر فعال کنید تا فقط از طریق جدول پایین Plot به نتایج خواسته شده دسترسی داشته باشید. (البته اگر با نسخه 10.5 کار می کنید).

با استفاده از Measurements های Cutoff_Lowpass_3dB(1) و Cutoff_Highpass_3dB(1) (این دو Measurement در نسخه 9.2 وجود ندارند). می توانید فرکانس های قطع پایین و بالا را اندازه بگیرید و بررسی کنید که آیا اختلاف آنها با پهنهای باند محاسبه شده برابر است یا خیر؟

*- ابزارهای موجود در Measurements را می توان تغییر داد و با گزینه ای به آنها اضافه کرد. برای این کار از منوی Trace گزینه Measurements Goal Functions در نسخه 9.2 را انتخاب کنید. در پنجره باز شده لیست تمام Measurement ها مشاهده می شود. فرض کنید می خواهیم New Measurement Name عبارت قطع بالا تعریف کنیم. گزینه New را انتخاب کنید. در پنجره باز شده در فیلد New Measurement Name در فایل قابل استفاده باشد یا در کلیه فایلها اگر use global file را انتخاب کنیم متن دستورات در فایل pspice.prb به آدرس مشخص شده ذخیره خواهد شد، (می توانید از طریق این فایل Upper3dB را وارد کنید. در کادر پایین گزینه هایی وجود دارد که از طریق آنها می توان تعیین کرد این Measurement فقط در همین فایل قابل استفاده باشد یا در کلیه فایلها اگر use global file را انتخاب کنیم متن دستورات در فایل Upper3dB به آدرس مشخص شده ذخیره خواهد شد، (می توانید از طریق این فایل Upper3dB دستورات Measurement ها را تغییر دهید). همین گزینه را انتخاب کرده و OK کنید. در پنجره Edit New سطر اول دستورات را به $x1 = \text{Upper3dB}(1)$ تغییر دهید، این عبارت به این معناست که Measurement تابعی با یک ورودی است که خروجی آن مختصه x متغیری به نام 1 است که این متغیر در دستورات Upper3dB بعدی مقدار دهی خواهد شد. سطر سوم را به

1|search forward level (max-3dB,n)!1; تغییر دهید به این معنا که هدف یافتن نقطه ای در ورودی 1 است که مقدار آن 3dB کمتر از max متغیر مشخص شده است. در فیلترهای میان گذر دو نقطه دارای این ویژگی هستند که شبیب نمودار در یکی از آنها مثبت و در دیگری منفی است، حرف n در دستور بالا به معنای نقطه ای است که نمودار دارای شبیب منفی است یعنی فرکانس قطع بالا مختصات این نقطه در متغیر 1 ذخیره خواهد شد که مختصه x آن قبل از عنوان خروجی معرفی شده است. در متن دستورات می توانید با اضافه کردن * به ابتدای سطر از آن سطر به عنوان توضیحات استفاده کنید.



```
Upper3dB(1) = x1
* Find the Upper 3dB Frequency
{
  1| search forward level(max-3dB,n)!1;
```

*- بعد از پایان دستورات حتما از علامت ; استفاده کنید.

*- در سطر بعد از دستور Search سطري را به دستور 2 search forward level (max-3db,p)!2 اختصاص دهید. با این کار نقطه فرکانس قطع پایین جستجو می شود و مختصات آن در متغیر 2 ذخیره می شود. چون این نیز مانند قبلی در ورودی 1 انجام می شود نیازی به قرار دادن عبارت 1 در ابتدای آن نیست. در ضمن زمانی که از چند search استفاده می کنیم علامت ; را فقط در انتهای دستور آخر باید وارد کنیم.

*- برای پیدا کردن نقطه max از دستور search forward max!1; استفاده کنید.

*- با استفاده از دستور search forward level (0.8)!1; نقطه ای که مقدار آن 0.8 است search می شود.

*- اگر دستور search forward level (50%)!1; را وارد کنید اولین نقطه ای در نمودار که مقدار آن وسط min و max قرار دارد search می شود. برای پیدا کردن دومین نقطه ای که مقدار آن بین max و min است در سطر بعد از دستور search forward level (50%)!2; استفاده کنید. چون دستور پیدا کردن نقطه 50% دو بار وارد شده در مرتبه اول اولین نقطه و در مرتبه دوم دومین نقطه محاسبه می شود. مختصات نقطه اول در متغیر 1 و مختصات نقطه دوم در متغیر 2 ذخیره می شود.

*- اگر هدف پیدا کردن نقطه ای باشد که اطلاعات مختصه x آن را در اختیار داشته باشیم به جای level باشد که اطلاعات مختصه xval استفاده کنیم. مثلا اگر می خواهیم بدانیم در فرکانس 1K مقدار شکل موج چقدر است باید از دستور search forward xval (1k)!1; استفاده کنیم. یا مثلا با دستور search forward xval (50%)!1; ان بین فرکانس ابتدایی و انتهایی قرار دارد search خواهد شد.

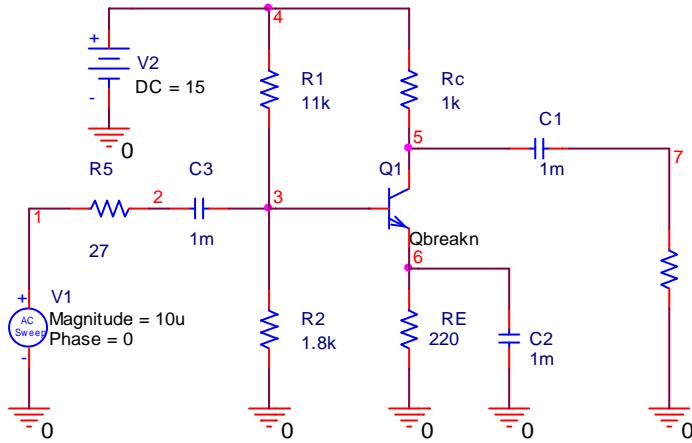
*- در تعیین نوع خروجی ها می توان از اپراتورهای ریاضی استفاده کرد مثلا اگر دو متغیر به نام های 1 و 2 داشته باشیم با قرار دادن $(y1+y2)/2$ در سطر اول میانگین مقادیر دو نقطه خروجی Measurement خواهد بود.

*- نامی که برای Measurement انتخاب می شود حتما باید با حروف الفبا آغاز شود ولی کاراکترهای بعدی آن می توانند عدد و یا _ باشند. تعداد کل کاراکترها نیز نباید از 50 بیشتر شود.

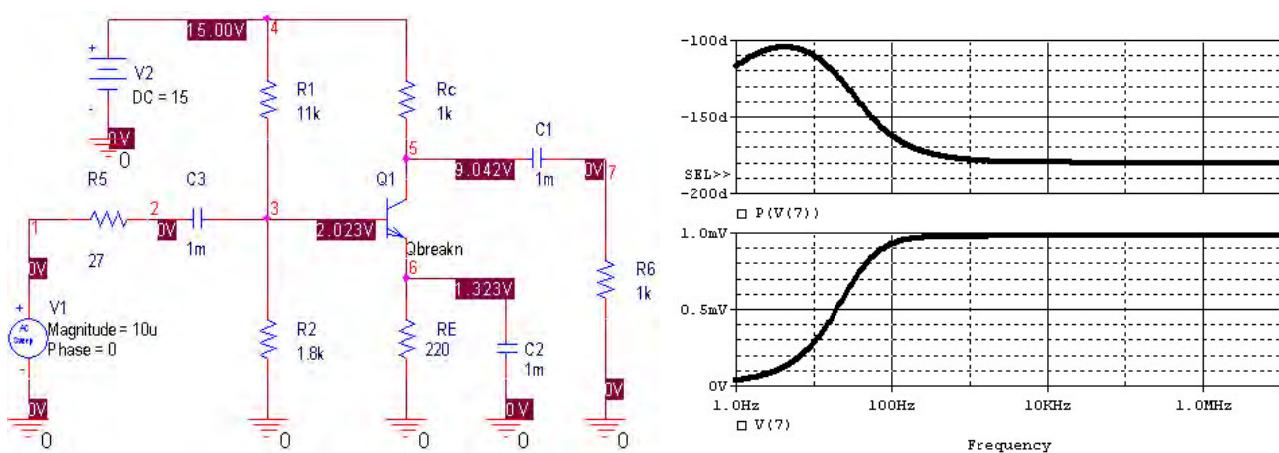
*- اگر نتیجه Measurement در گستره تحلیل نباشد با پیغامی مبنی بر یافت نشدن نقطه مورد نظر مواجه خواهد شد.



مثال 2: تقویت کننده امیتر مشترک زیر را در نظر بگیرید. می خواهیم نقطه کار ترانزیستور به همراه اندازه و فاز ولتاژ خروجی را محاسبه کنیم.



مدار را توسط AC Sweep در گستره 1 تا 10meg و با تقسیم بندی 50 نقطه در هر ده تحیل کنید. پس از اجرای تحلیل گزینه **V** را جهت نمایش ولتاژ گره ها حاصل از تحلیل فعال نمایید. در پنجره Bias Point Plot را در گره 7 را در های جداگانه اندازه و فاز ولتاژ گره 7 را در جدایی از فرکانس حدود 100Hz به بعد عمل تقویت کنندگی ترانزیستور به خوبی انجام می شود با خروجی نزدیک به 1 میلی ولت، یعنی بهره ولتاژی تقریبا برابر 100، فاز خروجی نیز در محدوده پهنهای باند این تقویت کننده نزدیک به 180 است که منفی بودن بهره ولتاژ تقویت کننده های امیتر مشترک مovid این مطلب است.



- در تحلیل PSpice برای ترانزیستور که عنصری غیر خطی است از مدل خطی استفاده می کند که پارامترهای این مدل به نقطه کار ترانزیستور بستگی دارد و نقطه کار نیز به مقدار منابع DC وابسته است، یعنی در AC Sweep علی رغم صفر در نظر گرفتن منابع DC این منابع بر خروجی تاثیر می گذارد، پس ما حق حذف منابع DC را از مدار نداریم و باید مقادیر آنها را دقیقا لحاظ کنیم.

- چون در تحلیل AC به جای عناصر غیر خطی از مدل خطی استفاده می شود مقدار دامنه ورودی تاثیری بر بهره تقویت کننده ندارد اما در تحلیل حوزه زمان که از عنصر غیر خطی استفاده می شود محدودیتی برای ورودی وجود دارد.

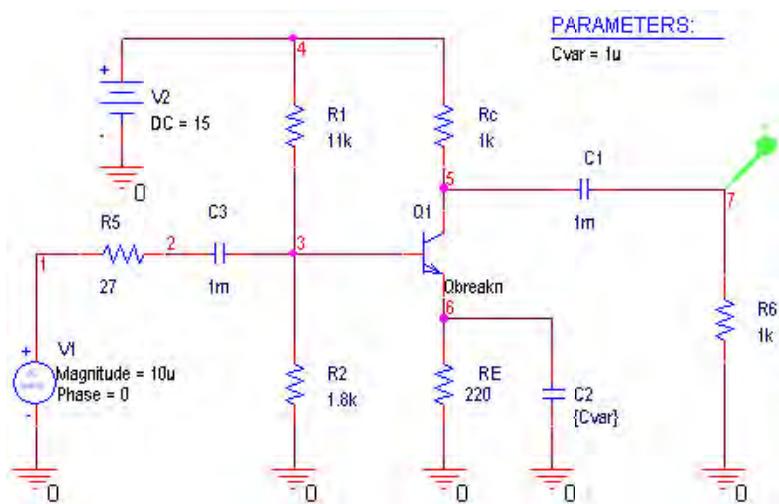
- در پنجره Simulation Setting برای تحلیل AC در قسمت راست کادری تحت عنوان Output وجود دارد که با فعال کردن آن دستور OP. اجرا می شود و امکان دسترسی به اطلاعات نقطه بایاس ترانزیستور در فایل خروجی را فراهم میکند.

- با توجه به مدار باز در نظر گرفتن خازن ها در درس الکترونیک جهت یافتن نقطه کار ترانزیستور در این تحلیل برای خازن ها شرط اولیه ای در نظر نگیرید تا نرم افزار آنها را مدار باز فرض کند.

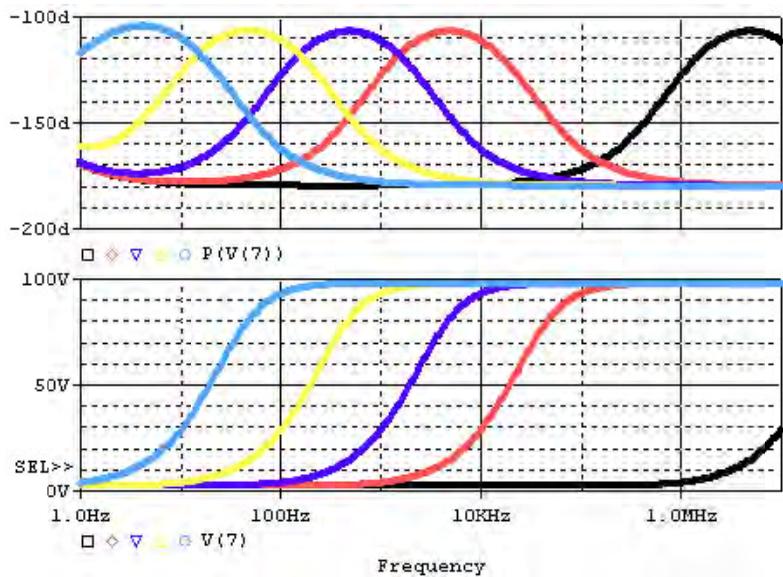


تحلیل پارامتری:

تحلیل Parametric Sweep همزمان با AC Sweep قابل اجراست به این معنا که می توان در یک مدار مثلا برای یک مقاومت چند مقدار انتخاب کرد و به ازای هر یک از آنها نمودار AC Sweep را رسم کرد. به عنوان مثال مدار مثال قبل را در نظر بگیرید. می خواهیم تاثیر ظرفیت خازن bypass را بر خروجی بررسی کنیم.



پارامتری به نام Cvar تعریف کنید. مقدار خازن bypass را به {Cvar} تغییر دهید. در قسمت Simulation Setting در قسمت Parametric Sweep Option گزینه Global Parameter را فعال کنید. گزینه Parameter Name و Value List را در فیلد های Plot گزینید. گزینه Value List را در ترتیب عبارات 1n، 1u، 10u، 100u، 1m اجرا کرده، نمودار تغییرات اندازه و فاز ولتاژ گره 7 بر حسب فرکانس را در Plot های جداگانه رسم کنید.



مشاهده می کنید که به ازای خازن 1n تقویت کننده بهره خوبی ندارد ولی به ازای خازن های بالاتر بهره به مقدار نهایی خود می رسد. مقدار خازن های بالای 1u تاثیر زیادی در پهنهای باند دارند.

- *- بعد از اجرای تحلیل و قبل از باز شدن Probe پنجره ای شامل لیست مقادیر پارامتری که مورد تحلیل قرار گرفته باز می شود که به صورت پیش فرض همه آنها انتخاب شده اند. شما با انتخاب یک یا چند تا از آنها می توانید تعداد نمودارهایی که در Probe به ازای یک متغیر رسم خواهد شد را تعیین کنید.
- *- برای رسم یک یا چند نمودار از مجموعه نمودارها علاوه بر روش بالا می توانید در پنجره Add Traces در فیلد Trace Expression عبارت $V(7)$ را به منظور رسم نمودار اول ولتاژ گره 7 وارد کنید.



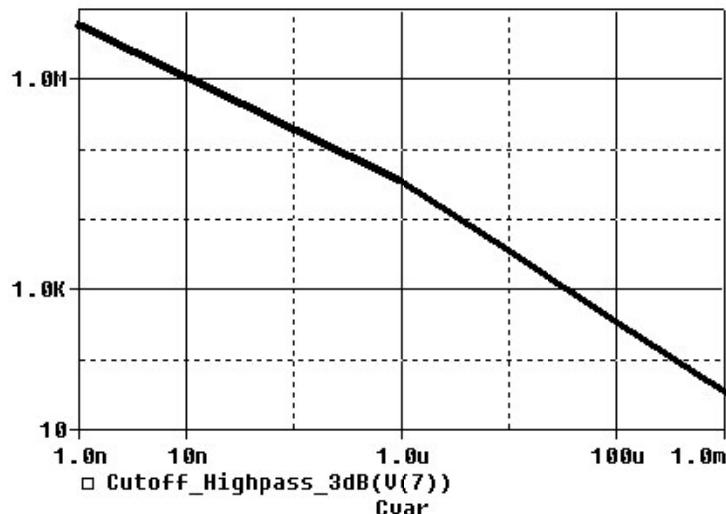
تحليل عملکرد (Performance Analyses)

تحلیلی است که توسط آن می‌توان نمودار تغییرات یکی از Measurement آن را بر حسب متغیر تحلیلی Parametric Sweep رسم کرد.

مدار مثال قبل را در نظر بگیرید. تحلیل AC Sweep و Parametric Sweep را با همان پارامترهای قبلی مجدداً اجرا کنید. در پنجره Probe گزینه را فعال کنید. (و یا Performance Analyses از منوی Trace) متغیر محور x به Cvar تبدیل می‌شود. پنجره Add Traces را باز کنید، مشاهده می‌کنید که در لیست سمت چپ به جای اپراتورها و توابع ریاضی اسمی Measurement‌ها آمده است. (Cutoff_Highpass_3dB(1)) آن را انتخاب کرده و OK کنید. نمودار تغییرات فرکانس قطع پایین بر حسب ظرفیت خازن bypass رسم می‌شود. برای مشاهده بهتر توسط ابزارهای تغییرات محور y و x را لگاریتمی کنید.

مشاهده می‌شود که با افزایش ظرفیت خازن فرکانس قطع پایین کاهش می‌یابد.

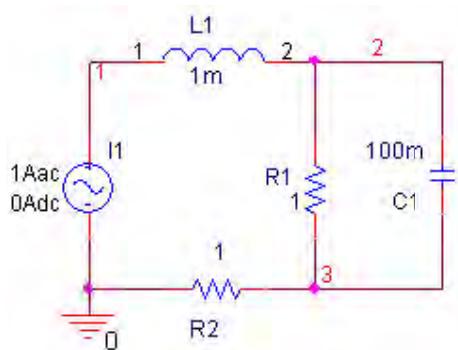
*- توجه داشته باشید که ابزار Performance Analyses تنها در صورتی قابل اجراست که تحلیل Parametric Sweep باشد یعنی نتایج تحلیل ما شامل چند نمودار باشد.



محاسبه امپدانس محدود:

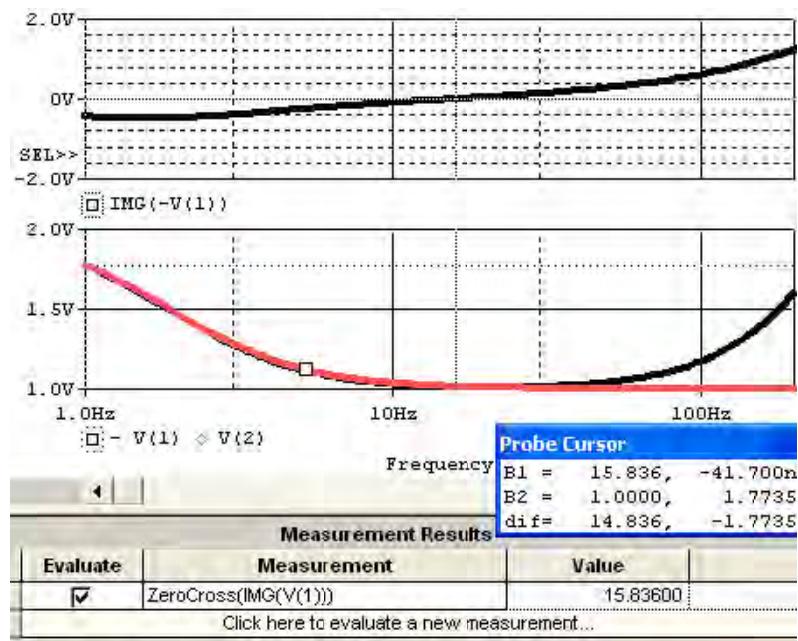
برای محاسبه امپدانس معادل پس از صفر کردن منابع ولتاژ به دو سر مورد نظر منبع VAC یا IAC متصل می‌کنیم و تحلیل AC Sweep را اجرا می‌کنیم. پس از اجرا نمودار $V(VAC)/I(VAC)$ - را رسم می‌کنیم. علامت منفی به این دلیل است که منظور از تغییرات اندازه امپدانس معادل بر حسب فرکانس رسم می‌شود. علامت منفی به این دلیل است که منظور از جریانی است که از سر مثبت منبع ولتاژ به سر منفی می‌رود یعنی از سر مثبت وارد منبع می‌شود در حالیکه در محاسبه امپدانس معادل جریانی که از سر مثبت خارج می‌شود مد نظر است. البته در محاسبه اندازه امپدانس وارد نکردن علامت منفی مشکلی به وجود نمی‌آورد ولی در محاسبه فاز، قسمت حقیقی و قسمت موهومی

نیبود علامت منفی موجب قرینه شدن جواب می‌شود. به عنوان مثال مدار روبرو را در نظر بگیرید. می‌خواهیم امپدانس دیده شده از دو سر ورودی را محاسبه کنیم. از منبع جریان IAC با مقدار 1 و فاز 0 استفاده می‌کنیم، با توجه به اینکه فازور جریان این منبع 1 است امپدانس دیده شده با منفی ولتاژ دو سر آن برابر است. (و یا با ولتاژ گره 1) تحلیل را در رنج 1 تا 200Hz به صورت لگاریتمی و با تعداد 50 نقطه در هر دهه اجرا کنید. نمودار $V(1)$ را در Probe رسم کنید.





*- با همین تحلیلی که در این مثال انجام شد می توان علاوه بر امپدانس معادل، فرکانس تشیدید (فرکانسی که در آن قسمت موهومی امپدانس صفر می شود) را نیز محاسبه کرد برای این کار Plot جدیدی در Probe باز کنید و نمودار قسمت موهومی امپدانس ((V(1))IMG) را رسم کنید. با توجه به لگاریتمی بودن محور تشخیص دقیق فرکانس تشیدید امکان پذیر نیست. می توانید برای حل این مشکل از Cursor استفاده کنید ولی با کمک x Measurement می توانید به نتیجه دقیق تری برسید. ZeroCross ابزاری است که مختصه نقطه ای از منحنی که ارتفاع آن صفر است را پیدا می کند. برای این کار از نوار ابزار گزینه را انتخاب کنید. در لیست Measurements عبارت ZeroCross را انتخاب کنید. فیلد بالای لیست را به Analog Operators and Functions تغییر دهید و در لیست جدید IMG را انتخاب کرده و پس از آن در قسمت سمت چپ روی V(1) کلیک کرده و OK کنید. اندازه فرکانس تشیدید در جدول پایین صفحه مشخص خواهد شد. برای اطمینان می توانید نمودار قسمت موهومی توان منبع جریان را نیز رسم کنید و بررسی کنید که در چه فرکانسی صفر می شود. (در فرکانس تشیدید توان راکتیو صفر است). اگر نمودار ولتاژ گره 2 (ولتاژ دو سر خازن) را رسم کنید مشاهده می کنید که در فرکانس تشیدید لزومی ندارد که حتما ولتاژ خازن min یا max شود.



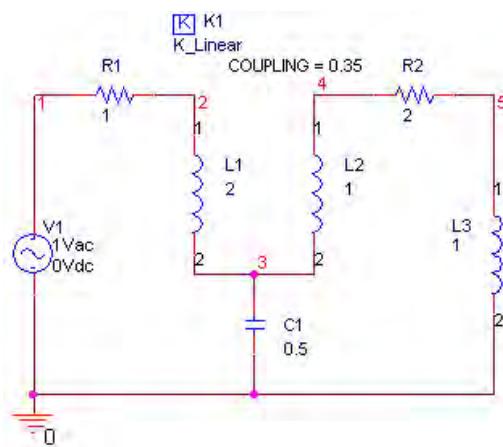
*- در مدارهایی که شامل عناصر غیر خطی از قبیل ترانزیستور و دیود هستند برای محاسبه امپدانس معادل باید خازنی با ظرفیت بالا به منبع ولتاژ تست (منبعی که برای محاسبه امپدانس به دو سر مورد نظر وصل کرده اید) سری کنید تا در محاسبه نقطه کار DC ترانزیستور تغییری ایجاد نکند. به دلیل اینکه هم زمان با AC Sweep تحلیل Bias Point نیز اجرا می شود و از نتایج آن برای پارامترهای مدل خطی ترانزیستور در AC Sweep استفاده می شود، در تحلیل Bias Point منبع AC صفر در نظر گرفته می شود که در صورت نبود خازن موجب صفر شدن ولتاژ یکی از گره های مدار خواهد شد اما چون خازن وجود دارد و برای خازن نیز شرط اولیه ای تعریف نشده، خازن مدار باز شده و ارتباط منبع AC با مدار را از لحاظ DC قطع می کند. (البته اگر از منبع جریان به عنوان منبع تست استفاده کنید نیازی به خازن نیست. چون در Bias Point با صفر شدن مدار باز می شود).



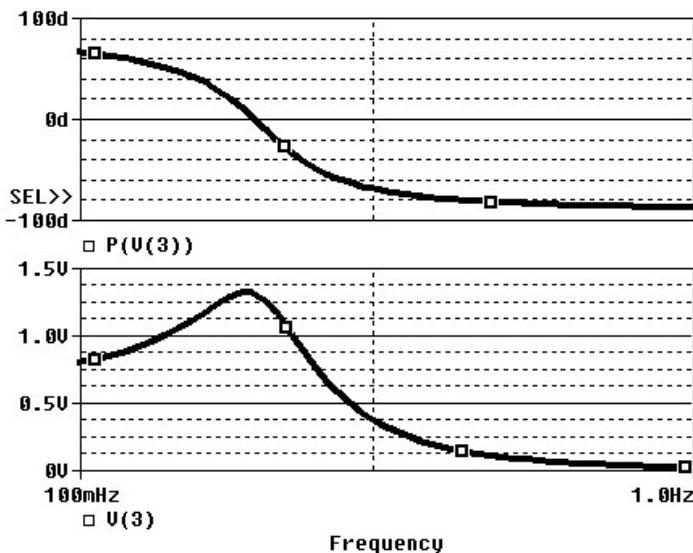
سلف های تزویج شده:

با استفاده از قطعه K_Linear از کتابخانه ANALOG می توان بین دو یا چند سلف تزویج برقرار کرد. مقدار این قطعه ضریب تزویج سلفهای است که از رابطه $K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ بدست می آید. سرهای مثبت سلف ها (که در سلف کتابخانه آنالوگ با عدد 1 مشخص شده) به عنوان سرهای نقطه دار تزویج در نظر گرفته می شوند.

مثال: مدار زیر را در نظر بگیرید. عناصر تزویج عبارتند از $L_1=2H$, $L_2=1H$, $M=0.5H$ که با این حساب تزویج



تقريباً برابر 0.35 است. روی قطعه K دابل کلیک کنید و در پنجره Property Editor در فیلد L1 عبارت L_1 و در فیلد L2 عبارت L_2 را وارد کنید تا مشخص شود که بین کدام سلف ها تزویج برقرار است. در فیلد COUPLING نیز مقدار 0.35 را وارد کرده، پنجره را بینديد. منبع AC دارای دامنه 1V و فاز 90 درجه است. (با دابل کلیک روی قطعه در فیلد ACPHASE در پنجره Property Editor می توانید فاز منبع را تعیین کنید). گستره تغییرات فرکانس را 0.1 تا 1 هرتز در نظر بگیرید. (به دلیل پایین بودن مقدار مقاومت ها و بالا بودن مقادیر سلف ها و خازن رنج فرکانسی که تغییرات شدید خروجی در آن مشهود است رنج پایینی است). تحلیل را اجرا کرده و نمودار ولتاژ خازن (گره 3) را رسم کنید.



برای اطمینان از صحت جواب مقدار اندازه و فاز را در فرکانس 0.318 توسط Cursor اندازه بگیرید و با جواب مسئله 13 فصل 8 کتاب مدار 1 دکتر جبه دار مقایسه کنید.

*- اگر پاسخ مدار فقط در یک فرکانس مد نظرتان است می توانید فرکانس ابتدایی و انتهایی تحلیل را برابر هم قرار داده و تعداد نقاط را یک وارد کنید.

*- در کتابخانه ANALOG قطعه ای به نام XFRM_Linear وجود دارد که شامل دو سلف تزویج شده است. در پنجره Property Editor این قطعه در فیلد های COUPLING, L1_Value, L2_Value می توانید ضریب تزویج و اندوکتانس های سلف ها را تعیین کنید. سرهای بالای سلف ها سرهای نقطه دار تزویج هستند.

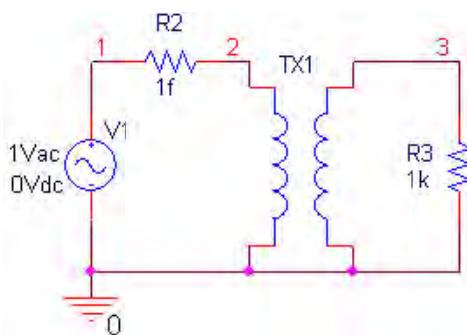


ترانسفورماتور آیده آل:

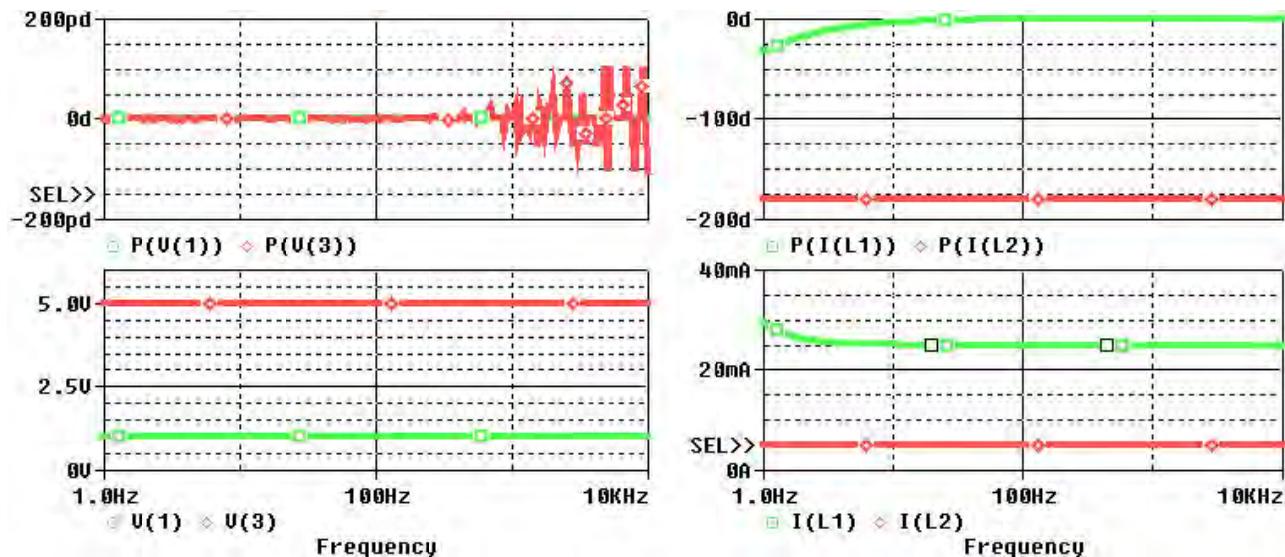
با توجه به تعاریفی که در درس مدار 1 داشتیم ترانس آیده آل دو سلف تزویج شده است که ضریب تزویجشان برابر 1، اندوکتانس سلف ها و ضریب مغناطیسی هسته بی نهایت است و رابطه $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = \frac{L_1}{L_2}$ برای آن برقرار است. با استفاده از همین خواص می توانیم ترانس آیده آل بسازیم. (البته اندوکتانس سلف ها را به جای بینهایت مقادیر بزرگی در نظر می گیریم).

فرض کنید می خواهیم ترانسی برای 5 برابر کردن ولتاژ بسازیم. از سلف هایی با اندوکتانس های 10 و 250 هانری و ضریب تزویج 1 استفاده می کنیم (قطعه XFRM_Linear از کتابخانه ANALOG) و مدار زیر را می بندیم. اگر

در مدار حلقه ای فقط شامل سلف و منبع ولتاژ باشد با پیغام خطایی از سوی PSpice مواجه خواهیم شد، برای جلوگیری از بروز چنین مشکلی مقاومتی برابر $1f$ با سلف سری می کنیم تا خطا از بین برود و در ضمن تاثیری نیز روی عملکرد مدار نداشته باشد.



نمودار تغییرات اندازه و فاز ولتاژ گره های 1 و 3 و جریانهای TX1:1 و TX1:2 را رسم کنید و صحت روابط حاکم بر ترانس را بررسی کنید.

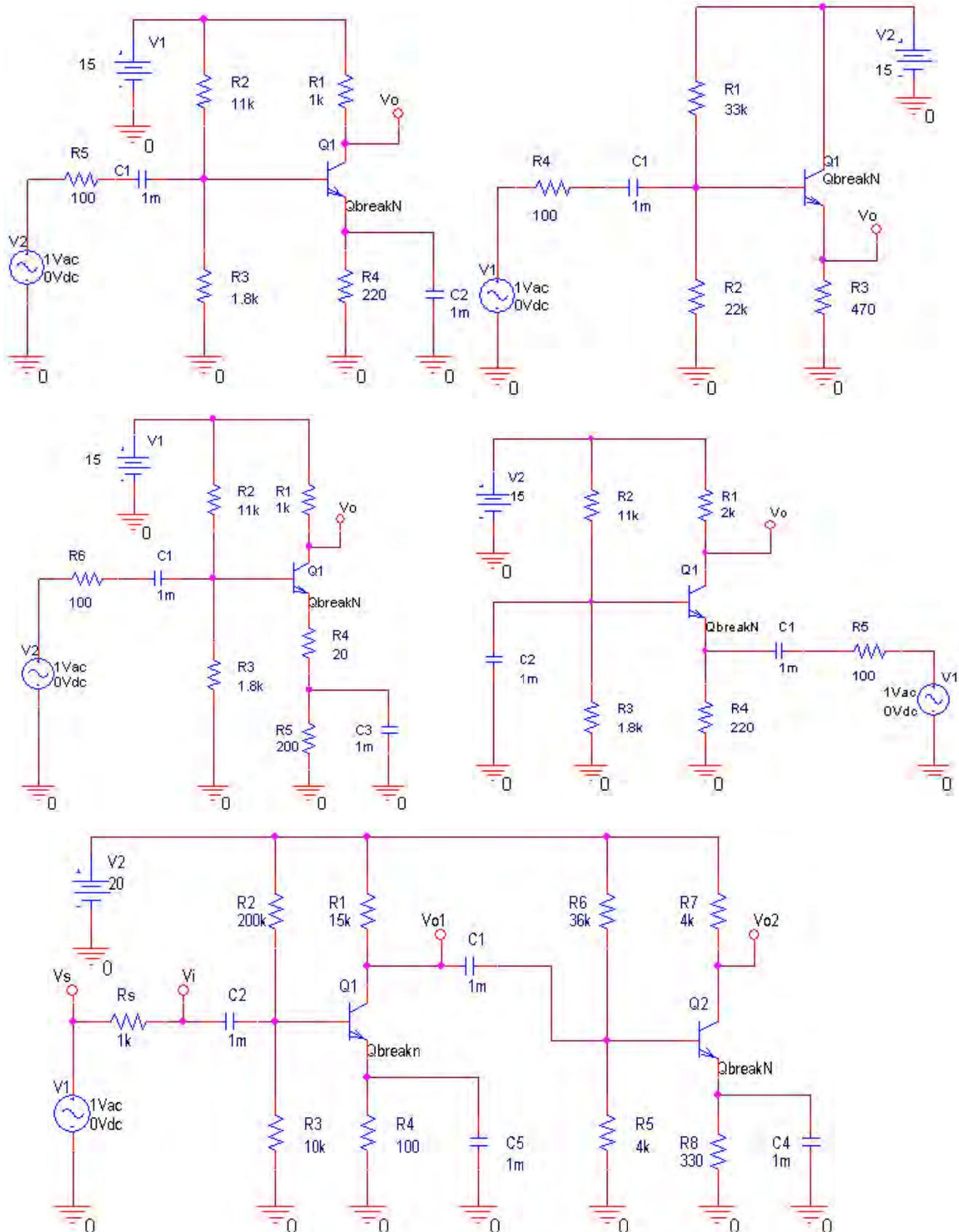


در نمودار فاز ولتاژ گره 3 تغییراتی مشاهده می شود که به دلیل گستره بسیار کم (200- پیکو تا 200+ پیکو درجه) اهمیت چندانی ندارد.



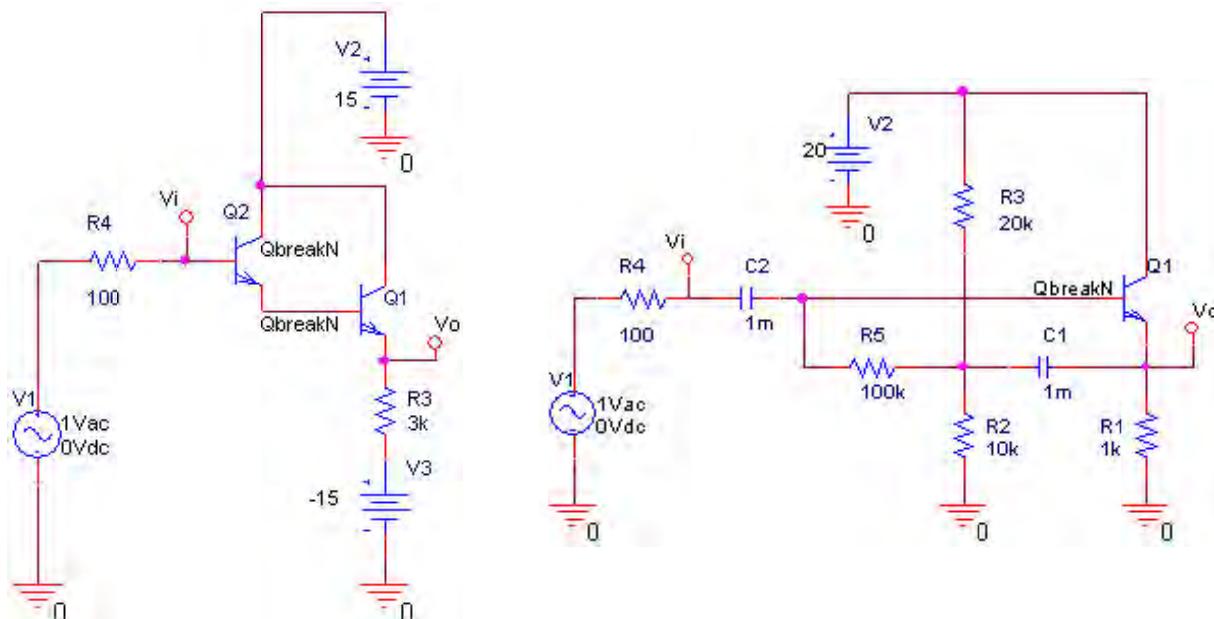
تمرین:

- ۱- مقادیر A_V , A_{Vs} , امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و اختلاف فاز بین ورودی و خروجی را در تقویت کننده های زیر محاسبه کنید.

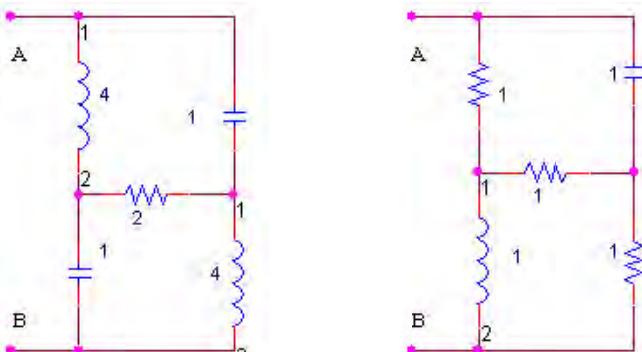




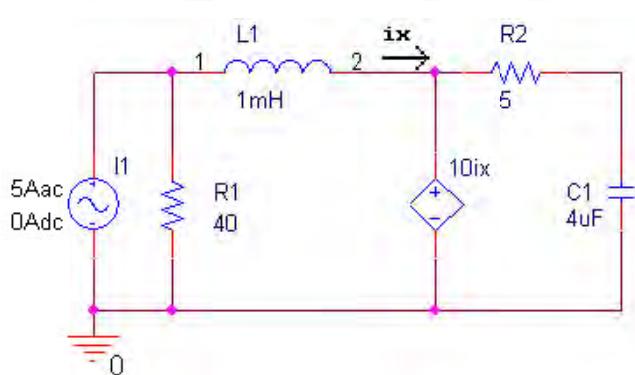
-۲- مقادیر A_V , A_I , A_{Vs} ورودی و امپدانس خروجی را برای تقویت کننده های کلکتور مشترک زیر که به روش های زوج دارلینگتون و بوت استرپ طراحی شده بدست آورید و با نتایج تمرین قبل مقایسه کنید.



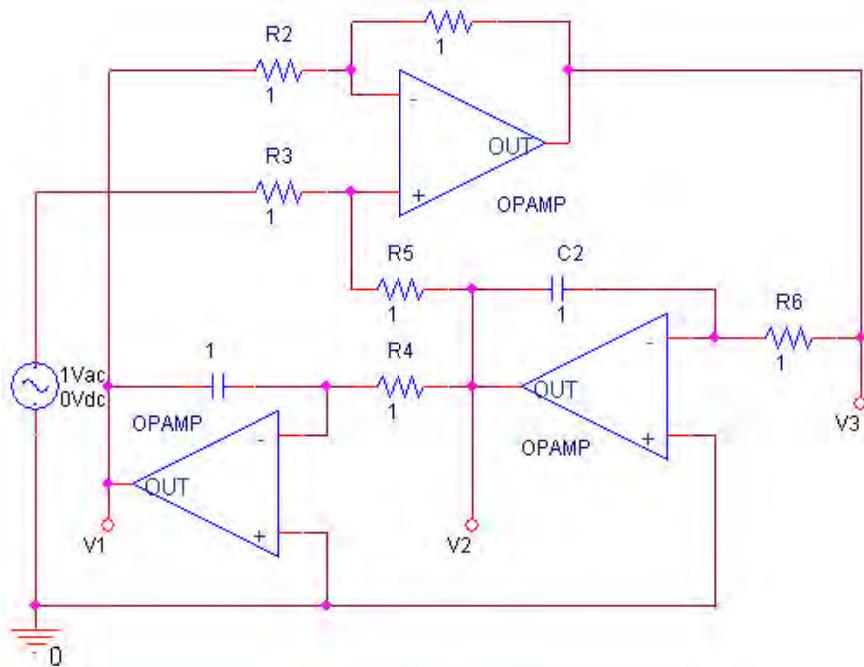
-۳- امپدانس دیده شده از سرهای A و B را در مدارات روبرو محاسبه کنید.



-۴- مکان ادمیتانس ورودی مدار روبرو را تعیین کنید.
(نمودار قسمت موهمی ادمیتانس بر حسب قسمت حقیقی)
تحلیل را در گسترده فرکانسی 0.001 تا 100 هرتز اجرا کنید.

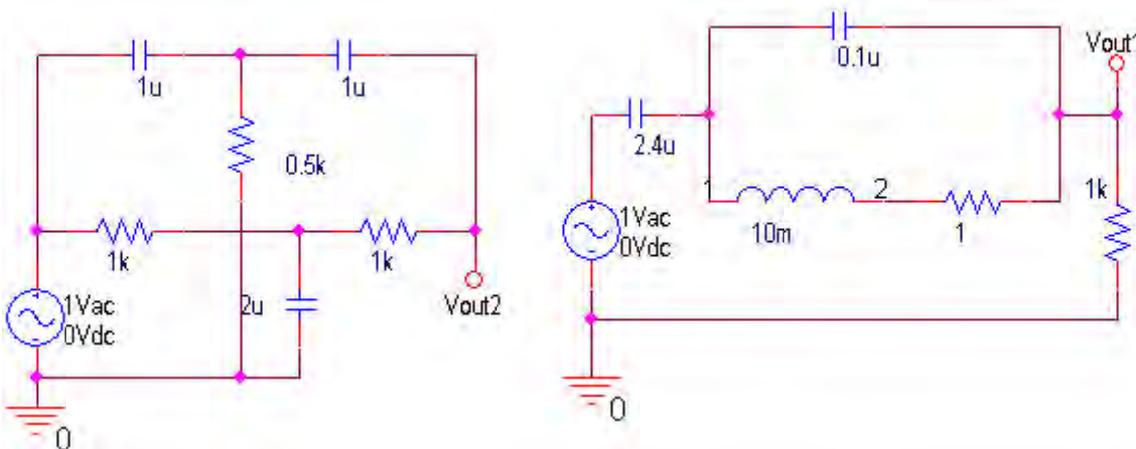


-۵- معادل تونن مدار روبرو را به ازای فرکانس های مختلف محاسبه کنید.



۶- رفتار فیلتری هر یک از خروجی های V_2 , V_1 و V_3 را در مدار روبرو تعیین کنید. (تحلیل را در بازه 0.01 تا 100 هرتز اجرا کنید).

۷- رفتار فیلتری مدارهای زیر را بررسی کنید. (تحلیل را در گستره 10 تا 100k هرتز اجرا کنید).





Chapter 5:

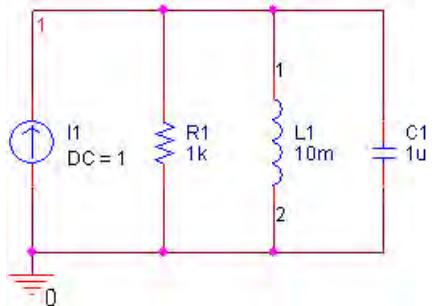
Time Domain

تحلیل Time Domain یا Transient State در حوزه زمان است که ورودی آن منابع DC یا منابع متغیر با زمان و خروجی آن بر حسب زمان در یک گسترده خاص محاسبه می شود. کاربرد عمده این تحلیل رسم شکل موج های ورودی و خروجی مدارها و محاسبه پاسخ پله و ضربه مدار است.

- *- هم زمان با اجرای این تحلیل Bias Point نیز اجرا می شود که نتایج آن در شماتیک قابل مشاهده است.
- *- منابع AC در این تحلیل صفر در نظر گرفته می شوند.

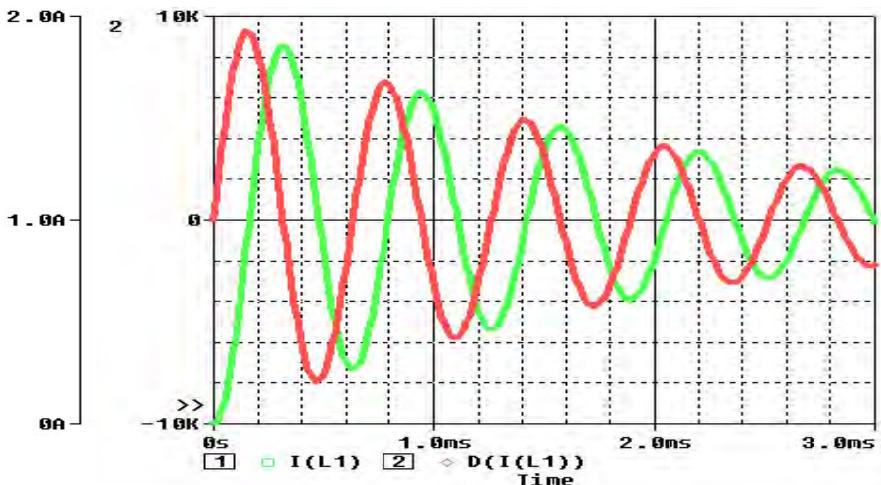
*- در صورتیکه برای سلف و خازن شرایط اولیه مشخص نکنید، Bias Point (از طریق مدار باز کردن خازن و اتصال کوتاه کردن سلف) شرایط اولیه را تعیین خواهد کرد.

مثال: نمودار پاسخ پله و ضربه مدار RLC موازی را رسم کنید. (خروجی جریان سلف است. شرایط اولیه را صفر بگیرید).



با توجه به اینکه PSpice در محدوده زمان منفی کار نمی کند می توان منابع DC را به عنوان ورودی پله در نظر گرفت، برای پاسخ ضربه از مشتق پاسخ پله استفاده خواهیم کرد. شرایط اولیه را هم می توانید در فیلد IC پنجره Property Editor وارد کنید. پنجه Time Domain Analysis در قسمت Options را باز کنید. در تب Analysis در قسمت TSTOP (لحظه پایان شبیه سازی Run to time) را انتخاب کنید. در فیلد Maximum (لحظه آغاز شبیه سازی TSTART) مقدار 0 و در فیلد step size (حداکثر فاصله بین دو زمان متوالی TSTEP) مقدار 0.01m را وارد کنید، البته می توانید در این فیلد عددی وارد نکنید تا مقدار آن توسط نرم افزار تعیین شود. OK کنید و تحلیل را اجرا کنید. نمودار (I(L1)) را رسم کنید. البته چون محدوده تغییرات این دو نمودار تفاوت زیادی با هم دارند برای مشاهده بهتر می توانید از دو محور y استفاده کنید.

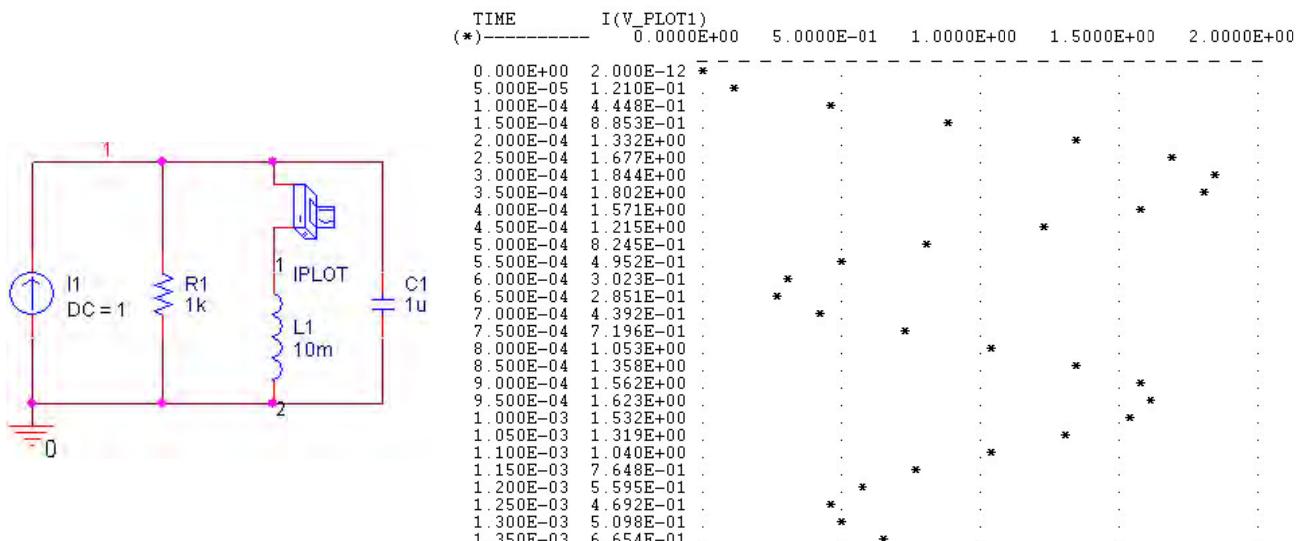
مقدار 3m، در فیلد start saving data for (لحظه آغاز شبیه سازی TSTART) مقدار 0 و در فیلد Maximum (لحظه آغاز شبیه سازی TSTOP) مقدار 0 و در فیلد step size (حداکثر فاصله بین دو زمان متوالی TSTEP) مقدار 0.01m را وارد کنید، البته می توانید در این فیلد عددی وارد نکنید تا مقدار آن توسط نرم افزار تعیین شود. OK کنید و تحلیل را اجرا کنید. نمودار (I(L1)) را رسم کنید. البته چون محدوده تغییرات این دو نمودار تفاوت زیادی با هم دارند برای مشاهده بهتر می توانید از دو محور y استفاده کنید.

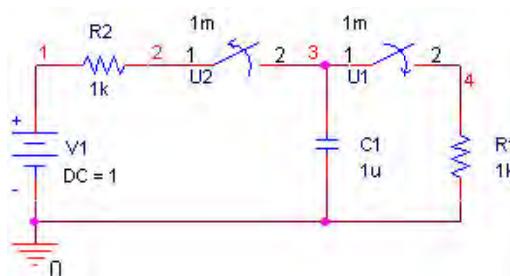




Max step size - حداکثر فاصله بین نقاط را مشخص می کند. PSpice برای تحلیل حوزه زمان از این فاصله برای تعیین نقاط استفاده می کند اگر با این فاصله دقت لازم برای نتایج تحلیل حاصل نشود یک مرتبه مقادیر نقاط داده کوچکتر خواهد شد و دوباره دقت نتایج بررسی خواهد شد. کوچک کردن فاصله ها ادامه خواهد یافت تا خطای نتایج از حداکثر مقدار مجاز کمتر شود. (حداکثر تعداد دفعات کاهش گام زمانی 10 مرتبه است). اگر 10 مرتبه مقادیر کوچک شد و باز هم دقت مورد نظر بدست نیامد پیغام خطایی مبنی بر ناتوانی نرم افزار در ارائه نتایج دقیق ظاهر می شود. برای حل این مشکل دو راه وجود دارد یکی کاهش Max step size برای این که از همان ابتدا با گام زمانی کوچکتری تحلیل آغاز شود که این روش منجر به کاهش سرعت تحلیل خواهد شد و روش دیگر این که تعداد دفعات کاهش گام زمانی را به مقدار بیشتر از 10 تغییر دهیم، برای این کار در پنجره Simulation Setting Tab Options را انتخاب کنید (دقت کنید که در قسمت Analog Simulation Category گزینه Transient time point iteration limit (ITL4) در فیلد مقدار موردنظرتان را وارد کنید. (در این قسمت می توانید مقدار دقت خروجی ها را نیز تنظیم کنید).

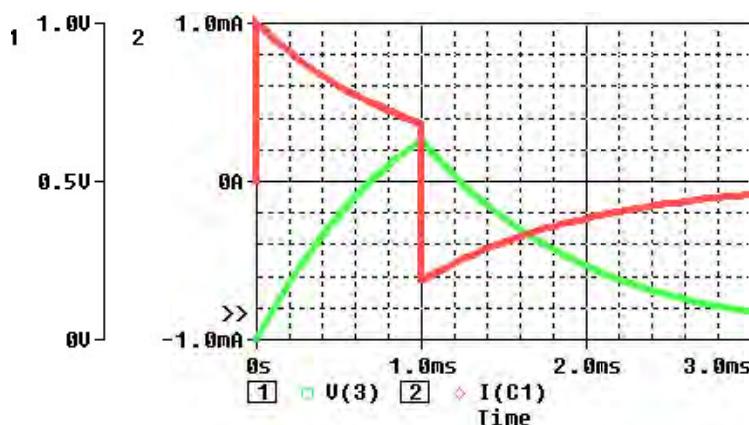
- برای مشاهده نتایج عددی خروجی در Output File می توانید یکی از قطعات IPRINT یا IPLOT (از کتابخانه IPLOT ، SPECIAL علاوه بر ارائه مختصات نقاط، نمودار آن را نیز در کنار اعداد رسم می کند.) را در شبماتیک با سلف سری کنید. جهت جریان و علامت منفی روی قطعه مشخص شده است. در تنظیمات Time Domain در Simulation Setting روی گزینه Output File Options کلیک کنید، در پنجره باز شده در اولین فیلد مقدار فاصله مورد نظر برای نقاطی که می خواهیم مختصاتشان را بدانیم وارد کرده (0.05m) و OK کنید. تحلیل را اجرا کرده و نتایج را در فایل خروجی مشاهده کنید.





مثال 2: نمودار ولتاژ و جریان خازن را در مدار زیر رسم کنید.
در این مدار از دو کلید به نام های SW_topen و SW_tclose استفاده شده است. این دو کلید در لحظه 1m تغییر وضعیت می دهند به طوریکه اولی باز و دومی بسته می شود. در پنجره Property Editor هر کلید فیلدی به نام TTRAN وجود دارد که مقدار آن مدت زمانی است که طول می کشد تا کلید تغییر وضعیت دهد، این زمان بایستی بسیار کوچکتر از زمان قطع و وصل کلید ها باشد. در این مدار ما مقدار 1u TTRAN را قرار داده ایم که به مراتب کوچکتر از 1m است. شما می توانید مقادیر دیگری برای آن در نظر بگیرید و اثر آن را در نمودارهای خروجی مدار مشاهده کنید.

تحلیل را در گستره 0 تا 3m اجرا کرده و نمودارهای ولتاژ و جریان خازن را در یک Plot روی دو محور y نمایش دهید.



*- کلیدهای sw در حالت باز و بسته شبیه مقاومت عمل می کنند که مقدار این دو مقاومت از طریق فیلدهای RCLOSED و ROPEN در پنجره Property Editor تعیین می شود. برای ROPEN مقاومتی بزرگ تقریبا معادل مدار باز و برای RCLOSED مقاومتی کوچک تقریبا معادل اتصال کوتاه در نظر بگیرید.



ویرایشگر تحریک (Stimulus Editor)

منابع ولتاژ و جریان متغیر با زمان در کتابخانه Source موجود می باشند هر یک از این منابع دارای پارامترهایی هستند که لیست آنها به همراه نحوه عملکردشان در ضمیمه ب آمده است. برای مشاهده شکل موج هر منبع طبق آن چیزی که تا کنون آموخته ایم باید پس از تحلیل مدار نمودار ولتاژ منبع را رسم کنیم و قبل از تحلیل نمی توان شکل موج را نمایش داد اما نرم افزاری به نام Stimulus Editor در مجموعه OrCAD وجود دارد که این مشکل را حل کرده و به شما امکان می دهد تا در هر زمانی که مایل هستید شکل موج منبع را مشاهده کنید.

نرم افزار Stimulus Editor با منابع کتابخانه Source کار نمی کند اما خودش منبعی دارد که می تواند به شکل هر کدام از منابع متغیر با زمان درآید و عملکردی شبیه به آنها داشته باشد. برای شروع کار از کتابخانه Sourcstm Edit PSpice Stimulus VSTIM را در شماتیک قرار دهید. منبع را انتخاب کرده کلیک راست کنید و گزینه New Stimulus باز می را به منظور ویرایش منبع در Stimulus Editor انتخاب کنید. برنامه جدید به همراه پنجره PULSE را به منظور تولید موج شود. در فیلد Name عبارت Vsq را وارد کنید، از گزینه های قسمت Analog نیز PULSE را به منظور تولید موج مربعی انتخاب کرده و OK کنید. در پنجره PULSE Attributes مقادیر پارامترهای منبع را به ترتیب برابر ۰، ۵، ۱m، ۱n، ۲m، ۱m، ۱n، ۱m، ۱n، ۳ پریود رسم می شود.

- *- روی عبارت به منظور انتخاب شکل موج کلیک کنید. از نوار ابزار گزینه (و یا Attributes) از منوی (Edit) را انتخاب کنید پنجره PULSE Attributes باز می شود که می توانید از طریق آن پارامترهای منبع را ویرایش کنید.
- *- با استفاده از Change type از منوی Stimulus می توانید نوع منبع را تغییر دهید.
- *- برای تغییر گستره محورها می توانید از (و یا Axis Setting از منوی plot) در نوار ابزار استفاده کنید.

*- با انتخاب نمودار و زدن کلید Del نمایش شکل موج از Plot حذف می شود ولی خود شکل موج از بین نمی رود. برای رسم مجدد آن از منوی Stimulus گزینه Get را انتخاب کنید لیست همه شکل موج ها نمایش داده می شود. برای حذف کلی منحنی از منوی Remove Stimulus را انتخاب کنید.

*- از نوار ابزار گزینه (و یا New از منوی Stimulus) را برای ایجاد یک شکل موج جدید انتخاب کنید. نام آن را Vsine و گزینه SIN را در پنجره New Stimulus انتخاب کنید. در پنجره بعدی پارامترهای ۰، ۰، ۰، ۱۰۰، ۵۰، ۱۰، ۱۰۰، ۰ را وارد کرده OK کنید. به دلیل بالا بودن مقادیر این منبع شکل موج قبلی به درستی قابل مشاهده نیست. از منوی Plot گزینه Add Plot را انتخاب کنید. Plot جدیدی باز می شود از منوی Get را برای اضافه کردن یک شکل موج به Plot جدید انتخاب کنید. در لیست باز شده Vsq را انتخاب و OK کنید.

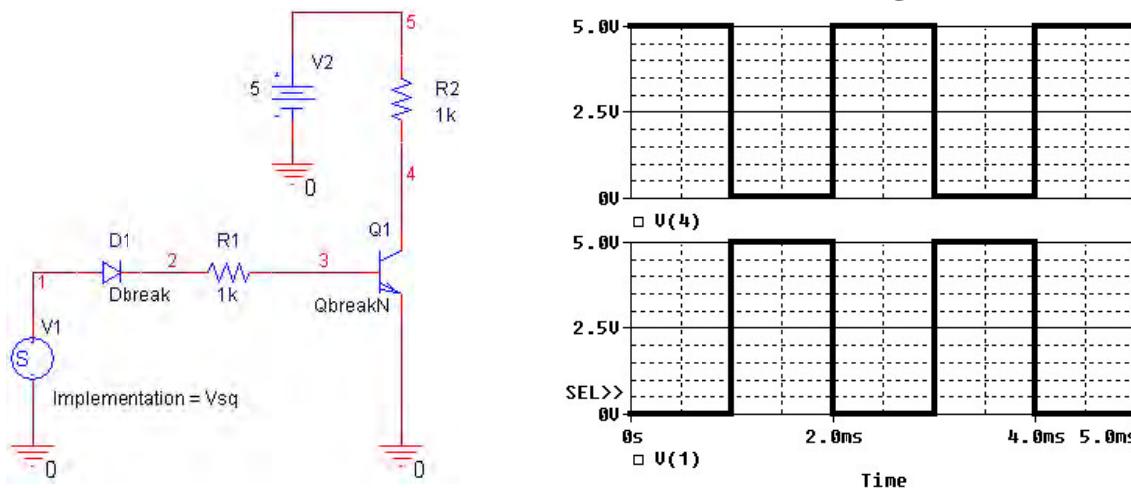
برنامه Stimulus Editor را بیندید. در پنجره هایی که بعد از Close کردن باز می شوند گزینه Yes را برای ذخیره تغییرات و update کردن شماتیک انتخاب کنید. (فایلی با پسوند Stl و به نام پروژه ذخیره می شود).

در برنامه Stimulus Editor شکل موجی به نام Vsine ایجاد کردیم که متعلق به هیچ منبعی در مدار نیست. قطعه VSTIM دیگری در شماتیک قرار دهید و برای Implementation آن عبارت Vsine را وارد کنید با این کار این منبع به یک منبع ولتاژ سینوسی با پارامترهایی که قبل از آن تعریف کرده ایم تبدیل می شود. اگر Implementation چند منبع به نام یک شکل موج باشند همه آنها اختلاف پتانسیل یکسانی تولید می کنند.



منبع VSTIM دوم را از مدار حذف کرده و مثال زیر را اجرا کنید.
مثال: شکل موج ولتاژ کلکتور را به ازای ورودی مربعی رسم کنید.

از منبع Vsq به عنوان ورودی مدار استفاده می کیم. تحلیل را در گستره 0 تا 5ms با حداکثر فاصله 0.01ms اجرا کنید. نمودار های ولتاژ گره های 1 و 4 را در plot های جداگانه ای رسم کنید مشاهده می کنید که عملکرد این مدار مشابه گیت NOT منطقی است.



*- منبع ولتاژ را انتخاب کنید، در منوی PSpice Stimulus Edit روی گزینه New Stimulus کلیک کنید. پنجره Attributes را ببندید. از منوی New Stimulus را انتخاب کنید. در فیلد Name اسمی برای این شکل موج وارد کنید و PWL را از قسمت پایین انتخاب کنید. بعد از OK کردن به جای باز شدن پنجره تنظیمات منبع نشانگر ماوس به مدادی جهت رسم نمودار ولتاژ تبدیل می شود. با استفاده از این نشانگر شکل موج دلخواهتان را رسم کنید و در نهایت با کلیک راست آن را غیر فعال کنید.

*- گره های نمودار روی آن مشخص شده اند، با انتخاب آنها می توانید محلشان را تغییر دهید و یا Del کنید.

*- برای اضافه کردن گره از منوی Add گزینه (و یا از نوار ابزار) را انتخاب کنید.

*- در منوی Edit گزینه ای به نام Activate PWL وجود دارد که فعلاً فعال است. فعال بودن این گزینه به این معناست که شما قادر به انتخاب گره ها و تغییر محل آنها می باشید. در صورت غیر فعال بودن این گزینه ابتدا شکل موج را با کلیک روی نام آن در پایین محور x انتخاب کنید سپس از منوی Edit PWL را فعال کنید.

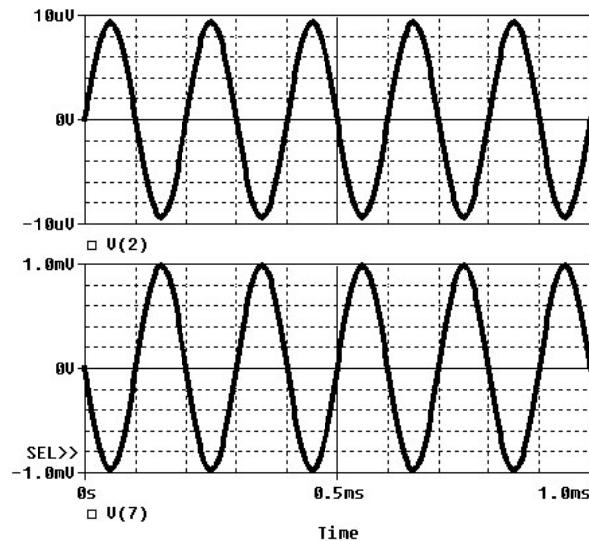
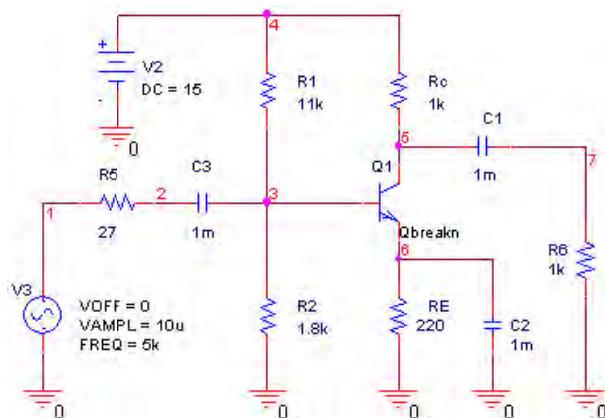
*- با انتخاب نمودار PWL ابزار را از نوار ابزار فعال کنید. پنجره PWL Attributes باز می شود. در این پنجره دو گزینه برای Scale کردن مختصات نقاط منحنی وجود دارد به این ترتیب که مختصات کلیه نقاط در عدد وارد شده ضرب می شوند.

*- شکل موج هایی را که در یک پروژه ساخته اید می توانید در پروژه های دیگر نیز استفاده کنید. برای این کار ابتدا فایل Stimulus Editor را ذخیره کنید. پروژه مورد نظری که می خواهید در آن از این فایل استفاده کنید را باز کنید. در پنجره Simulation Setting به تاب Configuration Files به تاب Stimulus Setting (در نسخه 9.2 تاب Stimulus) در قسمت Category Stimulus را فعال کنید. دکمه Browse را بزنید و فایل Stl را Open کنید. یکی از گزینه های Add to Design یا Add as Global را به منظور استفاده از آن در همه پروژه ها و یا فقط در همین پروژه انتخاب کنید.



تحليل فوریه:

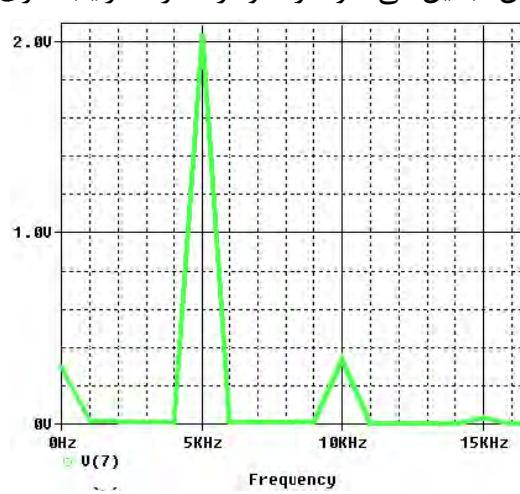
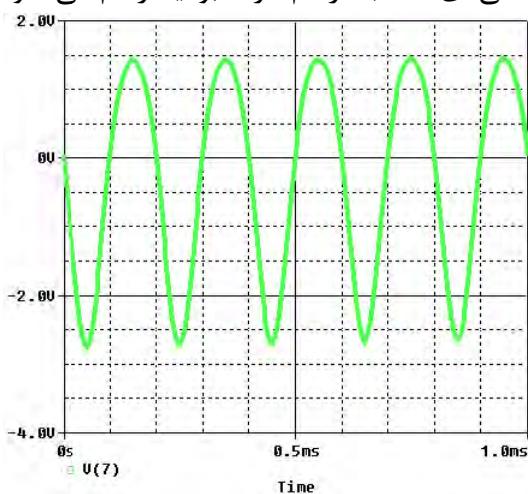
تقویت کننده امیدر مشترک فصل AC Sweep AC را در نظر بگیرید. منبع AC را با منبع VSIN (کتابخانه Source) جایگزین کنید. مقادیر DC، AC و فرکانس آن را به ترتیب برابر ۰، ۱۰u و ۵k قرار دهید. برای خازن ها مقدار اولیه ای تعریف نکنید. تحلیل را در گستره ۰ تا ۲ms با مقدار ۵u برای Maximum step size اجرا کنید. نمودار ولتاژ گره های ۲ و ۷ را در دو Plot جداگانه رسم کنید. دامنه هر کدام و اختلاف فاز آنها با یکدیگر چقدر است؟



*- اگر برای خازن ها ولتاژ اولیه صفر منظور کنید. در شکل موج خروجی تغییرات چندانی مشاهده نخواهد کرد به دلیل این که برای عملکرد صحیح تقویت کننده خازن ها باید از لحظ DC مدار باز باشند و با توجه به طرفیت بالای آنها مدت زمانی به مراتب بیشتر از ۲ms برای مدار باز شدن آنها احتیاج است. می توانید تحلیل را در گستره بالاتری اجرا کنید و با Zoom کردن روی نمودار نوسان های آن را مشاهده کنید.

مدار تقویت کننده را دوباره تحلیل کنید ولی این بار دامنه ورودی را ۱۰۰m قرار دهید. در خروجی مشاهده می کنید که دامنه نوسان بالا و پایین برابر نیست و شکل موج دچار اعوجاج شده است. دلیل آن این است که تقویت کننده ها با سیگنال کوچک کار می کنند و دامنه ورودی آنها محدودیت دارد.

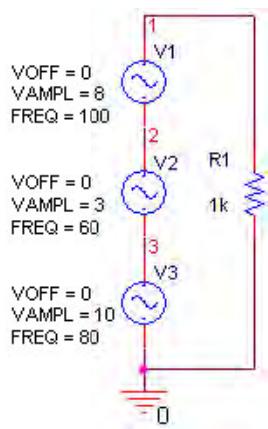
در نوار ابزار روی گزینه کلیک کنید (و یا Fourier از منوی Trace) با این کار محور افقی به محور فرکانس تبدیل می شود. و نمودار اندازه ضرایب سری فوریه منحنی ای که قبل از رسم کرده بودید رسم می شود.



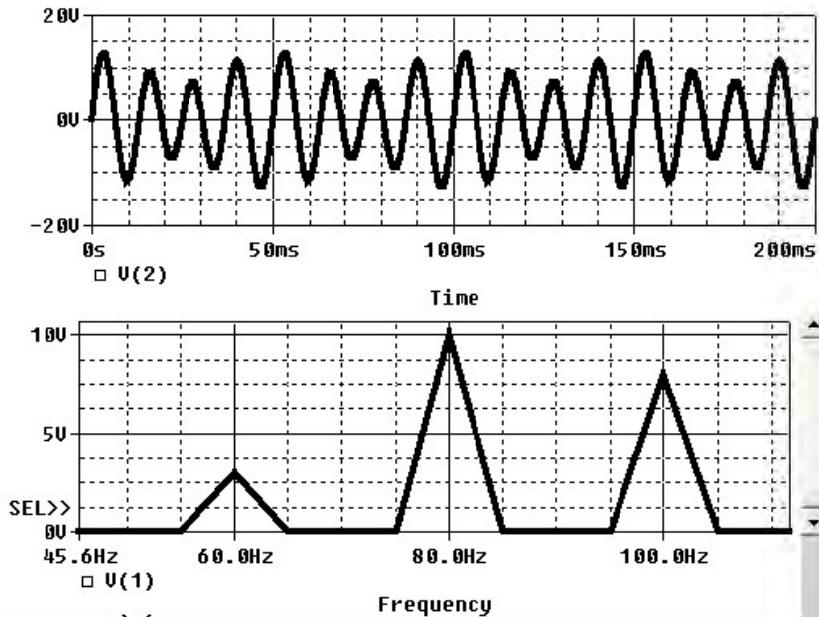


(منظور از ضرایب سری فوریه ضرایب جملات سینوسی است که در درس ریاضی مهندسی بررسی شد). برای نمایش بهتر روی ابتدای نمودار Zoom کنید. مشاهده می کنید که سه هارمونی عمدی در این شکل موج وجود دارد که این خود بیانگر سینوسی بودن خروجی است.

برای اطمینان از محاسبه صحیح ضرایب سری فوریه مدار زیر را که شامل چند منبع سینوسی با دامنه ها و فرکانس های متفاوت است تحلیل کنید (تحلیل در بازه 0 تا 200ms و با 0.1m برای FFT و لتاژ گره 1 را رسم کنید).



- * - هرچه تعداد پریودهای شکل موج بیشتر باشد ضرایب سری دقیق تر محاسبه خواهد شد.
- * - با ایجاد Plot جدید جهت رسم یکی از خروجی ها مثل $U(2)$ و اجرای FFT به دلیل مشترک بودن محور x ضرایب سری فوریه برای هر دو Plot رسم خواهد شد و با Zoom کردن روی یکی دیگری نیز تغییر خواهد کرد برای حل این مشکل از منوی گزینه Plot Unsynchronize X Axis را انتخاب کنید.



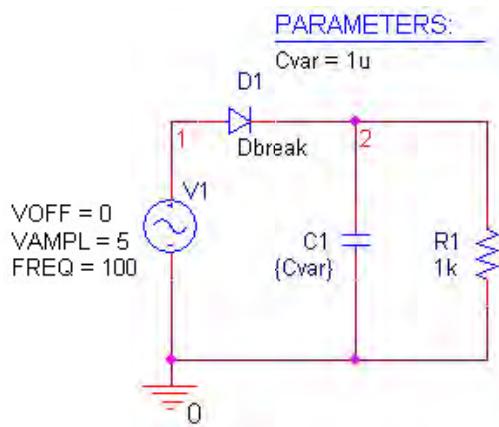
در منحنی ضرایب سری فوریه فقط اندازه هارمونی ها نمایش داده می شود ولی مقدار فاز آنها مشخص نیست، هم چنان اندازه هارمونی های بسیار کوچک نیز قابل اندازه گیری نیست. برای حل این مشکل می توان اندازه و فاز هارمونی ها را در فایل خروجی ثبت کرد به این ترتیب که در پنجره Simulation Setting هنگام تنظیم پارامترهای تحلیل گزینه Output File Option را کلیک کنید. در پنجره باز شده Perform Fourier Analysis را فعال کنید. سه فیلد در این قسمت وجود دارند که به ترتیب فرکانس هارمونی اول، تعداد هارمونی ها و خروجی مورد نظر را مشخص می کنند. (می توانید تعداد هارمونی ها را وارد نکنید، مقدار پیش فرض آن 9 است). بعد از تعیین هر یک از این مقادیر (فرکانس مرکزی را برابر 20Hz در نظر بگیرید تا هارمونی های بعدی فرکانس های 60، 80 و 100 را شامل شود). OK کرده و تحلیل را اجرا کنید. در اواخر فایل خروجی نتایج ثبت خواهد شد.

- * - اندازه بازه تحلیل بر نتایج فایل خروجی (اندازه و فاز هارمونی ها) تاثیر می گذارد به طوری که هر چه بازه بزرگتر باشد نتایج دقیق تر است. اما تعداد هارمونی بر مقدار نتایج اثری ندارد.



تحلیل پارامتری:

در تحلیل Time Domain نیز مانند AC Sweep می‌توان تحلیل پارامتری را اجرا کرد به این معنا که علاوه بر زمان متغیر دیگری نیز داشته باشیم و با ازای هر یک از مقادیر این متغیر یک بار تحلیل در حوزه زمان انجام شود و یک نمودار در خروجی رسم شود.

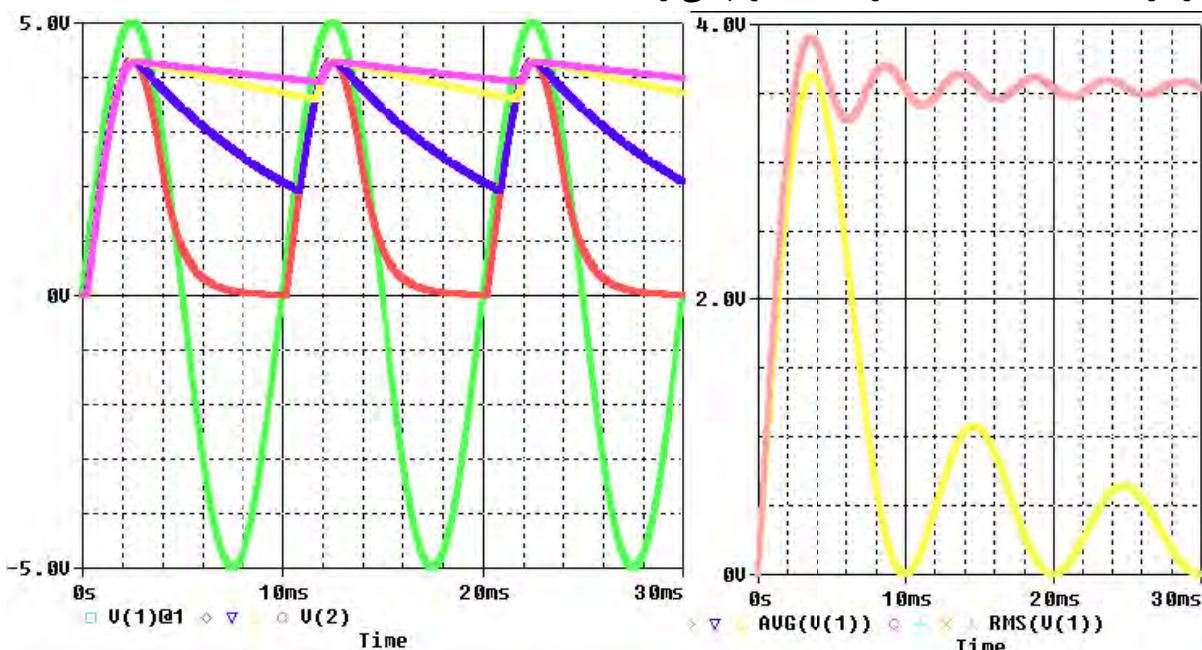


مثال: نمودار ولتاژ خروجی فیلتر خازنی زیر را به ازای مقادیر 1u، 10u، 50u و 100u برای خازن رسم کنید.

با استفاده از قطعه PARAM (کتابخانه SPECIAL) پارامتری به نام Cvar تعریف کرده و مقدار خازن را به {Cvar} تغییر دهید. در پنجره Simulation Setting در قسمت Global Parameter Sweep را فعال کرده و با انتخاب گزینه Value عبارت Parameter name Cvar و در فیلد Value مقدار 1u در فیلد OK وارد کنید. تحلیل را اجرا کنید. در پنجره Trace Expression Add Traces در فیلد Available Section عبارت (2)V(1)@1 V(2) را به منظور رسم نمودار ولتاژ گره 1 به ازای اولین مقدار خازن (ولتاژ منبع به خازن بستگی ندارد و تفاوتی نمی‌کند که به ازای کدام خازن رسم شود). و ولتاژ گره 2 به ازای تمامی مقادیر خازن را وارد کرده و در پنجره OK نمودارها رسم می‌شوند.

Trace Expression Available Section تمام گزینه‌ها را انتخاب و OK کنید. در پنجره Tools Options گزینه Use را انتخاب کنید، در قسمت Symbols عبارت Never را به منظور حذف نماد نمودارها فعال کرده و OK کنید.

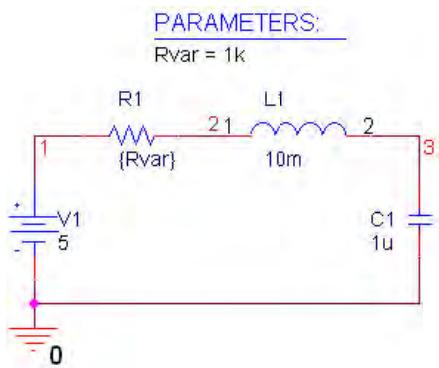
*- برای مشاهده بهتر نمودار ولتاژ گره 2 از منوی Tools گزینه Use را انتخاب کنید، در قسمت Symbols می‌شود یعنی مقدار متوسط و RMS تا لحظه t نه در یک دوره کامل. برای یک دوره کامل می‌توانید از نمودار در لحظات $2n\pi$ استفاده کرده یا مقدار نهایی را محاسبه کنید.





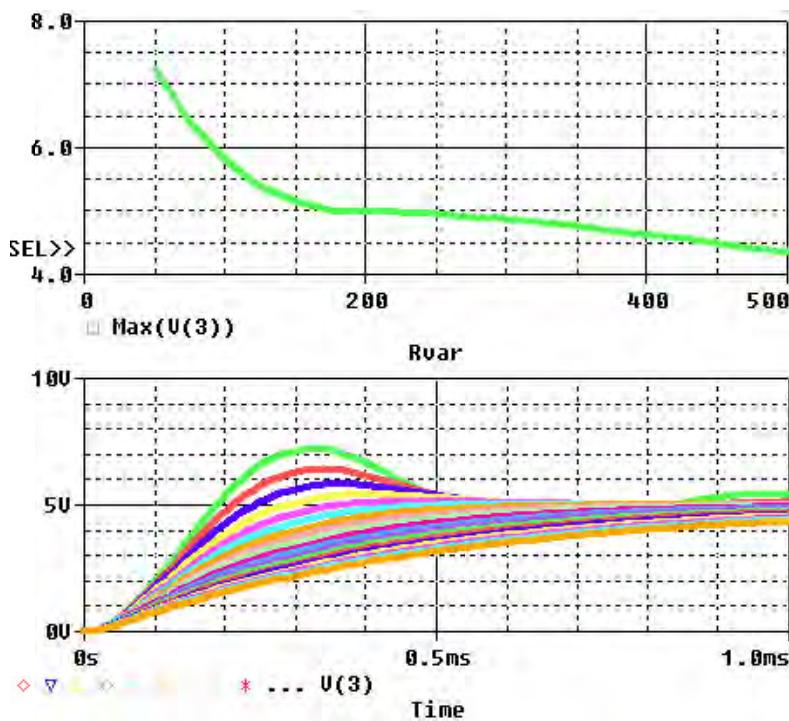
تحليل عملکرد (Performance Analysis)

همزمان با Time Domain و Parametric Sweep تحلیل Performance Analysis قابل اجراست به این معنا که می‌توان نمودار تغییرات یکی از Measurement‌ها را به ازای تغییرات متغیر تحلیل پارامتری رسم کرد. مثال: نمودار تغییرات ماکریم ولتاژ خروجی به ازای تغییرات مقاومت را در مدار زیر رسم کنید.



پارامتری به نام Rvar تعریف کنید و مقدار مقاومت را به {Rvar} تغییر دهید. در پنجره Simulation Setting تحلیل زمان را در گستره 0 تا 1ms با حداکثر فاصله 0.01ms و Parametric Sweep را با فعال کردن Global Parameter برای Rvar به صورت خطی در گستره 50 تا 500 با فاصله 25 تنظیم نمایید. (شرایط اولیه را فراموش نکنید). تحلیل را اجرا کنید و در Probe نمودار ولتاژ گره 3 را رسم کنید. 19 نمودار به ازای 19 مقدار مقاومت رسم خواهد شد. گزینه را در نوار ابزار فعال کنید.

Plot جدیدی با متغیر Rvar در محور x ایجاد می‌شود. پنجره Add Traces را باز کنید همانطور که قبل نیز داشتیم در سمت راست این پنجره لیست Measurement‌ها قرار دارد از این لیست MAX(1) وسیس از لیست خروجی‌ها (3) V(3) را انتخاب کرده، OK کنید. نمودار تغییرات مقاومت ماکریم ولتاژ خازن به ازای مقادیر مختلف مقاومت رسم می‌شود.



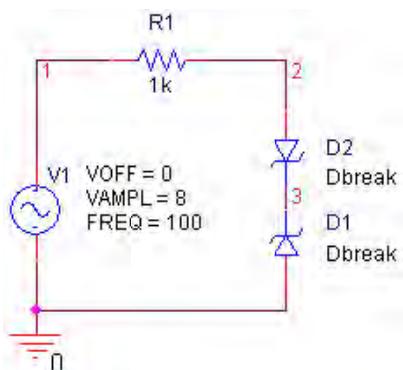
* - همانطور که مشاهده می‌کنید به ازای مقاومت‌های کوچکتر از 200 اهم مقدار ماکریم از 5 یعنی مقدار نهایی بیشتر است و مدار میرای ضعیف است و به ازای مقادیر بیش از 200 مقدار ماکریم کوچکتر از مقدار نهایی است. پس مقاومت 200 اهم می‌تواند مقاومت بحرانی باشد.

* - اگر این تحلیل در بازه بزرگتری مثلاً 0 تا 10ms انجام می‌شد. نمودار ماکریم برای مقادیر بزرگتر از 200 تقریباً افقی می‌شد. (زیرا نمودارهای میرای شدید فرصت کافی برای رسیدن به مقدار نهایی را داشتند).

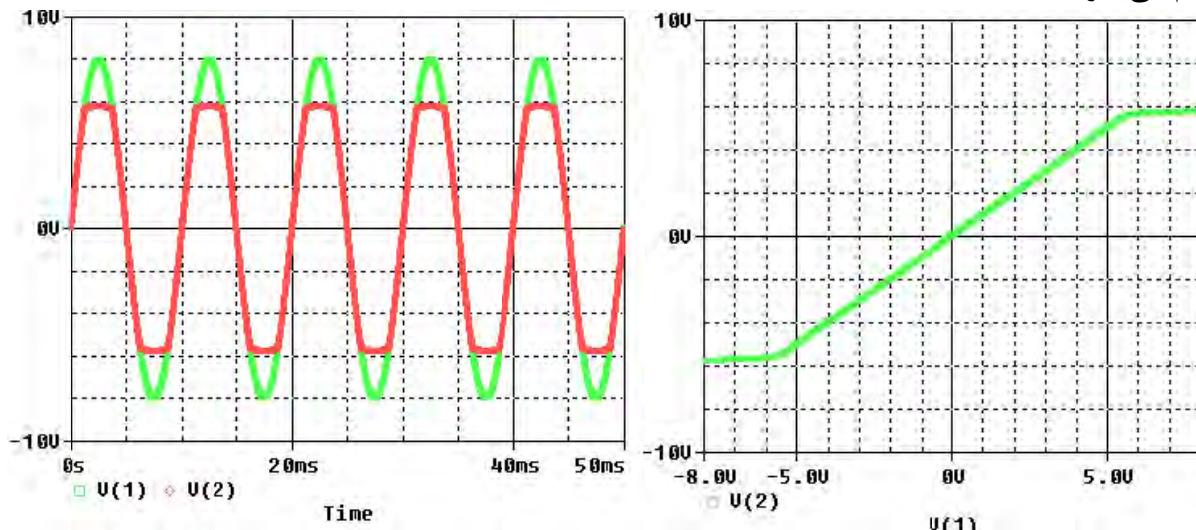


رسم منحنی خروجی - ۹۰۹ دی:

در مدار زیر مقدار ولتاژ شکست دیودها را ۵ قرار دهید. با توجه به اینکه دیودها هم نام (Implementation) هستند با تغییر پارامترهای یکی دیگری نیز تغییر می کند.



تحلیل Time Domain را در بازه ۰ تا ۵۰ms اجرا کرده و نمودار تغییرات ولتاژ گره های ۱ و ۲ را رسم کنید. در PSpice A/D پنجره جدیدی باز کنید، از منوی Plot گزینه Axis Setting را انتخاب کنید. در Tab X روی عبارت Axis Variable به منظور تغییر متغیر محور x کلیک کنید. در پنجره باز شده V(1) را انتخاب کرده و OK کنید. چون ورودی در بازه ۸-۸+ تغییر می کند گستره تغییرات محور x نیز در همین بازه قرار گیرد. نمودار ولتاژ گره ۲ را رسم کنید، منحنی خروجی بر حسب ورودی رسم می شود.



- *- به ازای هر لحظه از زمان که تحلیل در آن انجام شده مقادیر ورودی و خروجی محاسبه می شوند و به ازای هر کدام از آنها یک نقطه روی منحنی خروجی-ورودی مشخص می شود تا نمودار کامل رسم شود.
- *- در منحنی های قبلی Cursor در ابتدای کار روی اولین نقطه (اولین مقدار محور x) از نمودار قرار می گرفت، تا آخرین نقطه حرکت می کرد و در نهایت متوقف می شود. اما در این منحنی Cursor روی مبدا (نقطه لحظه صفر) قرار می گیرد، به سمتی حرکت می کند که متناظر با افزایش زمان باشد (در این مثال سمت راست) و در نهایت روی نقطه که متناظر با TSTOP است متوقف می شود. (در این مثال Cursor ۵ بار روی منحنی جابجا می شود).

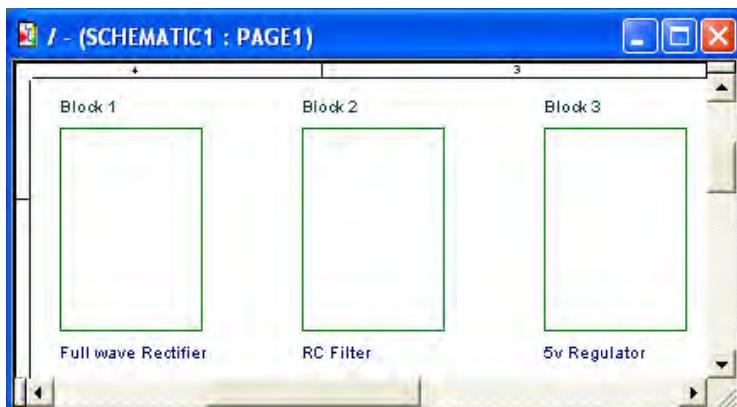


مدارهای سلسیه هراتی:

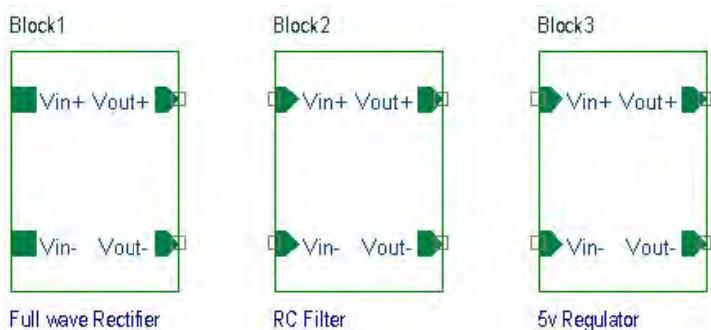
ممکن است مداری از چند قسمت با وظایف متفاوت تشکیل شده باشد. با استفاده از قابلیت Hierarchical می‌توانید هر یک از بخش‌های مدار را در یک بلوک جداگانه رسم کنید و برای تکمیل مدار بین بلوک‌ها اتصالاتی را بیقرار کنید.

مثال: می خواهیم مولد ولتاژ مستقیم ۵۷ بسازیم. این مدار از سه قسمت عمده تشکیل شده که هر یک از آنها را در یک بلوک قرار خواهیم داد. ۱- یکسو کننده تمام موج ۲- فیلتر RC ۳- رگولاتور ۵۷

اولین مرحله رسم بلوک ها در صفحه شماتیک است. ابزار  از hierarchical block (و یا Tool Palette) را فعال کنید. در پنجره Place Hierarchical Block در فیلد Reference نامی برای بلوک انتخاب کنید. (مثلا Block1 نام مشابه R1 است که برای مقاومت ها انتخاب می شد). در قسمت Implementation نامی که می خواهید برای type view schematic را انتخاب کنید. در فیلد Implementation name نامی که می خواهید برای بلوکتان قرار دهید را وارد کنید. (Full wave Rectifier) متناظر با این نام در نمودار درختی شاخه جدیدی باز خواهد شد و صفحه محتويات بلوک یکسو کننده در آن قرار خواهد گرفت. گزینه OK را بزنید و بلوک را در صفحه رسم کنید. با اجرای همين روش بلوک های ديگري به نام هاي RC Filter و 5v Regulator 5v مطابق شكل زير در شماتيک قرار دهيد.



بلوک ۱ را انتخاب کنید. ابزار  از hierarchical pin (و یا Tool Palette (و یا منوی Place) را فعال کنید. در پنجره Place Hierarchical Pin در فیلد Name و در type Vin+ در فیلد Power را انتخاب کنید. (گزینه های قسمت type شکل ظاهری پین و پورت متصل به آن را تعیین می کنند و تفاوتی در عملکرد آنها وجود ندارد). گزینه OK را بزنید و به شماتیک باز گردید. در قسمت بالایی ضلع چپ بلوک کلیک کنید تا یک پین ایجاد شود. در قسمت پایینی ضلع چپ نیز کلیک کرده، پس آن کلید Esc را بزنید. نام پین پایین هم Vin+ است، روی آن دایل کلیک

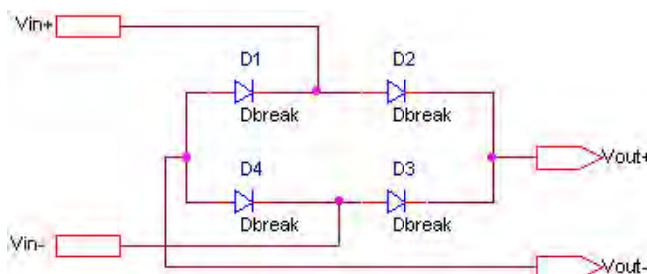


کنید تا پنجره Property Editor باز شود. در فیلد Name، Vin+ را به Vin- تغییر دهید. با استفاده از ابزار فوق پین هایی از نوع output برای خروجی های بلوک قرار دهید. برای بلوک های بعدی نیز همین کار را انجام دهید تا شکل روپرتو حاصل شود.

*- هم نام بودن برخی پین ها موجب هم پتانسیل شدن گره های آنها نمی شود.

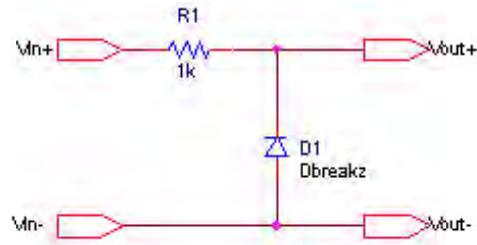
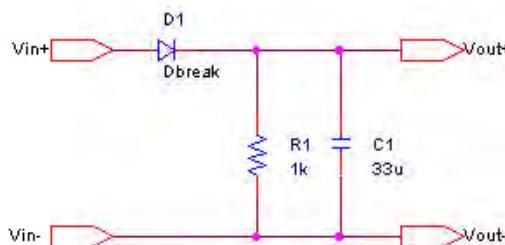


بلوک یک را انتخاب کنید. با کلیک راست روی گزینه Descend hierarchy تا صفحه شماتیک اجزای درونی بلوک باز شود قبل از آن پنجره ای برای تعیین نام صفحه باز می شود که عبارت پیش فرض آن PAGE1 است. نام مورد نظرتان را در فیلد Name وارد کرده، گزینه شماتیک جدیدی شامل دو پورت تنظیمه و دو پورت خروجی باز می شود مدار زیر را رسم کرده و به پورت ها متصل کنید.



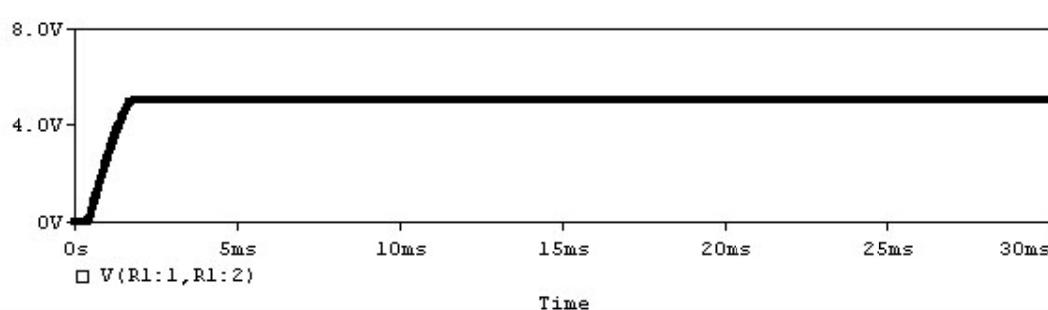
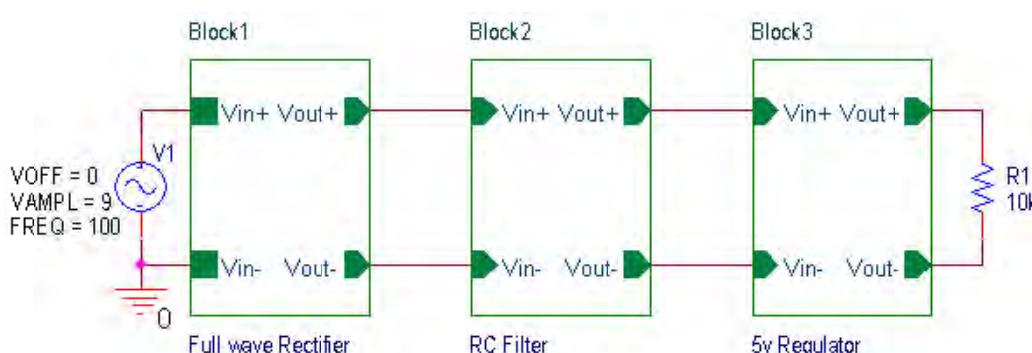
از منوی File را انتخاب کنید تا مدار رسم شده ذخیره شود. در نقطه ای از صفحه کلیک راست کنید و گزینه Ascend Hierarchy را انتخاب کنید تا به صفحه اصلی بازگردید. (با این کار پنجره محتويات بلوک بسته نمی شود).

مدارات زیر را برای بلوک های بعدی رسم کنید.



- *- برای مدار سمت راست دیودی با ولتاژ شکست 5v قرار دهید. برای این کار از دیود Breakout Model استفاده کنید. روی آن کلیک راست کنید و Edit Pspice Model را انتخاب کنید. در نرم افزار Editor نام مدل را به Dbreakz و پارامتر bv=5 را به پارامترهای آن اضافه کنید. تغییرات را Save کنید.
- *- برای اتصال کوتاه یک گره از یک صفحه با گره ای در صفحه دیگر از Off-page Connector منوی Place استفاده کنید.

منبع ولتاژ و بار مقاومتی 10k را به مدار اضافه کنید و مطابق شکل زیر اتصالات را برقرار کنید.

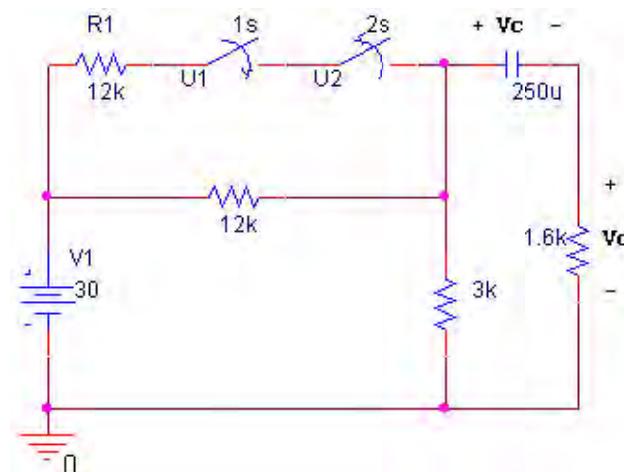
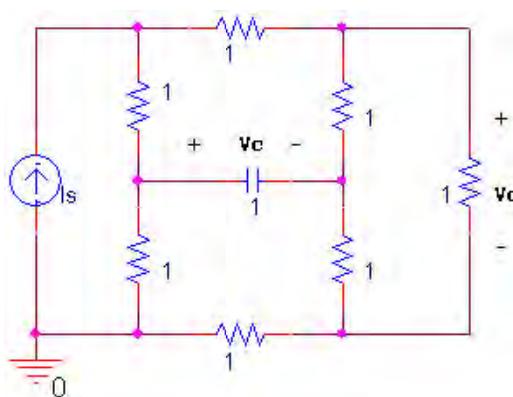
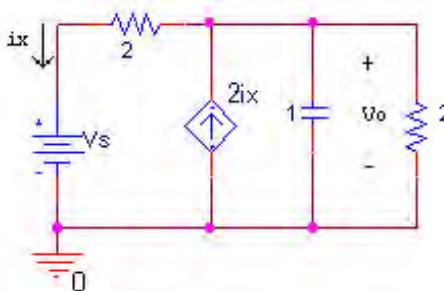
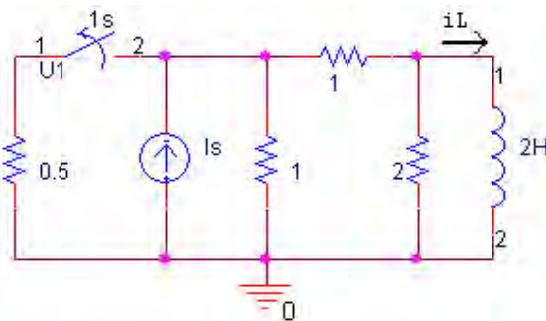




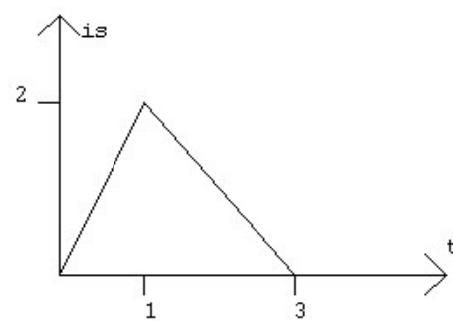
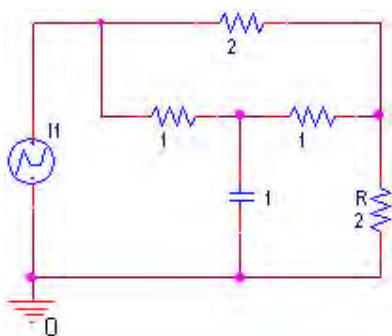
تمرین:

۱- سیگنال $u(t-1)-u(t-2)$ را با استفاده از منبع VDC بسازید.

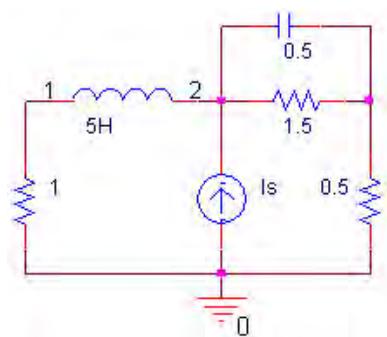
۲- منحنی پاسخ پله و ضربه مدارهای زیر را رسم کنید.



۳- پاسخ پله و ضربه جریان مقاومت R را در مدار زیر به ازای ورودی نشان داده شده محاسبه کنید. ولتاژ اولیه خازن را 2 ولت در نظر بگیرید.

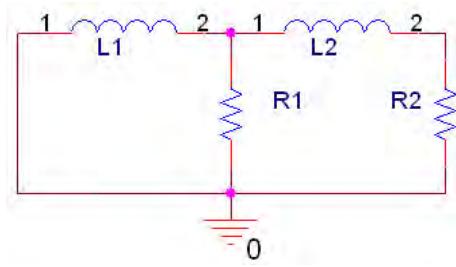
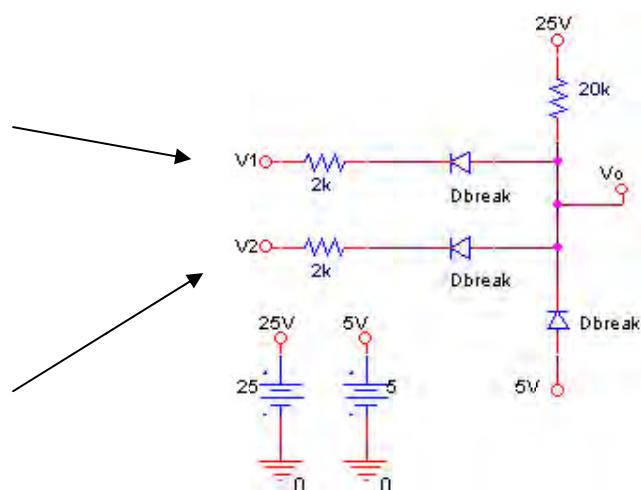
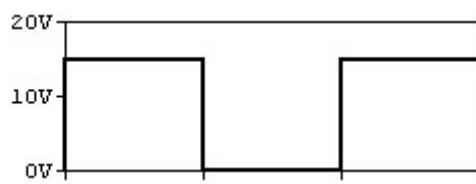
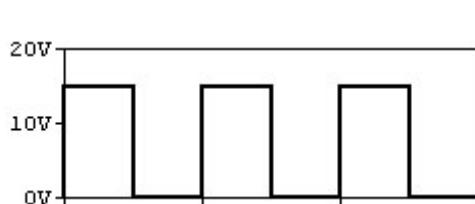


۴- در مدار روبرو فرض کنید شرایط اولیه صفر هستند و Is به صورت $(9 + 3e^{-2t})u(t)$ است. مقادیر ولتاژ خازن و جریان سلف را محاسبه کنید.

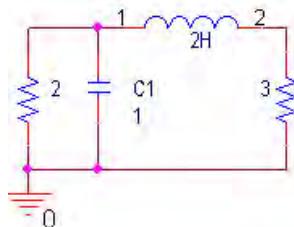




۵- با توجه به شکل موج های V_1 و V_2 شکل موج ولتاژ خروجی را در مدار زیر رسم کنید.



۶- بررسی کنید در مدار روبرو به ازای تمام مقادیر مثبت عناصر و هر نوع شرایط اولیه، پاسخ ولتاژ مقاومت R_2 همیشه از نوع میرای شدید خواهد بود.

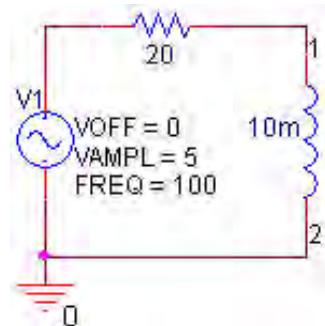


۷- مسیر فضای حالت (نمودار ولتاژ خازن بر حسب جریان سلف) را به ازای $I_L(0) = V_C(0) = 1$ برای مدار روبرو رسم کنید.
(تحلیل را در ۰ تا ۱۰s اجرا کنید).

۸- مدار معادل گیت NOT که قبلا بررسی شد را به ازای V_{BB} به صورت منبع مربعی با پریود 2ms و ترانزیستور Q2N2222 تحلیل کرده و تاخیر ترانزیستور را بررسی کنید. (اثر مقادار مقاومت ها را برابر تاخیر بررسی کنید).

۹- مقدار متوسط و موثر سیگنالهای مربعی، مثلثی و دندانه اره ای را محاسبه کنید.

۱۰- فاز ورودی زیر را چنان تعیین کنید که جریان سلف هیچ حالت گذرايی نداشته باشد. (تمرین ۱۲ فصل ۴ کتاب دکتر جبه دار)





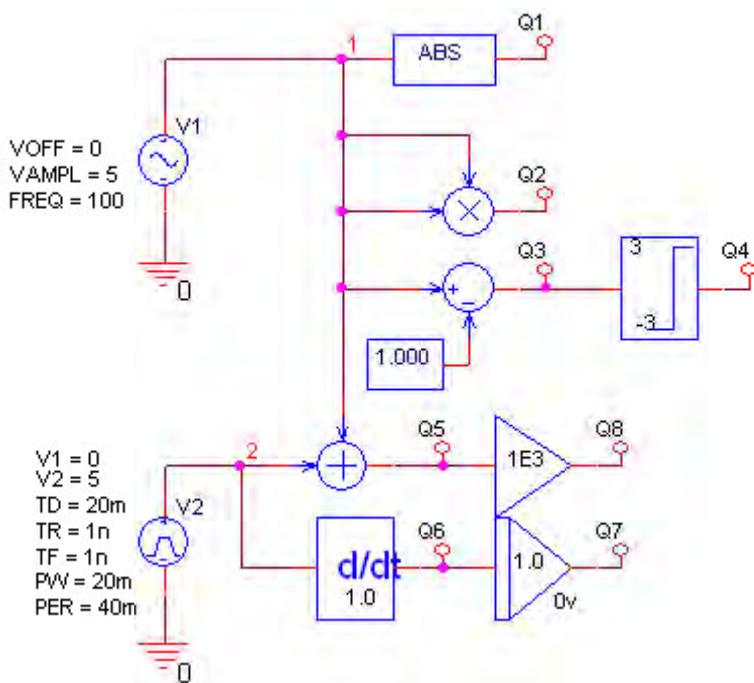
Chapter 6:

Analog Behavioral Modeling

علاوه بر مدارهای الکتریکی با بلوک دیگرام ها نیز می تواند کار کند. بلوک هایی که در این قسمت مورد استفاده قرار می گیرند در کتابخانه ABM قرار دارند. سیگنال هایی که بین بلوک ها مبادله می شوند همگی از جنس ولتاژ هستند و هیچ جریانی بین بلوک ها وجود ندارد. بلوک دیگرام های طراحی شده می توانند با مدارات الکتریکی اتصال داشته باشند و از خروجی آنها مدارات تغذیه شوند.

در مثال های زیر برخی از قطعات کتابخانه ABM را معرفی می کنیم.

مثال 1: مدار زیر را رسم کنید و نمودار همه Q ها را در بازه 0 تا 100ms رسم کنید.



خروجی ABS قدر مطلق سیگنال سینوسی است. Q2 حاصل ضرب سیگنال سینوسی در خودش است (قطعه MULT)، اگر شکل موج ضرایب سری فوریه Q2 را رسم کنید می بینید که دو هارمونی در فرکانس های 0 و 200Hz مشاهده می شود که ناشی از رابطه $\sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2}$ است.

- Q3 همان سیگنال سینوسی است که ولت بایاس DC دارد. ولتاژ یک ولت را تامین می کند این قطعه مشابه منبع ولتاژ DC است. (برای تفريق کننده از DIFF استفاده کنید). سیگنال Q3 وارد LIMIT شده Q4 تولید می شود،

سیگنال ورودی را بین دو کران مشخص محدود می کند. (عنصری به نام GLIMIT وجود دارد که ابتدا سیگنال را در عدد GAIN ضرب کرده سپس آن را در بازه تعیین شده محدود می کند).

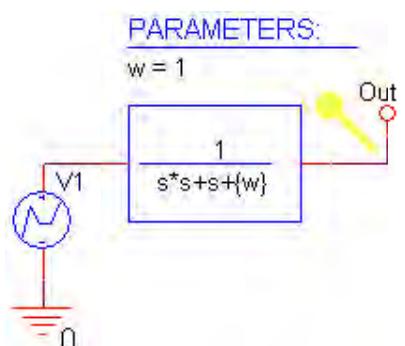
موج سینوسی با مربعی توسط SUM جمع شده و خروجی Q5 را تولید می کند این سیگنال وارد GAIN شده در 1000 ضرب می شود و Q8 را بوجود می آورد.

قطعه DIFFER مشتق موج مربعی را در Q6 تولید می کند، از انجا که سیگنال مربعی از چند پله تشکیل شده مشتق آن شبیه به ضربه های مثبت و منفی است.

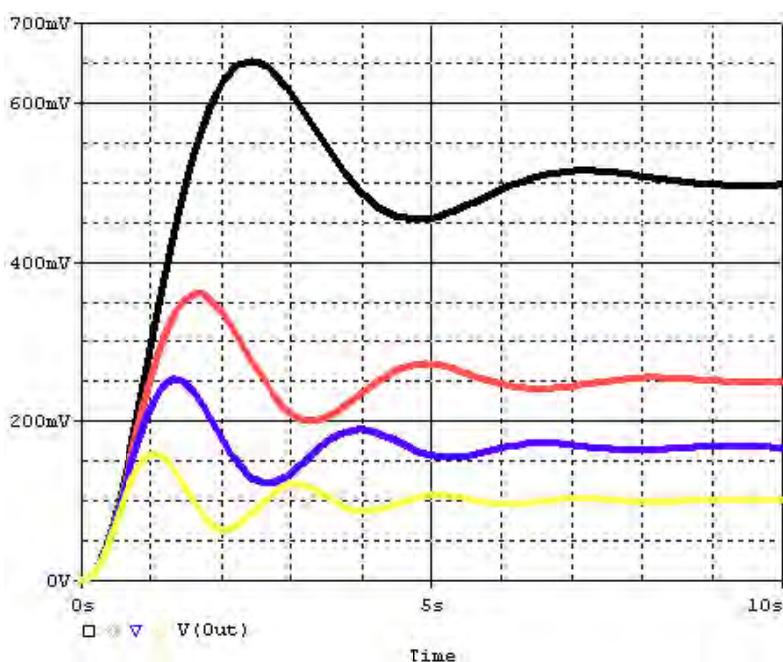
INTEG انتگرال گیر است که در هر لحظه مقدار انتگرال را از 0 تا آن لحظه محاسبه کرده در GAIN (در این مثال برابر 1) ضرب می کند و با مقدار اولیه IC (صفر) جمع می کند.



مثال ۲:

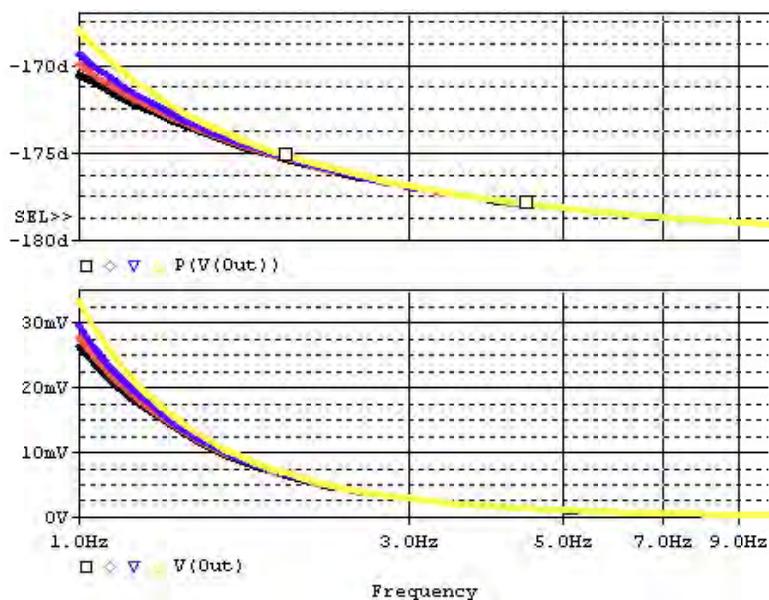


بلوک LAPLACE را در صفحه شماتیک قرار دهید. این بلوک یک تابع انتقال است که صورت و مخرج آن (NUM و DENOM) جداگانه تعیین می شوند. مخرج آن را مطابق شکل تغییر دهید. برای ورودی از منبع VPWL استفاده کنید و مقادیر آن را در لحظات 0 و 1ng به ترتیب برابر 0 و 1 قرار دهید. پارامتری به نام w تعریف کنید و برای آن در تحلیل Parametric Sweep مقادیر 10 2 4 6 10 2 4 6 را قرار دهید. تحلیل را در بازه 0 تا 10s اجرا کنید. نتایج زیر مشاهده خواهند شد.



*- برای ورودی می توانید از منابع دیگری که ولتاژ یک ولت تولید می کنند استفاده کنید ولی دقیقاً مقدار منبع در لحظه صفر برابر صفر باشد. اگر ورودی در لحظه صفر یک ولت باشد خروجی از همان ابتدا در مقدار نهایی خود قرار خواهد گرفت.

برای مشاهده اندازه و فاز پاسخ فرکانسی متناظر با این سیستم ورودی AC با دامنه 1 و فاز 0 به سیستم اعمال کنید و تحلیل AC Sweep را در بازه 1 تا 10Hz اجرا کنید.

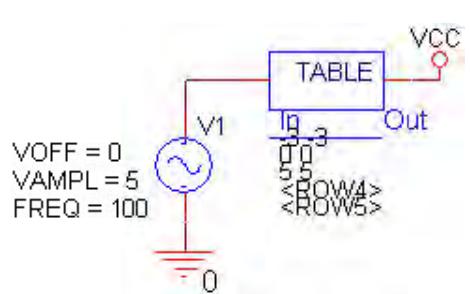




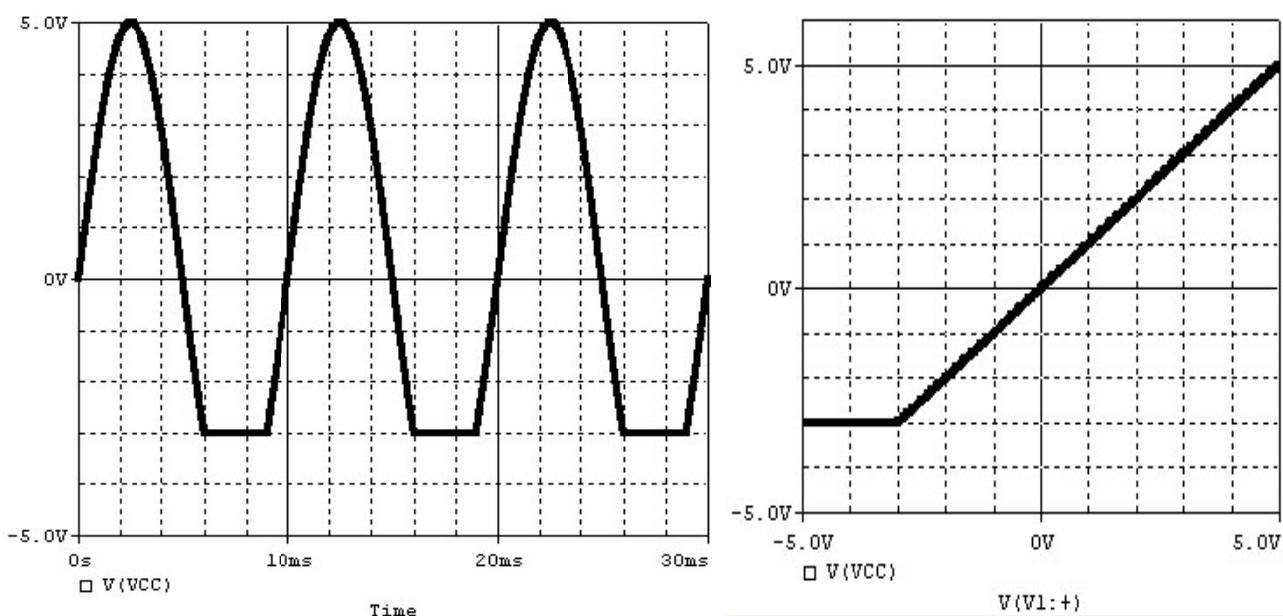
- * در تحلیل حوزه زمان پاسخ ضربه متناظر با سیستم محاسبه می شود و نتیجه کاتولوشن آن با ورودی به عنوان خروجی ارائه می شود.
- * در تحلیل حوزه فرکانس به جای s در تابع انتقال ω قرار می گیرد تا پاسخ فرکانسی حاصل شود، پاسخ فرکانسی در ورودی AC ضرب می شود و خروجی به صورت عدد مختلط محاسبه می شود.
- * در تحلیل حوزه Bias Point DC و DC در تابع انتقال 0 قرار می گیرد، حاصل آن در مقدار DC ورودی ضرب می شود و خروجی را بوجود می آورد.

مثال ۳:

نمودار خروجی بلوک دیاگرام زیر را رسم کنید.



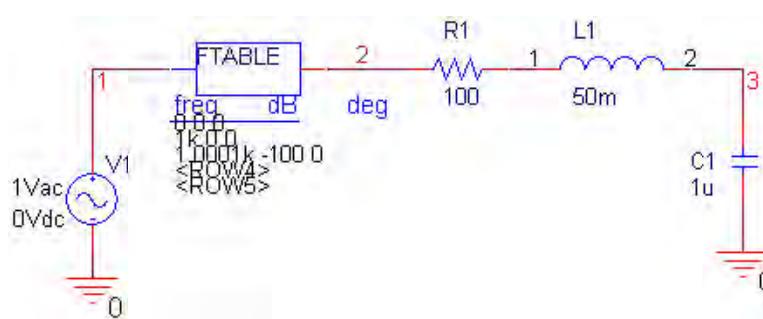
در D Axis Setting PSpice A/D متغیر محور x را به $V(V1: +)$ تغییر دهید و نمودار خروجی - ورودی را نیز رسم کنید.





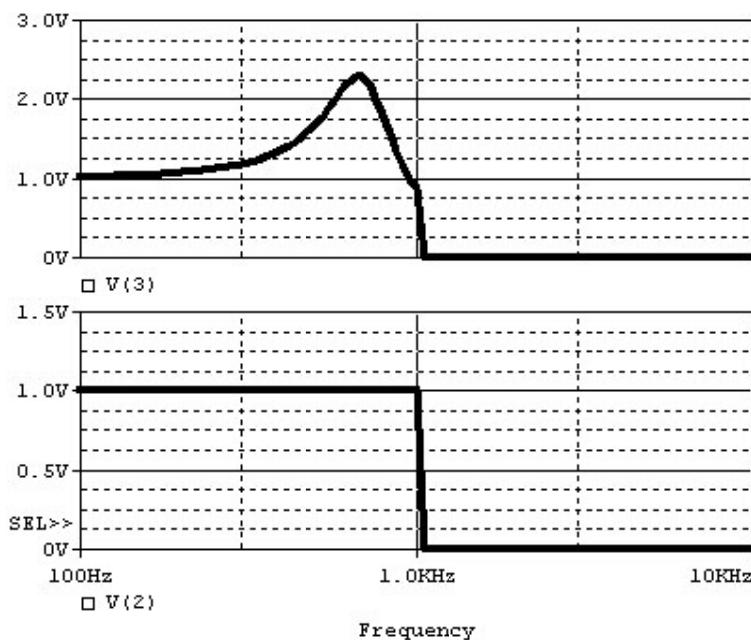
مثال ۴:

نمودار ولتاژ گره های ۲ و ۳ را بر حسب فرکانس رسم کنید.



شکل روبرو ترکیبی از بلوک دیاگرام و مدار الکتریکی است. از خروجی بلوک دیاگرام به عنوان منبع ولتاژ ورودی برای مدار استفاده می شود. بلوک FTABLE سیستمی است که پاسخ فرکانسی آن توسط ما تعیین می شود به این ترتیب که باید نمودار اندازه و فاز پاسخ فرکانسی را

داشته باشیم و مختصات نقاط شکست آن را در فیلدهای ROW1 تا ROW5 در پنجره Property Editor بلوک وارد کنیم. در این مثال می خواهیم فیلتر پایین گذری با بهره ۱ داشته باشیم برای این کار در ROW3 تا ROW1 را به ترتیب عبارات $0.0001k$, -100.0 , $0.0001k$, $0.0001k$ و $0.0001k$ وارد کنید به این معنا که از فرکانس ۰ تا $1k$ اندازه و فاز پاسخ فرکانسی برابر 0 dB و 0 deg است، از فرکانس $1.0001k$ به بعد اندازه و فاز برابر -100 dB و 0 deg می باشد. چون می خواهیم برای فرکانس های بیش از $1.0001k$ خروجی ۰ ولت باشد از 100 دسی بل استفاده می کنیم که متناظر با مقدار بسیار کوچکی است. تحلیل AC Sweep را در بازه 100 تا $10k$ اجرا کنید، نتایج زیر مشاهده خواهند شد.



*- برای تغییر واحد اندازه و فاز در پنجره Property Editor بلوک MAGUNITS یکی از عبارتهای mag یا db را به منظور اندازه (بدون واحد) یا دسی بل و در فیلد PHASEUNITS یکی از عبارت های rad یا deg را وارد کنید. مقدار پیش فرض این فیلدها به ترتیب db و deg است.

*- با وارد کردن یک یا چند کاراکتر در فیلد R_I در Property Editor بعد از مقدار فرکانس می توانید به جای اندازه و فاز پاسخ فرکانسی مقدار Real و Imaginary را وارد کنید. (در این صورت محتویات فیلدهای PHASEUNITS و MAGUNITS اهمیتی ندارد حتی اگر عبارت بی ربطی باشد).



Chapter 7:

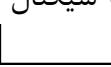
Digital Simulation

تحلیل مدارهای دیجیتال تفاوت چندانی با مدارهای آنالوگ ندارد، این تحلیل در حوزه زمان انجام می‌شود و مدارهای آن می‌توانند دیجیتال محض و یا مختلط آنالوگ و دیجیتال باشند. نکاتی که در این تحلیل باید مورد توجه قرار گیرند نوع ورودی‌ها، شرایط اولیه فلیپ فلاپها و تاخیر قطعات است که به بررسی آنها می‌پردازیم:

۱۹) ورودی دیجیتال:

مهم ترین ورودی دیجیتال منبع STIM1 (کتابخانه Source) است. از این منبع برای تولید یک بیت استفاده می‌شود. می‌توان در هر لحظه از زمان یکی از مقادیر صفر یا یک را برای آن تعیین کرد. برای تعیین شکل موج این منبع می‌توانید از یکی از روش‌های زیر استفاده کنید:

روش اول:

در این روش لحظات تغییر وضعیت سیگنال به همراه مقدار ثانویه آن مشخص می‌شود به عنوان مثال فرض کنید می‌خواهیم سیگنال  را بسازیم. این سیگنال در لحظات 1، 2 و 5 میلی ثانیه تغییر وضعیت می‌دهد برای تعریف این نقاط روی منبع STIM1 در شماتیک دابل کلیک کنید تا پنجره Property Editor آن باز شود در فیلد 1 عبارت 0 را به معنای این که مقدار اولیه این سیگنال صفر است وارد کنید. در Command 0 عبارت 1m 1 را به معنای این که مقدار اولیه این سیگنال 5ms بعد از 5ms دستوری در نظر گرفته نشده این سیگنال از لحظه 5ms به بعد همیشه در مقدار 1 خواهد بود.

COMMAND1	0 0
COMMAND2	1m 1
COMMAND3	2m 0
COMMAND4	5m 1

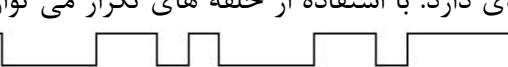
روش دوم:

در این روش به جای تعیین لحظات تغییر وضعیت مدت زمانی را که طول می‌کشد تا سیگنال به وضعیت جدید برود مشخص می‌کنیم. مثلاً برای تعریف همان سیگنال قبلی در Command1 عبارت 0 را به منظور تعیین مقدار اولیه سیگنال وارد می‌کنیم. در Command2 عبارت 1 +1m 1 را وارد کنید این

COMMAND1	0 0
COMMAND2	+1m 1
COMMAND3	+1m 0
COMMAND4	+3m 1

به این معناست که سیگنال پس از مدت 1ms به سطح منطقی یک می‌رود. در فیلدهای بعدی نیز به ترتیب عبارت 0، +1m 1، +3m 1 را وارد کنید.

حلقه تکرار:

در برخی سیگنال‌ها قسمتی از سیگنال چند بار تکرار می‌شود که ساختن آن با روش‌های بالا نیاز به صرف وقت زیادی دارد. با استفاده از حلقه‌های تکرار می‌توان این سیگنال‌ها را ساخت. مثلاً فرض کنید می‌خواهیم سیگنال  را بسازیم. پنجره Property Editor را باز کنید و فیلدهای Command آن را مطابق زیر پر کنید.



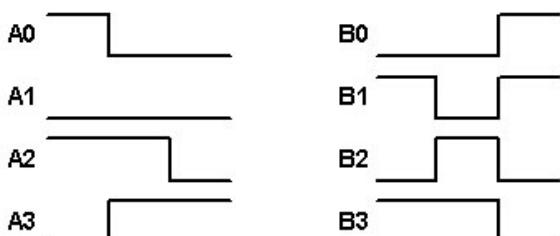
COMMAND1	0 1
COMMAND2	LABEL=START
COMMAND3	+1m 0
COMMAND4	+3m 1
COMMAND5	+2m 0
COMMAND6	+1m 1
COMMAND7	+1m GOTO START 2 TIMES

مقدار اولیه ورودی را صفر قرار می دهیم. در Command2 ای به نام START تعریف می کنیم تا حلقه با استفاده از GOTO از آنجا شروع شود. Command های 3 تا 6 را طوری تنظیم کنید تا یک پریود از شکل موج ساخته شود. با اجرای Command6 سیگنال در سطح 1 قرار می گیرد و آماده شروع پریود دوم است.

که اجرا شود سیگنال به مدت 1ms در سطح 1 باقی می ماند و مطابق دستور GOTO به Command2 می رود، در این Command مقداری برای سیگنال در نظر گرفته نشده بنابراین Command3 اجرا می شود چون این Command اولین Command حلقه است زمان 1ms آن اعمال نمی شود و بلافاصله سیگنال صفر می شود (یعنی بعد از 1ms یک بود صفر می شود). Command7 ای که سیگنال در 1ms یک بود صفر می شود. در حلقه آخر پس از 1ms که سیگنال در سطح صفر بوده و پریود سوم کامل شده Command7 اجرا می شود و سیگنال به مدت 1ms در سطح یک باقی می ماند، چون در این مرحله GOTO اجرا نمی شود، دستورات به پایان رسیده و سیگنال برای همیشه در سطح یک باقی خواهد ماند.
*- اگر می خواهید حلقه ای بینهایت بار تکرار شود از دستور GOTO START -1 TIMES استفاده کنید.

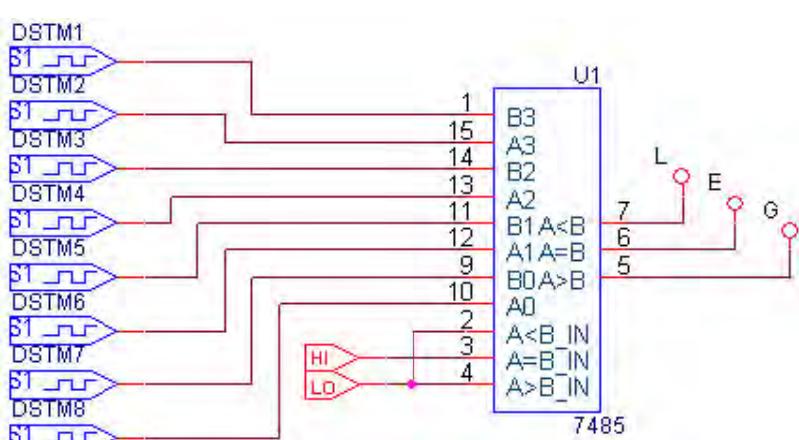
مثال: زوج اعداد (8,3) , (5,10) , (12,12) را توسط تراشه 7485 مقایسه کنید.

دو عدد A و B را برای ورودی های تراشه در نظر بگیرید. می خواهیم عدد A به ترتیب برابر 5 12 و 8 و عدد B برابر 10، 12 و 3 باشد. این اعداد چهار بیتی هستند، بنابر این ما باید برای هر یک از آنها از چهار منبع مولد



سیگنال دیجیتال تک بیتی استفاده کنیم. برای تعیین شکل موج هر منبع به این ترتیب عمل می کنیم که مثلا بیت A3 که بزرگترین بیت عدد A است برای اعداد 5, 12 و 8 باید به ترتیب مقادیر 0, 1 و 1 را دارا باشد. شکل موج هر یک از بیت های ورودی مطابق شکل روبرو مشخص می شود.

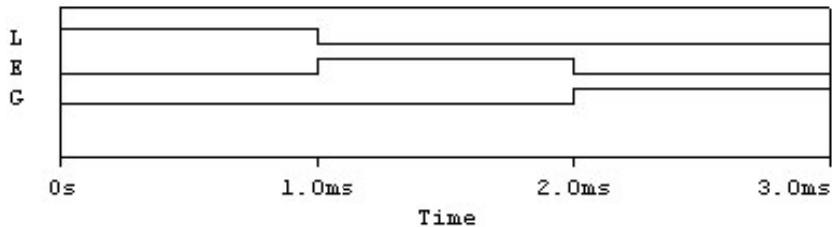
8 منبع STIM1 در شماتیک قرار دهید و هر یک از آنها را مطابق یکی از شکل موج های بالا تنظیم کنید. (هر یک از بیتها فوک از سه مقدار متوالی تشکیل شده اند مدت زمان فعال بودن هر کدام را یک میلی ثانیه فرض کنید). و خروجی آنها را به تراشه متصل کنید تا مدار زیر حاصل شود.



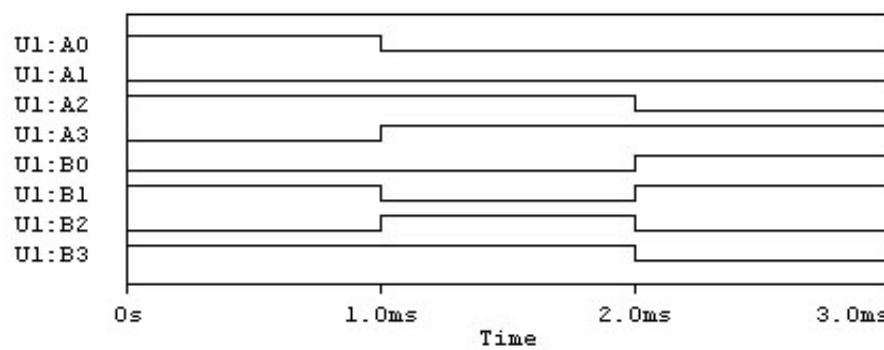
تمام ورودی های قطعات دیجیتال باید سیگنال دهی شوند برای پایه های 2, 3, 4 از قطعات \$D_LO و \$D_HI و (منوی Power گزینه Place سرهای خروجی قطعات دیجیتال می توانند آزاد باشند. (از Power های Vcc برای نام گذاری آنها استفاده کرده ایم).



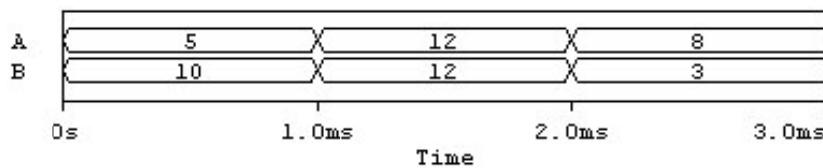
تحلیل Time Domain را در بازه 0 تا 3ms و با حداکثر فاصله 0.01ms اجرا کنید. در پنجره Probe مشابه قبل Add Traces را باز کنید. خروجی ها L, E, G را انتخاب و OK کنید.



در یک میلی ثانیه اول که ورودی ها برابر 5 و 10 هستند خروجی L فعال است. در یک میلی ثانیه دوم ورودی ها برابرند، E فعال است و در یک میلی ثانیه سوم ورودی ها برابر 8 و 3 و خروجی G فعال است. پنجره جدیدی باز کنید و شکل موج 8 ورودی را در آن نمایش دهید.



تعیین اینکه هر کدام از ورودی های A و B در هر لحظه چه مقداری دارند از روی شکل موج کمی مشکل است روشی برای تعیین مقدار معادل ورودی های A0 تا A3 و B0 تا B3 وجود دارد به این ترتیب که پنجره يا Plot جدیدی ایجاد کنید. {} را از لیست سمت راست انتخاب کنید. از لیست خروجی ها سیگنال های A0 تا A3 را به ترتیب از بیت بزرگتر به کوچکتر انتخاب کنید تا عبارت {U1:A3 U1:A2 U1:A1 U1:A0} در فیلد Traces Expression ایجاد شود. بعد از آکولاد بسته کاراکتر ; و بعد از آن حرف A را به منظور انتخاب نامی برای مجموعه بیت ها وارد کنید. بعد از A مجددا ; و سپس d برای نمایش معادل بیت ها به فرم decimal وارد کرده، ({U1:A3 U1:A2 U1:A1 U1:A0};A;d) OK کنید. برای متغیر B نیز همین کار را انجام دهید تا شکل زیر حاصل شود.



- *- در فیلد Traces Expression می توانید هیچ نامی را برای مجموعه بیت ها مشخص نکنید و جای آن را خالی بگذارید. ({U1:A3 U1:A2 U1:A1 U1:A0};;d)
- *- به جای d می توانید از حروف b, o, h به ترتیب برای Binary, Octal, Hexadecimal استفاده کنید. (پیش فرض h است).

در این مثال دو عدد چهار بیتی را با هم مقایسه کردیم که منجر به استفاده از 8 منبع مولد سیگنال شد. ممکن است در بعضی موارد بخواهیم دو عدد 8 بیتی را با هم مقایسه کنیم که در این صورت به 16 منبع احتیاج خواهیم



داشت و این باعث شلوغی مدار و صرف زمان زیاد برای تنظیم آنها خواهد شد. برای حل این مشکل در کتابخانه Source منابعی تحت عنوان STIM16، STIM8 و وجود دارند که به ترتیب می‌توانند 4، 8 و یا 16 بیت را هر کدام به تنهایی و هم زمان تولید کنند. در مثال قبل ورودی‌ها چهار بیتی بودند برای هر کدام از آنها یک منبع Properties در شماتیک قرار دهید. توسط کلید Ctrl هر دو منبع را انتخاب کنید و در منوی Edit، روی STIM4 کلیک کنید تا پنجره تنظیمات آنها هم زمان باز شود. در فیلد WIDTH مقدار 4 به معنای تعداد بیت‌های خروجی منبع قرار داده شده است. در فیلد FORMAT مشاهده می‌کنید که عدد چهار رقمی 1111 آمده است این عدد بیانگر این است که هر یک از مقادیری که برای لحظات مختلف در فیلدهای Command وارد خواهد شد بایستی اعداد چهار رقمی باشند و هر یک از ارقام آن معادل یک بیت باینری است.

فیلدهای Command هر یک از ورودی‌ها را مطابق شکل زیر پر کنید.

COMMAND1	0 0101	0 1010
COMMAND2	1m 1100	1m 1100
COMMAND3	2m 1000	2m 0011

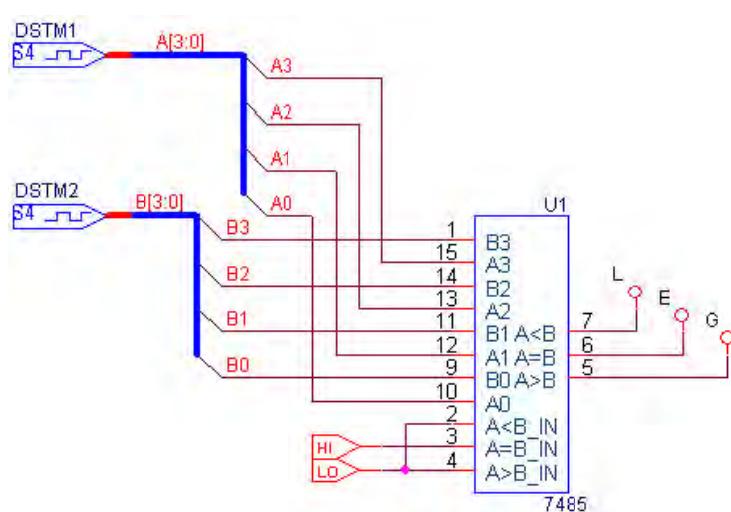
*- مجموع ارقام فیلد FORMAT بیانگر تعداد کل بیت‌ها و برابر مقدار WIDTH است. اگر در فیلد FORMAT عدد 13 وارد شود به این معناست که در Command‌ها باید اعداد 2 رقمی وارد شوند که رقم اول عددی در مبنای 8 و معادل 3 بیت اول و رقم دوم عددی در مبنای 2 و معادل بیت چهارم است.

برای انتقال 4 بیت خروجی منابع از wire نمی‌توان استفاده کرد. خط انتقالی به نام Bus در منوی Place به این منظور قرار داده شده است. این ابزار را فعال کنید و مسیرهای مشخص شده در مدار زیر را توسط آن ایجاد کنید.

برای تفکیک بیت‌های یک خط Bus از منوی Bus Entry در منوی Place استفاده کنید، چهار نمونه از این ابزار را به خط Bus متصل کنید و سرهای دیگر آن را به ورودی‌های تراشه وصل کنید. نام Bus اول را مشابه روش نامگذاری گره‌ها (ابزار A[3:0] Net Alias) قرار دهید این اسم به این معناست که بیت‌های این خط داده نام کلی A را دارند و توسط اعداد 0 تا 3 از هم تفکیک می‌شوند. شماره 3 به بزرگترین بیت اشاره دارد.(می‌توانید از A[d:a] استفاده کنید). اسامی Wire‌های متصل به هر Bus را نیز مشابه شکل بالا قرار دهید تا مشخص شود که هر بیت به کدام

خط وارد می‌شود. تحلیل را اجرا کنید و شکل موج‌ها را رسم کنید مشاهده می‌کنید که همان نتایج قبلی بدست آمده است.

*- در پنجره Add Traces خروجی‌های مثل DSTM1:PIN0 وجود دارد که مربوط به بیت‌های Bus می‌شود عدد آخر این اسامی Bus متناظر با اسامی که ما برای خطوط Bus انتخاب کردیم نیست. DSTM1:PIN0 به بزرگترین بیت Bus و DSTM1:PIN3 به کوچکترین بیت اشاره دارد.

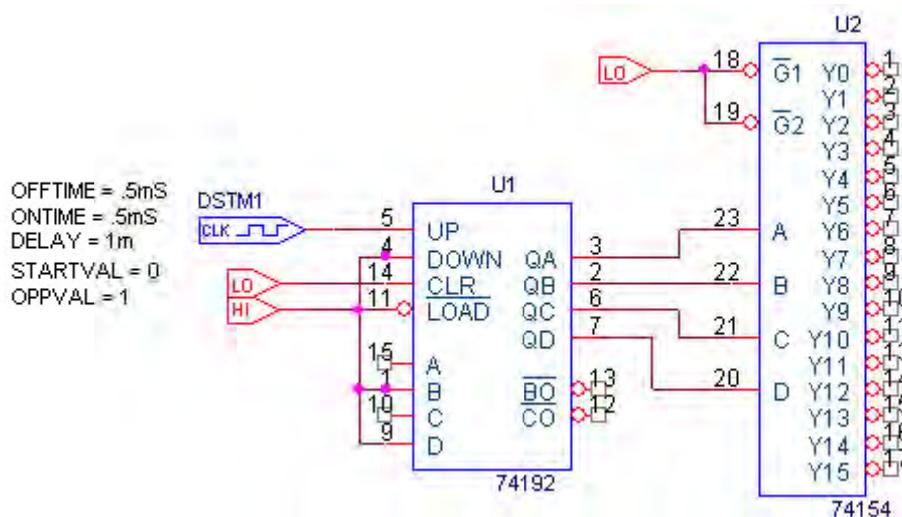




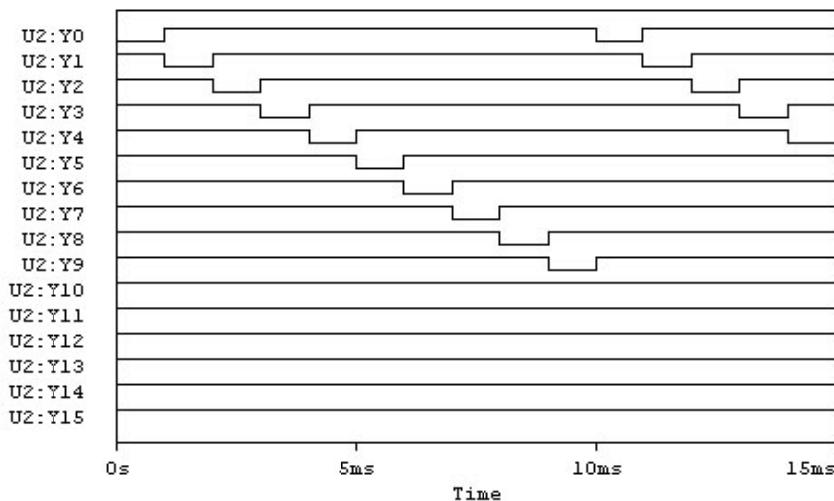
ورودی پالس ساعت:

قطعه DigClock از کتابخانه Source نقش کلاک پالس در مدارهای ترتیبی را دارد. با تعیین مقادیر ONTIME و OFFTIME می‌توان مدت زمان صفر و یک بودن پالس ساعت را در هر ورودی تعیین کرد. STARTVAL مقدار اولیه و OPPVAL مقدار ثانویه سیگنال است، این دو مقدار باید مخالف هم باشند اگر هر دو 1 یا هر دو 0 باشند صرف نظر از مقدار سایر پارامترها خروجی کلاک پالس همیشه 1 یا 0 است. اگر برای DELAY مقداری تعیین نشود سیگنال با مقدار اولیه خود شروع به کار می‌کند اما اگر زمانی برای DELAY در نظر گرفته شود سیگنال به اندازه آن زمان در مقدار اولیه خواهد بود و پس از تمام شدن زمان تاخیر تغییر وضعیت خواهد داد.

مثال: نمودار خروجی های دیگر را در مدار زیر رسم کنید.

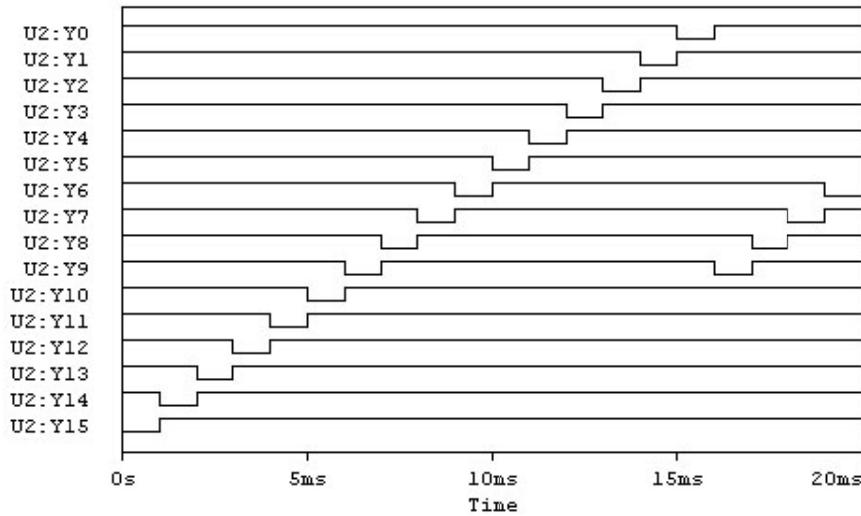


پریود کلاک پالس برابر 1ms است. چون می خواهیم اولین لبه مثبت در لحظه 1ms اتفاق بیافتد (لحظه ای که خروجی شمارنده از 0000 به 0001 می رود) 1ms تاخیر برای کلاک پالس در نظر می گیریم. سایر ورودی های شمارنده طوری سیگنال دهی شده اند که همگی غیر فعال باشند. (در 74192 برای بالا شمار بودن شمارنده پالس ساعت به UP متصل می شود در این حالت ورودی DOWN حتما باید 1 باشد). خطوط Enable دیکدر نیز فعال شده اند. در پنجره Simulation Setting در قسمت Options در قسمت Category گزینه Gate-Level Simulation را انتخاب کنید. مقدار Initialize all flip-flops to صفر کنید تا شمارنده از صفر شروع به شمارش کند. (در مدارهایی که از لج، فلیپ فلاپ یا شمارنده استفاده می کنند حتما باید برای این قسمت مقدار 0 یا 1 در نظر گرفته شود در غیر این صورت مدار عملکرد صحیحی نخواهد داشت). تحلیل را در بازه 0 تا 15ms اجرا کنید و نمودار کلیه خروجی های دیکدر را رسم کنید.



74192 شمارنده BCD است بنابراین خطوط 10 تا 15 هیچ گاه فعال نمی شوند. (خروجی ها Active Low هستند).

*- مقدار اولیه خروجی شمارنده را یک کنید. کلک پالس را به DOWN متصل کرده و UP را در سطح HI قرار دهید. تحلیل را در بازه 0 تا 20ms اجرا کنید.



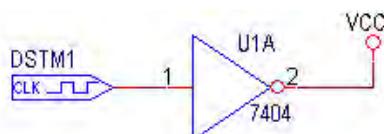
مشاهده می کنید که در 16ms اول خروجی های 10 تا 15 نیز فعال می شوند ولی در دفعات بعدی شمارش از 9 آغاز می شود.

تامیر گیت ها:

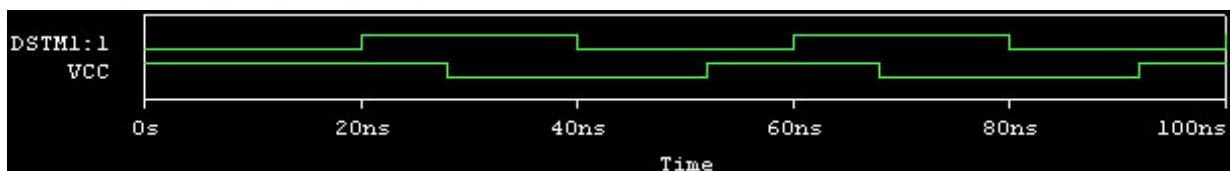
در قطعات دیجیتال به محض اعمال ورودی، خروجی متناسب با آن تولید نمی شود بلکه بعد از گذشت مدت زمانی قطعه به ورودی پاسخ می دهد. زمان تاخیر قطعات مختلف در حد نانو ثانیه است به طوری که در فرکانس‌های بالا در عملکرد مدار اخلال ایجاد می کند. به همین خاطر برای مداراتی که در فرکانس‌های حدود مگاهرتز کار می کنند بررسی تاخیر قطعات و انتخاب قطعه مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است. برای مثال مدار زیر را در نظر بگیرید، نیم پریود کلک پالس ورودی 20ns در نظر گرفته شده تا تاخیر حدود 10n قابل تشخیص باشد.



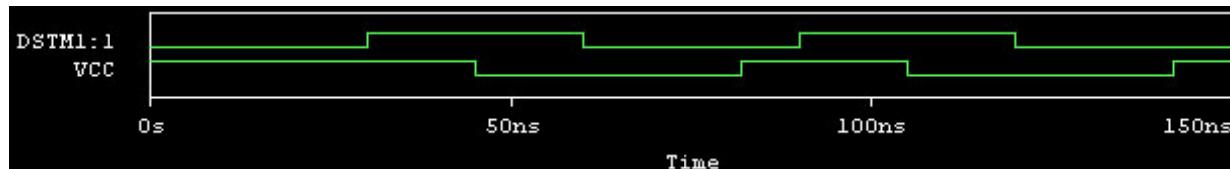
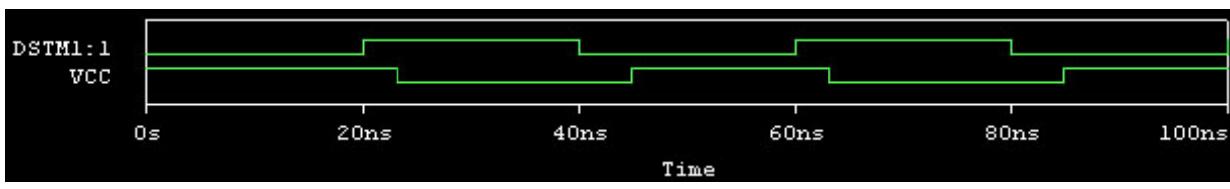
OFFTIME = 20n
ONTIME = 20n
DELAY =
STARTVAL = 0
OPPVAL = 1



تحلیل را در بازه 0 تا 100ns اجرا کنید و شکل موج خروجی های کلاک پالس و گیت NOT را مشاهده کنید.



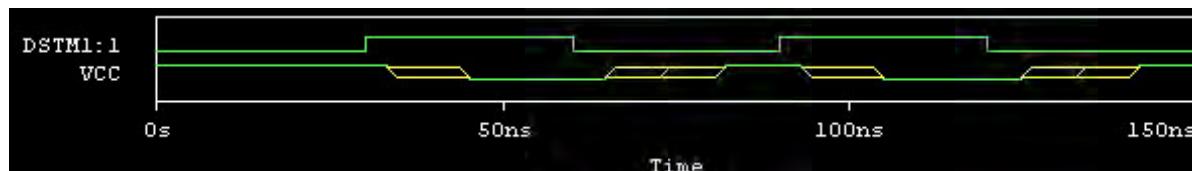
با فعال کردن Cursor و استفاده از ابزارهای Previous Transition و Next Transition ابزار اولین زمانهای تغییر وضعیت Vcc را اندازه بگیرید. این زمانها برابر 28n و 52n اند که نشان می دهد تاخیر گیت هنگامی که ورودی در لبه مثبت است 8ns و زمانی که ورودی در لبه منفی است 12ns است. این زمانهای تاخیر مقادیر Typical تاخیر هستند. برای گیت ها حداقل و حداقل تاخیری نیز ارائه می شود که معمولاً زمان تاخیر بین این دو مقدار است. برای اندازه گیری Min و Max تاخیر در پنجره Simulation Setting در قسمت Gate-level Simulation Category Options در قسمت Minimum Timing Mode یکبار برای Min و یکبار هم برای Max مدار را تحلیل کنید (برای Max نیم پریود را 30n قرار دهید و تحلیل را تا 150n اجرا کنید). نتایج زیر مشاهده خواهند شد.



نتایج اندازه گیری ها در جدول زیر آمده است.

TPHLMN	12n	تاخیر نوعی در لبه منفی	TPLHMN	8n	تاخیر نوعی در لبه مثبت
TPHLTY	4.8n	حداقل تاخیر در لبه منفی	TPLHTY	3.2n	حداقل تاخیر در لبه مثبت
TPHLMX	22n	حداکثر تاخیر در لبه منفی	TPLHMX	15n	حداکثر تاخیر در لبه مثبت

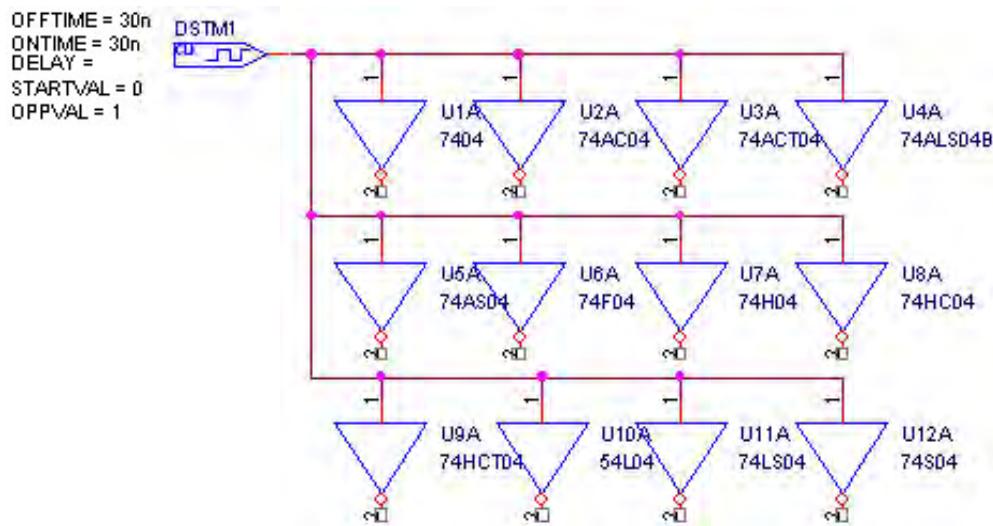
اگر هدف از این اندازه گیری ها پیدا کردن گستره تغییرات زمان تاخیر باشد می توان از روش ساده تری استفاده کرد. به این ترتیب که در همان قسمتی که نوع تاخیر را انتخاب می کردید گزینه-Worst Case را فعال کنید و تحلیل را اجرا کنید. نمودارهای زیر حاصل این تحلیل است.



قسمت های زرد رنگ نقاطی هستند که احتمال دارد تغییر وضعیت در آن فاصله اتفاق بیافتد.

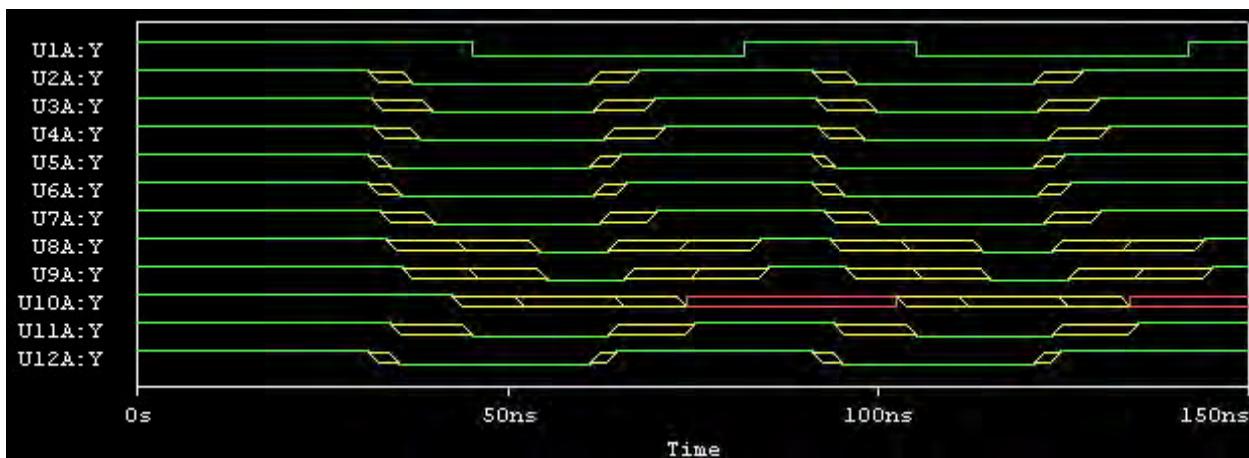


* تنظیماتی که برای تعیین نوع تاخیر در Simulation Setting انجام دادید روی تمام قطعات مدار اجرا می شود، ممکن است بخواهید این گزینه ها فقط روی بعضی از قطعات اجرا شود. مثلا فرض کنید در مدار زیر قرار است برای همه گیت ها Worst-Case را اجرا کنیم اما برای گیت اول می خواهیم Max اجرا شود.



* در این مدار از همه 7404ها در کتابخانه های مختلف مجموعه PSpice استفاده شده است.

در تنظیمات نوع تاخیر Worst-Case را فعال کنید. روی اولین گیت دابل کلیک کنید، در پنجره Property در فیلد MNTYMXDLY عدد 0 به صورت پیش فرض قرار داده شده این به این معناست که تاخیر این گیت از تنظیمات تب Options پیروی می کند. برای تعیین جدایگانه تاخیر آن می توانید یکی از اعداد 1, 2, 3 یا 4 را به ترتیب به معنای Min, Typical, Max یا Worst-Case وارد کنید. (عدد 3 را وارد کنید). تحلیل را اجرا کرده و نمودار خروجی تمام گیت ها را رسم کنید.



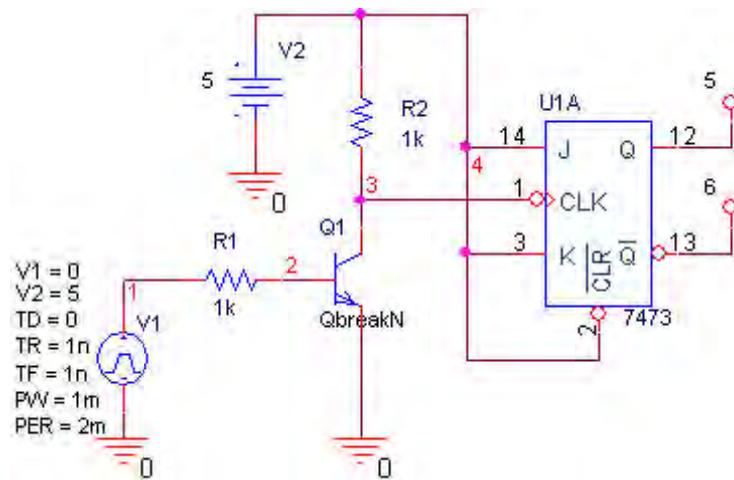
* اگر از Cursor استفاده کنید می بینید که در قسمت های زرد رنگ مقدار R یا F به نمودار اختصاص داده شده این به معنای در حال گذر از 0 به 1 یا 1 به 0 است. برای قسمت های قرمز رنگ نیز X در نظر گرفته شده این قسمت ها زمانی بوجود می آید که نیم پریود از تاخیر کمتر باشد و تشخیص 0 یا 1 بودن خروجی ممکن نباشد.



مدارات مختلط آنالوگ و دیجیتال:

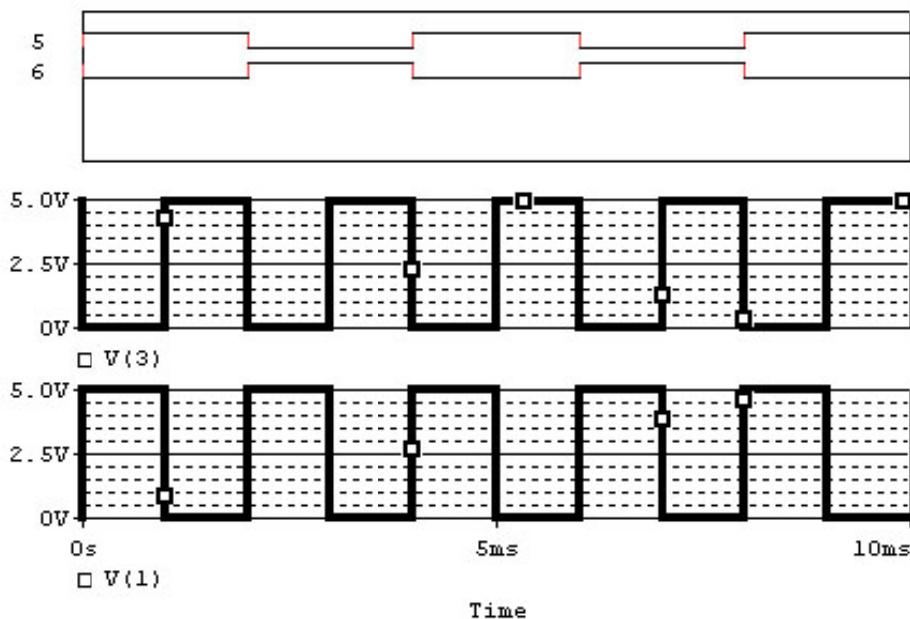
مدارهایی مختلط آنالوگ و دیجیتال مانند مدارات دیجیتال محض تحلیل می شوند با این تفاوت که بین قطعات دیجیتال و آنالوگ مدارات واسطی را به عنوان مبدل قرار می دهد، وجود این مدارها کمی سرعت تحلیل را پایین می آورد.

مثال: نمودار ولتاژ گره های 1 و 3 و شکل موج خروجی های فلیپ فلاپ را در مدار زیر رسم کنید.



ورودی مدار منبع V_{pulse} است که موج مربعی تولید می کند. مدار ترانزیستوری معادل گیت Not عمل کرده که خروجی آن نیز مربعی است. مقدار اولیه فلیپ فلاپ را صفر کرده و تحلیل را در بازه 0 تا 10ms اجرا کنید. در پنجره Add Traces ولتاژ گره 1 با $V(1)$ نشان داده شده (مثل سایر مدارات آنالوگ) اما گره 5 چون دیجیتال است و مقدار ولتاژ برای آن مطرح نیست با 5 نشان داده شده است.

هر یک از خروجی های خواسته شده را در Plot جداگانه ای رسم کنید.





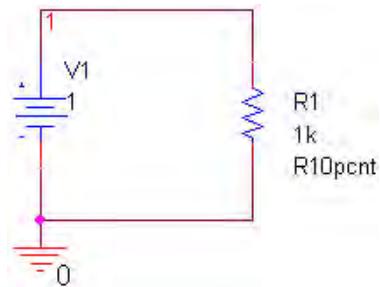
Chapter 8:

Monte Carlo / Worst Case

Monte Carlo تحلیلی است که به بررسی تاثیر وجود ترانزیستور بر خروجی ها می پردازد و نمودارهای آماری برگرفته از متغیرهای تصادفی را در اختیار ما قرار می دهد. توزیع های متداول ترانزیستور توزیع یکنواخت و نرمال است که به ترتیب با پارامترهای گستره تغییرات و مقدار سیگما معرفی می شوند.

*- این تحلیل مستقل کار نمی کند و حتما باید همراه تحلیل دیگری اجرا شود.

مثال ۱: در مدار زیر منبع ولتاژ ثابتی به مقاومت R1 که دارای ۱۰٪ ترانزیستور موصوف است متصل شده، می خواهیم میزان تاثیر ترانزیستور بر جریان مقاومت را بررسی کنیم.



اولین مرحله تعیین مقدار ترانزیستور برای مقاومت است، چون ترانزیستور از پارامترهای مدل مقاومت است و مقاومت R از کتابخانه ANALOG مدل تعریف شده ای ندارد، از مقاومت Rbreakout (کتابخانه Breakout) استفاده می کنیم. مقاومت را انتخاب کرده، کلیک راست کنید از منوی باز شده گزینه Edit Pspice Model را به منظور تغییر پارامترهای مدل انتخاب کنید. در پنجره سمت راست مدل Editor نام مدل را به R10pcnt تغییر دهید و پس از عبارت $R=1$ dev/gauss=2.5% را وارد کنید.

```
.model R10pcnt RES R=1 dev/gauss=2.5%
```

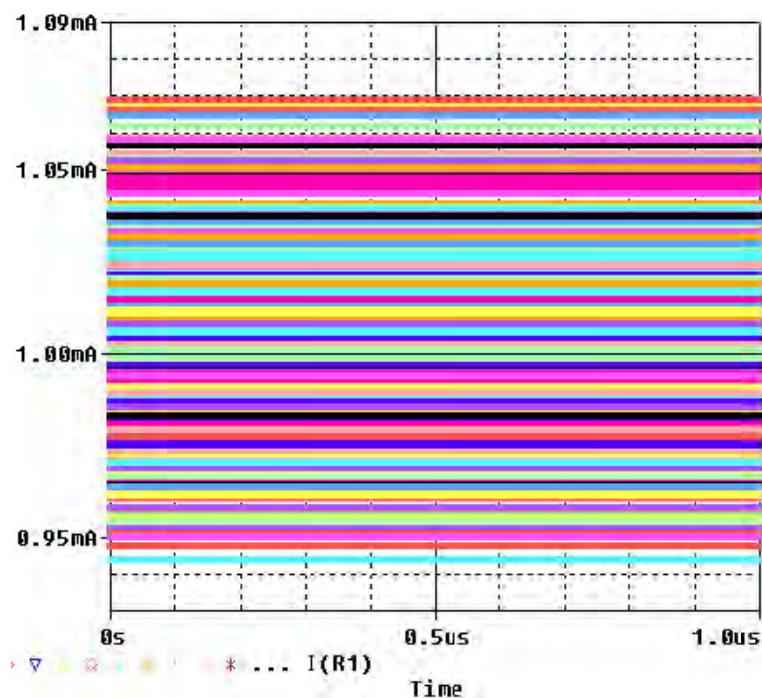
نشان دهنده نرمال بودن توزیع و مقدار ۲.۵٪ سیگما توزیع را بر حسب ضریب مقاومت ($R=1$) است. از آنجا که احتمال وقوع متغیر در گستره $45 \pm 2.5\%$ حول میانگین تقریباً برابر ۱۰۰٪ است پس مقدار سیگما یک چهارم مقدار ترانزیستور (گستره تغییرات) است.

*- برای توزیع یکنواخت باید عبارت dev/uniform=10% را بعد از $R=1$ وارد کنیم.

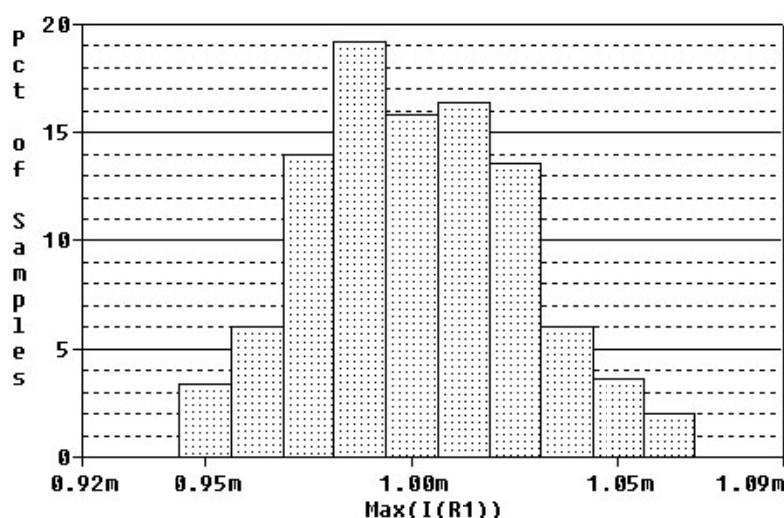
تغییرات را Capture کنید و به Time Domain Simulation Setting تحلیل را در بازه Monte Carlo/Worst Options تنظیم کنید (خروجی های مدار مستقل از زمان اند). در قسمت Output Variable Case را فعال کنید. در قسمت تنظیمات این تحلیل باید Monte Carlo فعال باشد. در فیلد I(R1) را وارد کنید، این متغیر مربوط به اطلاعاتی است که در PSpice در فایل خروجی به ما ارائه خواهد داد و تاثیری بر نمودارهایی که در رسم خواهند شد ندارد. Number of runs تعداد متغیرهای تصادفی برای مقاومت R1 در گستره مشخص شده را تعیین می کند، مقدار آن را ۵۰۰ قرار دهید. (حداکثر مقدار مجاز ۹۹۹۹ است). گزینه Use Distribution برای انتخاب نوع توزیع است که با توجه به تعیین قبلی آن تفاوتی بین موارد این قسمت وجود ندارد. روی گزینه OK در پایین پنجره کلیک کرده و تحلیل را اجرا کنید.



تحلیل Time Domain به ازای هر یک از 500 مقدار انتخابی برای مقاومت اجرا می شود. (شبیه Parametric Sweep) نمودار I(R1) را در Probe رسم کنید. 500 نمودار با رنگ های متفاوت ظاهر می شوند که هر کدام از آنها مربوط به یکی از مقاومت هاست. برای توزیع گوسی PSpice مقادیر مقاومت را در گستره $3\sigma \pm$ حول میانگین انتخاب می کند یعنی بین 925 تا 1075 که با این حساب جریان مقاومت بین 0.930 تا 1.081 خواهد بود. (که البته ممکن است هیچ کدام از این دو مقدار مقاومت در 500 مقدار تصادفی اتفاق نیفتاده باشد).



پنجره جدیدی در Probe باز کنید و از نوار ابزار را فعال کنید. محور x به Histogram را باز کنید و محور y به Percent of sample تغییر نام می دهد. پنجره Add Traces را باز کنید و Max(I(R1)) را برای رسم انتخاب کنید. نمودار ستونی مقدار ماکریم جریان رسم می شود.



n samples	= 500	10th %ile	= 0.000969654
n divisions	= 10	median	= 0.000998552
mean	= 0.00100069	90th %ile	= 0.0010327
sigma	= 2.4945e-005	maximum	= 0.00106864
minimum	= 0.000943755	3*sigma	= 7.48349e-005



طریقه رسم نمودار به این ترتیب است که از بین 500 عدد بدست آمده برای Max(I(R1)) ماکریم و می نیم آنها انتخاب می شوند. فاصله بین این دو عدد به 10 تقسیم شده و تعداد خروجی های هر قسمت محاسبه می شود. بر اساس این دسته بندی ها نمودار ستونی رسم می شود. اعداد روی محور y احتمال وجود خروجی در هر یک از بازه ها را نشان می دهند که مقدار دقیق آنها از طریق Cursor قابل اندازه گیری است.

*- پایین محور x اطلاعات آماری در ارتباط با خروجی لیست شده اند. mean به معنای میانگین و median به معنای میانه است. احتمال وقوع خروجی به ازای مقادیر کوچکتر یا مساوی با مقدار 10th %ile ، 10% و احتمال کوچکتر یا مساوی 90th %ile 90% است. تعداد ستون ها را مشخص می کند که می توان مقدار آن را از منوی Options Tools در فیلد ... Number of Options Tools تغییر داد.

*- اگر اطلاعات آماری مشاهده نمی شوند از منوی Tools Options را انتخاب کنید و در پنجره Probe را فعال کنید. Display Statistics Setting

*- اگر این تحلیل را مجددا روی کامپیوترتان یا روی دیگری اجرا کنید باز هم همین 500 مقدار انتخاب خواهند شد و همین نمودارها رسم خواهد شد. برای اینکه دفعات بعدی مقادیر دیگری انتخاب شوند در پنجره Simulation Setting در قسمت تنظیمات Monte Carlo در فیلد Random Number Seed عددی بین یک تا 32767 وارد کنید. (مقدار پیش فرض آن 17533 است). و تحلیل را اجرا کنید. با تغییر این عدد 500 مقاومتی که در نظر گرفته می شوند نسبت به حالت قبل تغییر می کنند.

*- با اجرای تحلیل نرم افزار آماده رسم 500 نمودار است که ما می توانیم در صورت نیاز فقط تعدادی از آنها را رسم کنیم. اگر به همه نمودارها احتیاجی نداشته باشیم می توان قبل از اجرای تحلیل نمودارهای مورد نظر را انتخاب کرد تا تحلیل فقط به ازای آنها انجام شود و سرعت اجرای آن افزایش یابد. (البته در فایل خروجی اطلاعات مربوط به همه 500 مقدار نمایش داده می شود، محدودیت فقط در نمودارها بوجود می آید). برای این کار در قسمت Monte Carlo در تنظیمات Simulation Setting گزینه Save data from Runs(list) را انتخاب کنید، در فیلد روبروی آن شماره نمودارهای مورد نظرتان را وارد کنید. (شماره نمودار همان شماره مقاومت تصادفی بین 1 تا 500 است). اگر First را انتخاب کنید و عدد 15 را وارد کنید به ازای 15 نمودار اول تحلیل انجام خواهد شد و اگر Every را انتخاب کنید و عدد 15 را وارد کنید تحلیل به ازای نمودارهای 1، 16، 31، 46... اجرا می شود.

مثال ۲: تقویت کننده بیس مشترک زیر را رسم کنید.

مقاومت کلکتور را Rbreak انتخاب کنید و

با استفاده از Model Editor پارامترهای آن را

به

.model R5pcnt RES R=1 dev/uniform=0.05

تغییر دهید. (مقادیر ترانس برای ضریب مقاومت

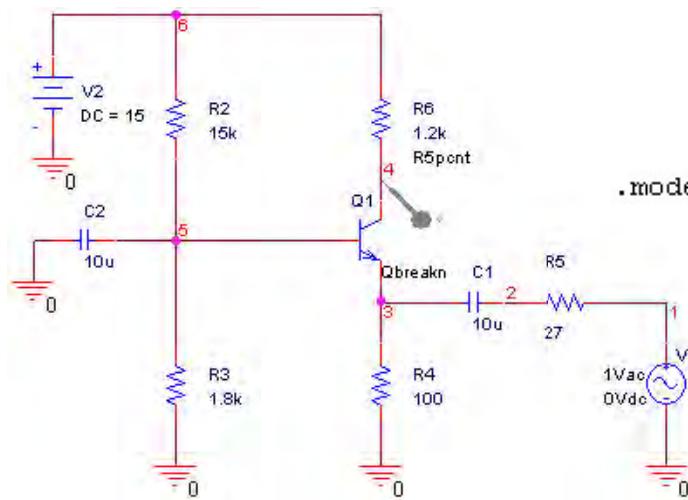
در نظر گرفته می شوند نه برای مقدار آن که در

این مثال ضریب از 0.95 تا 1.05 به صورت

یکنواخت انتخاب می شود. 0.05 چون % ندارد

مستقیم به 1 اعمال می شود.)

تحلیل AC Sweep را به صورت لگاریتمی در





گستره 10 تا 10meg و با 50 نقطه در هر دهه تنظیم کنید. در کنار آن Monte Carlo را فعال کنید. در فیلدهای More Settings و Number of runs به ترتیب عبارات (4) و 100 را وارد کنید. روی گزینه روی the maximum value ، Find کلیک کنید تا پنجره تنظیمات فایل خروجی باز شود. در قسمت Find ، the maximum value را انتخاب کنید با این کار در هر یک از 100 نمودار خروجی مختصات نقطه ای که بیشترین مقدار را دارد تعیین و در فایل خروجی ثبت خواهد شد. لیست گزینه های Find در جدول زیر آمده است.

The greatest difference from the Nominal run (Ymax)	نقطه ای که مقدار آن بیشترین اختلاف را با نمودار مقدار نامی دارد.
The maximum value (MAX)	نقطه ای که مقدار آن ماقریم است.
The minimum value (MIN)	نقطه ای که مقدار آن می نیم است.
The first rising threshold crossing (RISE_EDGE)	مختصه x نقطه ای که مقدار آن برابر threshold است و نمودار برای اولین بار با شیب مثبت از آن عبور می کند.
The first falling threshold crossing (FALL_EDGE)	مختصه x نقطه ای که مقدار آن برابر threshold است و نمودار برای اولین بار با شیب منفی از آن عبور می کند.

*- مقدار threshold value از طریق فیلد threshold value تعیین می شود.

*- در فیلدهای قسمت Evaluate only when... می توانید مختصه x نقاط قسمت Find را در یک بازه مشخص محدود کنید. در صورتی که در این فیلدها مقداری وارد نکنید، گستره تحلیل AC Sweep در نظر گرفته خواهد شد.

گزینه ... List model parameters را فعال کنید. با این کار مقدار مقاومتی که در هر یک از 100 حالت در نظر گرفته می شود در فایل خروجی ثبت خواهد شد. OK کرده تحلیل را اجرا کنید. در پنجره PSpice A/D از منوی Output File View را انتخاب کنید تا فایل خروجی باز شود. در فایل خروجی نتایج تحلیل Bias Point به ازای 100 مقاومت نمایش داده می شود به عنوان مثال نتایج زیر مربوط به مقاومت 53 است.

***** ۱۳:۲۰:۵۵ ۰۷/۲۴/۰۸ *****PSpice 10.5.0 (Jan 2005) ***** ID# 2089878865

** Profile: "SCHEMATIC1-mc2" [F:\Win XP\OrCAD\tools\capture\My Project\Learning\mc2-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\mc2.sim [

***** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C
MONTE CARLO PASS 53

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

7.2124 (4) .6762 (3) ..0000 (2) ..0000 (1)

15.0000 (6) 1.4996 (5)

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

V_V1 0.000E+00

V_V2 -7.595E-03

TOTAL POWER DISSIPATION 1.14E-01 WATTS

***** ۱۳:۲۰:۵۵ ۰۷/۲۴/۰۸ *****PSpice 10.5.0 (Jan 2005) ***** ID# 2089878865



** Profile: "SCHEMATIC1-mc2" [F:\Win XP\OrCAD\tools\capture\My Project\Learning\mc2-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\mc2.sim [

***** UPDATED MODEL PARAMETERS TEMPERATURE = 27.000 DEG C
MONTE CARLO PASS 53

[View Details](#) | [Edit](#) | [Delete](#)

R_R6

Digitized by srujanika@gmail.com

اطلاعات این فایل نشان می دهد که ضریب مقاومت 153 ام 0.969 یعنی 96.93% مقدار نامی است. بعد از نتایج Bias Point اطلاعات مربوط به نقطه ماکزیمم که در More Settings تنظیم کردیم آمده است.

RUN MAXIMUM VALUE

Pass 15	39.146 at F = 1.4454E+06
	(104.96% of Nominal)
Pass 14	39.126 at F = 1.2589E+06
	(104.91% of Nominal)
Pass 82	39.085 at F = 1.2589E+06
	(104.8% of Nominal)
Pass 20	39.08 at F = 1.4454E+06
	(104.79% of Nominal)
Pass 87	39.078 at F = 1.3804E+06
	(104.78% of Nominal)

اطلاعات بالا نشان می دهد از بین 100 ماکریم که هر کدام مربوط به یکی از مقاومت هاست ماقریم مقاومت 15 ام از همه بیشتر است و برابر 39.146 (که 104.96 درصد مقدار نامی است) می باشد. این ماقریم در فرکانس 1.44 مگاهرتز اتفاق افتاده است.

*- امکان مشاهده همه مقادیر مقاومت در فایلی به جز فایل خروجی نیز وجود دارد برای این کار در Monte Carlo Simulation Setting در تنظیمات MC Load/Save روی گزینه گزینه کلیک کنید. (این گزینه در نسخه 9.2 وجود ندارد). در پنجره باز شده... Save parameter را فعال کنید و آدرس دایرکتوری مورد نظرتان را وارد کنید با این کار لیست تمام 100 مقدار مقاومت در فایلی با پسوند mcp ذخیره خواهد شد. در پروژه های بعدی می توانید با load کردن این فایل از این مقادیر استفاده کنید. با Load کردن یک فایل mcp چون تمامی مقادیر تصادفی از این فایل استخراج می شوند، نوع توزیع و شماره مولد random number seed) اهمیتی نداشته اند. اگر تعداد مقادیر از 100 بیشتر باشد 100 تایی، او، از فایل mcp و بقیه به صورت تصادفی، تولید خواهند شد.

*- با تغییر ضریب مقاومت در گستره 0.95 تا 1.05 ماکزیمم ولتاژ خروجی نیز حداقل و حداکثری خواهد داشت. (یعنی مقادیری که ماکزیمم ولتاژ خروجی تحت هیچ شرایطی از فاصله بین این دو مقدار خارج نخواهد شد). این دو مقدار به حداقل و حداکثر بدترین حالت موسوم اند و با تحلیل Worst Case قابل محاسبه اند. برای اجرای این تحلیل در Simulation Setting در قسمت تنظیمات Monte Carlo گزینه worst-case / Sensitivity را فعال کنید. در پایین پنجره More Settings that have only DEV را در حالت Vary devises that have the maximum value (MAX) قرار دهید، در قسمت Worst-Case در پنجره باز شده Find the maximum value (MAX) را در وضعیت (MAX) قرار دهید و در قسمت direction Hi را فعال کنید. با انتخاب این گزینه حداکثر بدترین حالت برای خروجی محاسبه می شود که خروجی مقدار ماکزیمم نمودار ولتاژ گره 4 برای تمامی مقاومت های بین 0.95% تا 105% مقدار نامی است. به این معنا که



مقاومتی که به ازای آن ماکریم و لتاژ خروجی بیشترین انحراف را پیدا می کند محاسبه می شود. تحلیل را اجرا کنید. Probe می تواند نمودارهای مربوط به دو مقدار نامی و بدترین حالت مقاومت را رسم کند. در فایل خروجی بعد از نتایج Bias Point اطلاعات زیر آمده است.

***** 17:16:47/24/10 ***** PSpice 10.5.0 (Jan 2005) ***** ID# 2089878865

** Profile: "SCHEMATIC1-mc2" [F:\Win XP\OrCAD\tools\capture\My Project\Learning\mc2-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\mc2.sim [

***** UPDATED MODEL PARAMETERS TEMPERATURE = 27.000 DEG C
WORST CASE ALL DEVICES

Param. **Model** **Parameter** **New Value**

Device	MODEL	PARAMETER	NEW VALUE	
R_R6	R5pcnt	R	1.05	(Increased)

*****) Y: -A:16 .V/24/.A ***** PSpice 10.5.0 (Jan 2005) ***** ID# 2089878865

** Profile: "SCHEMATIC1-mc2" [F:\Win XP\OrCAD\tools\capture\My Project\Learning\mc2-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\mc2.sim]

**** SORTED DEVIATIONS OF V(4) TEMPERATURE = 27.000 DEG C
WORST CASE SUMMARY

BRUNNEN MEDIENVERLAG

RUN MAXIMUM VALUE
WORST CASE ALL DEVICES

WORST CASE ALL DEVICES

اطلاعات فوق بیانگر این است که برای حداکثر شدن ماکزیمم خروجی مقاومت باید به 105 درصد مقدار نامی خود برسد که با این مقاومت حداکثر خروجی 39.159 (105 درصد مقدار نامی) خواهد بود و در فرکانس 1.318 مگاهرتز اتفاقاً خواهد افتاد.

*- تحلیل Worst case برای عناصری که ترانس دارند مقدار نامی، حداقل و حداکثر را بررسی می کند بنابراین نتیجه این تحلیل همیشه به بدترین حالت ممکن منجر نمی شود چون امکان دارد بدترین حالت به ازای مقداری بین مقدار نامی و مقدار حداکثر اتفاق بیفتد.



Chapter 9:

Creating Models, Sub circuits & Parts

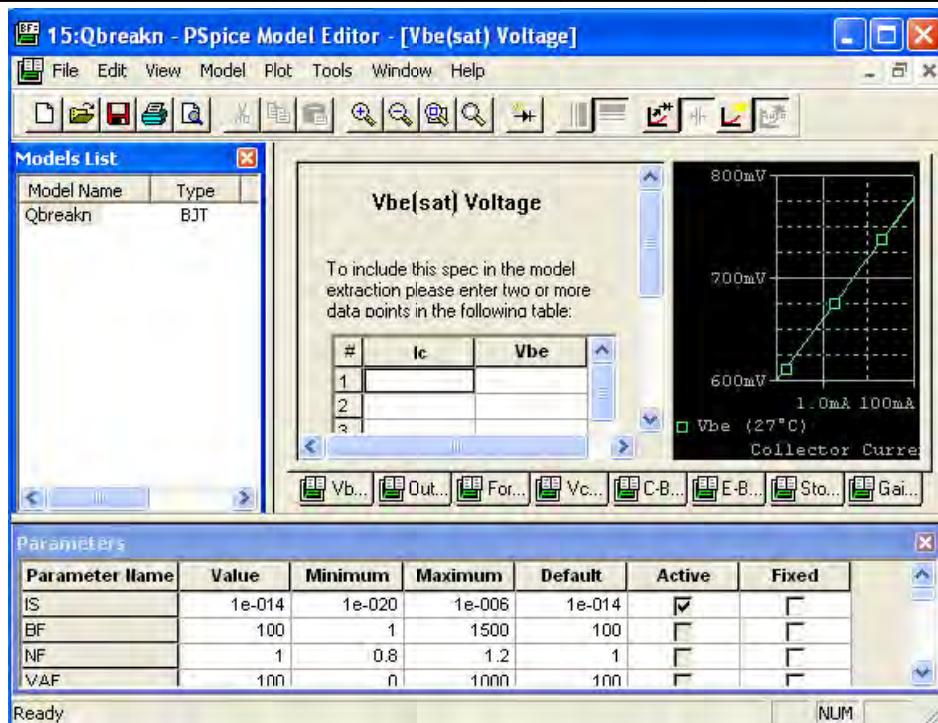
در فصل Bias Point در مورد مدل ها و نحوه تغییر پارامترهای آنها صحبت های کمی شد. در این فصل توضیحات بیشتری در مورد نحوه ساخت و تغییر مدل ها و زیر مدارها و هم چنین تبدیل مدل ها و زیر مدارها به قطعات ارائه خواهد شد.

ساخت و ویرایش مدل:

یکی از راه های ساخت مدل استفاده از مدل های از پیش تعریف شده قطعات و تغییر پارامترهای آنهاست. برای این کار قطعه مورد نظر را در محیط شماتیک قرار دهید (به عنوان مثال QbreakN از کتابخانه Breakout)، آن را انتخاب و روی آن کلیک راست کنید، گزینه Edit Pspice Model را انتخاب کنید. نرم افزار Model Editor باز می شود. در قسمت سمت چپ آن لیست اسمای مدل ها به همراه نوع آنها آمده است که فعلاً فقط یک مدل است (QbreakN). این مدل در حال حاضر انتخاب شده و محتویات پارامترهای آن در سمت راست آمده است. چون قطعه از کتابخانه Breakout است تمام پارامترهای آن به حالت پیش فرض قرار دارد و بهترین مدل ترانزیستور برای تعیین پارامتر است. بعد از تنظیم پارامترها از منوی فایل گزینه Save را انتخاب کنید. کتابخانه مدل (فایل با پسوند lib) با نام پروژه در محلی که پروژه Save شده، ذخیره می شود. این کتابخانه در حال حاضر شامل یک مدل ترانزیستور است. فایلهای با پسوند lib کتابخانه مدل اند نه کتابخانه قطعه به این معنا که می توان مدل قطعات مختلف را به آنها ارجاع داد و از پارامترهای آنها استفاده کرد ولی شماتیک منحصر به فردی ندارند و در پنجره Place Part نیز قابل دسترسی نیستند.

روش دیگری نیز برای ساخت مدل وجود دارد که در آن مدل ساخته شده در ابتدای کار به قطعه خاصی تعلق ندارد. یکی از فایلهای lib که قبل از ذخیره کرده اید را باز کنید و یا در نرم افزار Model Editor از منوی File گزینه New را انتخاب کنید تا کتابخانه مدل جدیدی باز شود. از منوی New Model را انتخاب کنید. در فیلد Name نام مدل و در From Model نوع آن را تعیین کرده، (مثلاً DIODE) OK کنید. مدل جدیدی به لیست مدل های کتابخانه در سمت چپ اضافه می شود. در سمت راست به جای لیست پارامترهای مدل جدید مجموعه ای از نمودارها و مشخصه های آن را مشاهده می کنید. این نوع نمایش، نمایش Extract Model (Normal در نسخه 9.2) است. نمایشی که در آن فقط پارامترها قرار دارند نمایش Edit Model Text در نسخه 9.2 است. از طریق منوی View می توانید یکی از این دو حالت را انتخاب کنید.

نمایش Extract Model را برای مدل Qbreakn فعال کنید. در پایین صفحه جدولی شامل لیست پارامترهای مدل آمده که از طریق آن (فیلد Value) و بدون مراجعه به Edit Model می توانید آنها را تغییر دهید. در قسمت اصلی صفحه 8 منحنی برای ترانزیستور رسم شده. اولین منحنی نمودار Vbe بر حسب جریان کلکتور به ازای دمای 27° است.

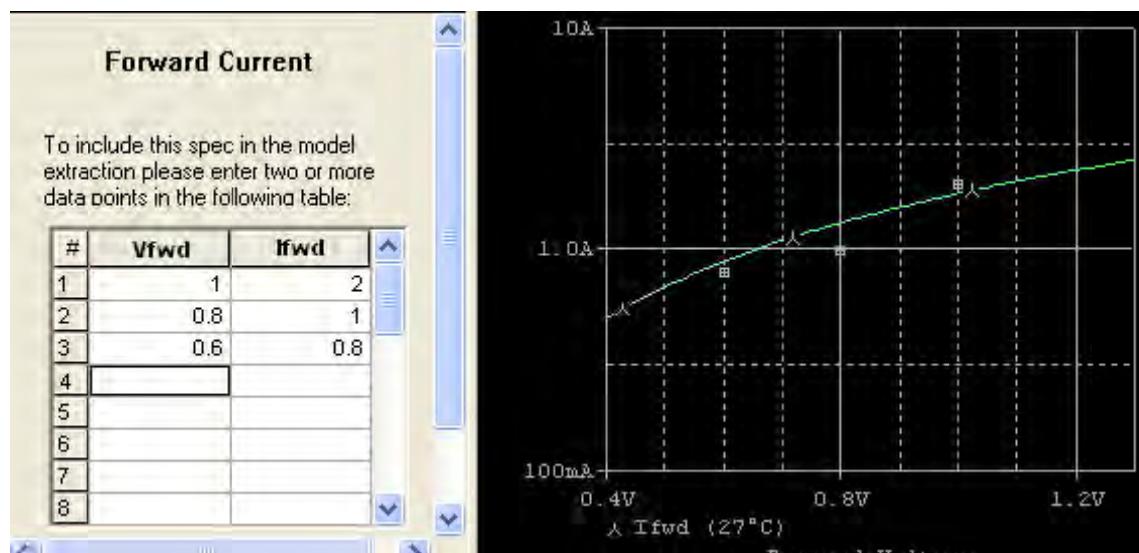


در این Plot می توانید همین نوع از منحنی ها را رسم کنید (I_c بر حسب V_{be}) به ازای دماهای مختلف. برای رسم نمودار جدید از منوی Plot گزینه Add trace را انتخاب کنید. (ممکن است گزینه های این منو غیرفعال باشند برای فعال کردن آنها در نقطه ای از Plot کلیک کنید). در پنجره Add Traces دمای مورد نظرتان را وارد کرده، OK کنید.

*- به جای دما می توانید از پارامتر ثابت دیگری برای منحنی استفاده کنید. برای تعیین این پارامتر از منوی Axis Setting Plot را انتخاب کنید. در این پنجره گزینه هایی برای تعیین کران محورها و خطی یا لگاریتمی کردن آنها وجود دارد. در قسمت Trace Variable متغیر مورد نظرتان را انتخاب کنید (مثلث IS). OK کنید و به Plot باز گردید. مشاهده می کنید که در پایین محور x عبارت $IS = 10.00E-15$ به معنای این که منحنی به ازای جریان اشباع 10 فمتو آمپر رسم شده، آمده است. اکنون اگر بخواهید نمودار جدیدی در این plot رسم کنید به جای دما مقدار جریان اشباع از شما پرسیده خواهد شد.

*- برای حذف یک منحنی از Plot نام منحنی را که در پایین محور x آمده انتخاب کنید و از منوی Plot، روی گزینه Delete trace کلیک کنید.

منحنی های که در محیط Extract Model رسم می شوند بر اساس پارامترهای مدل و روابط حاکم بر آن است. ممکن است پارامترهای مدلی را در اختیار نداشته باشیم ولی اطلاع کافی از منحنی ها و مختصات نقاط مختلف آنها داشته باشیم. این امکان برای ما وجود دارد که با داشتن مختصات چند نقطه از یک منحنی آن منحنی را برای مدل تعريف کیم. برای مثال فرض کنید دیودی داریم که نقاط $(1, 0.6)$, $(2, 0.8)$, $(0.8, 1)$ روی مشخصه جریان - ولتاژ آن قرار دارد. برای ساخت این مدل ابتدا یک مدل دیودی بسازید و وارد محیط Extract Model شوید. تب Forward Current را فعال کنید. در سمت راست منحنی جدولی برای دریافت نقاط قرار دارد. مختصات مورد نظر را در سلولهای این جدول وارد کنید. گزینه در نوار ابزار (و یا Tools Extract Parameters) از منوی (Tools) را انتخاب کنید. منحنی جدید مطابق با نقاط مشخص شده رسم می شود.



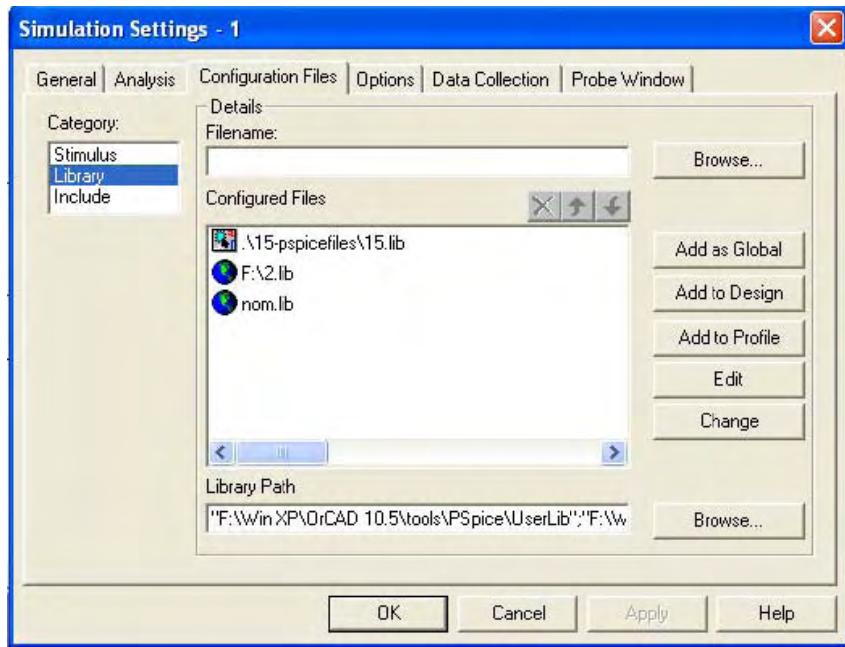
- *- این منحنی از روی تمام نقاط عبور نمی کند بلکه نزدیکترین منحنی به نقاط انتخاب شده است، به طوری که هم آن نقاط را تا حدودی پوشش دهد و هم از معادلات حاکم بر دیود پیروی کند.
- *- پارامترهایی که از آنها برای ساخت این مدل استفاده شده در پنجره Parameters در پایین صفحه آمده است.

Parameter Name	Value	Minimum	Maximum	Default	Active	Fixed
IS	0.0999	1e-020	0.1	1e-014	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	4.995	0.2	5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS	0.3468107279985	1e-006	100	0.001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IKF	0	0	10000	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- *- برای پیش فرض کردن مقادیر پارامترها روی گزینه Default در پنجره Parameters کلیک کنید تا تمام عناصر ستون آن انتخاب شوند. کلید های Ctrl+C را فشار دهید. ستون Value را انتخاب و کلیدهای V را فشار دهید تا مقادیر پیش فرض Paste شوند. روی گزینه از نوار ابزار کلیک کنید تا نمودار جدید رسم شود.
- *- برای Copy کردن یک مدل از یک کتابخانه به کتابخانه موجود از منوی Copy From Model گزینه Copy را انتخاب کنید. در پنجره باز شده از طریق Browse کتابخانه ای که مدل در آن قرار دارد را انتخاب کنید. اسامی مدل های آن در قسمت From Model لیست می شوند. مدل مورد نظرتان را انتخاب، برای آن نامی در فیلد New Model وارد کرده و OK کنید.

- *- برای استخراج مقادیر پارامترهای یک مدل و استفاده از آنها در نرم افزارهای دیگر پس از انتخاب مدل از Models List گزینه Export از منوی Model را انتخاب کنید. از طریق آن می توانید فایلی متنی را با پسوند mod به با Notepad نیز اجرا می شود حاوی لیست پارامترهای مدل در محل مورد نظرتان Save کنید. از فایل ذخیره شده می توانید برای ساخت مدل در کتابخانه های دیگر از طریق Import کردن آن استفاده کنید.

- برای استفاده از یک مدل ساخته شده باید مقدار Implementation قطعه موجود در شماتیک را به نام آن مدل تغییر دهید تا بتوانید از پارامترهای آن استفاده کنید. البته مدل های هر کتابخانه lib که روی کامپیوتاتن داشته باشید قابل استفاده نیستند تنها از lib هایی می توانید استفاده کنید که برای کل پروژه ها یا یک پروژه یا پروفایل خاص تعریف شده باشند. برای تعریف این فایل ها در پنجره Simulation Setting در تاب Configuration Files در کادر Library را فعال کنید. (در نسخه 9.2 تاب Libraries را از پنجره Simulation Files باز کنید.)



در کادر File Name آدرس فایل lib که مدل مورد نظرتان در آن است را وارد کنید. بعد از تعیین مسیر کتابخانه در صورتی که گزینه Add را انتخاب کنید مدل های کتابخانه در کلیه پروژه ها قابل استفاده خواهد بود. اگر Add to Design را انتخاب کنید فقط در پروژه ای که الان در آن کار می کنید و اگر Add to Profile (این گزینه در نسخه 9.2 وجود ندارد) را انتخاب کنید فقط در پروفایلی که در حال حاضر فعال است می توانید از آنها استفاده کنید.

*- اگر چند مدل به نام های یکسان در کتابخانه های مختلفی ساخته باشید و اسمی آن کتابخانه ها در لیست Configured Files آمده باشد (که نحوه اضافه کردن یک فایل به این لیست در بالا توضیح داده شد). در صورت استفاده از این اسم مشترک برای Implementation یک قطعه آن قطعه به مدلی ارجاع داده می شود که نام آن در لیست فوق زودتر آمده باشد (یعنی در ردیف بالاتری قرار داشته باشد). با استفاده از گزینه های می توانید ردیف یک کتابخانه را در لیست تغییر دهید.

*- در جایگاهی کتابخانه ها در لیست Configured Files یک کتابخانه را نمی توانید به هر ردیفی که می خواهید منتقل کنید. باید کتابخانه هایی که به پروفایل اضافه شده اند در بالاترین ردیف قرار گیرند بعد از آنها کتابخانه هایی که به Design اضافه شده اند و بعد از آن کتابخانه های Global. به این معنا که کتابخانه نمی تواند پایین تر از کتابخانه Design و کتابخانه Global قرار گیرد.

*- در لیست کتابخانه ها (Configured Files) کتابخانه ای به نام nom.lib وجود دارد که Global شده. این کتابخانه شامل هیچ مدلی نیست. محتویات آن اسمی کتابخانه هایی است که برای استفاده از مدل های آنها احتیاجی به قرار دادن اسمشان در لیست Configured Files نیست. شما هم می توانید نام فایل lib تان را به آن اضافه کنید. (برای خواندن محتویات این فایل از Notepad استفاده کنید).

این فایل در نسخه 10.5 در D:\Program Files\OrCAD 10.5\tools\pspice\library

و در نسخه 9.2 در D:\Program Files\OrCAD\Capture\library\pspice ذخیره شده است.

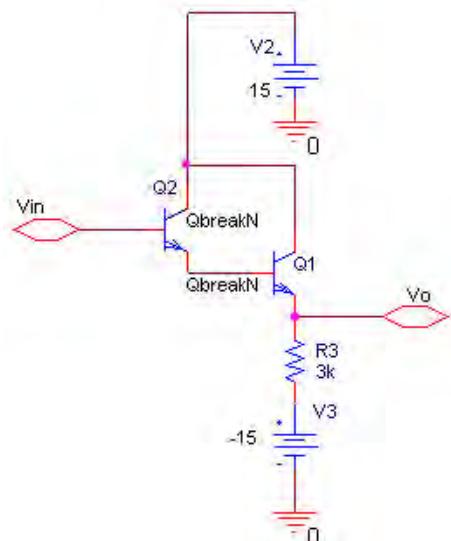
*- زیر لیست Configured Files فیلدی به نام Library Path وجود دارد که آدرس یک یا چند دایرکتوری در آن آمده است. فایل کتابخانه lib ای که آن را به لیست فایل nom.lib اضافه می کنید باید در یکی از این دایرکتوری ها قرار گیرد. (از طریق Browse می توانید آدرس های دیگری را به این فیلد اضافه کنید).



ساخت و ویرایش زیر مدار:

برخی مدارهای پر کاربرد وجود دارند (مانند تقویت کننده ها) که ممکن است بخواهیم از آنها در پروژه های زیادی استفاده کنیم و رسم آنها در تک تک پروژه ها نیازمند صرف زمان زیاد و خسته کننده باشد. برای حل این مشکل می توانیم از زیر مدار (Sub Circuit) استفاده کنیم. به این ترتیب که زیر مدار مورد نظر را به همراه پورتهای ورودی و خروجی اش به عنوان یک قطعه ذخیره می کنیم و از این قطعه در پروژه های مختلف استفاده می کنیم.

فرض کنید می خواهیم تقویت کننده کلکتور مشترک (که از زوج دارلینگتون در آن استفاده شده) را به عنوان یک قطعه ذخیره کرده و در مدارهای مختلف از آن استفاده کنیم. برای این کار ابتدا مدار آن را در محیط شماتیک رسم کنید. پورت هایی را به ورودی و خروجی آن متصل کنید. (برای اتصال پورت از در Tool Palette یا گزینه Place از منوی Hierarchical Port را انتخاب کنید). تا شکل زیر حاصل شود.



از منوی File گزینه Save را انتخاب کنید تا شماتیک ذخیره شود. در نمودار درختی SCHEMATIC و سپس PAGE1 را انتخاب کنید. از منوی Tools، Create Netlist را به منظور ساخت Netlist زیر مدار انتخاب کنید. در پنجره باز شده در تب Pspice، Create Subcircuit Format Netlist را فعال کنید. در قسمت Netlist File از طریق Browse آدرس مورد نظر برای ذخیره فایل lib حاوی مدل زیر مدار را تعیین کنید (می توانید از فایلی که قبل آن را ساخته اید استفاده کنید . یا اینکه فایل جدیدی بسازید). و کلید OK را بزنید با این کار مدل زیر مدار در فایل lib تعیین شده ذخیره می شود.

```
.SUBCKT SCHEMATIC1 Vin Vo
Q_Q1      N06229 N06271 VO QbreakN
V_V3      N061030 0 -15
R_R3      VO N061030 3k
V_V2      N06229 0 15
Q_Q2      N06229 Vin N06271 QbreakN
.ENDS
```

برای استفاده از این مدل به عنوان یک قطعه که در شماتیک قابل استفاده باشد باید فایل lib آن را به تبدیل کنید تا کتابخانه مدل به کتابخانه قطعه تبدیل شود. روش های مختلف این کار در بخش بعد آمده است.
*- برای پورتها اسامی متفاوت انتخاب کنید تا به ازای هر کدام از آنها یک پین در سمبولی که بعدا برای قطعه انتخاب خواهید کرد در نظر گرفته شود.

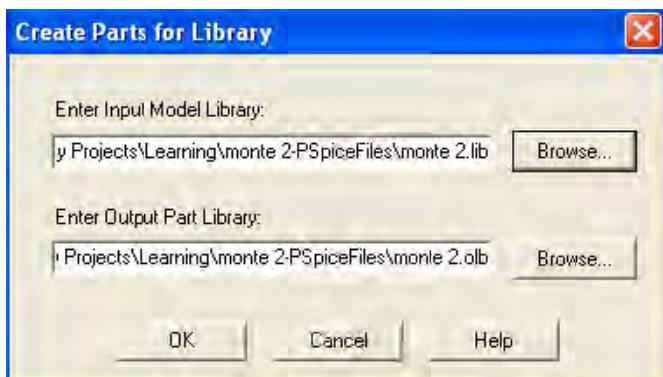


تبديل كتابخانه مدل به كتابخانه قطعه:

مدل هایی که در کتابخانه های lib وجود دارند به تنها ی قابل استفاده نیستند. حتماً بایستی قطعه ای در شماتیک وجود داشته باشد تا بتوان از پارامترهای این مدل برای عملکرد مورد انتظار آن استفاده کرد. اما می توان کتابخانه های مدل را به قطعه تبدیل کرد تا هر کدام برای خود شماتیکی داشته باشند و از طریق پنجره Place بتوان به آنها دسترسی پیدا کرد و نیازی به تغییر Implementation Part برای تبدیل فایل lib به olb چند روش وجود دارد که هر یک از آنها را به اختصار توضیح می دهیم.

روش اول:

برنامه Create Model Editor را باز کنید. از منوی File گزینه Export to Capture Part Library (گزینه



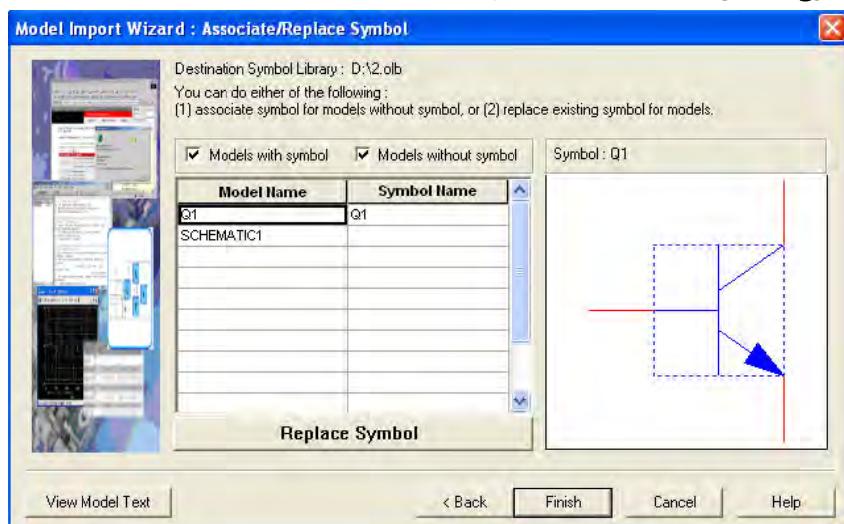
Capture Parts در نسخه 9.2) را انتخاب کنید. در پنجره Create Parts for Library آدرس فایل Lib را وارد کنید، در فیلد دوم نیز آدرس محلی که می خواهید فایل olb در آنجا ذخیره شود را وارد کنید. (به حالت پیش فرض نرم افزار فایل olb را در کنار lib ذخیره می کند).

چند ثانیه پس از OK کردن پیغامی در ارتباط با زمان این تبدیل و تعداد پیام های خط و هشدار ظاهر می شود (متن این فایل در فایلی با پسوند err ذخیره می شود)، گزینه OK را انتخاب کنید.

*- در این روش امکان تعیین شماتیک قطعات در حین ساخت آنها وجود ندارد. پس از ذخیره فایل olb می توانید شماتیک قطعات آن را تغییر دهید.

روش دوم:

برنامه Model Import Wizard را باز کنید. از منوی File گزینه Model Import Wizard را انتخاب کنید. (این روش در نسخه 9.2 قابل اجرا نیست). پنجره ای به همین نام مشابه روش اول باز می شود که باید در آن آدرس فایل lib مورد نظر و فایل olb که قرار است ذخیره شود را مشخص کنید. دکمه Next را بزنید. در پنجره بعدی لیست مدل های کتابخانه به همراه نوع سمبل (شماتیک قطعه) آنها آمده است.





برای برخی مدل ها (مثلا زیر مدارها) سمبلی مشخص نشده که آن را شما باید تعیین کنید. برای تعیین آن نام مدل را از جدول انتخاب کنید و گزینه Associate Symbol را بزنید. در پنجره باز شده در فیلد Select Library آدرس یک کتابخانه olb که از سمبل قطعات آن می خواهید استفاده کنید را وارد کنید. در قسمت میانی پنجره در Matching Symbols لیست قطعاتی از کتابخانه مشخص شده که تعداد ورودی ها و خروجی های آن با قطعه مورد نظر شما برابر است و می توان از سمبل آنها استفاده کرد آمده است. یکی از آنها را انتخاب و Next را بزنید. در پنجره جدید جدولی شامل لیست ترمینال های قطعه ای که قرار است ساخته شود آمده است. در ستون دوم این جدول باید مشخص کنید که می خواهید برای هر یک از ترمینال ها کدام یک از پین های قطعه ای که در پنجره قبل مشخص کردید استفاده شود. در سلول روپرتوی هر ترمینال (ستون Pin Symbol) کلیک کنید کادری باز می شود در آن یکی از پین ها را انتخاب کنید. این کار را برای همه ترمینال ها انجام دهید و در نهایت Save Symbol را بزنید. به پنجره لیست مدل ها باز می گردید، اگر برای همه آنها سمبل دلخواهتان را انتخاب کرده اید Finish را بزنید. پنجره ای برای ارائه گزارش کار مشابه چیزی که در روش اول داشتیم باز می شود با انتخاب OK مراحل ساخت قطعات تمام می شود.

روش سوم:

کتابخانه lib مورد نظرتان را در Model Editor باز کنید. از منوی Tools را انتخاب کنید. در پنجره Options گزینه ... Always Create Part را فعال کنید. (اگر می خواهید هنگام ساخت قطعه نوع سمبل آن را تعیین کنید. Pick Symbols manually (این گزینه در نسخه 9.2 وجود ندارد). را نیز فعال کنید). در این حالت با انتخاب یک مدل و Save کردن آن علاوه بر ذخیره مدل در فایل lib، قطعه آن نیز در فایل olb ذخیره می شود.
*- گزینه های فوق در پنجره Options در صورتی قابل فعل کردن اند که Model Editor از طریق منوی start باز شده باشد نه از محیط شماتیک.

روش چهارم:

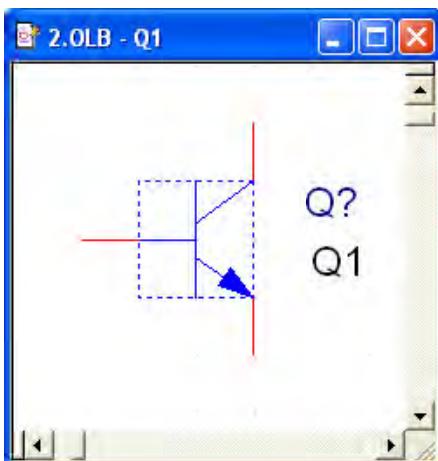
نرم افزار OrCAD Capture را باز کنید. پروژه ای را وارد Capture کنید. روی نوار عنوان پنجره نمودار درختی کلیک کنید تا انتخاب شود. از منوی Tools را انتخاب کنید. در پنجره باز شده شبیه پنجره های روش های قبلی آدرس فایلهای lib و olb را مشخص کرده و OK کنید.

*- قطعه ساخته شده توسط هر یک از روش های فوق در صورتی قابل استفاده در تحلیل مدار است که فایل lib آن مطابق آنچه قبلا گفته شد Global شده و یا به Design یا Profile تان اضافه شود.



تغییر سمبول قطعه:

برای تغییر سمبول یک قطعه پس از ساخت آن بدین ترتیب عمل کنید: در نرم افزار Capture از منوی File و سپس Library را باز کنید. فایل olb که قطعه مورد نظرتان در آن است را انتخاب و Open را بزنید. لیست قطعات کتابخانه در نمودار درختی قرار دارد. روی قطعه ای که مایل به تغییر سمبول آن هستید دابل کلیک کنید. در پنجره ای که باز می شود می توانید شکل ظاهری قطعه، پین ها و نوع آنها را تغییر دهید.



- *- با دابل کلیک روی شکل هندسی قطعه یا پین ها پنجره ای برای تغییر ویژگی های آنها باز می شود که می توانید از طریق آن تنظیمات دلخواهتان را اعمال کنید.
- *- در منوی Place گزینه هایی برای رسم اشکال هندسی و اضافه کردن پین به شماتیک وجود دارد. نوار Tool Palette نیز در سمت راست پنجره وجود دارد که متناظر با منوی Place است.
- *- با انتخاب Part Properties از منوی Options پنجره ای شامل لیست گزینه های پنجره Property Editor قطعه باز می شود که می توانید مقادیر آنها را تغییر دهید.
- *- با استفاده از روش فوق سمبول قطعه برای همیشه تغییر می کند ولی ممکن است شما بخواهید قطعه را فقط برای یک پروژه تغییر دهید برای این کار پس از قرار دادن قطعه در محیط شماتیک پروژه، با انتخاب قطعه و کلیک راست روی آن گزینه Edit Part را بزنید. همان پنجره قبلی باز می شود می توانید تغییرات مورد نظرتان را اعمال و قطعه را فقط برای همین پروژه Save کنید.



راهنمای نرم افزار OrCAD Capture

تهیه کننده: میثم میرزائی

ضمیمه الف:

راهنمای نصب OrCAD 10.5

قبل از نصب OrCAD نرم افزارهای Dragon Guard Lock Installer v3.1 و Windows Installer را از CD1 که با اجرای Auto Run می‌توانید راحت‌تر به آنها دسترسی پیدا کنید، نصب کنید.



با انتخاب گزینه "صفحه نصب" در پنجره بالا پنجره ای شامل لیست نرم افزارهای CD1 باز می‌شود را انتخاب کنید. در پنجره بعدی "نصب برنامه" را انتخاب کنید و مراحل نصب را مطابق پنجره های صفحه بعد اجرا کنید.

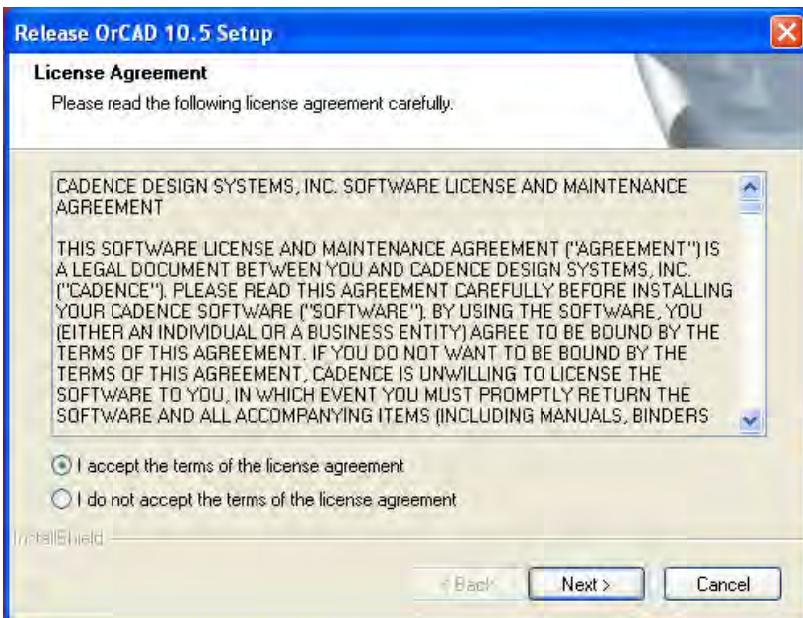


*- به مطالب راهنمای نصب در پنجره بالا توجه نکنید.

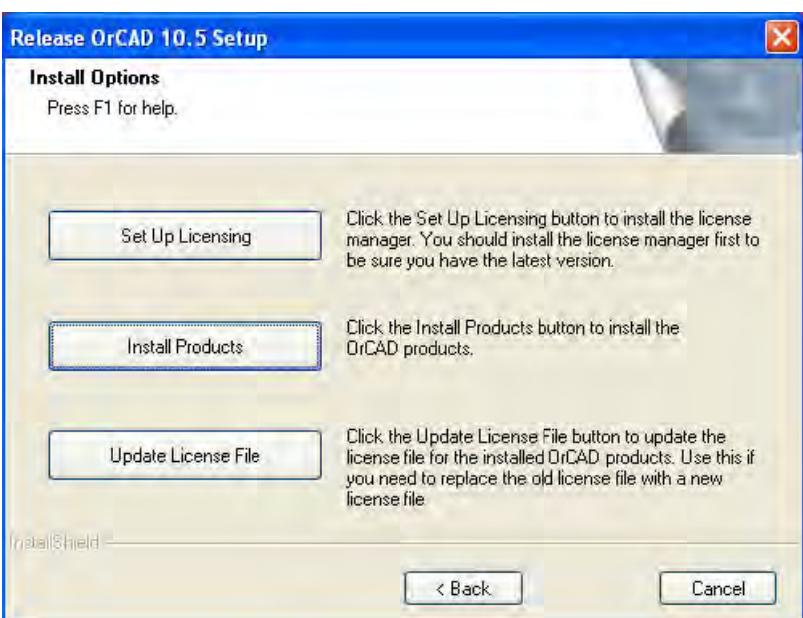


راهنمای نرم افزار OrCAD Capture

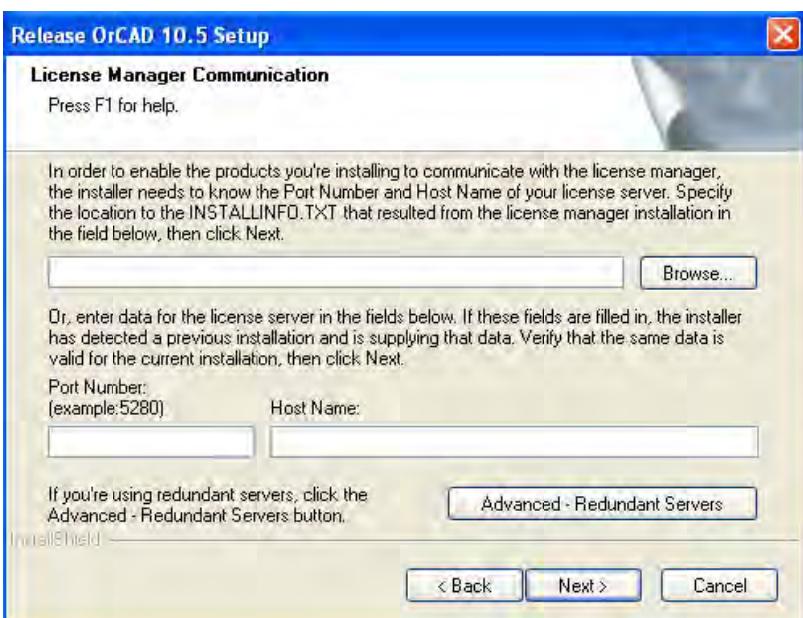
تهیه کننده: میثم میرزائی



۱ - گزینه ... I accept را انتخاب کرده، Next را بزنید.



۲ - Install Products را انتخاب کنید.



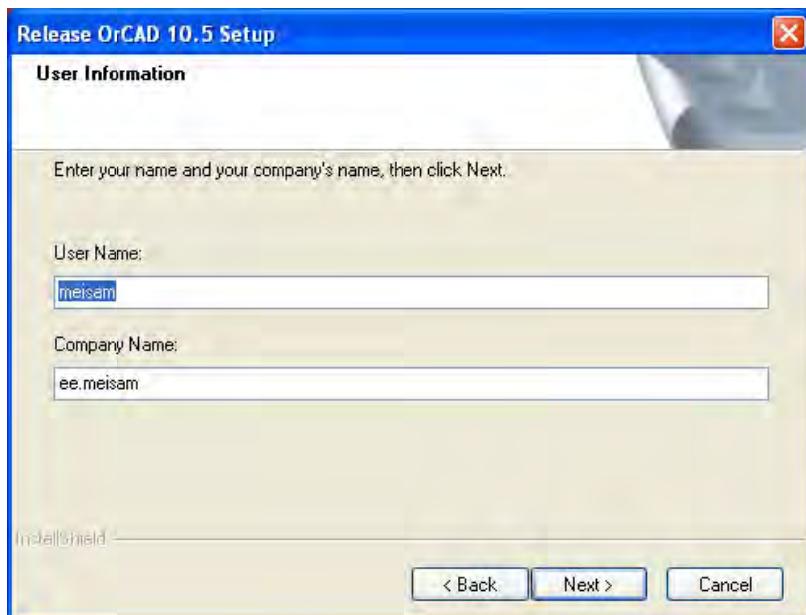
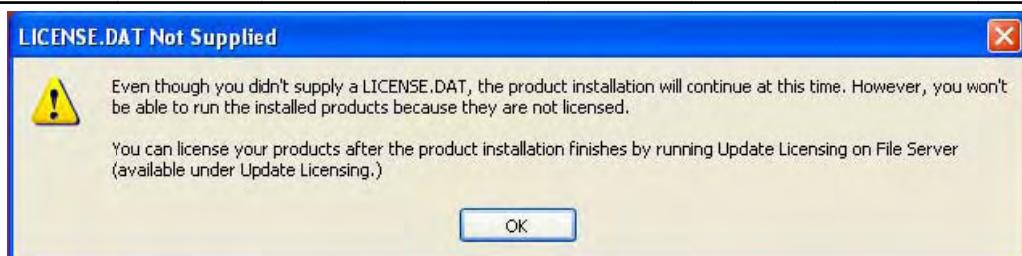
۳ - در هیچ کدام یک از فیلدها چیزی وارد نکنید و Next را بزنید.



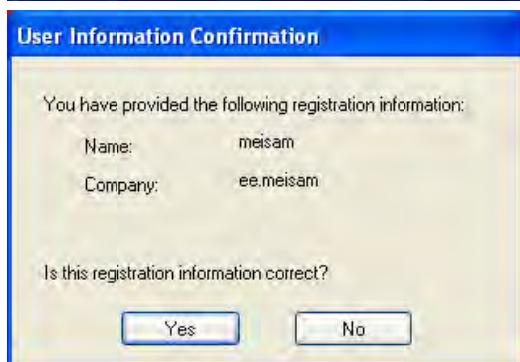
راهنمای نرم افزار OrCAD Capture

تهیه کننده: میثم میرزائی

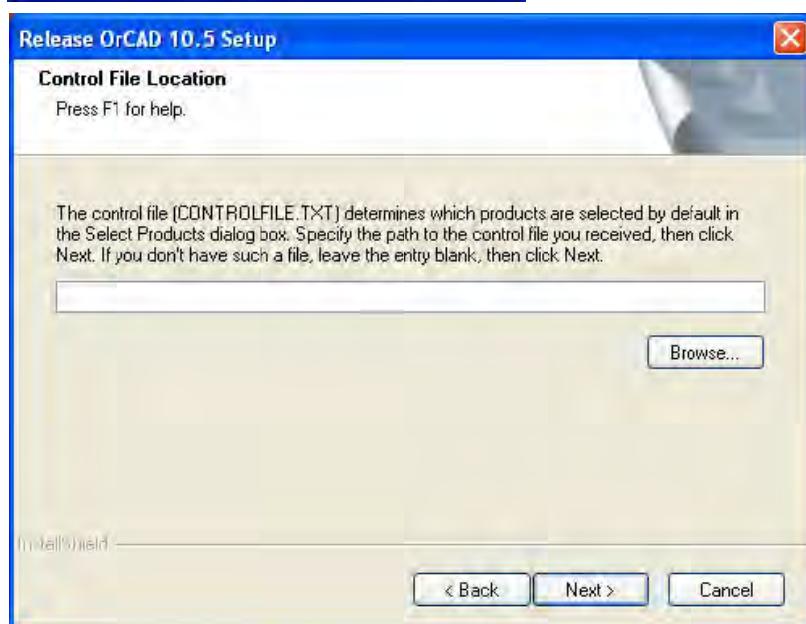
-۴ OK کنید.



-۵ اسامی دلخواهی را در فیلدها وارد کنید و Next را بزنید.



-۶ Yes را به منظور تایید اسامی انتخاب کنید.

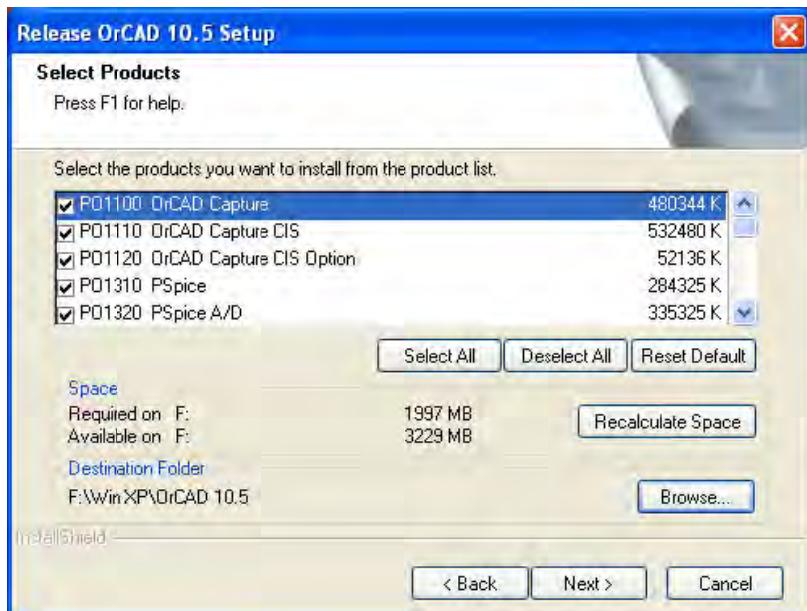


-۷ بدون وارد کردن عبارتی در فیلد روپو Next را بزنید.



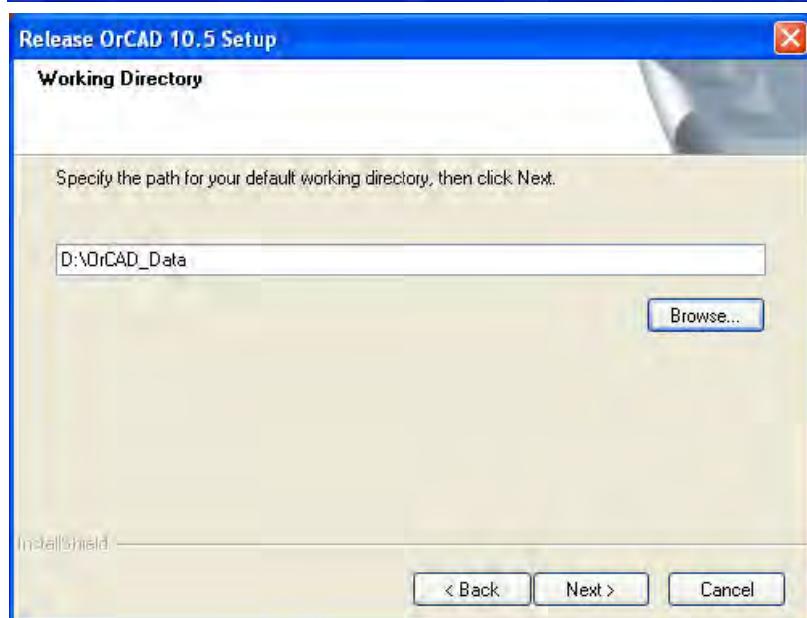
راهنمای نرم افزار OrCAD Capture

تهیه کننده: میثم میرزائی

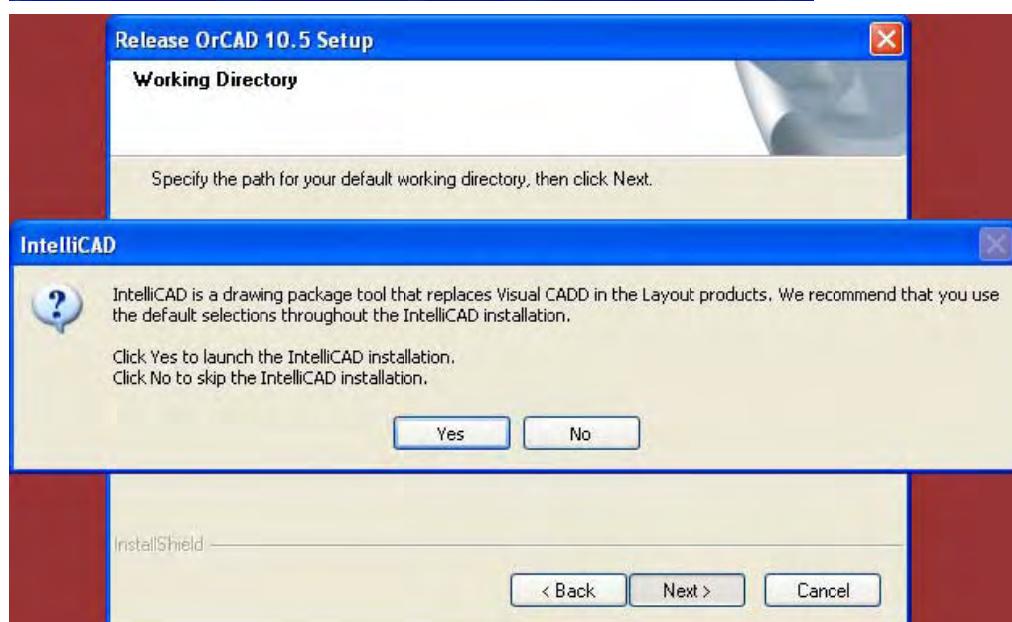


-۸ Select All را به منظور نصب

همه نرم افزارهای مجموعه OrCAD انتخاب کنید. از طریق Browse آدرس محل نصب را تعیین کرده، Next را بزنید.



-۹ عبارت زیر را در فیلد این پنجره وارد کرده، Next کنید.



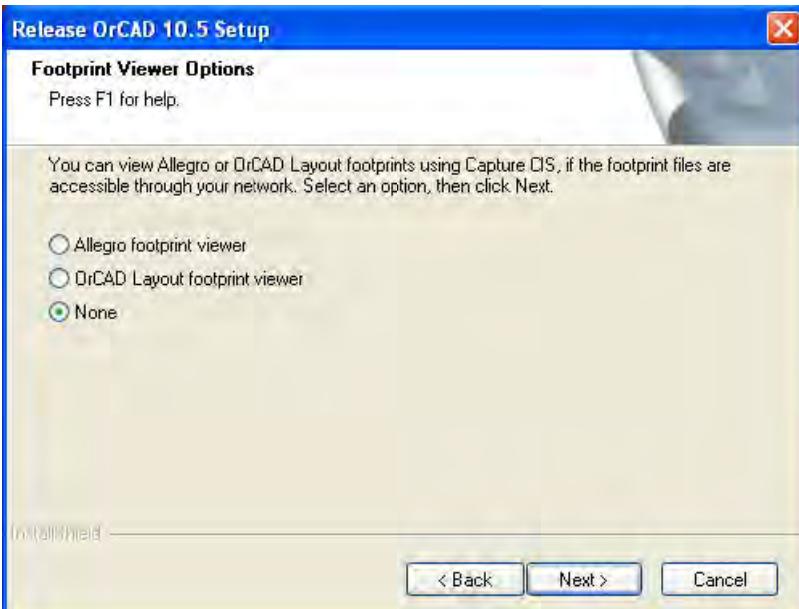
-۱۰ Yes را

انتخاب کنید.



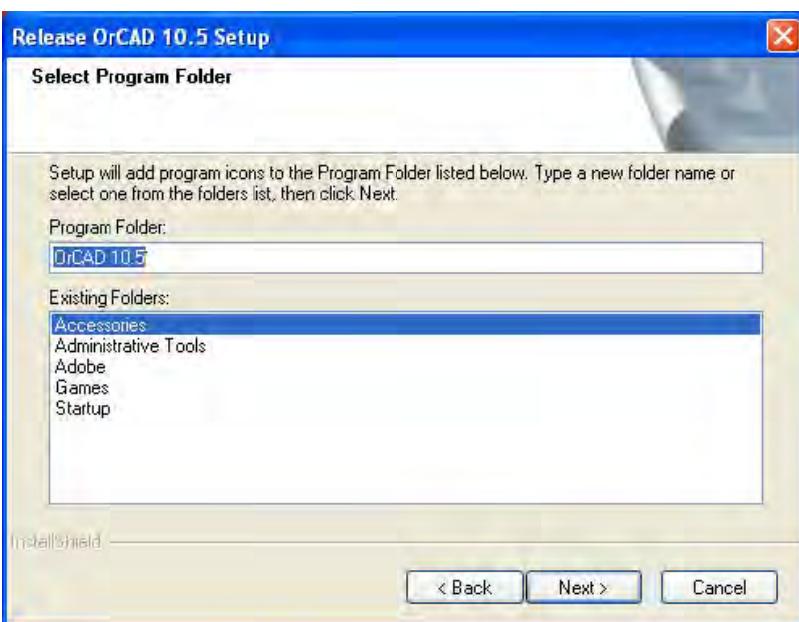
راهنمای نرم افزار OrCAD Capture

تهیه کننده: میثم میرزائی



Next - ۱۱ را انتخاب کرده، None

کنید.



Next - ۱۲ را بزنید.



Next - ۱۳ را بزنید.

**Product File Extension Registration**

The following file extensions are currently registered to applications other than the product(s) you are installing:
chm, stl.

These file extensions should be registered for certain operations to work properly within the installed product(s).

Would you like to register these file extensions to the product(s) you are installing?

Yes

No

را Yes - ۱۴

انتخاب کنید.

Text Editor File Extension Registration

The following file extensions are currently registered to other applications:
exp, log.

These file extensions should be registered to a text editor to enable drag-and-drop and double-click operations in Windows Explorer to work properly.

Would you like to register these file extensions to a text editor?

Yes

No

را Yes - ۱۵

انتخاب کنید.

- *- بعد از اتمام مراحل بالا قفل های ۱ و ۲ نرم افزار که در صفحه اول راهنمای نصب به آنها اشاره شد را نصب کنید.
- *- قبل از اجرای نرم افزار کامپیوتر را Restart کنید.



ضمیمه ب :

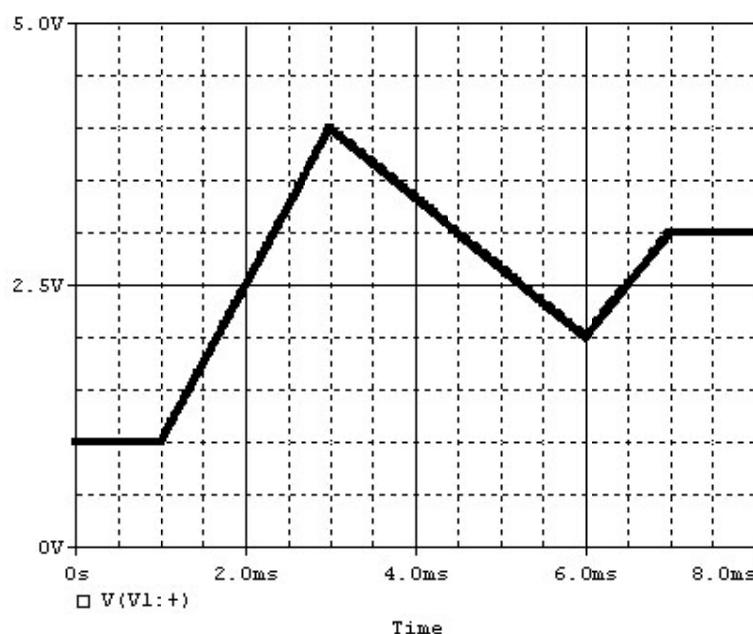
منابع متغیر با زمان

PWL:

برای تامین سیگنال های تکه ای - خطی از منبع PWL (Piece-wise Linear) استفاده می شود. برای کار با این منبع روی قطعه در محیط شماتیک دابل کلیک کنید، در پنجره Property Editor مختصات نقاط منحنی را در فیلد های Tn و Vn (یا In) وارد کنید. این نقاط با خطوطی به هم متصل می شوند و شکل موج را می سازند.
*- در لحظات قبل از $T1$ مقدار سیگنال برابر $V1$ (و یا $I1$) و در لحظات بعد از آخرین نقطه مشخص شده مقدار سیگنال برابر مقدار نقطه آخر است.

مثال:

$$T1 = 1\text{m}, V1 = 1, T2 = 3\text{m}, V2 = 4, T3 = 6\text{m}, V3 = 2, T4 = 7\text{m}, V4 = 3$$



- *- مختصات حداقل دو نقطه باید در پنجره Property Editor مشخص شود.
- *- از این منبع می توان برای تولید سیگنال پله واحد بدون محدودیت زمانی استفاده کرد.



Pulse:

از این منبع برای تولید پالس به صورت پریودیک استفاده می شود.

جدول پارامترهای منبع پالس:

پارامتر	واحد	مقدار پیش فرض
V1	ولتاژ اولیه	V ----
V2	ولتاژ ثانویه	V ----
TD	زمان تاخیر	sec 0
TR	زمان صعود	sec TSTEP
TF	زمان نزول	sec TSTEP
PW	پهنهای پالس	sec TSTOP
PER	پریود	sec TSTOP

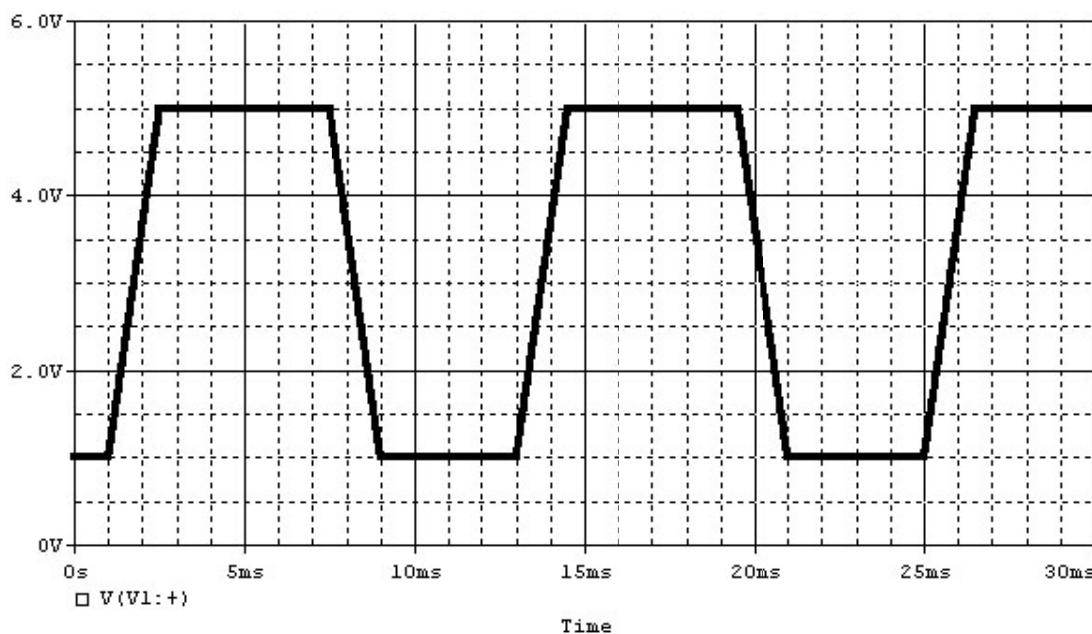
- زمان تاخیر فقط برای پالس اول در نظر گرفته می شود.

- پس از پایان پریود اول زمان صعود پریود دوم شروع می شود.

- بعد از اتمام زمان نزول (یعنی موقعی که ولتاژ به مقدار اولیه برگشته است) به مدت (PER-(TR+TF+PW) ولتاژ در سطح اولیه باقی می ماند تا پریود تمام شود.

مثال:

$$V1 = 1, V2 = 5, TD = 1\text{m}, TR = 1.5\text{m}, TF = 1.5\text{m}, PW = 5\text{m}, PER = 12\text{m}$$



- از این منبع می توان برای تولید موج مربعی، مثلثی و دندانه اره ای استفاده کرد.

- برای تولید موج مربعی زمانهای صعود و نزول را مقادیری بسیار کوچکتر از TD و PW قرار دهید.

- برای تولید سیگنال پله مقدار پهنهای پالس را بزرگتر از TSTOP قرار دهید.



EXP:

این منبع توسط دوتابع نمایی به فرم زیر بین دو سطح ولتاژ یا جریان جابجا می شود:

$$0 < t < TD1 \quad V = V1$$

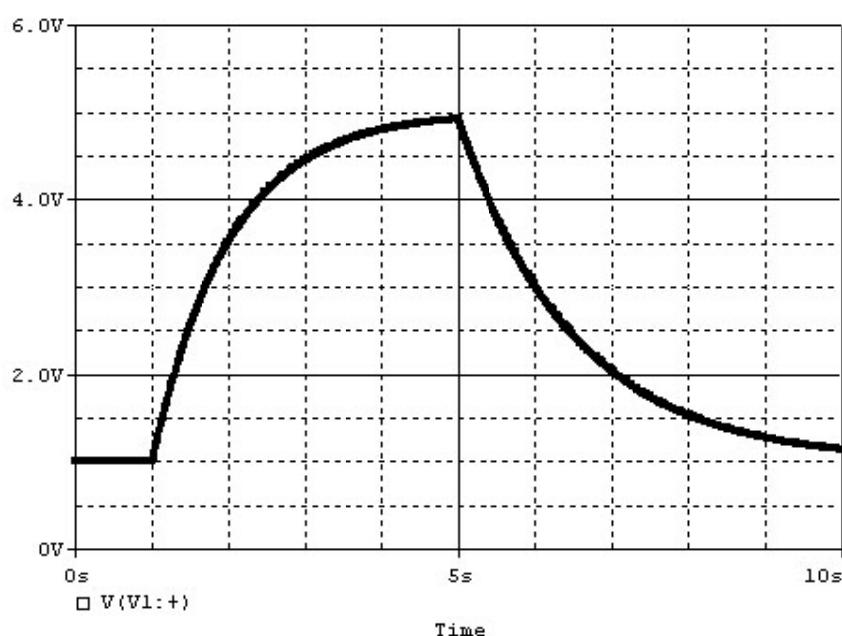
$$TD1 < t < TD2 \quad V1 + (V2 - V1) * (1 - e^{-(t-TD1)/TC1})$$

$$TD2 < t < TSTOP \quad V1 + (V2 - V1) * ((1 - e^{-(t-TD1)/TC1}) - (1 - e^{-(t-TD2)/TC2}))$$

پارامتر	واحد	مقدار پیش فرض
V1	ولتاژ اولیه	V
V2	ولتاژ ثانویه	V
TD1	زمان تأخیر	sec
TC1	ثابت زمانی اول	sec
TD2	لحظه شروع نمایی دوم	sec
TC2	ثابت زمانی دوم	sec

مثال:

$$V1 = 1, V2 = 5, TD1 = 1, TC1 = 1, TD2 = 5, TC2 = 1.5$$



*- برای حذف نمایی دوم TD2 را بزرگتر از TSTOP قرار دهید.

*- الزاماً وجود ندارد که مقدار ثانویه بزرگتر از مقدار اولیه باشد. به این معنا که نمایی های کاهشی را هم می توانید در نمایی اول رسم کنید.



Sin:

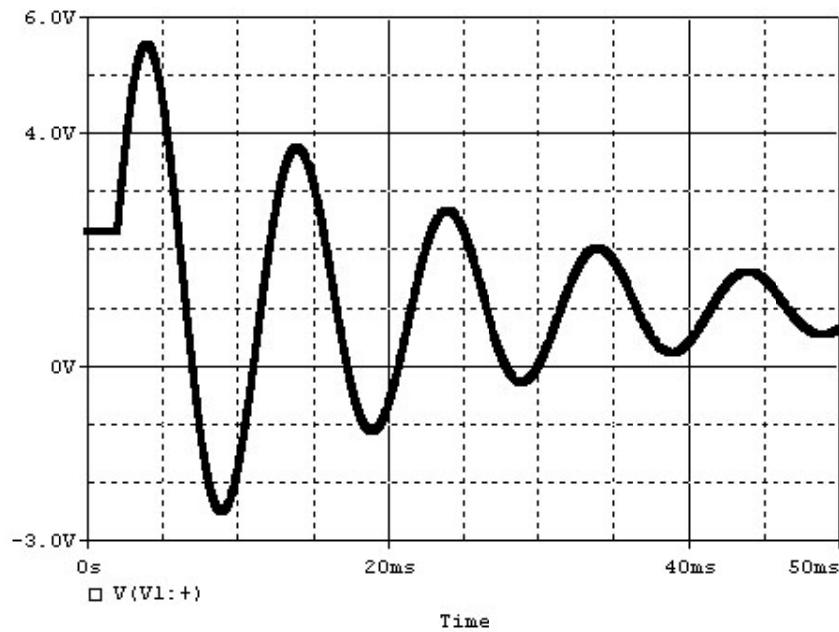
از منبع Sin برای تولید سیگنالهای سینوسی (میرا یا غیر میرا) استفاده می شود. ضابطه کلی و جدول پارامترهای آن به این ترتیب است:

$$\begin{aligned} 0 < t < TD & \quad VOFF + VAMP * \sin\left(\frac{2\pi * PHASE}{360}\right) \\ TD < t < TSTOP & \quad VOFF + VAMP * \sin\left(2\pi * (FREQ * (t - TD) + \frac{PHASE}{360})\right) * e^{-(t-TD)*DF} \end{aligned}$$

پارامتر	واحد	واحد	مقدار پیش فرض
VOFF	DC بایاس	Offset Voltage	V ----
VAMP	دامنه	Peak Amplitude of Voltage	V ----
FREQ	فرکانس	Frequency	Hz 1/TSTOP
TD	زمان تاخیر	Delay	s 0
DF	ضریب میرایی	Damping Factor	1/s 0
PHASE	فاز اولیه	Phase	deg 0

مثال:

$VOFF = 1$, $VAMP = 5$, $FREQ = 100$, $TD = 2ms$, $DF = 50$, $PHASE = 15$



www.softgozar.com

ضمیمه ج :

پارامترهای برخی مدل های PSpice

نوع مدل های Pspice :

نوع مدل	قطعه	نوع مدل	قطعه
PMOS	P MOSFET	CAP	خازن
PNP	ترانزیستور دو قطبی	CORE	هسته مغناطیسی غیر خطی (ترانسفورمر)
RES	مقاومت	D	دیود
TRN	خط انتقال با اتلاف	DINPUT	قطعات ورودی دیجیتال
UADC	مبدل چند بیتی آنالوگ به دیجیتال	DOUTPUT	قطعات خروجی دیجیتال
UDAC	مبدل چند بیتی دیجیتال به آنالوگ	GASFET	N- نوع GaAsMOSFET Channel
UDLY	خط تاخیر دیجیتال	IND	سلف
UEFF	فلیپ فلاپ تحریک شونده با لبه پالس	ISWITCH	کلید کنترل شونده با جریان
UGATE	گیت استاندارد	LPNP	ترانزیستور دو قطبی PNP جانبی
UGFF	فلیپ فلاپ دارای گیت	NIGBT	ترانزیستور دو قطبی ایزوله شده گیت (IGBT) N- نوع Channel
UIO	مدل سازی ورودی-خروجی دیجیتال	NJF	N نوع JFET
UTGATE	گیت سه حالت	NMOS	N نوع MOSFET
VSWITCH	کلید کنترل شونده با ولتاژ	NPN	ترانزیستور دو قطبی NPN
		PJF	P نوع JFET

*- برای دسترسی به لیست کامل پارامترهای مدل های زیر به 2 Chapter فایل PSpice A/D Reference در CD Guide.pdf مراجعه کنید.

پارامترهای مقاومت:

پارامتر	نام Spice	واحد	مقدار پیش فرض
ضریب مقاومت	R	----	1
ضریب حرارتی خطی	TC1	°C ⁻¹	0
ضریب حرارتی درجه دوم	TC2	°C ⁻²	0
ضریب حرارتی نمایی	TCE	%/°C	0
درجه حرارت اندازه گیری شده	T_MEASURED	°C	
درجه حرارت مطلق	T_ABS	°C	
نسبت به درجه حرارت فعلی	T_REL_GLOBAL	°C	
نسبت به درجه حرارت AKO	T_REL_LOCAL	°C	

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی مقاومت اگر TCE تعیین نشود

$$R * [1 + TC1 * (T - TNOM) + TC2 * (T - TNOM)^2]$$

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی مقاومت اگر TCE تعیین شود

پارامترهای خازن:

پارامتر	نام Spice	واحد	مقدار پیش فرض
ضریب ظرفیت	C	----	1
ضریب ولتاژ خطی	VC1	V ⁻¹	0
ضریب ولتاژ درجه دوم	VC2	V ⁻¹	0
ضریب حرارتی خطی	TC1	°C ⁻¹	0
ضریب حرارتی درجه دوم	TC2	°C ⁻²	0
درجه حرارت اندازه گیری شده	T_MEASURED	°C	
درجه حرارت مطلق	T_ABS	°C	
نسبت به درجه حرارت فعلی	T_REL_GLOBAL	°C	
نسبت به درجه حرارت AKO	T_REL_LOCAL	°C	

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی خازن

$$[1 + VC1 * V + VC2 * V^2] * [1 + TC1 * (T - TNOM) + TC2 * (T - TNOM)^2]$$

پارامترهای سلف:

پارامتر	نام Spice	واحد	مقدار پیش فرض
شاخص مدل	LEVEL	----	1
میانگین مقطع هسته مغناطیسی	AREA	A ⁻¹	0
میانگین طول مسیر هسته مغناطیسی	PATH	A ⁻²	0
طول شکاف هوایی موثر	GAP	°C ⁻¹	0
ضریب فشردگی	PACK	°C ⁻²	0
اشباع مغناطیسی	MS	°C	
پارامتر انرژی حرارتی	A	°C	
پارامتر انحنای حوزه مغناطیسی	C	°C	
پارامتر ناهمگونی در حوزه مغناطیسی	K	°C	

* مقدار در شماتیک = مقدار واقعی سلف

$$[1 + IL1 * I + IL2 * I^2] * [1 + TC1 * (T - TNOM) + TC2 * (T - TNOM)^2]$$

پارامترهای هسته مغناطیسی:

پارامتر	نام Spice	واحد	مقدار پیش فرض
شاخص مدل	LEVEL	----	1
میانگین مقطع هسته مغناطیسی	AREA	Cm ²	0.1
میانگین طول مسیر هسته مغناطیسی	PATH	Cm	0
طول شکاف هوایی موثر	GAP	Cm	0
ضریب فشردگی	PACK	----	1
اشباع مغناطیسی	MS	Gauss	1*10 ⁶
پارامتر انرژی حرارتی	A/m	A/m	1000
پارامتر انحنای حوزه مغناطیسی	C	----	0.2
پارامتر ناهمگونی در حوزه مغناطیسی	K	A/m	500
پارامتر انتقال بین حوزه های مغناطیسی (LEVEL=1)	ALPHA	----	0.001
پارامتر تضعیف حوزه مغناطیسی	GAMMA	s ⁻¹	Infinity

پارامترهای دیود:

پارامتر	نماد	نام	واحد	مقدار پیش فرض
جريان اشباع	I_S	IS	A	1×10^{-14}
ضریب انتشار	$n(\eta)$	N	----	1
مقاومت اهمی	R_S	RS	Ω	0
ولتاژ مداری	V_O	VJ	V	1
ظرفیت پیوند در بایاس صفر	C_{JO}	CJO	F	0
ضریب گرادیان (شیب)	m	M	----	0.5
زمان گذر	τ_T	TT	s	0
ولتاژ شکست	V_{ZK}	BV	V	Infinity
جريان معکوس در V_{ZK}	I_{ZK}	IBV	A	1×10^{-10}
ضریب شکست ایده آل در بایاس معکوس	----	NBV	----	1
زانوی منحنی جريان شکست در بایاس معکوس سطح پایین	----	IBVL	A	0
ضریب شکست ایده آل در بایاس معکوس سطح پایین	----	NBVL	----	1
پارامتر جريان ترکیبی	----	ISR	A	0
ضریب انتشار برای ISR	----	NR	----	2
زانوی منحنی جريان با افزایش بارهای اقلیت	----	IKF	A	Infinity
ضریب کاهش ظرفیت خازنی در بایاس مستقیم	----	FC	eV	0.5
ولتاژ باند وقفه	----	EG	eV	1.11
توان درجه حرارت IS	----	XT1	----	3
ضریب درجه حرارت IKF (خطی)	----	TIKF	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0
ضریب درجه حرارت BV (خطی)	----	TBV1	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0
ضریب درجه حرارت BV (درجه دوم)	----	TBV2	$^{\circ}\text{C}^{-2}$	0
ضریب درجه حرارت RS (خطی)	----	TRS1	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0
ضریب درجه حرارت RS (درجه دوم)	----	TRS2	$^{\circ}\text{C}^{-2}$	0
ضریب نوسانات نویز	----	KF	AF	0
توان نوسانات نویز	----	AF	AF	1
درجه حرارت اندازه گیری شده	----	T_MEASURED	$^{\circ}\text{C}$	
درجه حرارت مطلق	----	T_ABS	$^{\circ}\text{C}$	
نسبت به درجه حرارت فعلی	----	T_REL_GLOBAL	$^{\circ}\text{C}$	
نسبت به درجه حرارت AKO	----	T_REL_LOCAL	$^{\circ}\text{C}$	

پارامترهای BJT:

نام پارامتر	نماد	نام	واحد	مقدار پیش فرض
جريان اشباع انتقال	I_S	IS	A	1×10^{-16}
ماکزیمم بهره جريان مستقیم	β_F	BF	----	100
ضریب انتشار جريان مستقیم	n	NF	----	1
ولتاژ ارلی مستقیم	V_A	VAF	V	Infinity
حد تضعیف جريان بالا در بتای بایاس مستقیم	-----	IKF (IK)	A	Infinity
جريان نشتی اشباع در محل پیوند بیس- امیتر	-----	ISE(C2)	A	0
ضریب انتشار نشتی در محل پیوند بیس- امیتر	-----	NE	----	1.5
ماکزیمم بهره جريان معکوس	β_R	BR	----	1
ضریب انتشار جريان معکوس	---	NR	----	1
ولتاژ ارلی معکوس	---	VAR (VB)	----	Infinity
حد تضعیف جريان بالا در بتای بایاس معکوس	-----	IKR	A	Infinity
جريان نشتی اشباع در محل پیوند بیس- کلکتور	-----	ISC (C4)	A	0
ضریب انتشار نشتی در محل پیوند بیس- کلکتور	-----	NC	----	2
ضریب تضعیف جريان بالا	-----	NK	----	0.5
جريان اشباع زیر لایه پیوند p-n	-----	ISS	A	0
ضریب انتشار زیر لایه پیوند n-p	-----	NS	----	1
زمان گذر مستقیم ایده آل	τ_F	TF	s	0
زمان گذر معکوس ایده آل	τ_R	TR	s	0
مقاومت اهمی امیتر	r_E	RE	Ω	0
مقاومت اهمی کلکتور	r_C	RC	Ω	0
مقاومت اهمی بایاس صفر بیس	r_x	RB	Ω	0
حداکثر مقاومت بیس	-----	RBM	Ω	RB
جريانی که در آن RB نصف می شود	-----	IRB	A	Infinity
ظرفیت پیوند بیس امیتر در بایاس صفر	C_{je0}	CJE	F	0
ضریب گرادیان BEJ	m_{BEI}	MJE(ME)	----	0.33
ولتاژ ذاتی BEJ	V_{0e}	VJE(PE)	V	0.75
ظرفیت پیوند بیس کلکتور در بایاس صفر	$C_{\mu 0}$	CJC	F	0
ضریب گرادیان BCJ	m_{BCJ}	MJC(MC)	----	0.33
ولتاژ ذاتی BCJ	V_{0C}	VJC(PC)	V	0.75
نسبت اتصال درونی Cbc به Rb	-----	XCJC	----	1
ظرفیت بدنه- کلکتور در بایاس صفر	C_{CS0}	CJS(CCS)	F	0

0	----	MJS(MS)	----	ضریب گرادیان پیوند بدن - کلکتور
0.75	V	VJS(PS)	----	ولتاژ ذاتی پیوند بدن - کلکتور
0.5		FC	----	ضریب کاهش ظرفیت خازنی در بایاس مستقیم
0		XTF	----	ضریب زمان تغییر وضعیت وابسته به بایاس
Infinity	V	VTF	----	ولتاژ تغییر وضعیت نسبت به V_{bc}
0	A	ITF	----	جریان تغییر وضعیت نسبت به I_c
0	Deg	PTF	----	جلو افتادن فاز در فرکانس $1/(2\pi * TF)$ هرتز
0	Coulomb	QCO	----	ضریب شارژ ناحیه اپی تاکسیال
0	Ω	RCO	----	مقاومت ناحیه اپی تاکسیال
10	V	VO	----	زانوی منحنی ولتاژ حرکت حامل
10^{-11}	----	GAMMA	----	ضریب تقویتی ناحیه اپی تاکسیال

پارامترهای MOSFET:

نام پارامتر	spice مدل	نماد	نام spice	واحد	مقدار پیش فرض
طول کanal		---	LEVEL	----	1
عرض کanal		---	L	m	DEFL
ولتاژ آستانه بایاس صفر		V _{t0}	VT0	V	0
هدایت انتحالی فرآیند		k'	KP	A/V ²	2*10 ⁻⁵
شاخصه اثر بدنی		γ	GAMMA	V ^{1/2}	0
مدولاسیون طول کanal		λ	LAMBDA	V ⁻¹	0
ضخامت اکسید		t _{ox}	TOX	m	1*10 ⁻⁷
نفوذ جانبی		L _{ov}	LD	m	0
پتانسیل وارونگی سطح		2φ _f	PHI	V	0.6
ناخالصی زیر لایه		N _A , N _D	NSUB	cm ⁻³	0
قابلیت تحرک سطحی		μ	U0	cm ² /Vs	600
مقاومت سورس		R _s	RS	Ω	0
مقاومت درین		R _D	RD	Ω	0
مقاومت گیت		R _G	RG	Ω	0
مقاومت ماده به کار رفته			RB	Ω	0
مقاومت موازی درین-سورس			RDS	V	Infinity
مقاومت صفحه گستردگی درین-سورس			RSH	Ω / m ²	0
ظرفیت پیوند بدنی بایاس صفر		C _{j0}	CJ	F/m ²	0
ضریب گرادیان پیوند بدنی		m	MJ	----	0.5
ظرفیت هم پوشانی گیت-سورس		C _{ov}	CGSO	F/m	0
ظرفیت هم پوشانی گیت-درین		C _{ov}	CGDO	F/m	0
پتانسیل طبیعی پیوند بدنی		V ₀	PB	V	0.8
جریان اشباع پیوند p-n در ماده به کار رفته		IS		A	1*10 ⁻¹⁴
چگالی جریان اشباع پیوند p-n در ماده به کار رفته		JS		A/m ²	0
سرحد جریان اشباع پیوند p-n در ماده به کار رفته ≠ طول		JSSW		A/m	0
ضریب انتشار پیوند p-n در ماده به کار رفته		N		----	1

پارامترهای JFET:

نام پارامتر	Spice نام	واحد	مقدار پیش فرض
ولتاژ آستانه	VTO	V	-2
ضریب ترانس کندوکتانس	BETA	A/V ²	1×10^{-4}
مدولاسیون طول کanal	LAMBDA	V ⁻¹	0
جریان اشباع پیوند p-n در گیت	IS	A	1×10^{-14}
ضریب انتشار پیوند p-n در گیت	N	----	1
پارامتر جریان ترکیبی پیوند p-n در گیت	ISR	A	0
ضریب انتشار برای ISR	NR	----	2
ضریب یونیزاسیون	ALPHA	V ⁻¹	0
زانوی منحنی یونیزاسیون	VK	V	0
مقاومت درین	RD	Ω	0
مقاومت سورس	RS	Ω	0
ظرفیت خازنی پیوند p-n گیت-درین در بایاس صفر	CGD	F	0
ظرفیت خازنی پیوند p-n گیت-سورس در بایاس صفر	CGS	F	0
ضریب درجه بندی پیوند p-n در گیت	M	----	0.5
اختلاف پنانسیل پیوند p-n در گیت	BP	V	1
ضریب کاهش ظرفیت خازنی در بایاس مستقیم	FC	----	0.5
ضریب حرارتی VTO	VTOTC	V/ $^{\circ}$ C	0

پارامترهای IGBT:

سطح برهم افتادگی (overlap)			
5×10^{-6}	m ²	AGD	درین-گیت
10^{-5}	m ²	AREA	سطح قطعه
1	----	BVF	ضریب یکنواختی avalanche
4	----	BVN	ضریب افزایش avalanche
1.24×10^{-8}	F/Cm ²	CGS	مقدار خازن ناحیه سورس=گیت در واحد سطح
3.5×10^{-8}	F/Cm ²	COXD	مقدار خازن ناحیه گیت-درین اکساید در واحد سطح
6.5×10^{-13}	A/Cm ²	JSNE	چگالی جریان اشباع امیتر
1	----	KF	ضریب ناحیه تریوود
0.38	A/V ²	KP	MOS Transconductance
1.5×10^3	Cm ² /(V.s)	MUN	قابلیت تحرک الکترون
4.5×10^2	Cm ² /(V.s)	MUP	قابلیت تحرک حفره
2×10^{14}	1/Cm ³	NB	تزریق (doping) بیس
7.1×10^{-6}	s	TAU	مدت زمان ترکیب مجدد ombipolar
0.02	1/V	THETA	ضریب میدان ترانزورس (Transverse)
4.7	V	VT	ولتاژ تریشولد (threshold)
10^{-3}	V	VTD	آستانه کاهش برهم افتادگی درین-گیت
9×10^{-5}	m	WB	پهنهای بیس متالوژیکال

پارامترهای GaAsMOSFET:

پارامتر	نوع مدل به کار رفته	Spice نام	واحد	مقدار پیش فرض
ولتاژ آستانه	نوع مدل به کار رفته	LEVEL	----	1
tanh ثابت	ولتاژ آستانه	VTO	V	-2.5
پارامتر گسترش لایه ناخالصی (فقط برای سطح ۲)	پارامتر گسترش لایه ناخالصی (فقط برای سطح ۲)	ALPHA	1/V	2
ضریب هدایت انتقالي	پارامتر گسترش لایه ناخالصی (فقط برای سطح ۲)	B	----	0.3
مدولاسیون حاصل از طول کانال	ضریب هدایت انتقالي	BETA	A/V ²	0.1
مقاومت اهمی گیت	مدولاسیون حاصل از طول کانال	LAMBDA	1/V	0
مقاومت اهمی درین	مقاومت اهمی گیت	RG	Ω	0
مقاومت اهمی سورس	مقاومت اهمی درین	RD	Ω	0
جریان اشباع پیوند p-n گیت	مقاومت اهمی سورس	RS	Ω	0
ضریب تعمیر نوع پیوند p-n در گیت	جریان اشباع پیوند p-n گیت	IS	A	10^{-14}
ضریب گسلی کنندگی پیوند p-n در گیت	ضریب تعمیر نوع پیوند p-n در گیت	M	----	0.5
پتانسیل پیوند گیت	ضریب گسلی کنندگی پیوند p-n در گیت	N	----	1
ظرفیت پیوند p-n بین گیت-درین در بایاس صفر	پتانسیل پیوند گیت	VB1	V	1
ظرفیت پیوند p-n بین گیت-سورس در بایاس صفر	ظرفیت پیوند p-n بین گیت-درین در بایاس صفر	CGD	F	0
ظرفیت بین درین-سورس	ظرفیت بین گیت-سورس در بایاس صفر	CGS	F	0
زمان گذر	ظرفیت بین درین-سورس	CDS	F	0
ضریب ظرفیت ناحیه تخلیه در بایاس مستقیم	زمان گذر	TAV	S	0
ضریب حرارتی VTO	ضریب ظرفیت ناحیه تخلیه در بایاس مستقیم	FC	----	0.5
ضریب نمایی دما در BETA	ضریب حرارتی VTO	VTOTC	V/ $^{\circ}$ C	0
ضریب نویز فلیکر	ضریب نمایی دما در BETA	BETATCE	%/ $^{\circ}$ C	0
نمای نویز فلیکر	ضریب نویز فلیکر	KF	----	----
Level1: مدل Curtice	نمای نویز فلیکر	AF	----	1

پارامتر LEVEL می تواند مقادیر عددی ۱ تا ۵ را در برگیرد. این ۵ رقم نشانگر صورت های مختلف مدل سازی گالیم آرسنیک FET است.

Level1: مدل Curtice

Level2: مدل استیتز (Statez) یا ریتون (Raython) معادل مدل گالیم آرسنیک FET در Spice3

Level3: مدل تام (Tom) بر پایه Tri Quint

Level4: مدل پارکر - اسکلتون (Parker-Skelton)

Level5: مدل تام ۲ (Tom-2) بر پایه Tri Quint



ضمیمه ۵

توابع قابل استفاده با Probe

تابع توضیحات	تابع توضیحات
$\ln(x)$	LOG(x)
$\log(x)$	LOG10(x)
X اندازه	M(x)
ماکریم X	MAX(x)
می نیم X	MIN(x)
فاز X بر حسب درجه	P(x)
$ x ^y$	PWR(x,y)
X قسمت حقیقی	R(x)
$RMS(x)_{t=t1} = \left(\frac{1}{t1} \int_{TSTART}^{t1} x ^2 dt \right)^{1/2}$	RMS(x)
$S(x)_{t=t1} = \int_{TSTART}^{t1} x dt$	S(x)
1(if $x > 0$), -1(if $x < 1$), 0(if $x = 0$)	SGN(x)
X بر حسب رادیان ، $\sin(x)$	SIN(x)
\sqrt{x}	SQRT(x)
X بر حسب رادیان ، $\tan(x)$	TAN(x)
OrCAD Capture	
راهنمای نرم افزار تنهیه کننده: میثم میرزائی	
$ x $	ABS(x)
$\tan^{-1}(x)$ بر حسب رادیان	ARCTAN(x)
$\tan^{-1}(x)$ بر حسب رادیان	ATAN(x)
$AVG(x)_{t=t1} = \frac{1}{t1} \int_{TSTART}^{t1} x dt$	
نسبت به متغیر محور افقی است و کران پایین آن نقطه شروع محور است.	
AVGX(x,d)	
X بر حسب رادیان ، $\cos(x)$	
COS(x)	
مشتق متغیر X نسبت به متغیر محور افقی	
D(x)	
مقدار X بر حسب دسی بل	
DB(x)	
INVMAX(x)	
INVMIN(x)	
e^x	
EXP(x)	
تاخیر گروهی X (منفی مشتق فاز X نسبت به فرکانس)	
G(x)	
قسمت موهومنی X	
IMG(x)	

www.softgozar.com

منابع:

1- Pspice A/D Reference Guide

Version 10.5, Cadence Company

2- Pspice User's Guide

Version 10.5 Cadence Company

۳- راهنمای جامع PSpice

مارک هرنیتر، ترجمه علی مالکی، انتشارات سینا تصویر، ناشر همکار: کانون نشر علوم

٤- مرجع كامل PSpice Schematic

محمد رضا مدیر نیا، ویراست دوم، موسسه علمی فرهنگی نص

۵- ترسیم و شبیه سازی مدارات الکترونیکی، یا OrCAD

لیلا صفری، انتشارات بهینه

٦- مدارات میک والکترونک

عادل.اس.سدرا - کنث.سی.اسمیت، ترجمه خلیل باغانی و حمیدرضا رضایی نیا، ویرایش چهارم، انتشارات خراسان

۷- نظر به اساسی، مدارها و شکه ها

دکتر پروین حبیه دار، مارالانی، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه تهران

٨- مانع الكتروني

دکتر سید علی، میر عشقی، وبراش، دوم، نشر شیخ بهایی،

۹- میانی و کاربردهای آئی سی های TTL

آ.م.ما،ستون، ت. حمه، ضا خوش کیش، کانه، نش علوم

١٠- حزوه الکترونیک ۱ مهندس دیدیان

۱۱- امتحان با بان ته مدار ۱ دکت اکبر