# مقدمه

نرم افزار Orcadیکی از قدیمی ترین و حرفه ای ترین نرم افزارهای آنالیز و شبیه ساز مدارات الکترونیکی است که جایگاهی ویژه در مجامع علمی جهانی دارد . در این نرم افزار میتوان مدار را از نظر ولتاژ dc ولتاژ acو .... مورد تحلیل و بررسی قرار داد ، ویژگی که باعث برتری این نرم افزار نسبت به دیگر نرم افزار های هم تراز می شود ، قابلیت مشاهده تاثیر انواع پارامتر ها مانند ، دما و نویز و... بر روی مدار را دارا می باشد ، شبیه سازی مدارات آنالوگ با این نرم افزار ، مانند

آخرین نسخه ارائه شده این نرم افزار 16.5 می باشد که ما در این آموزش از ورژن 9.2 این نرم افزار استفاده می کنیم.





Back

Search programs and files



Q



بعد از نصب نرم افزار از دکمه آی وارد منوی ALL programs ALL programs شده و از شاخه Capture CIS گزینه Orcad family release 9.2 را انتخاب کنید. چند ثانیه صبر کنید تا نرم افزار load شود. البته در سیستم های جدید این ورژن نرم افزار(9.2) در عرض چند صدم ثانیه لود می شود.



محيط نرم افزار

G Orcad Capture	Sand Street, Sand Street, Stre	
File View Edit Options Window Help		
10 <b>6</b> 3 3 5 6 2 2		
Ses 🗗 🗉 💌		
Ready		Session Log

### در پنجره باز شده از منوی Fileروی گزینه Newرفته و Project را انتخاب می کنیم.

<b>S</b> 0	rcad Captu	e				
File	View Ed	it Option	s Winde	w	Help	
	New		+		Project	
	Open		×		Design	
	Save Save As		Ctrl+S		Library VHDL File	
	Print Previ Print Print Setup	ew	Ctrl+P	Ī	Text File	
	Import Des Export Des	i <b>gn</b> ign		l		
	1 5th 2 PR2 3 pr1 4 E:\TEST\;	L				
	Exit			J		

بعد از انتخاب گزینه project پنجره زیر( New project) باز می شود.

تشريح قسمت های مختلف پنجره ی New project.

	New Project	×
A	Name	ОК
🛛 💦 محل تایپ نام پروژه		Cancel
برای تعیین نوع عملکرد مدار. (در صفحات بعدی عملکرد هر یک آمده است.)	Create a New Project Using Analog or Mixed A/D C PC Board Wizard C Programmable Logic Wizard C Schematic	Help Tip for New Users Create a new Analog or Mixed A/D project. The new project may be blank or copied from an existing template.
I II <b>/</b>	Location	
انتحاب محل دخیرہ	E:\MY ORCAD POWERPOINT W\PR1\5	Browse
ساری پروژه		

	New Project	×
رسم و تحلیل مدا های آنالوگ و دیجیتالی	Name • Create a New Project Using • Analog or Mixed A/D • PC Board Wizard • PC Board Wizard • Programmable Logic Wizard • Schematic Location E:\MY ORCAD POWERPOINT W\PR1\5	OK Cancel Help Tip for New Users Create a new Analog or Mixed A/D project. The new project may be blank or copied from an existing template. Browse

امکان کشیدن مدار با capture و سپس شبیه سازی آن با Pspise را فراهم می کند.این همان گزینه ای است که انتخاب خواهیم کرد.



امکان کشیدن مدار با Capture و سپس ایجاد طرح برد مدار چاپی با Layout plus را فراهم می کند.

	New Project	<b>x</b>
	Name Create a New Project Using	OK Cancel Help
برای کار با گیت ها: قابل برنامه ریزی(PLD)و(PGA	Analog or Mixed A/D  PC Board Wizard  Programmable Logic Wizard	Tip for New Users The Programmable Logic Wizard is the quickest way to get started designing a CPLD or FPGA device.
	C Schematic Location E:\MY ORCAD POWERPOINT W\PR1\5	Browse

امکان استفاده از Capture برای طراحی CPLDیا FPGA را فراهم می کند.



امکان ایجاد شماتیک با Capture را فراهم می کند



# ادامه کار

در پنجره باز شـده Analog or mixid A/D را برای رسـم و تحلیل مدار انتخاب کرده و در کادر Name نام پروژه را تایپ کرده و در قسـمت Location محل ذخیره سـازی پروژه را انتخاب کرده و بعد روی Ok کلیک می کنیم.

## در پنجره باز شده Creat a blank project را انتخاب می کنیم.

Create PSpice Project	×
Create based upon an existing project	ОК
hierarchical.opj	Browse
Create a blank project	Cancel
	Help

#### پنجره ای شبیه شکل زیر باز می شود که شما می توانید،مدار خود را در آن رسم و شبیه سازی کنید.

🛐 Orcad Capture - [/ - (SCHEMATIC1 : PAGE1)]	
🛿 File Edit View Place Macro PSpice Accessories Options Window Help	_ = = ×
	A K
	Ð
	<u>N1</u>
ana	
	CP
	ΓώH
In the set of the s	3>>
	×
The bigs blue bigs blue bigs blue bigs bigs bigs bigs bigs bigs bigs bigs	
The side side side side side side side sid	
The state s	<u> </u>
	2
	A
The side side side side side side side sid	
-	
Start	
	Ultems selected Scale=100% X=0.30 Y=4.40

## نحوه ی آوردن قطعات و سیم کشی مدار

برای آوردن قطعات از منوی place گزینه part را انتخاب می کنیم.

Orcad Capture - [/ -	(SCHEMATIC1 : PAGE1)]	-	
🛐 File Edit View	Place Macro PSpice Ac	cessories Optio	ons Window Help
12 🖻 🖬 🔿 🗴	Part	Shift+P	
	Database Part	Shift+Z	
	Wire	Shift+W	
5	Bus	Shift+B	
	Junction	Shift+J	
	Bus Entry	Shift+E	
	Net Alias	Shift+N	
	Power	Shift+F	
	Ground	Shift+G	
	Off-Page Connector		
	Hierarchical Block		
	Hierarchical Port		
· · · · · · · · · · · ·	Hierarchical Pin		
	No Connect	Chift. V	
	No Connect	Shift+A	



Place Part	<b></b> )				
Part: Part List: IDC R VSRC	OK Cancel Add Library Remove Library Part Search	یای	add librc کتابخانه ه فه می کنیم.	گزینه ۲y دید را اضا	با بحد
Libraries: Design Cache © Normal © Convert Packaging Parts per Pkg: 1 Parts		Browse File	PSnice		×
Type:		Name zetex xtal tline thyristr tex_inst		Date modi 10/20/1999 11/25/1999 11/25/1999 11/25/1999	ified 9 2:29 PM 8 12:54 8 12:54 8 12:54 8 12:54
		File name: Files of type:	"tex_inst.olb" "swit_reg.olb" "swit_ra Capture Library(*.olb)	v.olb" "spei	Open Cancel

Open as read-only

با گزینه remove library کتابخانه های مورد نظر را حذف می کنیم.

Part:			OK
David Linds			Cancel
2N1595/THYRISTR			Add Library
2N1595/75C/THYRISTR 2N1596/THYRISTR			Remove Library
2N1597/THYRISTR 2N1599/THYRISTR 2N1893/PWRBJT 2N2222A/ZTX/ZETEX			Part Search
2N2405/PWRBJT 2N2573/THYRISTR 2N2574/THYRISTR		-	Help
ibraries:	Graphic	-	
Design Cache	Normal Convert		
JPWRMOS	Packaging		
LIN_TECH LINEDRIV	Parts per Pkg: 1		
MAGNETIC MAXIM	Parit 🔽		
MIX_MISC	Туре:	-	

با گزینه part search قطعه مورد نظر را از بین کتابخانه ها می توان جست و جو کرد.

Part Search	<b>X</b>
Part Name:	<b>4</b> ок
Libraries:	Cancel
VSRC/dataconv.olb	2 Begin Search
VSRC/source.olb 3	Help
Library Path:	
C:\Program Files\Orcad\Capture\library\PSp	Browse

Part:			OK
		-	Cancel
Part List: 2N1595/THYRISTR			Add Library
2N1595/75C/THYRISTR 2N1596/THYRISTR			Remove Library
2N1597/THYRISTR 2N1599/THYRISTR 2N1893/PWRBJT 2N22224/ZTX/ZETEX			Part Search
2N2405/PWRBJT 2N2573/THYRISTR 2N2574/THYRISTR			Help
Libraries:	Graphic		
Design Cache	🙁 Normal		
JOPAMP E	🔘 Convert		
JPWRBJT 🛄			
JPWRMOS	Packaging		
	Parts per Pkg: 1		
MAGNETIC	Pade -		
MAXIM			
MIX_MISC	Type:	- 53	

بعد از انتخاب گزینه add library کتابخانه های مورد نظر را از بین کتابخانه های موجود انتخاب می کنیم;بعد از انتخاب و open کردن کتابخانه های لازم،در کادر <mark>Oart</mark> نام قطعه مورد نظر را تایپ کرده و بعد از انتخاب قطعه مورد نظر بر روی ok کلیک می کنیم.

Place Part			×
Part:  100118			ОК
Part List: 100101/DIG_ECL 100102/DIG_ECL 100107/DIG_ECL 100117/DIG_ECL 100118/DIG_ECL 100122/DIG_ECL 100124/DIG_ECL 100125/DIG_ECL 100130/DIG_ECL 100131/DIG_ECL		•	Cancel Add Library Remove Library Part Search Help
Libraries: 1_SHOT 7400 74AC 74ACT 74ALS 74AS 74F 74F 74H 74HC 74HCT 74L	Graphic Normal Convert Packaging Parts per Pkg: 1 Part: Type: Homogeneous		

بعد از جایگزاری قطعه به تعداد لازم (روی میز کار شماتیک )،راست کلیک کرده و گزینه end mode را می زنیم.

	2
Ro	ol bol⊐u bonolei ponetei poretei bonetei bo
	End Mode
	Mirror Horizontally
andi naki naki nak	Mirror Vertically
	Rotate
	Edit Properties
	Place Database Part Shift+Z
anti anti anti anti	Ascend Hierarchy
	Zoom In
basini pasini pasini pasi Notatat potatat potatat potat	Zoom Out
	Go To
terster terster terster terst	

برای چرخش قطعه و یا تغییر مشخصات قطعه و... بر روی آن کلیک راست می کنیم.

Mirror Horizontally برای چرخش 180 درجه افقی

Mirror Vertically برای چرخش 180 درجه عمودی

Rotate برای چرخش 90 درجه.

همچنین از کلید های میانبر Ctrl+R می توان برای چرخش 90درجه استفاده کرد.

Mirror Horizontally		1.
Mirror Vertically		L
Rotate		L -
Edit Properties		I -
Edit Part		I · · ·
View Database Part	Ctrl+D	- I
Link Database Part	Ctrl+L	· ·
Edit PSpice Model		1 ·
Edit PSpice Stimulus		1 ·
Descend Hierarchy		
Ascend Hierarchy		
Zoom In		L
Zoom Out		
Go To		- I
Cut		- I
Сору		- I
Delete		· ·

R3

1111

. . . . . . .

برای **سیم کشی مدار** از منوی placeگزینه wireرا انتخاب می کنیم و یا بر روی آیکون <mark>1</mark> کلیک می کنیم.

حال با بردن اشاره گر ماوس به ابتدا یا انتهای قطعه آن ها را همانند شکل زیر سیم کشی می کنیم.

Ç	Orcad Capture - [/ - (SCHEMATIC1 : PAGE1)]											
	1	File	Edit	Vi	ew	Place	Macro	PSpice	Access	ories	Optio	ns Wi
	b	B		1	X	P	art			Shift+	P	-
ľ	~~				_	۵	)atabase l	Part		Shift+	Z	പെപ
L	50	HEM		1-1	_	V	Vire			Shift+	w	
L						B	lus			Shift+	·В	
L						J	unction			Shift	+J	
b						B	us Entry			Shift+	E	
						N	let Alias			Shift+	N	
						P	ower			Shift+	۰F	
						0	iround			Shift+	G	
1	1											



## نحوه ی مقدار دهی و تغییر مقدار قبلی قطعه

برای مقدار دهی و تغییر مقدار قبلی قطعه باید روی مقدار قطعه یا خود قطعه دوبار کلیک کنید. اگر بر روی مقدار قطعه کلیک کنید پنجره ای شـبیه شـکل زیر باز می شـود.

R	1	R2
	Display Properties     Name: Value     Value: 5     Display Format     O Not Display     Value Only     Name and Value     Name Only     Both if Value Exists     OK	e Default

بعد از اعمال تغییرات لازم بر روی ok کلیک کنید.

اگر بر روی خود قطعه دوبار کلیک کنید پنجره ای شبیه پنجره زیر باز می شود.

این پنجره ،صفحه گسترده ای از تمام خصوصیات قطعه را نمایش می دهد.

🚯 Orcad Capture - [Property Editor]	
🛐 File Edit View Place Macro Accessories Options Window Help	
New Column     Apply     Display     Delete Property     Filter by:     Orcad-PSpice     Help	
Reference Value Source Part TOLERANCE	
1 E SCHEMATICI: PAGEI: RZ 1k R.Normal	
	. 🗉
Parts & Schematic Nets & Pins & Title Blocks & Globals & Ports & Aliases /  Peader	<b>&gt;</b>
	1.71 AM

#### برای تغییر مقدار هر قسمت روی آن قسمت کلیک کرده و مقدار جدید را وارد کنید.

از کادر :Filter by می توانید Orcad-Pspise را انتخاب کنید تا مشخصات اضافی را فیلتر کنید.

ľ	lew Column Apply Display	Delete F	roperty	Filter by: Orcad-PSpice			•	Help
		Reference	Value	BiasValue Power	Source Part	TOLERANCE		
1	SCHEMATIC1 : PAGE1 : R3	R3	10R		R.Normal			
Г								

Ν	New Column     Apply     Display     Delete Property     Filter by:     Orcad-PSpice     Help						
		Reference	Value	BiasValue Power	Source Part	TOLERANCE	
1	SCHEMATIC1 : PAGE1 : R3	R5	100R		R.Normal		

#### بعد از مقدار دهی و تغییر مشخصات لازم دکمه close را بزنید،مقادیر اتوماتیک تغییر می کنند.

🛐 Orcad Capture - [Property Editor]	_ 0 <b>_ X</b>
🔯 File Edit View Place Macro Accessories Options Window Help	- 8
	/
	/
New Column     Apply     Display     Delete Property     Filter by:     Orcad-PSpice     Help	
Reference Value BiasValue Power Source Part TOLERANCE	<u>ـ</u>
1 E SCHEMATIC1: PAGE1: R3 R3 10R R.Normal	

▼ ▶ **Parts** (Schematic Nets (Pins (Title Blocks (Globals Ports (Aliases /

(

1

Ready

11:56 PM 3/2/2012

EN 🔺 🚰 ᇌ 🕪

## تحلیل DC

تحلیل DC:به دست آوردن ولتاژ،جریان و توان DC مدار.

فرض کنید می خواهیم ولتاژ،جریان و توان مدار شکل زیر را بدست بیاوریم.



pr1

برای شبیه سازی مدار وجود زمین الزامی است.



کلیک می کنیم. 

lace Ground		×
Symbol: 0 \$D_HI/SOURCE \$D_LO/SOURCE 0/SOURCE	- <b>0</b>	OK Cancel Add Library Remove Library Help
Design Cache SOURCE	Name:	

**O/SOURSE** را انتخاب کرده و سپس OK می کنیم .

پس از تکمیل مدار باید آن را Simulate(شـبیه سـازی ) کنیم. برای این کار مراحل زیر را دنبال می کنیم:

از منوی PSpise گزینه New Simulate Profile را انتخاب می کنیم.

ATIC1 : PAGE1)]								
Macro	PSpice	Accessories	Options	Window	Help			
1 2	Ne	w Simulation	Profile		. 🔍			
	Ed	it Simulation P	Simulation Profile					
	Ru	n		F11				
	Vie	w Simulation	Results	F12				
	Vie	w Output File						



ِ پنجرہ ای شبیہ شکل رو بہ رو باز می شود کہ در کادر Name نامی را تایپ کردہ

و در کادر none، Inherit From را انتخاب و Create را می زنیم

تا کادر Simulation settingباز شود.

New Simulation	×
Name:	Create
Inherit From:	Cancel
none	
Root Schematic: SCHEMATIC1	

در این کادر از زبانه Analysis و در بخش Analysis typeگزینه Bias Point را انتخاب کرده و سپس OK را می زنیم.

Simulation Settings - pr6								
General   Analysis   Include Files     Analysis type:   Image: Comparison of the second sec	Libraries   Stimulus   Options   Data Collection   Probe Window     Output File Options							
	OK Cancel Apply Help							

### برای شروع شبیه سازی از منوی PSpise گزینه run را بزنید یا بر روی آیکون آن کلیک کنید.



برای دیدن ولتاژ،جریان و یا توان های مدار کافی است بر روی آیکون آن ها کلیک کنید.



# انواع منابع

انواع منابع را به روش های گوناگون می توان دسته بندی کرد مانند : مستقیم و متناوب ،ولتاژ و جریان ،مستقل و وابسته و...

در نرم افزار Orcad منابع مستقل در دو دسته منابع ولتاژ و منابع جریان تقسیم بندی شده اند که مهم ترین آنها عبارت اند از :

Iexp(منبع جریان نمایی )،Ipulse (منبع جریان پالس مربعی)،Ipwl(منبع جریان با شـکل دلخواه)،Isfm(منبع جریان مدوله شـده ISIN(FM(منبع جریان سـینوسـی)،Isrc(منبع جریان).

Vexp(منبع ولتاژ نمایی )،Vpulse (منبع ولتاژ پالس مربعی)،Vpwl(منبع ولتاژ با شـکل دلخواه)،Vsfm(منبع ولتاژ مدوله شـده VSIN،(FM(منبع ولتاژ سـينوسـی)،Vsrc(منبع ولتاژ). همچنین منابع lacو vac و همچنین Vdc یز وجود دارند که به ترتیب برای تحلیل فرکانس (AC SWEEP) و تحلیل DC SWEEPمی توان مورد استفاده قرار داد.



البته از منابع VSRC وISRC هم برای محاسبه نقطه کار( BIOS POINT) و هم برای DC SWEEP و AC SWEEP می توان استفاده کرد.

$$DC = \begin{array}{c} \downarrow V? \\ AC = \\ TRAN = \end{array} \begin{array}{c} \downarrow V? \\ - \end{array} \begin{array}{c} DC = \\ AC = \\ TRAN = \end{array} \begin{array}{c} \downarrow I? \\ \downarrow I? \\ TRAN = \end{array}$$

منابع وابسته:

ملامت منبع در نرم افزار orcac	نام منبع در نرم افزار orcad ا	علامت مداری	نام
E?	E	$Kv_x \xrightarrow{0} +$	منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ
H? D C H	Н	$ri_x$	منبع ولتاژ وابسته به جریان
G? G	G	gv <sub>x</sub>	منبع جريان وابسـته به ولتاژ
F? F	F	Ki <sub>x</sub>	منبع جريان وابسـته به جريان

این منابع وابسته در کتاب خانه Analog قرار دارد.

بعد از انتخاب منبع برای تعیین ضریب آن بر روی آن دوبل کلیک و در قسمت Gain مقدار ضریب منبع را تعیین کنید.

	Reference	Value	BiasValue Power	GAIN	Source Part
1	E1	E		2	E.Normal
-					

اگر منبع وابسته به جریان یک نقطه از مدار بود ، سمت ورودی منبع با آن سمت از مدار به صورت سـری درمی آید و اگر وابسـته به ولتاژ دو سـر یک قطعه باشـد سمت ورودی منبع با آن قطعه موازی می شـود .




#### مثال:در مدار زیر ولتاژ،جریان و توان تمام عناصر مدار را به دست آورید.

<u>pr2</u>





#### بررسی اصل جمع آثار:

برای بررسی اصل جمع آثار هر بار یک منبع مستقل را فعال و بقیه منابع مستقل را غیرفعال می کنیم سپس مقدار کمیت خواسته شده در هر حالت را بدست آورده و در نهایت با جمع جبری آن ها مقدار کمی آن به دست می آید. با استفاده از اصل جمع آثار فقط ولتاژ و جریان که کمیت های خطی هستند قابل محاسبه هست و توان به طور مستقیم قابل محاسبه نیست.

مثال: در مدار زیر جریان مقاومت 1اهم را به روش اصل جمع آثار پیدا کنید.

<u>pr3</u>



# حل:

چون مدار ما دارای 2 منبع مستقل است پس مدار را در دو حالت بررسـی می کنیم:

1-منبع ولتاژ را غیر فعال می کنیم(اتصال کوتاہ) و اثر منبع جریا<sup>ن</sup> را روی مقاومت 1اھم بررسـی می کنیم.



# حل:

چون مدار ما دارای 2 منبع مستقل است پس مدار را در دو حالت بررسی می کنیم:

1-منبع ولتاژ را غیر فعال می کنیم(اتصال کوتاہ) و اثر منبع جریا<sup>ن</sup> را روی مقاومت 1اھم بررسـی می کنیم.

> چون ما به دنبال جریان مقاومت 1اهم هستیم پس اثر جریان، منابع را بررسی می کنیم.

پس اثر منبع جریان روک مقاومت 1اهم 2.4 آمپر است.



2- منبع جریان را غیر فعال می کنیم(اتصال باز) و اثر منبع ولتاژ را روی مقامت 1اهم بررسـی می کنیم.



2- منبع جریان را غیر فعال می کنیم(اتصال باز) و اثر منبع ولتاژ را روی مقامت 1اهم بررسـی می کنیم.



پس اثر منبع ولتاژ رو<mark>ی</mark> مقاومت 1اهم 2آمپر است**.**  با جمع جبری آثار دو منبع بر روی مقاومت 1اهم می توانیم جریان مقامت 1اهم را بدست آوریم.

#### 2.4+2=4.4 A

پس جریان مقاومت 1اهم 4.4 آمپر است.



## محاسبه مدار معادل تونن و نورتن

الف) مدار فقط منبع مستقل داشته باشد:

1-با غیر فعال کردن منابع مستقل R<sub>th</sub> و R<sub>N</sub> را بدست می آوریم. 2- ولتاژ مدار باز(V<sub>OC</sub>)را بدست می آوریم که همان ولتاژ تونن(V<sub>TH</sub>) است. 3-دو سر a,b را اتصال کوتاه کرده و جریان اتصال کوتاه(I<sub>SC</sub>)را محاسبه می کنیم،که همان جریان نورتن است.

مثال

pr4

حل:چون مدار فقط دارای منبع مستقل است پس مراحل بالا را دنبال می کنیم.



1-با غیر فعال کردن منابع مستقل R<sub>th</sub> و R<sub>N</sub> را از دو سر bوd بدست می آوریم.



## R<sub>a,b</sub>=10+15||25=12.5

#### 2-ولتاژ دو سـر dوd را به دسـت می آوریم که همان ولتاژ تونن است.



V<sub>th</sub>=75v

#### 3-دو سر a,b را اتصال کوتاه کرده و جریان اتصال کوتاه(I<sub>sc</sub>)را محاسبه می کنیم.

**نگته**:چوی نرم افزار orcad جریان قطعات را نشـان می دهد می توانیم به جای اتصال کوتاه از یک مقاومت خیلی کم اسـتفاده کنیم،مانند:000001. اهم



I<sub>N</sub>=6A

#### پس از پیدا کردن مقاوت تونن ،ولتاژ تونن و جریان نورتن مدار معادل آن ها را رسـم می کنیم.



مدار معادل تونن و نورتن قابل تبدیل به یکدیگرنند.

## ب) مدار هم منبع مستقل و هم منبع وابسته داشته باشد:

1- <sub>OC</sub> یا <sub>TH</sub> را محاسبه می کنیم. 2- <sub>SC</sub> یا <sub>N</sub> را محاسبه می کنیم. 3-با تقسیم ولتاژ تونن به جریان نورتن ، مقاومت تونن یا نورتن به دست می آید.

روش ب برای مدارهای نوع الف نیز قابل اجرا است.

pr5

مثال



 $R = \frac{V}{I}$ 

#### (المحاسبة مى كنيم.(ولتاژ موd) يا $V_{TH}$ يا $V_{OC}$ -1

**تذکر**:چون نرم افزار فقط ولتاژ گره ها را نشـان می دهد می توانیم به جای اتصال باز از یک مقاومت خیلی بزرگ اسـتفاده کنیم.



#### -2 ایا <sub>N</sub> یا را محاسبه می کنیم.

همچنین به جای اتصال کوتاه می توانیم از یک مقاومت خیلی کم استفاده کنیم.



## 3-بعد از به دست آوردن ولتاژ تونن و جریان نورتن مقاومت تونن یا نورتن را با قانون اهم به دست می آوریم .

$$R = \frac{V}{I}$$





$$Rth = \frac{v}{i} = \frac{65}{4.33} \Omega$$

### ج)مدار فقط منبع وابسته داشته باشد:

در این حالت معادل تونن و نورتن مانند هم هستند و فقط شامل یک مقاومت می باشـند برای محاسـبه مقاومت تونن یا نورتن به یکی از روش های زیر عمل می کنیم.

مثال

<u>pr6</u>





روش اول: به دو سـر باز شـده،منبع ولتاژ 1ولتی اعمال می کنیم و جریان این منبع(ا) را محاسـبه می کنیم.

 $Rth = Rn = \frac{1V}{I}$  . سپس با استفادہ از قانون اھم مقاومت تونن یا نورتن را حساب می کنیم.



$$Rth = Rn = \frac{1v}{5.2mA} = 192\Omega$$

روش دوم : به دو سـر باز شـده، منبع جریان 1آمپر اعمال می کنیم و ولتاژ دو سـر منبع (v) را بدسـت می آوریم.

سپس با استفاده از قانون اهم مقاومت تونن یا نورتن را حساب می کنیم.

$$Rth = Rn = \frac{V}{1A}$$



$$Rth = Rn = \frac{192v}{1A} = 192\Omega$$

همان طور که مشاهده کردین با دو روش بالا مثال را حل کردیم و در هر دو روش به یک نتیجه رسی*د*یم.

> روش سوم: به دو سر باز شده،منبع <sub>x</sub>v را اعمال می کنیم و جریان آن (<sub>x</sub>l) را بدست می آوریم. این روش بیشتر در تحلیل مدارهای الکترونیکی استفاده می شود.

> > سپس با استفاده از قانون اهم مقاومت تونن یا نورتن را حساب می کنیم.

 $Rth = Rn = \frac{Vx}{Ix}$ 

## آشنایی با Probe

Probe برنامه ای است که نتایج به دست آمده از Pspise را به صورت گرافیکی نمایش می دهد.در این آموزش از Probe به طور گسترده ای برای نمایش نتایج شبیه سازی استفاده می کنیم.



#### پنجره Probeدارای سه بخش می باشد : 1-پنجره نمایش (plo**t)** 2-پنجره پیغام 3-پنجره وضعیت PSpise



در فصل های بعدی با قابلیت های این نرم افزار بیشتر آشنا می شویم.

چند نکته در محیط Probe**:** ایجاد نمودار دوم:plot /add plot to window

ایجاد پنجره دوم window/new window:Plot

اضافه کردن نوشته به plot/label/text:Plot

ترسیم شکل موج ها:Trace /Add trace مثلا با انتخاب (R1)V1می توانید شکل موج روک مقاومت R1 را ببینید.

حذف شکل موجها:اکنون چندین شکل موج داریم به آسانی می توانیم شکل موج های مجزا را حذف کنیم برای این کار در زیر شکل موج ها بر روی اسم هر شکل موج کلیک چپ می کنیم نوشته با رنگ قرمز متمایز می گردد که نشان می دهد نوشته انتخاب شده است وقتی متمایز شد کلید Delete را فشار دهید.



استفاده از نشانه ها برای اضافه کردن شکل موج:

ما همچنین می توانیم از نشانه برای نمایش ولتاژ ها و جریان های مدار استفاده کنیم.

برای دست یابی به نشـانه های ولتاژ ،جریان ،توان و... در محیط Capture ،به منو<mark>ی</mark> Pspise رفته و از زیرمنوی Markers ،هر یک از نشـانه ها که لازم باشـد را انتخاب می کنیم.

🚯 Orcad Capture - [/ - (SCHEMATIC1 : PAGE1)]					
File Edit View Place Macro PSpice Accessories Options Window H	Help				
🔁 🗃 🔒 🐰 🖻 💼 🛒 New Simulation Profile	😫 🖳 🕼 U? 🎞 🖤 📾 🖬 🗄 😥 🍋 🌹				
Edit Simulation Profile					
Run F11	3				
View Simulation Results F12					
View Output File					
Create Netlist					
View Netlist					
Place Optimizer Parameters	R1				
Run Optimizer					
Markers	Voltage Level				
Bias Points					
V1					
	Advanced				
VAMPL = 10	Plot Window Templates C1				
FRFQ = 1k	Show All				
	Hide All				
	Delete All				
	List				

اگر از Marker ولتاژ استفاده می کنید باید آن را بر روی سیم اتصال دهنده قطعات قرار دهید و اگر از Marker جریان استفاده می کنید باید آن را روی پایه های قطعه قرار دهید و اگر از Marker توان استفاده می کنید باید آن را روی خود قطعه قرار دهید.

Voltage Differential:ولتاژ بین دو نقطه را نشان می دهد.برای Voltage Differentialلازم است که دو نشانه را جای گذاری نمایید اولین نشانه مرجع مثبت اختلاف ولتاژ را تعیین می کند و نشانه دوم مرجع منفی اختلاف ولتاژ را تعیین می کنید.



در فصل های بعد با کاربرد هر یک از این قسمت ها به طور مفصل آشنا خواهید شد.

## تحليل DC SWEEP

برای بررسـی تغییرات ولتاژ ، جریان و توان مدار وقتی که یک منبع متغییر و یا یکی از قطعات مدار متغییر باشـد ،از DC SWEEP اسـتفاده می شـود.

نمونه هایی از کاربرد این نوع تحلیل در مشاهده منحنی مشخصه هایی مانند: منحنی مشخصه انتقالی مدارات برش دهنده،منحنی مشخصه ورودی،خروجی و انتقالی ترانزیستور ها،منحنی ولت آمپر دیود و نیز مشاهده منحنی توان ماکزیمم منتقل شـده به بار می باشـد.

با تحلیل DC Sweep می توان خروجی را به ازای تغییرات ورودی مشاهده کرد.

## مشاهده منحنی توان ماکزیمم منتقل شده به بار:

ابتدا مداری به شکل زیر می بندیم.



<u>pr7</u>

چون مقاومت RL باید متغیر باشـد به جای مقدار آن نامی را برای آن به عنوان متغیر در نظر می گیریم که حتما باید داخل {} باشـد.

پس ما به فرض مقدار RL را rvar در نظر می گیریم.

سـپس از کتاب خانه قطعات،قطعه PARAM را انتخاب کرده کرده و در صفحه قرار داده و بر روی آن دوبل کلیک می کنیم و در پنجره باز شـده بر روی New column... کلیک می کنیم.

	Orcad O	Capture	e - [Property Ed	itor]						
	File	Edit	View Place	Macro Acc	essories	Options Win	idow Help			
Ť	) 😂 🛙		) <u>X</u> 🖻 🖻	20	PARAM		-		U? 📫 💖 🕅 🕅 📰	
Γ						P9 🔍 🖓		V I W W		
1	New Colu	mn	Apply Displ	ay Delete	Property	Filter by: Orcad	I-PSpice		✓ Help	
		U		Reference	Value	Source Part				
1	÷ SCI	HEMAT	IC1 : PAGE1 : 1	1	PARAM	PARAM.Normal				

و در کادر Name نامی را که برای مقاومت متغیر در نظر گرفتیم بدون {} می نویسیم.

مثلا rvar

و در کادر value مقدار دلخواه مثلا 1k برای آن در نظر می گیریم.

Add New Column		
Name:		
rvar		
Value:		
14		
Enter a name and click Apply or OK to add a column/row to the property editor and optionally the current filter (but not the <current properties&gt; filter).</current 		
No properties will be added to selected objects until you enter a value here or in the newly created cells in the property editor spreadsheet.		
Always show this column/row in this filter		
Apply OK Cancel Help		
Apply OK Cancel Help		

سپس ok کرده و به صفحه اصلی باز می گردیم .



حال از منوی New simulation profile ،PSpise را انتخاب کرده و در پنجره باز شده در قسمت Name نامی دلخواه را تایپ و ok را می زنیم. سپس در پنجره باز شده از قسمت DC Sweep ، Analysis را انتخاب می کنیم.

Simulation Settings - rvar	
General Analysis Include File	es Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window
Analysis type:         DC Sweep         Time Domain (Transient)         DC Sweep         AC Sweep/Noise         Bias Point        Secondary Sweep        Monte Carlo/Worst Case        Parametric Sweep        Temperature (Sweep)        Save Bias Point        Load Bias Point	Sweep variable   Voltage source   Current source   Global parameter   Model type:   Model parameter   Model name:   Temperature   Parameter name:     Sweep type   Linear   Logarithmic   Decade   Increment:     Value list
	OK Cancel Apply Help

در قسمت Options باید تنظیمات مربوط به دو گزینه یعنی primary Sweep(که بصورت پیش فرض فعال است) و parametric Sweep را انجام دهیم.

Simulation Settings - rvar		×
General Analysis Include Fil Analysis type:	es Libraries Stimulus C Sweep variable	Options Data Collection Probe Window
Options:	C Current source C Global parameter C Model parameter C Temperature	Model type:  Model name: Parameter name:
Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep type C Linear C Logarithmic Deca	Ade  Start value: End value: Increment:
	C Value list	Cancel Apply Help

#### تنظیمات مربوط به Primary Sweep:

در قسمت Voltage source ، Sweep variable را انتخاب کرده و در کادر Name نام منبع را مشخص می کنیم.

در قسمت Linear ، Sweep typeیا Logarithmic را انتخاب می کنیم. و چون در این مدار نمی خواهیم منبع ولتاز تغییر کند مقادیر Start valueو End value را برایر انتخاب می کنیم و چون برابرند برای Increment هر مقدار دلخواه را می توان انتخاب کرد.

Simulation Settings - rvar	×
General Analysis Include Fil	es   Libraries   Stimulus   Options   Data Collection   Probe Window
Analysis type:	Sweep variable
DC Sweep 💌	<ul> <li>Voltage source Name: V1</li> </ul>
Options:	C Current source C Global parameter Model type:
Primary Sweep	C Model parameter Model name:
Secondary Sweep	O Temperature Parameter name:
Parametric Sweep	Sweep type
Save Bias Point	C Linear     Start value:
	C Logarithmic Decade T End value: 10
	Increment: 10
	C Value list
	OK Cancel Apply Help

#### تنظیمات مربوط به Parametric Sweep:

Sweep Variable را در حالت Global Parameter قرار داده و در قسمت Parameter name نامی را برای متغیر انتخاب می کنیم(مثلا:rvarرا بدون {} می نویسیم) .

در قسمت Linear ، Sweep typeیا Logarithmic را انتخاب می کنیم. در قسمت Start valueمقدار شروع متغیر و در قسمت End value مقدار پایانی مقاومت را مشخص می کنیم.

اگر Sweep typeدر حالت Linearباشد مقدار Incrment را برابر 10و اگر در حالت Linear باشد مقدار points/Decade (تعداد نقاط مورد بررسی در یک دهه) را از 1تا 10 می نویسیم.

Simulation Settings - rvar	
General Analysis Include Files	Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window
Analysis type: DC Sweep  Coptions:  Primary Sweep Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep variable   Voltage source   Current source   Model type:   Global parameter   Model parameter   Model name:   Model parameter   Model name:   Temperature   Parameter name:   Tunear   Linear   Linear   Logarithmic   Decade   Points/Decade:   10
	OK Cancel Apply Help


تذکر:برای اینکه شـکل موج یا منحنی کمیتی را که می خواهیم نشـان داده شـود در محیط شـماتیک مشـخص شـود ،از آیکون های بالای صفحه و یا از منوی PSpise و زیر منوی Markers کمیت کمیت ولتاژ ،جریان و یا توان مورد نظر را انتخاب می کنیم.

اگر از Marker ولتاژ استفاده می کنید باید آن را بر روی سیم اتصال دهنده قطعات قرار دهید و اگر از Marker جریان استفاده می کنید باید آن را روی پایه های قطعه قرار دهید و اگر از Marker توان استفاده می کنید باید آن را روی خود قطعه قرار دهید.



#### حال از منوی Run ،PSpise را بزنید.



در پنجره باز شده OK را بزنید تا برنامه اجرا شود.

#### در صورتی که تمام مراحل را درست رفته باشید پنجره ای شبیه پنجره زیر باز می شود.



اگر منحنی نشـان داده شـده در محور افقی لگاریتمی نباشـد و بخواهیم آن را بصورت لگاریتمی درآوریم کافی اسـت در پنجره ای که شـکل منحنی نشـان داده می شـود بر روی آیکون میسی کلیک کنیم.

و یا از منوی Axis se<sup>t</sup>ting ، plot را انتخاب کرده و در پنجره باز شـده از زبانه X Axis و در قسـمت log، scale را انتخاب می کنیم.

Axis Settings	
X Axis X Axis X Grid Y Grid	
Data Range Auto Range User Defined 0 to 10K	Use Data Full Restricted (analog) 10V to 10V
C Linear	Processing Options
€ Log	Performance Analysis
	Axis Variable
OK Cancel	Save As Default Reset Defaults Help



*تحلیل گذرا(t*ransient): از این تحلیل برای مشاهده شکل موج ولتاژ،جریان یا توان یک مدار استفاده می شود بنابراین با این روش تحلیل می توان پاسخ مدارات مختلف به ورودی های مختلف را مشاهده کرد.

مثلا پاسخ مدارات Rc،RLوRc،RL به ورودی های پله پالس موج مربعی،موج سینوسی و... و نیز برای مشاهده شـکل موج های تقویت کننده ها و مدارات مختلف الکترونیکی... برای این کار پس از رسم مدار از منوی PSpise زیر منوی New simulation profile را انتخاب کرده و در کادر باز شده نامی را برای تحلیل در نظر می گیریم و در کادر Simulation Time Domain(transient)، Analisys type و در قسمت Analisys type ، (transient)، Analisys type را انتخاب می کنیم. را انتخاب می کنیم.



در سمت راست این کادر Run to Time نشان دهنده زمان پایان تحلیل

Start saving data after زمان شروع نمایش موج

و Maximum step size اندازه پله های زمانی تحلیل موج را نشان می دهد.

Simulation Settings - 1	×
General       Analysis       Include Files         Analysis type:       Time Domain (Transient)       ▼         Time Domain (Transient)       ▼       ■         DC Sweep       AC Sweep/Noise       ■         Bias Point       ■       ■         ■Monte Carlo/Worst Case       ■       Parametric Sweep         ■Temperature (Sweep)       ■       Save Bias Point         ■Load Bias Point       ■       ■	s       Libraries       Stimulus       Options       Data Collection       Probe Window         Run to time:       1000ns       seconds (TSTOP)         Start saving data after:       0       seconds         Transient options       maximum step size:       seconds         Maximum step size:       seconds         Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)         Output File Options
	OK Cancel Apply Help

**تذکر:**هر چند اندازه کوچکتر Maximum\_step sizeباعث نمایش دقیق تر موج می شود ولی تحلیل را طولانی تر می کند بنابراین آن را باید در حد مناسب و با توجه به فرکانس موج انتخاب می کنیم.

Simulation Settings - 1	
General       Analysis       Include Files         Analysis type:       Time Domain (Transient)       •         Time Domain (Transient)       •       •         DC Sweep       AC Sweep/Noise       Bias Point	Libraries       Stimulus       Options       Data Collection       Probe Window         Run to time:       1000ns       seconds (TSTOP)         Start saving data after:       0       seconds         Transient options
	OK Cancel Apply Help

*تنظیمات یک منبع سینوسی:*نام منبع ولتاژ سینوسی Vsin و نام منبع جریان سینوسی Isin بعد از انتخاب منبع سه پارامتر مهم این موج که در کنار این منبع ذکر شده اند به شرح زیر قابل تنظیم است.

Voff: ولتاژ آفست یا همان ولتاژ DC است که روی موج Sin بر روی آن سوار می شود .

**Vampl**: دامنه pic موج سینوسی است.

FREQ:فرکانس موج سینوسی *تذکر* :مقادیر این سـه مورد به طور پیش فرض صفر انتخاب شـده اند با کلیک دوبل روی منبع و در کادر باز شـده مشـخصات دیگری از موج را هم می توان تنظیم کرد:

Phase:برای تنظیم فاز موج به خصوص برای ساخت منبع سـه فاز اسـتفاده می شـوند. time delay)**TD(**time delay) :زمان تاخیر

DF:ضریب تضعیف

## مثال:شـکل موج ولتاز روک مقاومت R2 را پیدا کنید.



برای این کار پس از رسم مدار از منوی PSpise زیر منوی New simulation profile را انتخاب کرده و در کادر باز شده نامی را برای تحلیل در نظر می گیریم و در کادر Simulation Time Domain(transient)، Analisys type از زبانه Analisys از زبانه را انتخاب می کنیم. را انتخاب می کنیم. چون فرکانس منبع 1کیلوهرتز است با انتخاب 5میلی ثانیه برای Run to time می توانیم 5سیکل از شکل موج را مشاهده کنیم.

ٔ Start saving data after زمان شروع نمایش موج را صفر می کنیم

و Maximum step size را 100نانوثانیه انتخاب می کنیم

Simulation Settings - 1	
Simulation Settings - 1          General       Analysis       Include Files         Analysis type:       Time Domain (Transient)       Image: Comparison of the set of th	Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window Run to time: 5ms seconds (TSTOP) Start saving data after: 0 seconds Transient options Maximum step size: 100n seconds Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP) Output File Options
	OK Cancel Apply Help

سپس OK کرده و برنامه را اجرا(Run) می کنیم.

اگر همه مراحل بالا را درست رفته باشید شکل موج روی صفحه ظاهر می شود.



مثال:در مدار زیر اختلاف فاز بین ولتاژ منبع و ولتاز خازن را بیابید.



Marker، ولتاژ را بر روی پایه های مورد نظر قرار می دهیم.



# تنظیمات ِ Simulation را مثل شـکل زیر انجام می دهیم.

Simulation Settings - 12	×
General       Analysis       Include File         Analysis type:       Time Domain (Transient)       Image: Comparison of the second	s       Libraries       Stimulus       Options       Data Collection       Probe Window         Run to time:       4ms       seconds (TSTOP)         Start saving data after:       0       seconds         Transient options       Maximum step size:       100n       seconds         Maximum step size:       100n       seconds         Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)         Output File Options
	OK Cancel Apply Help

ُسِپس Okکردہ و برنامہ را اجرا (Run)می کنیم.

#### اگر مراحل بالا را درست رفته باشید برنامه Probe،اجرا و شکل موج روی آن ظاهر می شود.



اختلاف فاز
$$=\frac{360}{1ms}*.09ms$$

**نکته :**برای مشاهده مشخصات یک موج (مقادیر زمانی و دامنه)از منوی Trace زیر منوی Cursor و سپس Display را انتخاب می کنیم،در نتیجه دو عدد مکان نما در صفحه قرار می گیرد که یکی از آنها با کلیک راست موس و دیگری با کلیک چپ موس کار می کند.

دو مکان نما را می توان بر روی هر یک از امواج های مدار قرار داد.در این حالت کادری در صفحه Probe باز می شود که Probe Cursor نام دارد و موقعیت مکانی هر یک از مکان نماها و اختلاف آن ها را نشـان می دهد.



# به عنوان تمرین مدارهای زیر را در نرم افزار ببنیدید و شکل موج نقاط مشخص شده را بیابید.





# بررسی مدار یکســو کننده

ابتدا مدار یکسوکننده نیم موج را رسـم می کنیم.





#### بعد از تنظیم مقادیر منبع تغذیه، Simulation setting را تنظیم می کنیم.

چون فرکانس منبع را 00هرتز انتخاب کردیم پس در نتیجه زمان تناوب آن 20میلی ثانیه خواهد شـد.با انتخاب 60میلی ثانیه برای Run to time می توانیم 3سـیکل را مشـاهده کنیم.

	Simulation Settings - 12
VOFF = 0 $VAMPL = 10$ $FREQ = 50$ $D1$ $V1$ $V1$ $V1$ $V1$ $V1$ $V1$ $V1$ $V$	General Analysis       Include Files       Libraries       Stimulus       Options       Data Collection       Probe Window         Analysis type:       Time Domain (Transient)       Run to time:       60ms       seconds (TSTOP)         Options:       Start saving data after:       0       seconds         Options:       Transient options       Transient options         Monte Carlo/Worst Case       Maximum step size:       100n       seconds         Parametric Sweep       Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)       Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)         Data Bias Point       Output File Options
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	OK Cancel Apply Help

بعد از تنظیم کلیه موارد بالا برنامه را Run می کنیم.

چون ما هنوز نقطه ای را انتخاب نکرده ایم تا نرم افزار شـکل موج آن نقطه را نشـان دهد پس هیچ شـکل موجـی روی صفحه نشـان نمـی دهد.

👮 SCHEMATIC1-12 - PSpice A/D	- [12-SCHEMATIC1-12.da	at (active)]				
Bile Edit View Simulation	<u>T</u> race <u>P</u> lot T <u>o</u> ols <u>W</u> ir	ndow <u>H</u> elp 騷			_	a x
] 🖹 ▾   🚅 🖆 🖬 🚳   ]] 🕅	• • • • • • • • • • • •	SCHEMATIC1-12		• п		
] �, �, Დ, �,   Ⅲ फ, ₩	🗏 🗠 🐝 🗞 🕫 🦢 영	*   ★¥⊀¥;	林政府政府	(a,i)		
Ø						
Figure 1						
Øs	10ms 2	20ms 30	l Øms i	40ms	50ms	6 0ms
		Ti	ine			
🛃 12-SCHEMA						
Simulation complete	÷		(Watch), Devices/			
			T: 00	1000/		

از منوی Trace زیرِ منوی ...Add Trace انتخاب کرده و شـکل موج نقاط ۷۱و ۷2 را انتخاب می

کنیم.



۷1ولتا<mark>ژ ورودی</mark> ۷2 ولتاژ خروجی ۷۱-۷2 ولتاژ دیود مشاهده چندین شکل موج نامتجانس یا با دامنه های متفاوت در محیط پراب(probe)

اگر بخواهیم شـکل موج های کمیت های مختلف را به طور هم زمان مشـاهده کنیم این کار در یک plot امکان پذیر نیسـت چون محور عمودی یکی از کمیت ها درجه بندی می شـود همچنین اگر بخواهیم موج هم جنس که دامنه یکی خیلی زیاد دامنه دیگری خیلی کم اسـت را بر روی یک plot ببینیم موجی که دارای دامنه کم است به طور دقیق قابل مشـاهده و اندازه گیری نیسـت بنابراین از یکی از دو روش زیر می توان اسـتفاده کرد.

# روش اول:اضافه کردن یک یا چند plot دیگر به محیط probe :

برای این کار از منوی plot زیر منوی Add plot to window را انتخاب می کنیم و با هر بار انجام این عمل یک plot به صفحه اضافه می شود برای اضافه کردن یک شکل موج به plot مورد نظر بر روی آن plot کلیک چپ کرده و از منوی Trace زیر منوی Add Trace را انتخاب می کنیم و در کادر باز شده کمیت مورد نظر را انتخاب می کنیم.

برای حذف یک plot بر روی آن کلیک چپ نموده و سپس از منوی plot زیر منوی Delete plot را انتخاب می کنیم.

تذکر: plotکه انتخاب می شود در سمت چپ علامت **«sel** مشخص می شود حتی اگر چندین plot داشته باشیم با انتخاب منوی Trace Cursor دو مکان نما در محیط نشان داده می شود که می توان آنها را برای کمیت های دلخواه برگزید به طوری که حتی یک مکان نما برای یک plot و مکان نمای دوم plot دیگر باشد



#### روش دوم<del>.</del>

می توان از یک plot استفاده نمود ولی چندین محور عمود برای آن plot در نظر گرفت برای این کار از منوی plotزیر منوی Add Axis را انتخاب می کنیم در نتیجه در هر بار انتخاب این زیرمنو یک محور عمودی جدید اضافه می شود برای انتخاب محور عمودی مورد نظرمان باید در کنار آن محور کلیک چپ نماییم هر کدام از محورهای عمودی با یک شماره مشخص می شوند که در قسمت بالای آن نشان داده می شوند و کمیت های انتخاب شده برای هر محور در کنار شماره مربوطه نوشته می شوند تذکر:از این حالت زمانی استفاده می شود که بخواهیم دو شکل موج را از لحاظ فرکانس یا زاویه



# باياسىنگ ترانزىستور

نقطه کار مدار زیر را بدست آورید.

چون می خواهیم مقادیر DCمدار را به دست آوریم پس از تحلیل Bias poinf استفاده می کنیم.



# برای شروع شبیه سازی از منوی Pspise گزینه run را بزنید یا بر روی آیکون آن کلیک کنید.



برای دیدن ولتاژ،جریان و یا توان های مدار کافی است بر روی آیکون آن ها کلیک کنید.



# تقویت کُنندہ های ترانزیستوری

مدار زیر یک تقویت کننده امیتر مشـترک می باشـد که فقط قسـمتی از مقاومت امیتر در آن بای پس شـده اسـت.

<u>pr11</u>



#### 1)مدار را ببندید و نقطه کار را به دست آورید.

قبلا نحوه به دست آوردن نقطه کار DC مدار را یاد گرفتیم و حالا همان مراحل را روی مدار زیر انجام می دهیم.



2)با اندازه گیری ولتاژ ورودی و خروجی بهره ولتاژ را به دست آورید.

 $Av = \frac{Vo}{Vi}$ 

برا ی اندازه گیری ولتاژ ورودی و خروجی نوع شبیه سازی را به Transient تغییر می دهیم.

Simulation Settings - 123
General       Analysis       Include Files       Libraries       Stimulus       Options       Data Collection       Probe Window         Analysis type:       Image: Collection       Transient)       Run to time:       10ms       seconds (TSTOP)         Options:       Image: Collection       Start saving data after:       Image: Collection       seconds         Options:       Image: Collection       Start saving data after:       Image: Collection       seconds         Image: Collection Seconds       Image: Collection Seconds       Image: Collection Seconds       Image: Collection Seconds         Image: Collection Second
OK Cancel Apply Help

بعد از تنظیم نوع شـبیه سـازی برنامه را اجرا می کنیم.سـپس شـکل موج های نقاط ورودی وخروجی را به محیط پراب اضافه می کنیم.



$$Av = \frac{Vo}{Vi} = \frac{80}{10} = 8$$







$$Ai = \frac{Il}{Ii} = \frac{1.66}{1.23} = 1.34$$



$$Ri = \frac{Vin}{Iin}$$

$$\frac{R_{in}}{1.18uA} = 7.8k\Omega$$

4) با استفاده از رابطه زیر مقاومت ورودی تقویت کننده را به دست آورید.

5)با استفاده از رابطه زیر مقاومت خروجی را بدست آورید.

$$\mathsf{Ro} = \frac{Vonl - Vofl}{Vofl} * Rl$$

### ولتاژ خروجی با بار کامل(Vofl)


### ولتاژ خروجی بدون بار(Vonl)



$$\mathsf{R}_{\mathsf{out}} = \frac{87mV - 79mV}{79mV} * 47k\Omega = 4.75k\Omega$$

# 6)خازن C1(خازن بای پس امیتر را باز کرده و مراحل بالا را مجددا انجام دهید.)



1-6)با اندازه گیری ولتاژ ورودی و خروجی بهره ولتاژ را به دست آورید.







$$A_v = \frac{40mv}{9.2mv} = 4.3$$

6-2)با به دست آوردن شـکل موج جریان ورودی وخروجی و محاسـبه دامنه آن ها بهره جریان را به دست آورید.

$$Ai = \frac{Il}{Ii}$$



با حذف خازن جریان خروجی کمتر از ورودی شـد.علت این موضوع زیاد بودن مقدار بار خروجی اسـت برای انتقال حداکثر توان باید مقدار مقاومت بار با توجه به ِ Rc انتخاب شـود.

 $\frac{.86uA}{1.18uA} =$ .72







$$\frac{R_{in}}{1.18uA} = 7.8k\Omega$$

6-4)با استفاده از رابطه زیر مقاومت خروجی ر<mark>ا بدست آورید.</mark>

$$\mathsf{Ro} = \frac{Vonl - Vofl}{Vofl} * Rl$$

ولتاژ خروجی با بار کامل(Vofl)





$$\mathsf{R}_{\mathsf{out}} = \frac{44mV - 40mV}{40mV} * 47k\Omega = 4.7k\Omega$$

## 7)خازن C1 را بین پایه امیتر و زمین قرار دهید و مراحل بالا را انجام دهید.



$$Av = \frac{Vo}{Vi}$$

#### 1-7)با اندازه گیری ولتاژ ورودی و خروجی بهره ولتاژ را به دست آورید.



چون با اتصال خازن بین امیتر و زمین بهره ترانزیستور خیلی زیاد شـده،شـکل موج ورودی در مقابل خروجی ناچیز اسـت.می توانیم این دو شـکل موج را در دو plot مختلف ببینیم.

#### Vin=8.12v Vout =1281mv



$$A_v = \frac{1281mV}{8.12mV} = 157$$

7-2)با به دست آوردن شـکل موج جریان ورودی وخروجی و محاسـبه دامنه آن ها بهره جریان را به دست آورید.

$$Ai = \frac{Il}{Ii}$$



$$A_i = \frac{31.2uA}{3.1uA} = 10$$

#### 6-3)با استفاده از رابطه زیر مقاومت ورودی تقویت کننده را به دست آورید.





 $\frac{8.12mV}{3.12uA} = 2.6k\Omega$  $R_{in}=$ 

6-4)با استفاده از رابطه زیر مقاومت خروجی را بدست آورید.

$$\mathsf{Ro} = \frac{Vonl - Vofl}{Vofl} * Rl$$

#### ولتاژ خروجی با بار کامل(Vofl)



## ولتاژ خروجی بدون بار(Vonl)



$$R_{out} = \frac{1.4V - 1.3V}{1.3} * 47 = 3.6k\Omega$$

تمرين:

8)دو مرحله بالا را بررسی کرده و تجزیه و تحلیل کنید.

## تحلیل فرکانسی (AC Sweep)

از این روش برای بررسی پاسخ فرکانسی مدار استفاده می شود.

برای انجام این تحلیل ابتدا تنظیمات منبع را انجام می دهیم.برای این کار از منبع Vsrc می توان استفاده کرد وکافیست به کمیت AC آن مقدار بدهیم.همچنین می توان از منابع متناوب مثل منبع سینوسی نیز استفاده کرد.فقط باید علاوه بر پارامترهای اصلی آن منبع، کمیت AC آن نیز مقدار دهی شود.



برای مقدار دهی منبع ولتاژ سینوسی روی آن دوبار کلیک کنید تا پنجره مشخصات آن باز شود بعد از باز شدن این پنجره به پارامتر AC مقدار دلخواه را بدهید.

	Orcad Capture - [Property Editor]							
	🛐 File Edit View Place Macro Accessories Options Window Help							
Ł								
Γ								
Ν	New Column Apply Display Delete Property Filter by: Orcad-PSpice Help							
	Reference Value rvar AC DC DF FREQ PHASE Source Part TD VAMPL VOFF							
1	SCHEMATIC1 : PAGE1 : Vsin     Vsin     VSIN     10     0     VSIN.Normal     0							

سپس باید در تنظیمات Simulation setting در قسمت نوع تحلیل AC Sweep/Noise را انتخاب کنیم.

در قسمت Ac Sweep Type یکی از حالت های Linear یا logarithmic را انتخاب کنید. (logarithmic مناسب ترہ)

در قسمت Start frequency فرکانس شروع و در قسمت End Frequency فرکانس پایانی را می نویسیم.

اگر Linearانتخاب شود قسمت Total point را مقدار دهی می کنیم(تعداد نقاطی که باید محاسبه شوند)

اگر Logarithmic را انتخاب کنیم باید Points/Decade را مقدار دهی کنیم. مثلا:1000

Simulation Settings - 123		×
General Analysis Include Files	Libraries Stimulus Options	s Data Collection Probe Window
Analysis type: AC Sweep/Noise Options: Cop	AC Sweep Type C Linear Logarithmic Decade Noise Analysis C Enabled Output V I/V Sour Interval:	Start Frequency: 1 End Frequency: 100k Points/Decade: 1000
	Output File Options Include detailed bias p controlled sources and OK Cance	el Apply Help

پس از این کار مدار را شبیه سازی نموده و در محیط probe منحنی پاسخ فرکانسی کمیت مورد نظر را مشاهده می کنیم.





 $Fc = \frac{1}{2\pi RC}$ 

فرگانس قطع:

RL



			_ \	$\langle \nabla \rangle$	$\sim$					1	
/sin										[	
)										$\mathcal{Z}$	_ L1
										$\prec$	
										$\prec$	
										-2	
	/sin )	<b>/sin</b>	<b>/sin</b>	/sin	/sin	/sin	/sin	/sin	/sin	/sin	1/sin 1

$$Fc = \frac{R}{2\pi L}$$

فركانس قطع:

مثال:با استفاده از یک مقاومت R=10k و C=10nF یک فیلتر بالا گذر طراحی کنید و منحی پاسخ فرکانسـی آن را مشـاهده نموده و فرکانس قطع آن را محاسـبه کنید و آن را با مقدار تئوری مقایسـه کنید.

		C2			
	Vsin	 	0n		
$\left( \begin{array}{c} \\ \end{array} \right)$					≧ R2≥ 10k

#### مدار فیلتر بالا گذر RC :

$$Fc = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi * 10 * 10^3 * 10 * 10^{-9}} = 1.5 \text{kHz}$$

فركانس قطع بصورت تئورى:

برای مشاهده پاسخ فرکانسی مدار باید از حالت تحلیل AC Sweep نرم افزار استفاده کنیم برای این کار در Simulation Setting نوع تحلیل را AC Sweep/Noise انتخاب می کنیم.

Simulation Settings - 123					
General       Analysis       Include Files         Analysis type:          AC Sweep/Noise          Options:          Øgeneral Settings          Monte Carlo/Worst Case          Parametric Sweep          Temperature (Sweep)          Save Bias Point          Load Bias Point	Libraries Stimulus Option AC Sweep Type C Linear Logarithmic Decade Noise Analysis Enabled Output I/V Sou Interva	Image:     Voltage:     Image:     Image:     Image:     Image:			
	Output File Options Include detailed bias controlled sources an OK Cano	point information for nonlinear d semiconductors (.OP) cel Apply Help			

سپس OK کرده و برنامه را اجرا می کنیم.



#### پاسخ فرکانسی مدار:

<u>pr12</u>



تمرينات

1) با استفاده از یک سـلف 10mH و مقاومت ۱K فیلتر پایین گذر طراحی کنید و فرکانس قطع آنرا اندازه گیری کرده و با مقدار تئوری مقایسـه کنید.

2)یک فیلتر حذف باند و با مدار رزونانس سـری با مقادیر تمرین قبل طراحی کنید.

3)اثر مقاومت مدار را با افزایش و کاهش مقاومت در مثال قبل و تمرین قبل بررسـی کنید.

4)یک فیلتر میان گذر با مدار رزونانس ساری با فرکانس رزونانس 100kو BW=10k طراحی کنید.

فیلتر میان گذر: به دو روش می توان فیلتر میان گذر ساده طراحی نمود.

### مدار فیلتر میان گذر با رزونانس سری



## مدار فیلتر میان گذر با رزونانس موازی



C2 L2 Xl Xc Lw = $\frac{1}{R}$ = $\frac{1}{R}$ = $\frac{1}{R}$ = $\frac{1}{RCw}$ Vsin R R2 В  $2\pi L$ 



$$Q = \frac{R}{Xl} = \frac{R}{Xc} = \frac{R}{Lw} = Rcw$$

$$BW = \frac{1}{2\pi RC}$$

#### روابط کلی برای همه مدارهای میان گذر و حذف باند:

 $BW = \frac{Fr}{Q}$  $Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 



فيلتر حذف باند:

می توان به دو روش زیر طراحی نمود.روابط این مدارها نیز همان روابط فیلتر میان گذر است.

مدار فیلتر حذف باند با رزونانس موازی

	L2	
 1		2 Vout
sin		R2
	0	· · · · · · ·



## مدار فیلتر حذف باند با رزونانس سـری

اسـيلاتور:

برای طراحی اسیلاتورها چون یکی از شرایط نوسان سازی وجود ضربه ی اولیه است.برای این کار باید شرط اولیه ای را در مدار ایجاد کرد که معمولا با ولتاژ خازن تعریف می شود.برای این کار از قطعه ی ic1 و ic2 استفاده می شود. ic1 برا ی تعیین ولتاژ یک گره نسبت به زمین و ic2 برای تعیین ولتاژ یک گره نسبت به گره دیگر می باشـد .





تمرین:مدارهای اسیلاتور کتاب آزمایشگاه مخابرات را طراحی کنید.(نوسان ساز کول پیتس،پل وین،مولتی ویبراتور،آستابل ترانزیستوری و...)

## مشاهده منحــنی مشخصه ولت آمپر دیود :

برای مشاهده منحنی مشخصه دیود ابتده مدار زیر را می بندیم.

<u>pr14</u>



سپس از منوی New Simulation Profile ، PSpise را انتخاب کرده و در کادر باز شـده و در زبانه انالیز DC Sweep variable را انتخاب می کنیم هم چنین Sweep variable را بر روی Voltage Source تنظیم کرده و نام منبع را در قسـمت Name وارد می کنیم.

در قسمت Sweep Type مقادیر ولتاژ شروع (Strat Value) و ولتاژ پایانی (End Value) و نیز میزان افزایش ولتاژ (Increment) را وارد می کنیم.

Simulation Settings - 1								
General Analysis Include File	es   Libraries   Stimulus   C	Options Data Collection	n Probe Window					
Analysis type: DC Sweep Options: Primary Sweep Secondary Sweep Mante Cade (Want Case)	Sweep variable Voltage source Current source Global parameter Model parameter C Temperature	Name: VE Model type: Model name: Parameter name:						
Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep type C Linear C Logarithmic Deca C Value list	Start value: End value: Increment:	-3 1 .0001					
	ОК	Cancel Apply	Help					

باید منحنی تغییرات جریان را مشاهده کنیم بنابراین مارکر جریان را در پایه آند دیود قرار می دهیم.



#### حال برنامه را اجرا(Run) می کنیم.


## تصویر واضح تری از منحنی مشخصه ولت آمپر دیود:



## از مدار بالا برای مشاهده منحنی مشخصه دیود زنر نیز استفاده می شود.



#### <u>pr15</u>



از مدارت زیر نیز می توان برای مشـاهده منحنی مشـخصه دیود اسـتفاده کرد. فقط باید محور x را برای VD(ولتاژ دیود) تنظیم کنید.





## منحنی مشخصه دیود زنر با استفاده از مدار دوم:



### مشاهده منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در دما های مختلف:

برا<mark>ی</mark> این کار بعد از تنظیمات Secondary Sweep ، Primary Sweep را نیز مثل شـکل زیر تنظیم می کنیم.

Simulation Settings - 1	
General Analysis Include File	es Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window
Analysis type: DC Sweep ▼ Options: Primary Sweep Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep)	Sweep variable         O Voltage source       Name:         O Current source       Model type:         O Global parameter       Model name:         O Model parameter       Model name:         O Temperature       Parameter name:
Save Bias Point	○ Linear     Start value:       ○ Logarithmic Decade     End value:       Increment:     Increment:
	OK Cancel Apply Help

## منحنی مشخصه ولت آمپر دیود در دما های مختلف



# مشاهده منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور BJT

ابتدا مدار زیر را رسـم می کنیم سـپس پراب جریان را در کلکتور ترانزیسـتور قرار می دهیم چون منحنی بر حسـب تغییرات جریان کلکتور Cc بر حسـب Vce رسـم می شـود و علاوه برآن جریان کلکتور نیز وابسـته به جریان بیس اسـت .

<u>pr16</u>



هر کدام از منحنی های خروجی مربوط به جریان B مشخصی می باشد ،بنابراین برای مشاهده منحنی خروجی هم منبع ولتاژ VCE و هم منبع جریان IB باید تغییر کنند. به این سبب در تنظیمات Simulation Setting پس از انتخاب DC Sweep باید در قسمت Options علاوه بر تنظیمات Primary Sweep باید Primary Sweep را انتخاب و تنظیمات مربوطه را انجام دهیم.

Simulation Settings - 1	X
General Analysis Include File	s   Libraries   Stimulus   Options   Data Collection   Probe Window
Analysis type: DC Sweep Options: Primary Sweep Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep variable         Voltage source       Name:         Current source       Model type:         Global parameter       Model name:         Model parameter       Model name:         Model parameter       Model name:         Temperature       Parameter name:         Sweep type       Start value:       0         Linear       End value:       12         Logarithmic       Decade       Increment:       .01
	OK Cancel Apply Help

پس از انتخاب Voltage Source، Sweep variable در قسمت Voltage Source، Sweep variable را انتخاب کرده و نام منبع ولتاژ کلکتور را در قسمت Name می نویسیم و در قسمت Sweep Type مقدار شروع و پایان منبع ولتاژ کلکتور را می نویسیم.

Simulation Settings - 1	×
General Analysis Include Fil	es Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window
Analysis type: DC Sweep  Coptions:  Primary Sweep  Secondary Sweep  Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep variable       Name:       VCE         Current source       Model type:       Image: Constraint of the second sec
	OK Cancel Apply Help

برای تنظیمات Secondary Sweep کون منبع جریان در بیس قرار دارد بنابراین Sweep Variable را بر روی Current Source و نام منبع جریان بیس را در قسمت Name وارد می کنیم. در قسمت Sweep Type مقادیر جریان شـروع (مثلا:0) ،جریان پایانی (مثلا:100میکرو آمپر) و میزان افزایش را تنظیم می کنیم.

imulation Settings - 1		
General Analysis Include Fil	les Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window	
Analysis type:	Sweep variable	
DC Sweep 💌	C Voltage source Name: IB	
Options:	Current source     Model type:	
Primary Sweep	C Model parameter Model name:	
✓ Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case	Temperature     Parameter name:	
Temperature (Sweep)	Sweep type	
	Linear	
<u></u>	C Logarithmic Decade -	
	Increment: 10u	
	O Value list	
	OK Cancel Apply Help	

تذکر:در این قسمت میزان افزایش با توجه به تعداد منحنی هایی که می خواهیم ببینیم تنظیم می شود و نباید در مقایسه با مقادیر شروع و پایان عدد کوچکی باشد . مثلا اگر Auo1 را انتخاب کنیم با توجه به جریان شروع و جریان پایانی حدودا 11 منحنی را مشاهده می کنیم.



#### مشاهده منحنی مشخصه خروجی JFET

چون JFET ترانزیستور کنترل شونده با ولتاژ است پس نیازی به منبع جریان ندارد فقط به این نقطه توجه کنید که ولتاژ گیت باید منفی باشد.



## Primary Sweep: همان تنظيمات BJT است و فقط نام منبع عوض شده است.

Simulation Settings - 1	X
General Analysis Include	Files Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window
Analysis type: DC Sweep  Coptions:  Primary Sweep Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep variable   Voltage source   Current source   Global parameter   Model type:   Model parameter   Model name:   Temperature   Parameter name:     Sweep type   Linear   Logarithmic   Decade   Temperature     Start value:   14   Increment:   .01
	OK Cancel Apply Help

Secondary Sweep : چون در این مدار به جای منبع جریان بیس منبع ولتاژ گیت وجود دارد پس باید به جای Voltage source ، Current sourse را انتخاب کنیم.

Simulation Settings - 1	×
General Analysis Include File	es   Libraries   Stimulus   Options   Data Collection   Probe Window
Analysis type: DC Sweep  Coptions:  Primary Sweep  Secondary Sweep  Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Sweep variable   Voltage source   Current source   Global parameter   Model type:   Model parameter   Model name:   Temperature   Parameter name:     Sweep type   Linear   Logarithmic   Decade   Increment:     1
	OK Cancel Apply Help

#### منحنی مشخصه خروجی JFET

