## 第三章 基本电路特性分析

联系方式: 董 安 明 E-mail: <u>anmingdong@163.com</u> Tel: 13689325117



- 可以在OrCAD Capture绘图程序中启动 PSpice进行模拟分析。
- 模拟分析的基本过程包括:
  - 绘制电路图
  - 特性分析类型确定和参数设置
  - 模拟分析计算
  - 模拟结果分析

- 3.1.1 绘制电路图
  - 首先绘制好电路图,作为模拟分析的输入。
- 3.1.2 特性分析类型确定和参数设置
  - Orcad/PSpic A/D版本9有四种基本的分析类型:
    - 基本直流分析
    - 直流DC扫描
    - 交流信号AC分析
    - 瞬态TRAN分析
  - 在电路模拟中,根据分析要求,建立模拟类型分组
     (Simulation Profile),以确定分析类型和设置分析参数。
  - 每一种电路的一个模拟类型分组中只能包括上述4种基本分析 类型中的一种,但可以同时包括温度特性分析、参数扫描、 蒙特卡罗分析和直流工作点的存取等。

#### 3.1.2 特性分析类型确定和参数设置

- 1. 调出PSpice命令菜单
  - 在Orcad Capture中调用PSpice主命令。

👪 OrCAD Capture - [/ - (SC	HEMATIC1 : PAGE1)]	
🚺 <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>P</u> lace <u>M</u> acro	PSpice Accessories Options	<u>W</u> indow <u>H</u> elp
	<u>N</u> ew Simulation Profile <u>E</u> dit Simulation Settings <u>R</u> un	
· · · ·	<u>V</u> iew Simulation Results	2
	Vie <u>w</u> Output File	
	<u>C</u> reate Netlist	
	V <u>i</u> ew Netlist	
D	<u>P</u> lace Optimizer Parameters	
	Run <u>O</u> ptimizer	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Markers	🕨       🖕   RC2
n a state a sta	IUK	CLOAD 1 10k and a second second

- 3.1.2 特性分析类型确定和参数设置
- 2. 建立模拟类型分组
  - 执行Pspice/New Simulation Profile,出现New Simulation 对话框。

New Simulation	×
Name:	Create
<u>I</u> nherit From:	Cancel
none 💌	
Root SCHEMATIC1	

■ 在Name栏键入模拟类型组的名称,我们用AC sweep。



■ 3.1.3 模址公标斗笛 📓 <u>F</u>ile <u>E</u>dit <u>V</u>iew <u>S</u>imulation <u>T</u>race <u>P</u>lot T<u>o</u>ols <u>W</u>indow <u>H</u>elp F ■ 设置好 🖆 👻 😅 🖆 🖬 🎒 🕌 🛍 🚨 으 으 🔺 🌾 🧏 🦄 SCHEMATIC1-AC Sweep 行PSpic 🔍 🔍 🕲 🔍 🛄 🌆 👾 🖬 😂 砂 ジ び 🗏 木 平 本 本 森 母 母 伊 🏸 析。 1.0KHz 1.0MHz 10KHz 100KHz 10MHz 100MHz Frequency 👼 test-SCH. . Reading and checking circuit 츽  $\mathbf{A}$ Circuit read in and checked, n Capacitors: 1 Calculating bias point B.TTs: 4 Bias point calculated Resistors: 5 AC (and Noise) Analysis Voltage S... 3 AC Analysis finished Simulation complete Analysis \ Watch \ Devices / For Help, press F1 Freq = 100.0E+06100%

### ■ 3.1.3 模拟分析计算

■ 在弹出的PSpice窗口中执行Trace/Add Trace,选择相更输出的信号节占夕称

Simulation Output Variables			Functions or Macros	
×			Analog Operators and Functi	ons 💌
V(N00419) V(N00422) V(N00471) V(0N0ISE) V(0ut) V(012) V(01:e) V(01:e) V(02:b) V(02:c) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(02:e) V(04:e)		<ul> <li>Analog</li> <li>Digital</li> <li>Voltages</li> <li>Currents</li> <li>Nojse (V2/Hz)</li> <li>Alias Names</li> <li>Subcircuit Nodes</li> </ul>	# () * + / @ ABCTAN() ATAN() AVG() AVG() AVG() AVG() D() DB() ENVMAX(,) ENVMIN(.) EXP() G() IMG() LOG() LOG()	
V(RC2:1) V(RC2:2)	~	128 variables listed	M() MAX()	~
Full List				
Irace Expression: V(Out2)			<u> </u>	el <u>H</u> elp



### ■ 3.1.4 电路模拟结果分析

电路模拟结束后,应根据不同情况,采用不同的方式分析模拟结果。

- 1. 模拟结果信号波形分析
  - 基本的电路特性分析结果存放在以DAT为扩展名的数据文件中。
  - 如果模拟分析过程正常结束,就可调用波形显示 和分析模块Probe,采用人机交互方式,以DAT 结果数据文件为输入分析模拟结果。
- 2.出错信息显示分析
- 3. 模拟结果输出文件查阅

# 3.2 直流工作点分析(Bias Point Detail)

## ■ 3.2.1 功能

- 在模拟参数设置窗口中的Analysis type栏中选择Bias Point,出现设置对话框:
- 选中"Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors",完成直流工作点分析设置。
- 然后运行PSpice,即可完成直流工作点分析。
- 在分析的过程中, PSpice将电路中的电容开路, 电感短路,对各个信号源取其直流电平 值,然后用迭代的方法计算电路的直流 偏置状态。
- 图中的Perform Sensitivity analysis和
   Calculate small-signal DC gain两项分别
   用于直流灵敏度分析和直流传输特性分析

Simulation Settings -	- Bias		
Options General Analysis Analysis type: Bias Point Options Ceneral Settings Temperature (Sweep) Load Bias Point Save Bias Point	Data Collection Include Files Output File Options ✓ Include detailed bis nonlinear controlled ✓ Perform Sensitivity Output ✓ Calculate small-sign From Input source To Qutput	Probe Libraries as point informatic sources and semic analysis nal DC gai VI V(Out2)	Window Stimulus
	确定 取	肖   应用(A)	

# 3.2 直流工作点分析(Bias Point Detail)

### ■ 3.2.2 结果输出

- 完成直流工作点分析后,PSpice将结果自动存入OUT输出文件:包括
  - 各个节点电压
  - 流过各个电压源的电流
  - 总功耗
  - 以及所有非线性受控源和半导体器件的小信号(线性化)参数
- 需要指出的是,即使用户未选择进行"Bias Point"分析,PSpice程序运行时,实际上也首先要进行直流工作点分析,只是存入输出文件中的信息比较简单,没有小信号线性化参数值。

## 3.2 直流工作点分析(Bias Point

💹 SCHENATIO	C1-Bias - Or(	AD PSpice	A/D Demo -	- [test-SC	HELATIC1-Bias. or	nt (active)	)] 🔲 🗖 🚺
🖹 <u>F</u> ile <u>E</u> dit	<u>V</u> iew <u>S</u> imulatio	n <u>T</u> race <u>P</u> lot	. T <u>o</u> ols <u>W</u> indo	ow <u>H</u> elp			_ 8 ×
1 🗧 🕶 🖆	e 🖬 🖨 🗍 X	h 🛍 🗅	a 🔺 🐐 🌶	🗞 🍂 🛛 🕏 SC	HEMATIC1-Bias	• II	
lla a a c			B Norme III o	* V. * V	1 75 75 AL OF BU	(iy)	
		⊐   <del>  -</del> - 290 °0		S. 1971 X. 444	e / "; ≪ny ana ⇒; ;+-	~	
							~
**** BIPC	DLAR JUNCTION 7	TRANSISTORS					
NAME	Q_Q4	Q_Q3	Q_Q2	Q_Q1			
MODEL	Q2N2222	Q2N2222	Q2N2222	Q2N2222			
	4.34£-08 6 55F-04	4.346-00 6 55F-04	7.09E-00 1 32E-03	1.096-00			
VBE	6.33E-01	6.33E-04	6.50E-01	6.50E-01			
VBC	-5.45E+00	-5.45E+00	-1.07E+01	0.00E+00			
VCE	6.09E+00	6.09E+00	1.14E+01	6.50E-01			
BETADC	1.51E+02	1.51E+02	1.71E+02	1.50E+02			
GM	2.53E-02	2.53E-02	5.08E-02	4.44E-02			
RPI	6.67E+03	6.67E+03	3.72E+03	3.72E+03			
RX	1.00E+01	1.00E+01	1.00E+01	1.00E+01			
RO	1.21E+05	1.21E+05	6.43E+04	6.43E+04			_
CBE	4.64E-11	4.64E-11	5.74E-11	5.47E-11			<u> </u>
	_						
🛃 test-SCH	🖹 test-SCH						
x	Simulatio	n Profile: SC					
Simulation	n running				-		
No recogn	ized product con	figuration sel	ecte	Capacitors: BTT-	1		
** circui Reading a	t file for profiled	le: Bias		Resistors:	5		
Circuit r	ead in and check	ed, no errors		Voltage S	3		
Calculati	ng bias point	,					
Bias poin	t calculated	0	⊻      Ľ	1.0.			
		J		🗌 🕨 🔪 Analysis	<u>∧ Watch ∧ Devices</u> /		
For Help, press	5 F1					100%	

3.3 直流灵敏度分析 (DC Sensitivity)

### ■ 3.3.1 灵敏度分析的含义

- 虽然电路特性完全取决于电路中的元器件取值,但是对电路中不同的元器件,即使元器件值变化的幅度相同,引起电路特性的变化也不会完全相同。
- <u>灵敏度分析</u>就是定量分析、比较电路特性对每个电路元器 件参数的敏感程度。
- PSpice中直流灵敏度分析是分析指定的节点电压对电路中电阻、独立电压源和独立电流源、电压控制开关和电流控制开关、二极管、双极晶体管共5类元器件参数的敏感度,并将计算结果自动存入OUT输出文件中。



PSpice中采用了两种不同的方式定量表示直流灵敏度。

- 1.元件灵敏度S
  - S指电路特性参数T对元器件值X绝对变化的灵敏度。
     即 S(T,X)=ƏT/ƏX
  - 例如:对图中的简单电阻分压电路,输出电压对电阻R1和R2的元件灵敏度分别为:

 $S(Vo,R1) = \frac{\partial Vo}{\partial R1} = -\frac{V_iR2}{(R1+R2)^2} = -1/16$ 

 $S(Vo,R2) = \frac{\partial Vo}{\partial R2} = \frac{V_iR1}{(R1+R2)^2} = \frac{3}{16}$ 

- 2.相对灵敏度S<sub>N</sub>
  - S<sub>N</sub>指电路特性T对元器件值X相对变化1%情况下的灵敏度。即 S<sub>N</sub>(T,X)=S(T,X)/(X/100)
  - 对上图所示分压电路:
     S<sub>N</sub>(Vo,R1)= S(Vo,R1)/(R1/100)= -V<sub>i</sub>R1 R2/[100 (R1+R2)<sup>2</sup>]=-3/1600 S<sub>N</sub> (Vo,R2)= S(Vo,R2)/(R2/100)= V<sub>i</sub>R1 R2/[100 (R1+R2)<sup>2</sup>]=3/1600
  - 由上分析可见,对图中所示的简单的分压电路,输出电压对两个电阻元件的灵敏度值并不相同,但对这两个电阻的绝对灵敏度的绝对值则一样。



- Simulation Settings DC Sensitity Options Data Collection Probe Window Analysis General Include Files Libraries Stimulus Analysis type: Output File Options Bias Point Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors Options Perform Sensitivity analysis ✓General Settings V(Out) Output \_\_Temperature (Sweep) Load Bias Point 🔽 Calculate small-signal DC gai Save Bias Point From Input source 帮助 确定 取消
- 在电路特性分析类型设置框中选中Perform Sensitivit analysis,并在其下方的Output栏键入节点电压参数名,即 完成直流灵敏度分析设置。
- Out输出结果为:

ELEMENT NAME	ELEMENT VALUE	ELEMENT SENSITIVITY (VOLTS/UNIT)	NORMALIZED SENSITIVITY (VOLTS/PERCENT)
R_R2 R_R1 V_Vin	1.000E+00 3.000E+00 1.000E+00	1.875E-01 -6.250E-02 2.500E-01	1.875E-03 -1.875E-03 2.500E-03
JOB CONCL	UDED		
TOTAL JOB	5 TIME	.02	



数。

- 要进行直流传输特性分析,应在模拟特性参数设置框中选中Calculate small-signal DC gain 并在From Input Source 出变量名。
- 直流传输特性的

 $V(OUT2)/V_V1 = 1.013E+02$ 

INPUT RESISTANCE AT  $V_V1 = 1.534E+04$ 

OUTPUT RESISTANCE AT V(OUT2) = 9.617E+03

件:



建立如图所示电路。



3.5 直流特性扫描特性分析 (DC Sweep)

- 3.5.1 功能
- 直流特性扫描分析的作用是:
  - 当电路中某一参数(称自变量)在一定范围内变化时,对自变量的每一个取值,计算电路的直流偏置特性(称为输出变量)。在分析过程中,电容开路,电感短路,各个信号源取其直流电平值;若电路中还包括有逻辑单元,则将每个逻辑器件的延迟取为0,逻辑信号激励源取其t=0时的值。
  - 在进行直流特性扫描分析时,还可指定一个参变量并确定其变化范围。对参变量的每一个取值,均使自变量在其变化范围内按每一个设定值,计算输出变量的变化情况。例如对双极晶体管,将集电极和发射极之间的外加电压Vce作为自变量,加在基极上的恒流源Ib作为参变量,流过集电极的电流Ic作为输出变量,调用PSpice进行直流特性扫描分析,就可以得到该晶体管的一组直流输出特性。
  - 直流特性扫描分析在分析放大器的转移特性,逻辑门的高低逻辑阈值
     等方面均有很大作用。

3.5 直流特性扫描特性分析 (DC Sweep)

Simulation Settings - DCSweep

■ 3.5.2 DC分析的参数设置

- 要进行DC分析,必须指定 自变量和参变量并设置其 变化情况。在电路特性分析 类型设置框的Analysis type 栏中,选择DC Sweep,屏 幕上将出现直流特性扫描分 析参数设置框。
- Data Collection Probe Window Options Analysis General Include Files Libraries Stimulus Analysis type: Sweep variable DC Sweep Voltage sourc VD Name: Ψ. C Current sourc Model Options C Global paramet Primary Sweep Model 🔘 Model parameter ▼Secondary Sweep C Temperature Parameter Monte Carlo/Worst Parametric Sweep Sweep type 🗌 Temperature (Sweer OV Start 🖲 Linear □Save Bias Point 57 End 🔘 Logarithmi Decade 🔻 🔻 0.17 Increment: 🔘 Value li 取消 应用(A) 帮助 确定

■ 1. 自变量的设置

# 3.5 直流特性扫描特性分析 (DC Sweep)

### ■ 3.5.2 DC分析的参数设置

■ 2. 参变量的设置

Simulation Settings -	DCSweep			×
Simulation Settings - Options General Analysis Analysis type: DC Sweep Options Primary Sweep Monte Carlo/Worst Parametric Sweep Temperature (Sweep Save Bior Point	Deta Collection Data Collection Include Files Sweep variable © Yoltage sourc Name © Current sourc © Global parameto © Model parameteo © Temperature Para Sweep type © Linear	Prob Libraries	e Window Stimulus	
∟Save Bias Point 💌	C Logarithmi Decade 🔽	End <u>I</u> ncrement:	2V 0.5V	
	(Value II) 确定 取消		帮助	





3.6 交流小信号频率特性分析 (AC Sweep)

▶3.6.1 功能

▶交流小信号频率特性分析的作用是计算交流小信号频率响应特性。

▶分析时首先计算电路的直流工作点,并在工作点处对电路中各个非线性元件 作线性化处理得到线性化的交流小信号等小电路。然后使电路交流信号源的频 率在一定范围内变化并用交流小信号等小电路计算电路输出交流信号的变化。

▶本项分析又简称AC分析。

▶3.6.2 频率参数设置

▶ 在电路分析类型设置窗口的Options一栏选择AC Sweep/Noise,屏幕上将显示 交流小信号特性分析参数设置窗口。

▶标题为AC Sweep Type下的Linear和Logarithmic两项用于确定AC分析中交流 信号源的频率变化方式。

▶在AC分析中不需要再指定交流信号源名。



- **5.0.3** 刑 田 文 里 印 佣 化
  - AC分析结果将自动存入Probe数据 文件,这时可以调用Probe模块, 选择观察不同节点处的交流频率响应。
  - 如果要将结果存入OUT输出文件, 须按照4.5节介绍的方法,在电流图中相应节点处放置代表输出变量的输出指示符VPRINT,VPLOT或IPRINT,IPLOT。这些节点处交流输出电压或电流随频率变化情况的频率响应特性数据才会存入OUT输出文件。
  - 对于我们所用的差分对电路,信号源V1为交流信号源,其振幅设为 1V,初始相位为0度。按右上角图中的设置进行AC分析后在DAT输出 文件中将保存有节点电压及支路电流交流信号随频率变化的情况。
  - 频率从1KHZ开始,按数量级变化,直到100MHz。即1KHz—10KHZ— 100KHz—1MHz—10MHz—100MHz共分5个区间,每个区间取4个点 频。
  - 仿真后用Probe模块得到OUT2节点处交流特性分析结果。

Options	1	Data Collecti	on	Prob	e Window	1
General Ar	nalysis	Include Fi	les	Libraries	Stimulus	
<u>A</u> nalysis type:		AC Sweep Type				
AC Sweep/Noise		C <u>L</u> inear		<u>S</u> tart	1 K	
<u>O</u> ptions		🖲 L <u>og</u> arithmi		<u>E</u> nd	100MEG	
General Setting     General Setting	s st Cas	Decade	•	Points/ <u>D</u> ecade	4	Λ
Parametric Sweet Temperature (Sw	p eep)	-Noise Analysis	;			
		✓ Enabled	0 <u>u</u> tput	V (Out2)		
ļ			I/ <u>V</u>	V1		
			<u>I</u> nterv:	5	_	
	l					
		确定	取消	小应用低	帮助	

Simulation Settings - AC Sweep

X



12V

-12V

VEE

∨3 '**⊣ ||**-

Q2N2222

Q2N2222

VEE

3.6 交流小信号频率特性分析(AC Sweep)

# 3.7 噪声分析(Noise Analysis)

- 3.7.1 功能
  - 电路中每个电阻和半导体器件在工作时都要产生噪声。为 了定量表征电路中的噪声大小,PSpice采用了一种等效计 算方法:
    - (1) 选定一个节点作为输出节点,将每个电阻和半导体器件噪声源 在该节点处产生的噪声电压均方根值(RMS)叠加。
    - (2)选定一个独立电压源或独立电流源,计算电路中从该独立电压源(电流源)到上述输出节点处的增益,再将第(1)步计算得到的输出节点出总噪声除以该增益就得到在该独立电压源(电流源)处的等效噪声
  - 由此可见,等效噪声相当于将电路中所有的噪声源都集中 到选定的独立电压源(或电流源)处。其作用大小相当于 在独立源处加上大小等于等效噪声的噪声源,则在节点处 产生的输出噪声大小正好等于实际电路中所有噪声源在输 出节点处产生的噪声。

3.7 噪声分析 Analysis)

- 3.7.2 噪声分析中的参数设置
  - 噪声分析是伴随着AC分析进行的, 在上节课的AC分析参数设置窗口 下半部分的Noise Analysis栏就是 用于噪声分析的参数设置。
- Simulation Settings AC Sweep Data Collection Options Probe Window Analysis Include Files Libraries Stimulus General Analysis type: AC Sweep Type AC Sweep/Noise Ŧ 1 K Start C Linear Options 🖲 Logarithmi End 100MEG General Settings Decade Points/Decade 4 **T** Monte Carlo/Worst Cas Parametric Sweep Noise Analysis Temperature (Sweep) V Enabled Output V (Out2) I/V V1 Interv: 5 确定 取消 帮助
- 选中Enabled复选框,然后设置下属3项分析参数:
  - 1. 输出节点的设置: 图中, Output项用于指定计算输出噪声的节点位置
  - 2. 等效输入噪声源位置的设置: I/V项用于制定计算等效输入噪声源的输入端位置。图中设置为V1,也就是说,将Out2处的等效输出噪声除以从V1到V(Out2)的增益就得到在V1处的等效输入噪声。显然,V1只是计算输入等效噪声源的位置,V1本身不是噪声源。
  - 3. 输出结果间隔的设置: 在噪声分析时,对AC分析时指定的每一个点频, PSpice都要进行噪声分析以得到噪声谱。但并非每一个点频处的噪声分析结果都会输出。噪声分析结果的输出方式由图中的Interval项的设置决定。图中该项设为5,表示每隔5个点频详细输出电路中每一个噪声源在输出节点处产生的噪声分量大小,同时给出输出节点处的总噪声均方根值以及输入噪声的大小。噪声分析的结果只存入OUT输出文件,不涉及PROBE数据文件

# 3.7 噪声分析(Noise Analysis)

#### OUT输出文件中存 放1KHz处噪声分析 结果。

FREOUENCY = 1.000E + 03 HZ\*\*\*\* TRANSISTOR SQUARED NOISE VOLTAGES (SQ V/HZ) Q Q4 Q\_Q3 Q\_Q2 Q\_Q1 RB 1.704E-15 1.701E-15 1.036E-14 1.033E-14 RC 2.445F-23 2.379F-23 9.902F-23 1.263F-22 RF 0.000F + 00 0.000F + 00 0.000F + 00 0.000F + 00IBSN 1.602E-14 1.317E-14 1.621E-16 2.389E-17 4.540E-15 4.419E-15 1.042E-14 1.161E-14 IC IBFN 0.000F + 00 0.000F + 00 0.000F + 00 0.000F + 00TOTAL 2.227E-14 1.929E-14 2.094E-14 2.196E-14 \*\*\*\* RESISTOR SQUARED NOISE VOLTAGES (SQ V/HZ) R\_RC2 R\_RBias R\_RC1 R\_RS2 R\_RS1 TOTAL 1.533E-16 2.607E-17 2.381E-19 1.704E-13 1.701E-13 \*\*\*\* TOTAL OUTPUT NOISE VOLTAGE = 4.252E-13 SO V/HZ = 6.521F-07 V/RT H7TRANSFER FUNCTION VALUE: V(OUT2)/V\_V1 = 1.013E + 02

EQUIVALENT INPUT NOISE AT V\_V1 = 6.436E-09 V/RT HZ

# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

#### ■ 3.8.1 功能

- 瞬态特性分析的目的是在给定输入激励信号作用下,计算电路输出端的瞬态响应。进行瞬态分析时,首先计算t=0时的电路初始状态,然后从t=0到某一给定的时间范围内选取一定的时间步长,计算输出端在不同时刻的输出电平。
- 瞬态分析结果自动存入DAT文件,可以用PROBE模 块分析显示信号波形。
- 如果要将结果存入OUT文件,必须利用VPRINT, VPLOT或IPRINT, IPLOT
- 在瞬态分析中,输入激励信号的波形可以采用脉冲 信号、分段线性信号、正弦调幅信号、调频信号和 指数信号5种不同形式的波形。
- 瞬态分析又称为TRAN分析

_	3.8 瞬态特性
	Analysis)

- 3.8.2 瞬态分析中的参数设置
  - 1. 瞬态特性分析参数设置
    - (1)终止时间设置: 瞬态分析 总是从t=0开始进行, Run to 一项用于设置终止分析的时间。

Simulation Settings -	Iran	×
Options General Analysis Analysis type: Time Domain (Transi • Options • • • • • • • • • • • • •	Data Collection       Probe Window         Include Files       Libraries       Stimulus         Run to       1000ns       seconds         Start saving data       200ns       seconds         Transient options       Maximum step       Ins       seconds         Skip the initial transient bias point calcul:       .tput File Options.	
	<b>确定 取消</b> 应用 (A) <b>帮助</b>	

- (2) 起始输出时间设置:如果不需要从t=0开始以后一段时间的数据,可以在Start Saving data项设置需要输出数据的起始时间。如图所示,设置,瞬态分析后只输出从t=200ns到t=1000ns之间的分析结果。
- (3)分析时间步长设置:根据用户设置的终止时间,PSpice具有自动调节分析时间步长的功能,以兼顾分析精度和需要的计算时间。如果用户对分析时间步长有一定要求,可以在图中的Maximum step项设置用户允许采用的最大步长。在瞬态分析时PSpice首先比较该项设置值和(终止时间/50)两者的大小,整个瞬态分析全过程中采用的时间步长将不会超过这两个量中的小者。
- (4)初始状态设置:若选中Skip the initial transient bias point calculation,则瞬态分析时将跳过初始偏置点的计算,这时偏置条件完全 由电容、电感等元器件的初始条件确定。

	3.8 瞬态特性分
-	Analysis)

3.8.2 瞬态分析中的参数设置

- 2. 控制输出文件内容的参数设置
  - 在图中点击Output File Options按
     钮,屏幕上出现输出文件设置对
     话框,用于设置输出到OUT文件中的数据内容。
  - (1)输出数据的时间步长:图中Print values in the output一项 用于确定输出瞬态分析结果数据时的时间步长。
  - (2)偏置点信息的输出控制:图中最底部的一项用于控制偏置信息的输出。若该项处于选中状态,则与偏置点有关的信息将全部输出,包括所有偏置点处的小信号参数;否则只输出与瞬态分析有关的参数,即各节点的电位。
  - (3) 傅里叶分析参数设置:下节介绍。

inulation	Settings - IKAN
Option General	s Data Collection Probe Window Analysis Include Files Libraries Stimulus
<u>A</u> nalysis typ Time Domain	e: (Transi. The IOOOns seconds
Options	Transient Output File Options 🛛 🛛 🔀
Monte Ca Parametr Temperat Save Bia	Print values in the output 20ns seconds OK Cancel
Load Bis	Center 5MEG hz Number of
	Output V (Out2)
	Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and
L	

# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

- 3.8.2 瞬态分析中的参数设置
  - 在差分对电路中,将电源V1删除,再加入类型为VSIN(source库)的正弦信号激励源,参数设置如下:

PCB Footprint	FREQ	VAMPL	VOFF	Name	Part Refere
	5MEG	0.1V	0	101199	1/1

- 然后运行,出现PSpice窗口。
- 由于输入信号比较小,而输出信号比较大,为了清楚反映两个幅度 差别比较大信号,我们使用两个Y轴显示信号波形:
  - 首先利用PROBE将第一个信号显示在窗口中,我们首先显示V(V1:+)。
  - 然后执行Plot/Add Y Axis,屏幕上将出现标号为2的第二根Y坐标轴,原来的Y轴自动标为1号。
  - 添加第二个信号,我们添加V(Out2)。



# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)



# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

#### 3.8.3 用于瞬态分析的五种激励信号

PSpice软件为瞬态分析提供了5种激励信号波形。下面介绍这5 种信号的波形特点和描述该信号波形时涉及到的参数。其中电平 参数针对的是独立的电压源;对独立的电流源,只需要将字母V 改为I,其单位由伏特改为安培。

■ 1. 脉冲信号(Pulse)

PER TD

TF

TR



# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

- 3.8.3 用于瞬态分析的五种激励信号
  - 2. 分段线性信号PWL(Piece-Wise Linear)

 T1
 T2
 T3
 T4
 T5
 T6
 T7
 T8
 V1
 V2
 V3
 V4
 V5
 V6
 V7
 V8

 /
 0
 1
 1.2
 1.4
 2
 3
 0
 0
 5
 2
 4
 1



# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

- 3.8.3 用于瞬态分析的五种激励信号
  - 3. 调幅正弦信号SIN (Sinusoidal Waveform)







# 3.8 瞬态特性分析(Transient Analysis)

- 3.8.4 例: RC充放电电路瞬态分析
   分析一简单RC电路在脉冲信号作用下的输出瞬态响应。
  - 输入脉冲参数为: v1=0v, v2=1v, td=99ns, tr=1ns, tf=1ns, pw=99ns, per=200ns。
  - 瞬态分析参数设置为: Print step=1ns, Final time=400ns。





	Simulation Settings	- TRAN		$\mathbf{X}$
	Options General Analysis	Data Collection Include Files	Probe Window Libraries   Stimulus	
3.9 傅立叶分析	Analysis type: Time Domain (Transis▼ Options ♥General Settings Monte Carlo/Worst Cas Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Run to 1000n Start saving data 200ns Transient options Maximum step Ins Skip the initial tran	s seconds seconds seconds nsient bias point calcul: <u>\$put File Options</u>	
1 功能 1过傅立叶分析计算瞬态分析结	果波形的	<sup>确定 取消</sup> 力直流、	<u>©用(a)</u> 帮助 基波和	

- 3.9.1 功能
  - 通过傅立叶分析计算瞬态分析 各次谐波分量。
  - 只有瞬态分析以后才能进行傅立叶分析。
- 3.9.2 傅立叶分析中的参数设置
  - Center: 基波频率
  - Number of: 确定傅立叶分析时要计算多少次谐波。
  - Output: 确定傅立叶分析的输出变量名

	12 1		
Transient Output	File Option	នេ	
Frint values in the	output 20ns	seconds	OK Cancel
rerform <u>f</u> ourier A	nal;		
<u>C</u> enter	5MEG hz		
Number of			
Output	V (Out2)		
Include detailed nonlinear control	bias point infor led sources and	rmation for	

	Simulation Settings - IRAN
	Options Data Collection Probe Window General Analysis Include Files Libraries Stimulus
	Analysis type:
	Time Domain (Transivy Run to 1000ns seconds
	Ontions Start saving data 200ns seconds
	General Settings
	Monte Carlo/Worst Cas Maximum step Ins seconds
	☐ Farametric Sweep ☐ Skip the initial transient bias point calcul: ☐ Temperature (Sweep)
	Save Bias Point
	Load Bias Point
FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(OUT2)	
	Iransient Uutput File Uptions
DC COMPONENT = 5.578880E + 00	
	Print values in the output 20pr
HARMONIC FREQUENCY FOURIER NORMALIZED PHASE NORMALIZED	Fine values in the output Zons Seconds
NO (HZ) COMPONENT COMPONENT (DEG) PHASE (DEG)	▼ Perform Fourier Anal
	Center 5MEG by
1 5.000E+06 3.509E-01 1.000E+00 -9.844E+01 0.000E+00	Number of
2 1.000E+07 8.196E-03 2.336E-02 3.431E+01 1.328E+02	
3 1.500E+07 2.943E-03 8.388E-03 2.006E+00 1.004E+02	Output V(Out2)
4 2.000E+07 2.342E-03 6.674E-03 7.993E+00 1.064E+02	
5 2.500E+07 1.882E-03 5.364E-03 9.114E+00 1.076E+02	Include detailed bias point information for
6 3.000E+07 1.570E-03 4.476E-03 1.095E+01 1.094E+02	nonlinear controlled sources and
7 3.500E+07 1.349E-03 3.844E-03 1.248E+01 1.109E+02	
8 4.000E+07 1.184E-03 3.375E-03 1.440E+01 1.128E+02	
9 4.500E+07 1.054E-03 3.004E-03 1.616E+01 1.146E+02	
101AL HARMONIC DISTORTION = 2.728594E+00 PERCENT	
JOD CONCLUDED	



## 3.10 输入激励信号波形的设置