

provide the best service !



PSpice A/D Training Material

2007.02.06

培训目标

- 1、熟悉PSpice的仿真功能;
- 2、熟练掌握各种仿真参数的设置方法, 综合观测并分析仿真结果;
- 3、能够综合运用各种仿真对电路进行分析。

培训知识点

介绍PSpice A/D软件提供的各种仿真分析方法

电路仿真分析中的收敛问题

电路仿真波形的分析与处理

编辑和创建模型

概述

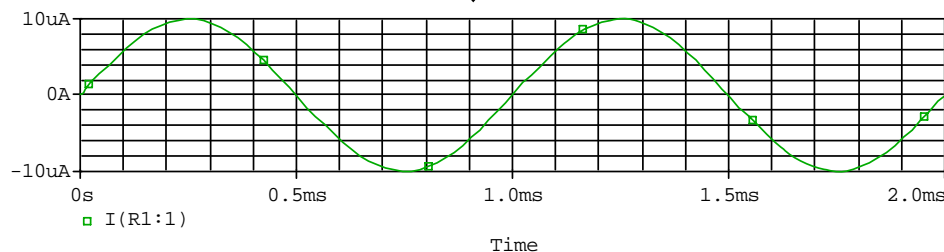
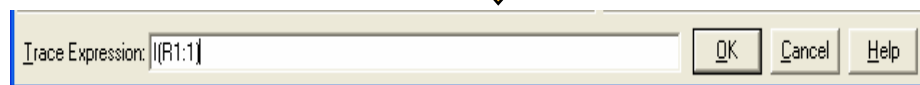
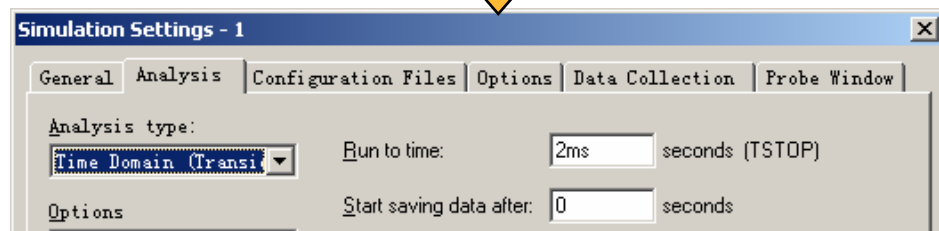
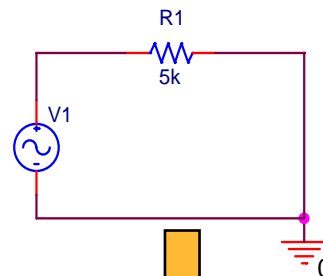
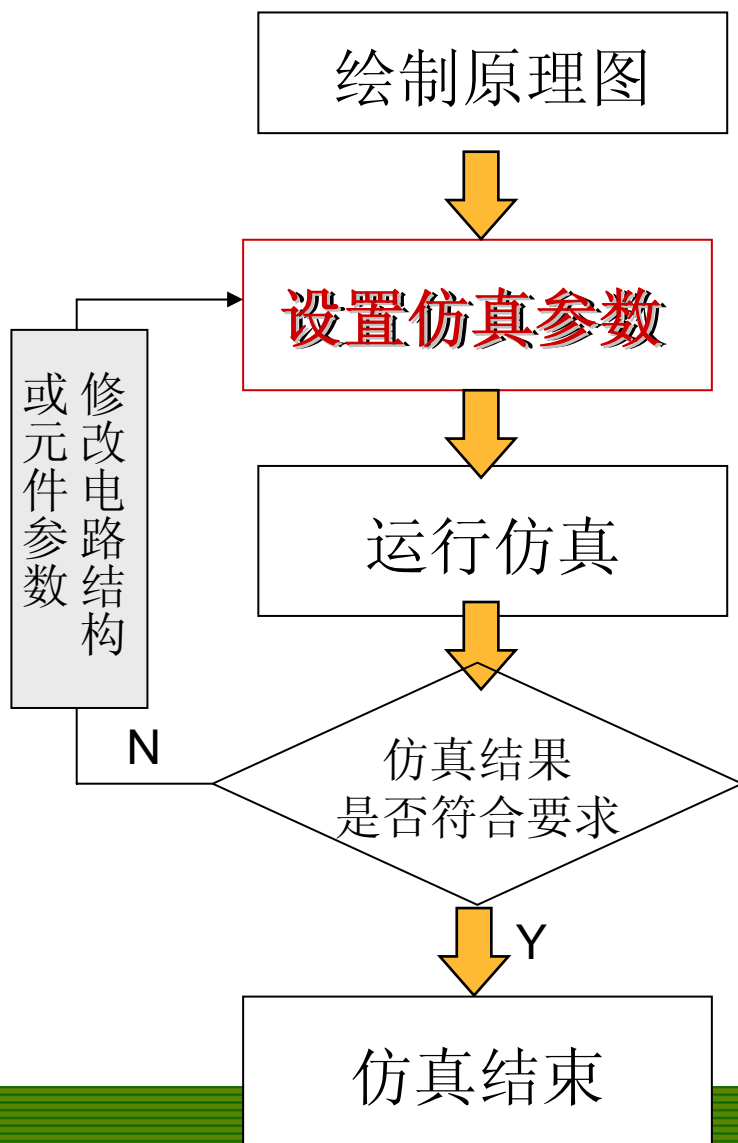
电子设计自动化（Electronic Design Automation）技术，简称EDA，是随着集成电路和计算机的飞速发展而迅速建立起来的一门新学科，近年来，由于它的方便和实用性，EDA仿真技术在电路的设计中得到了较广泛的应用。

在设计大型的模拟电路中，Cadence/OrCAD Pspice A/D的仿真分析达到了相当高的水平，在实际应用中，可以帮助设计者缩短设计周期，减少设计费用，优化和改进电路的设计，可靠性高。该仿真程序具有数字电路与模拟电路的混合仿真能力，但PSpice的优势在于模拟电路。

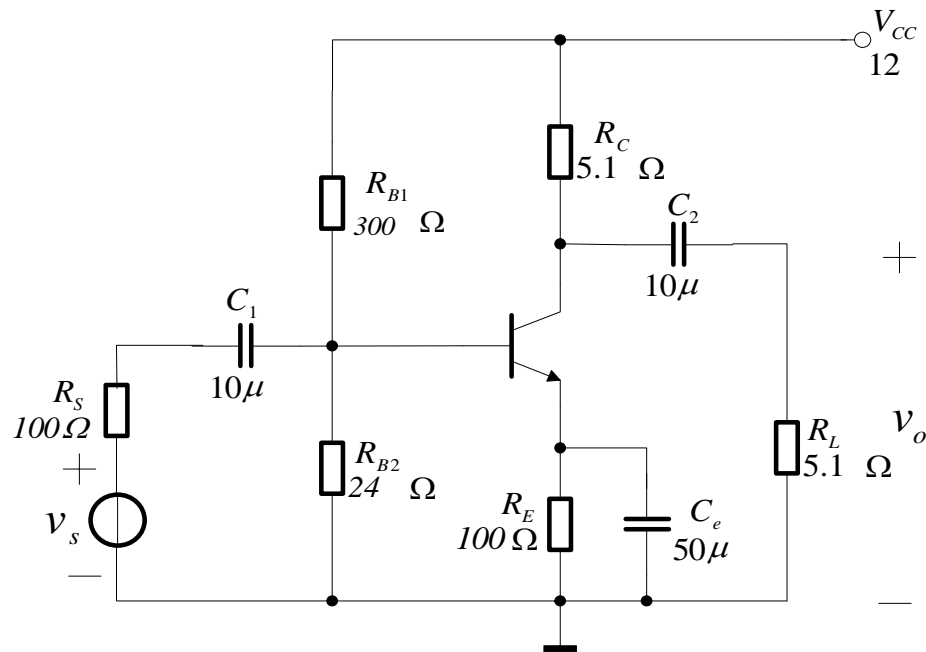
1、PSpice起源

- 前身是Spice（Simulation Program Integrated Circuit Emphasis），它是由美国加州大学伯克莱分校1972年首次推出的，是用FORTRAN语言编写的用于模拟集成电路仿真的软件。
- 1983年，Microsim公司推出PSpice软件产品，该产品分教育版和工业版。
- 1998年PSpice程序被OrCAD公司并购，成为OrCAD/PSpice。
- 2000年OrCAD公司与Cadence公司合并，并且产品不断升级和完善，成为现在的Cadence/OrCAD PSpice。

2、PSpice的分析过程



以下图一基本放大电路为例，介绍PSpice A/D的一些主要的應用。



一、绘制原理图

一个电路设计能够使用PSpice 分析和优化的三个必备条件是：

(1) 调用的器件必须有PSpice模型

首先，调用OrCAD软件本身提供的模型库，这些库文件存储的路径为Capture\Library\pspice，此路径中的所有器件都有提供PSpice模型，可以直接调用。

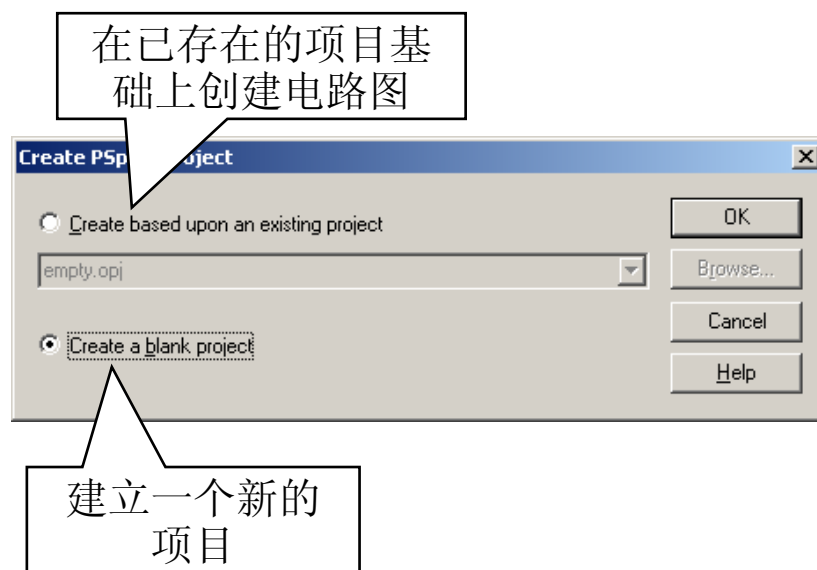
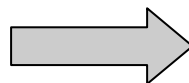
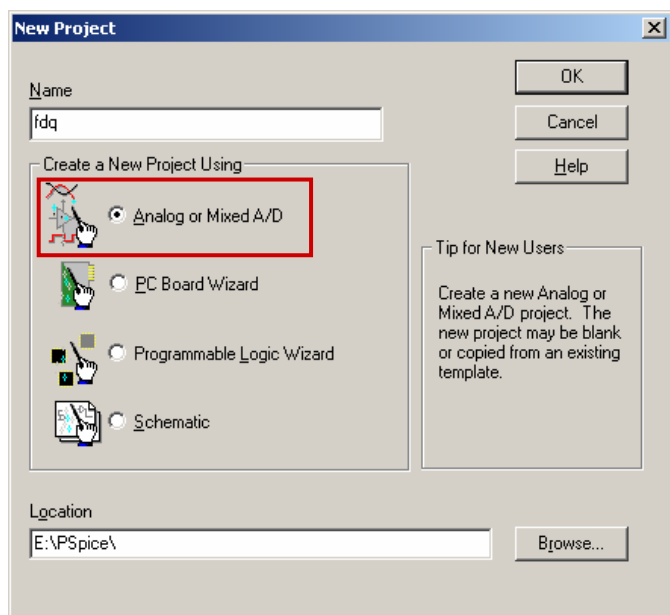
其次，若使用自己的器件，必须保证*.olb、*.lib两个文件同时存在，而且器件属性中必须包含PSpice Template属性。

(2) 原理图中至少必须有一条网络名称为0，即接地。

(3) 在电路中含有激励源（或者电路中存储能量）

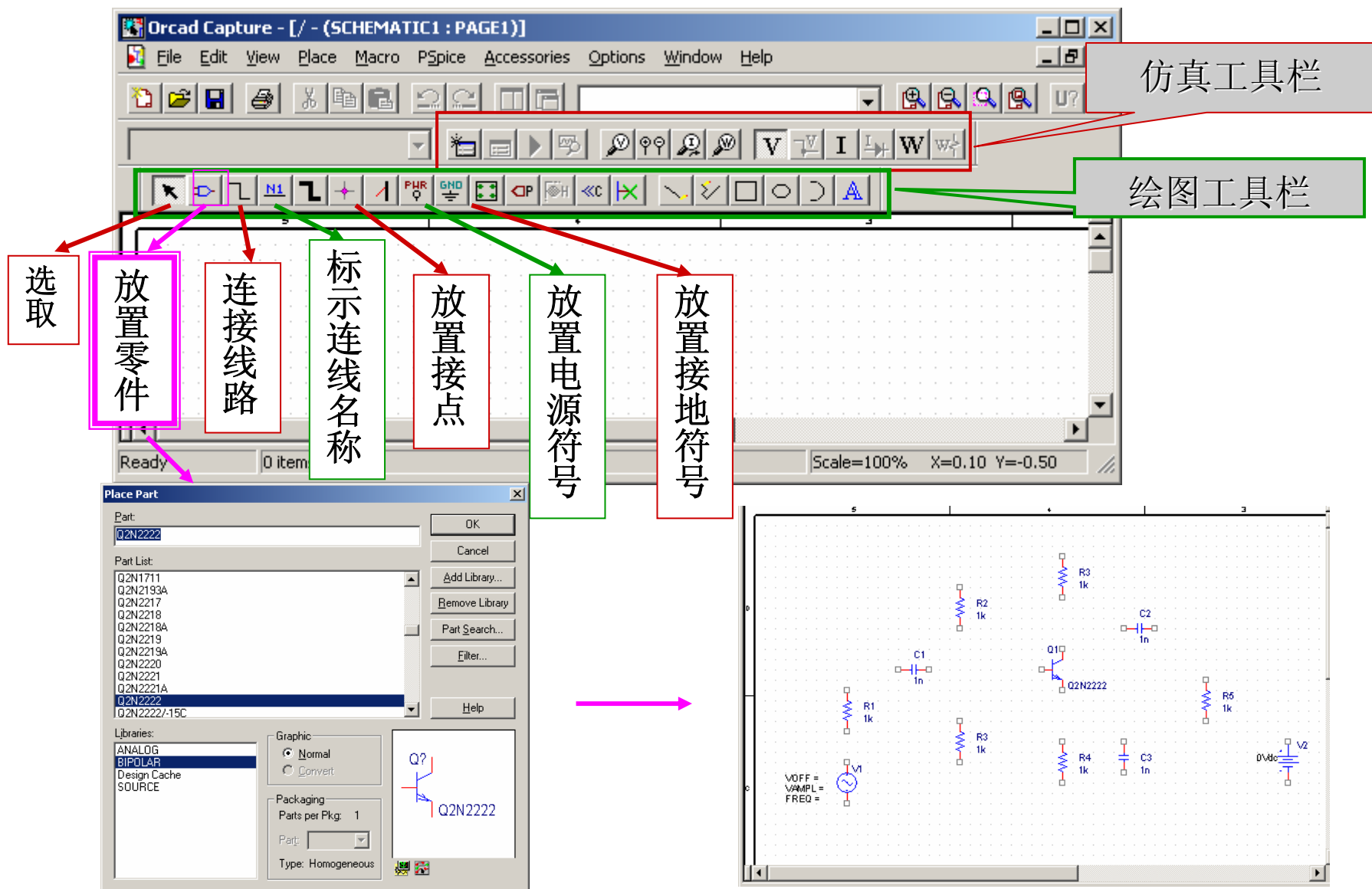
步骤:

(1) 建立新项目 (New project)。

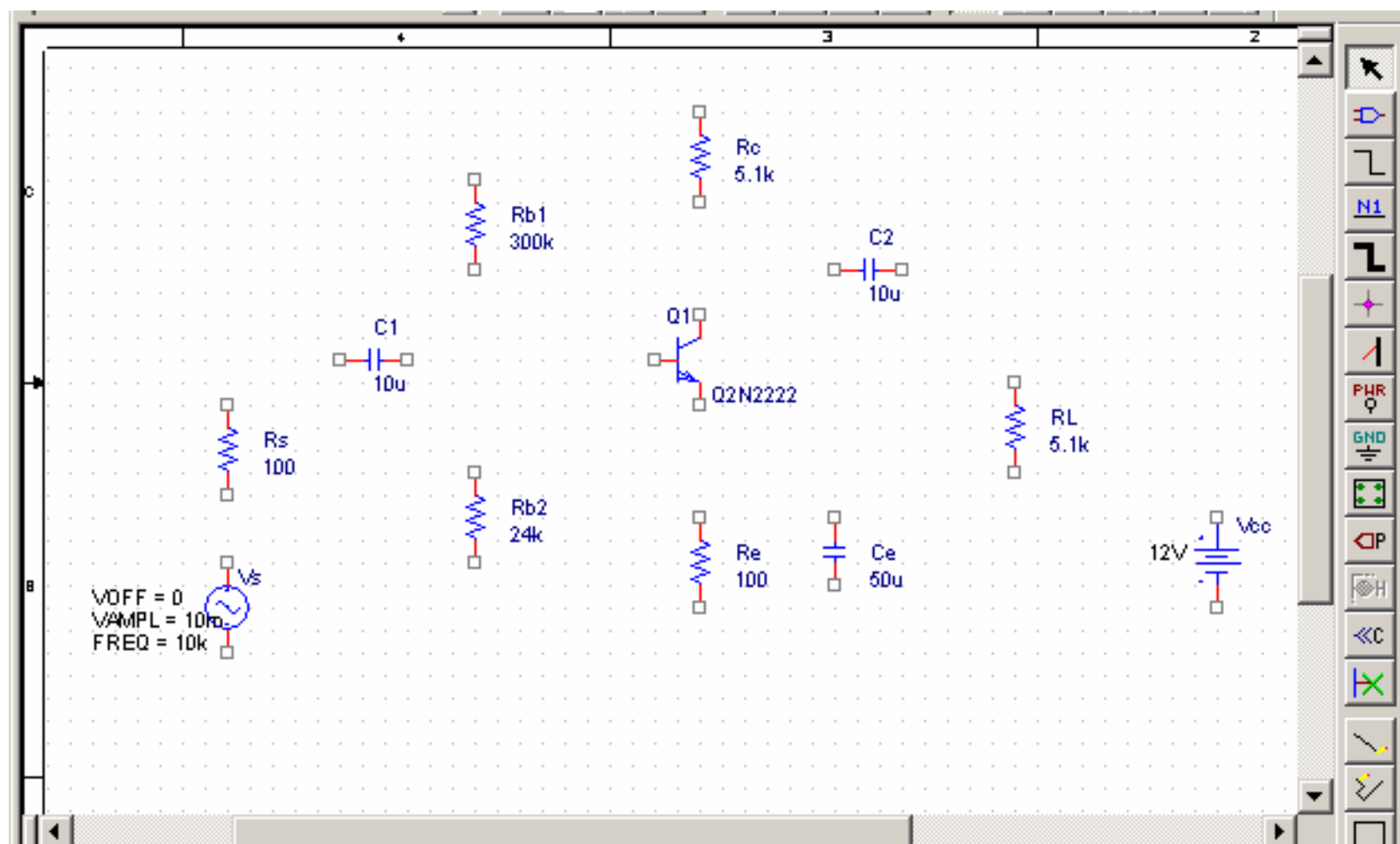


因为要绘制电路原理图并进行仿真，所以项目选择为Analog or Mixed A/D。

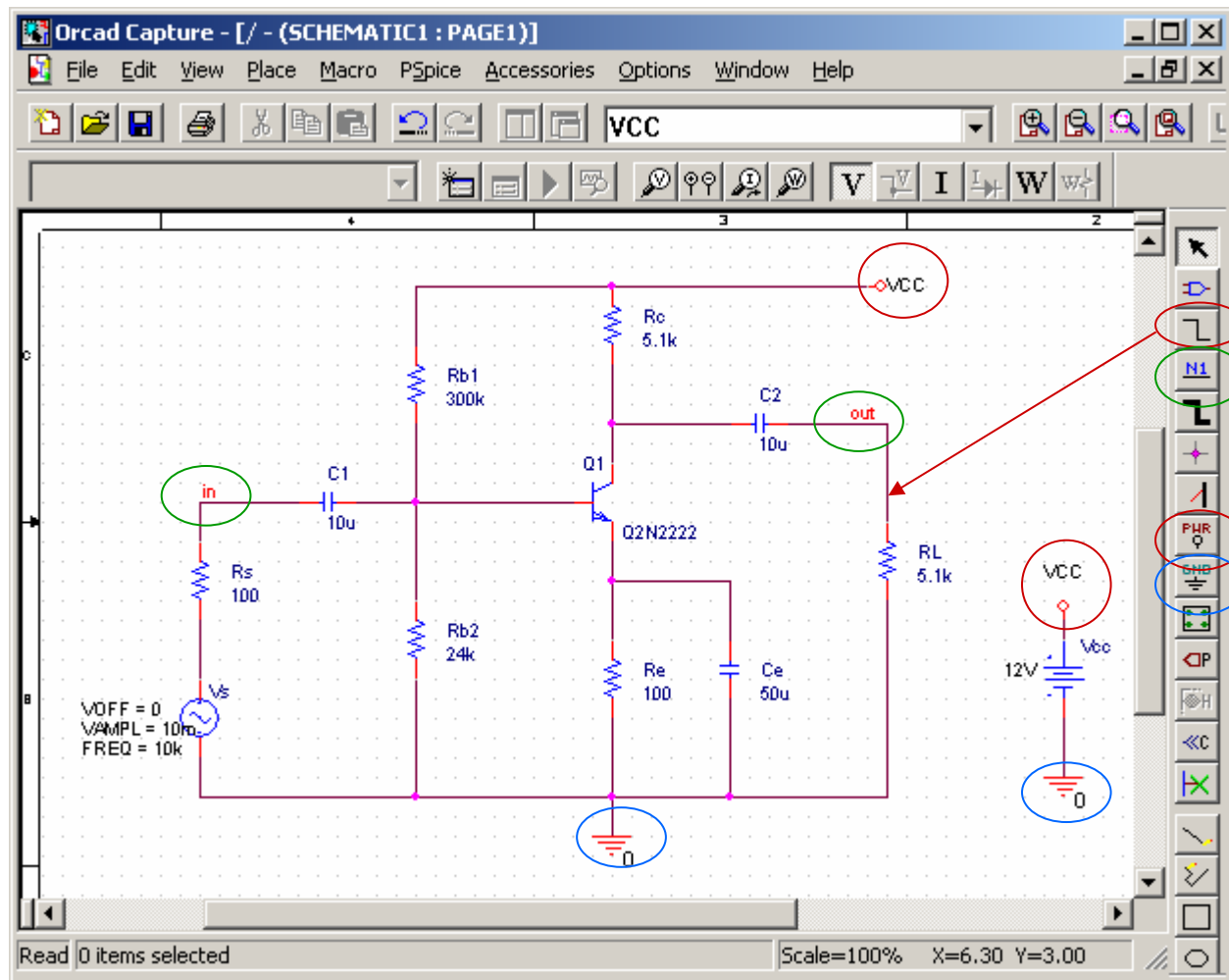
(2) 放置元件



(2) 设置元件属性

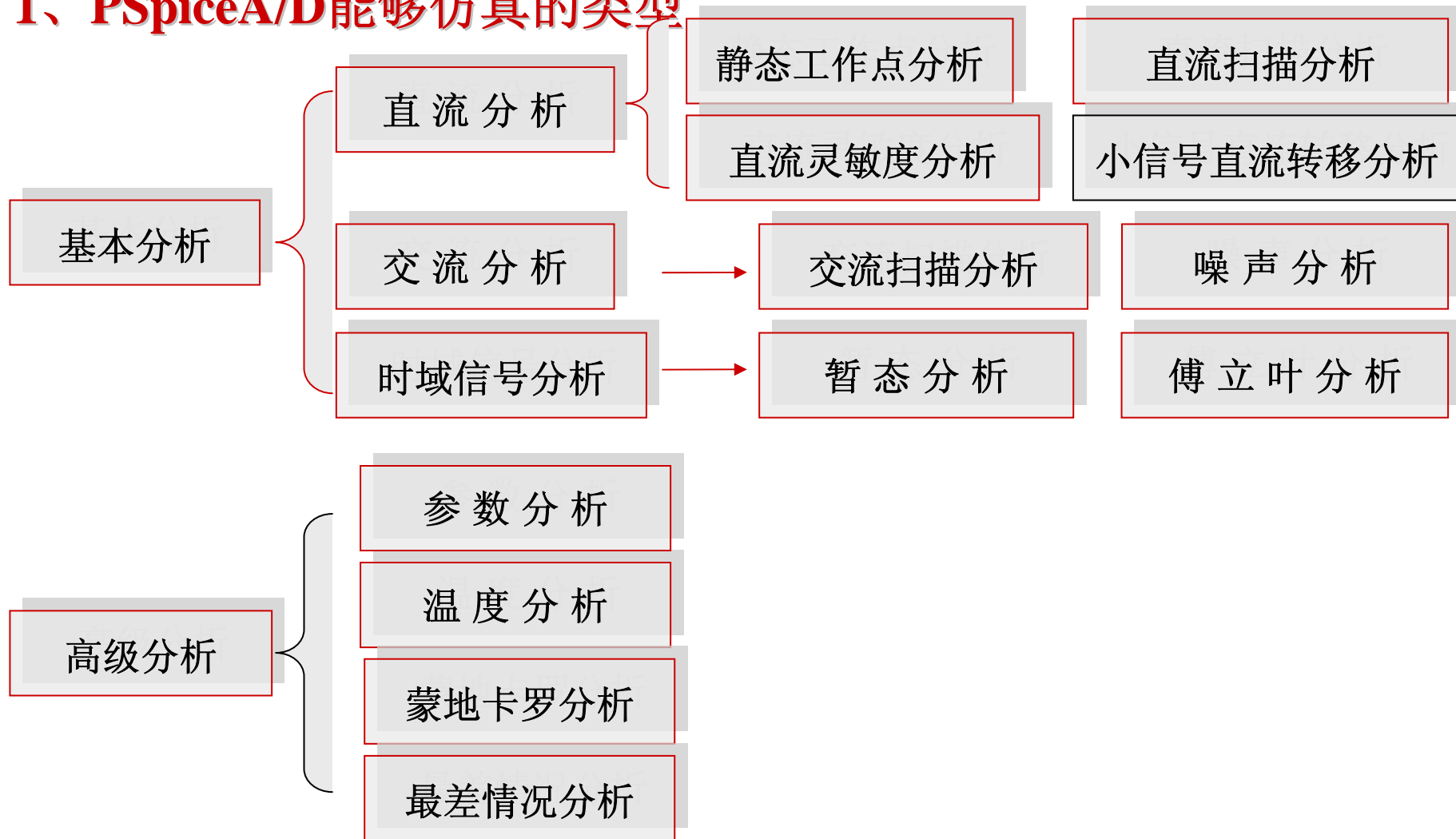


(3) 连线、放置电源和接地



二、仿真参数的设置

1、PSpiceA/D能够仿真的类型



2、直流工作点分析(Bias Point)

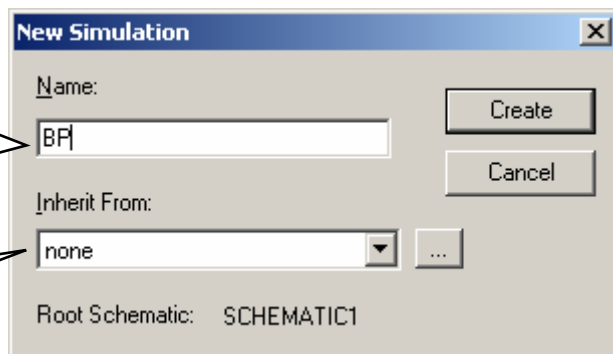
在电路中电感短路、电容开路的情况下，对各个信号源取其直流电平值，利用迭代的方法计算电路的静态工作点。分析结果包括：各个节点电压、流过各个电压源的电流、电路的总功耗、晶体管的偏置电压和各极电流及在此工作点下的小信号线性化模型参数。结果自动存入.out输出文件中。

分析放大器静态工作点。

(1) 建立仿真文件(菜单: PSpice>New Simulation Profile或点击工具栏 )

设置仿真文件名，设置结果存放在以.sim为扩展名的文件中

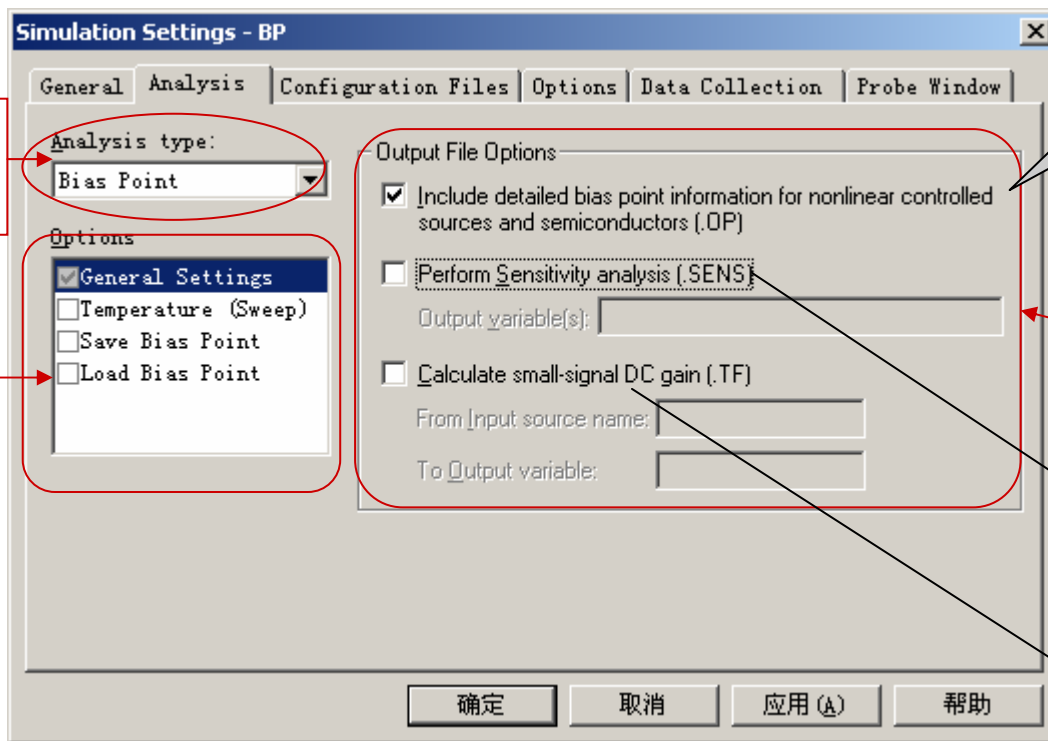
继承现有的仿真文件



(2) 设置仿真参数

基本模拟分析类型
(DC,AC,TRAN)

配合模拟分析
的选项



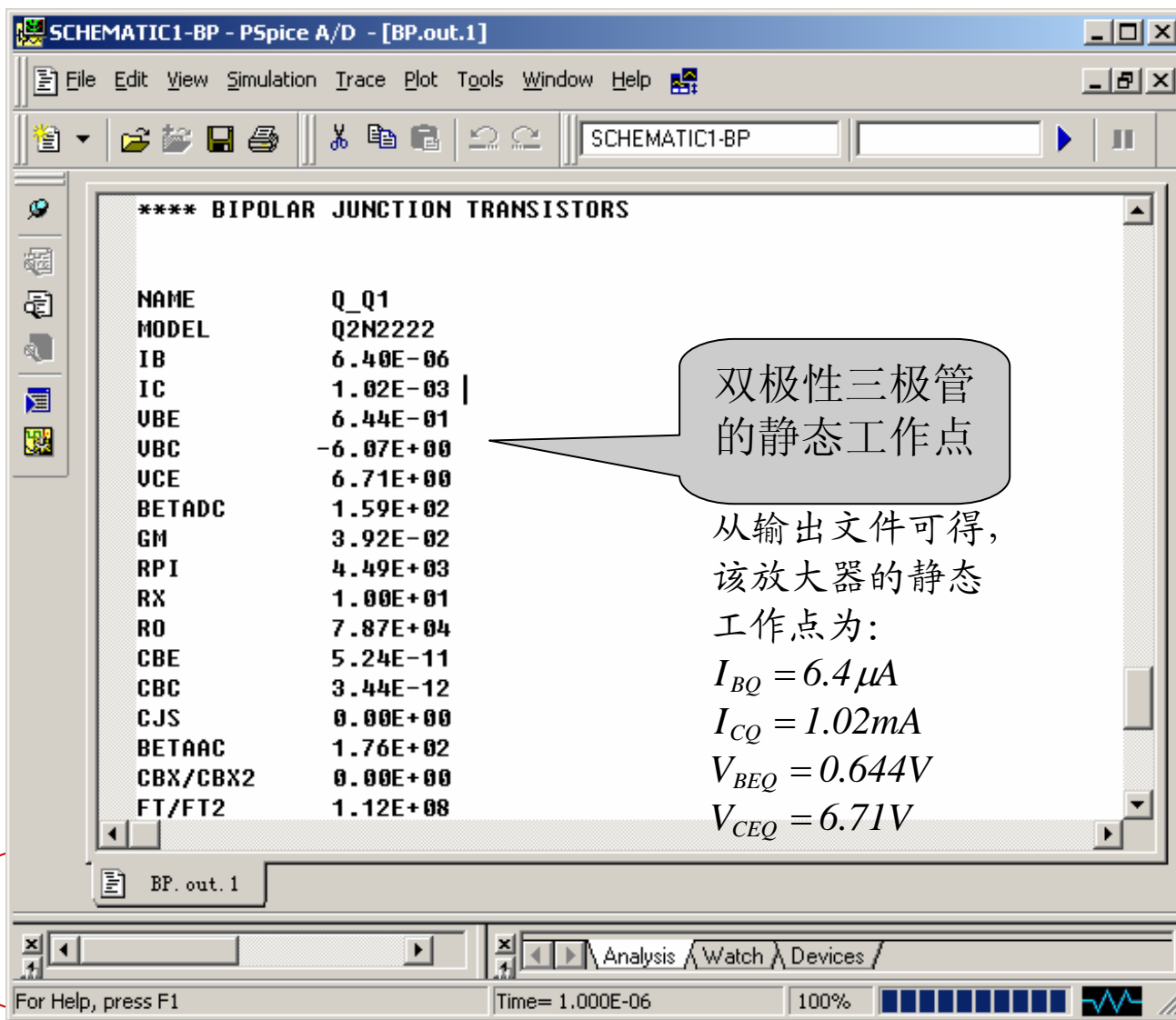
文件中包含晶
体管的静态电
流和电压值

输出文件选项，
文件扩展名为.out

文件中包含直流
灵敏度分析结果

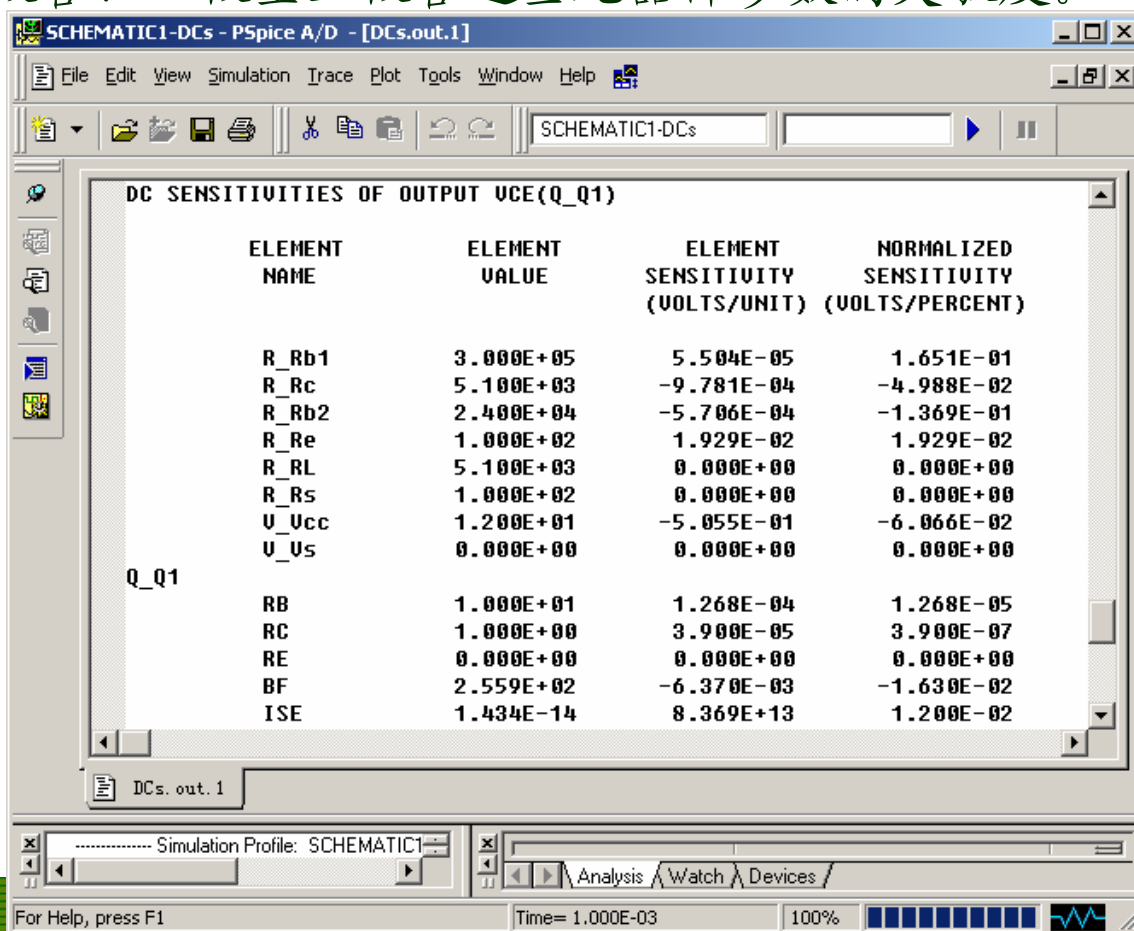
文件中包含小
信号直流转移
分析的结果

(3) 观察直流工作点的仿真结果 (执行PSpice->Run, 或点击)



(4) 直流灵敏度分析的仿真结果

直流灵敏度分析 (DC Sensitivity)：是指定量分析、比较电路特性对每个电路元件参数的敏感程度。PSpice中，可分析指定的节点电压对电路中的电阻、独立电压源和电流源、电压控制开关和电流控制开关、二极管、双极型三极管这些元器件参数的灵敏度。



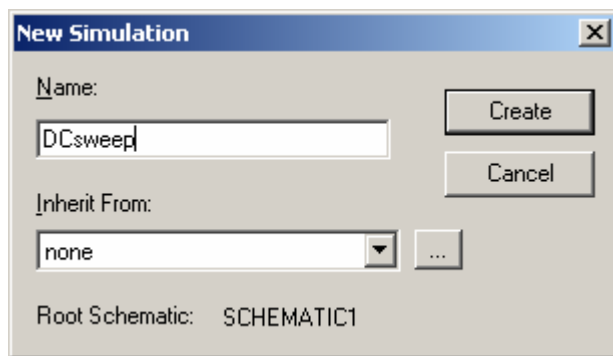
分析结果显示，Rb1, Rb2, Rc, VCC 还有三极管的电流放大倍数 β 对 Vce 的影响较大，要得到合理的静态工作点，可调节这些量。

3、直流扫描分析(DC Sweep)

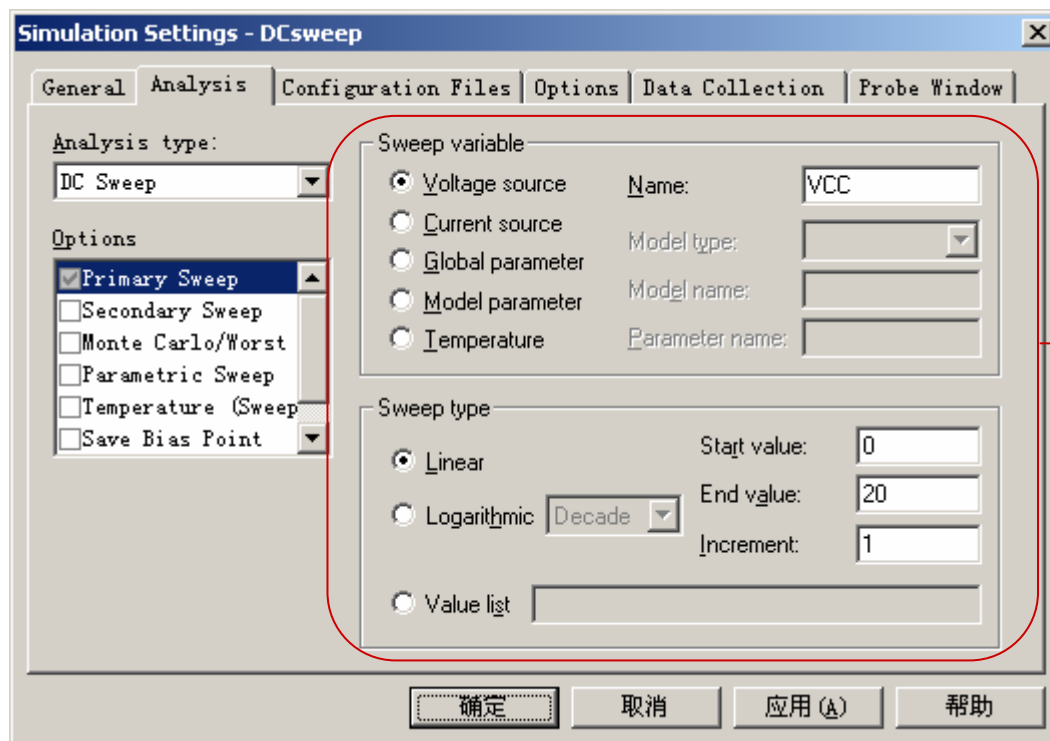
是使电路某个元器件参数作为自变量在一定范围内变化，对自变量的每个取值，计算电路的输出变量的直流偏置特性。此过程中还可以指定一个参变量，并确定取值范围，每设定一个参变量的值，均计算输出变量随自变量的变化特性。

分析放大器的直流电源VCC对晶体管静态工作点VCE的影响

(1) 建立仿真文件(菜单: PSpice>New Simulation Profile或点击工具栏)

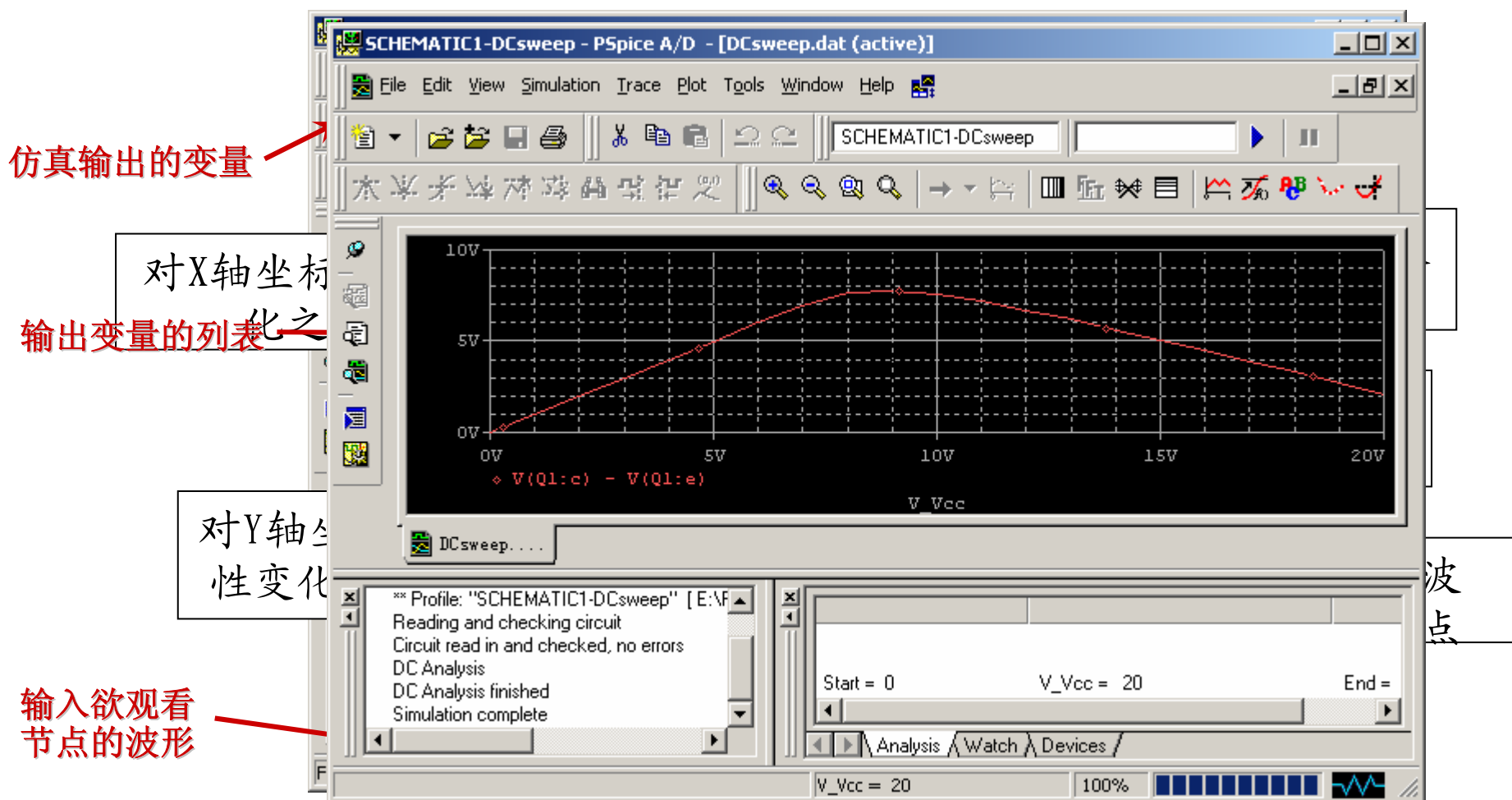


(2) 设置仿真参数



自变量参
数设置

(3) 观察仿真结果



练习：观察三极管的电流放大倍数BF也改变时，静态工作点的变化情况。

4、交流分析（AC Sweep）

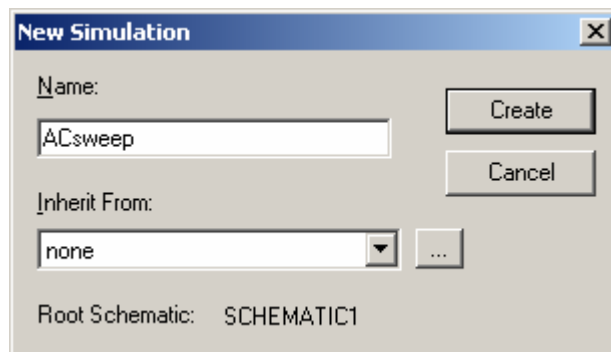
分析的作用是计算电路的交流小信号频率响应特性。

注意：

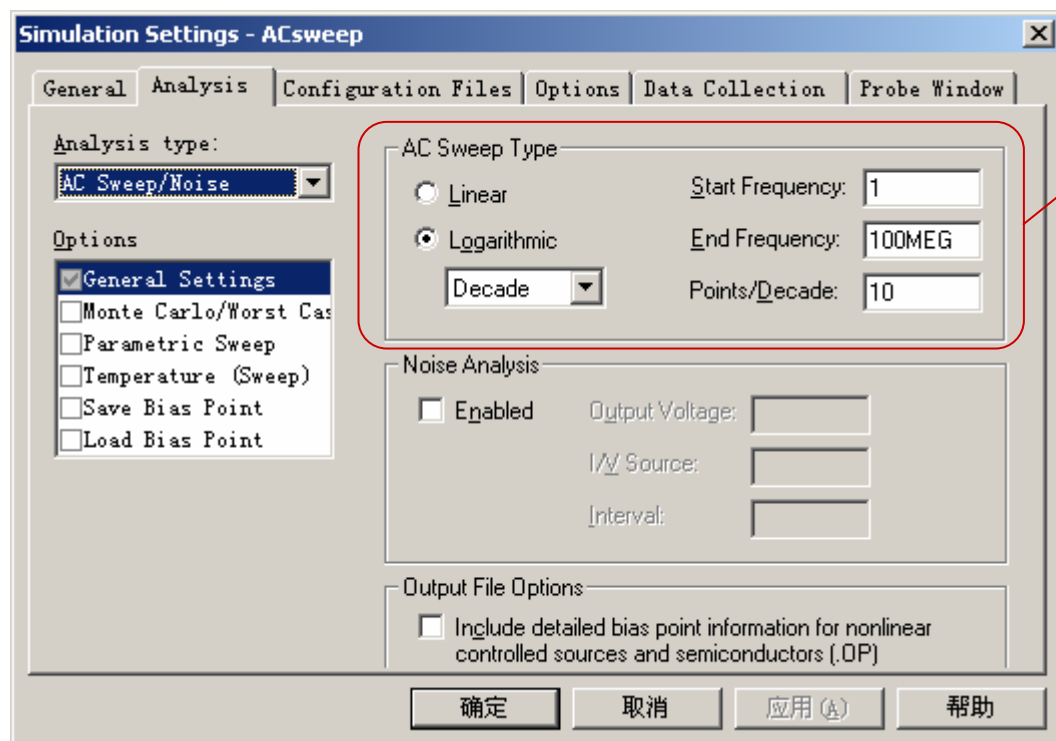
对于AC Sweep，必须具有AC激励源。必须调用VAC或IAC激励源。

分析放大器的频率特性和噪声特性

(1) 建立仿真文件



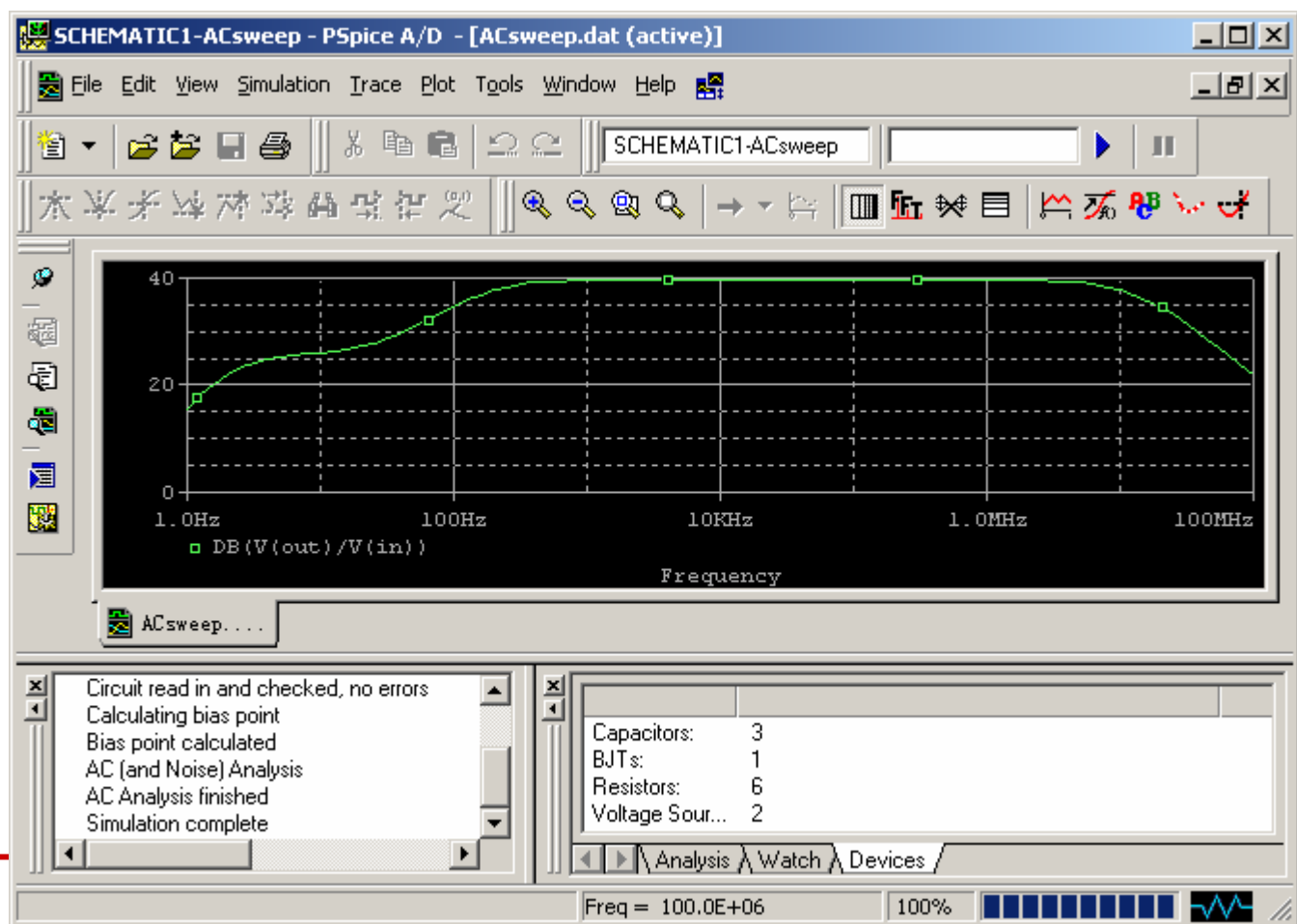
(2) 设置仿真参数



设置频率变化范围
(1Hz~100MHz)
每倍频程显示的频率点的个数

(3) 观察仿真结果

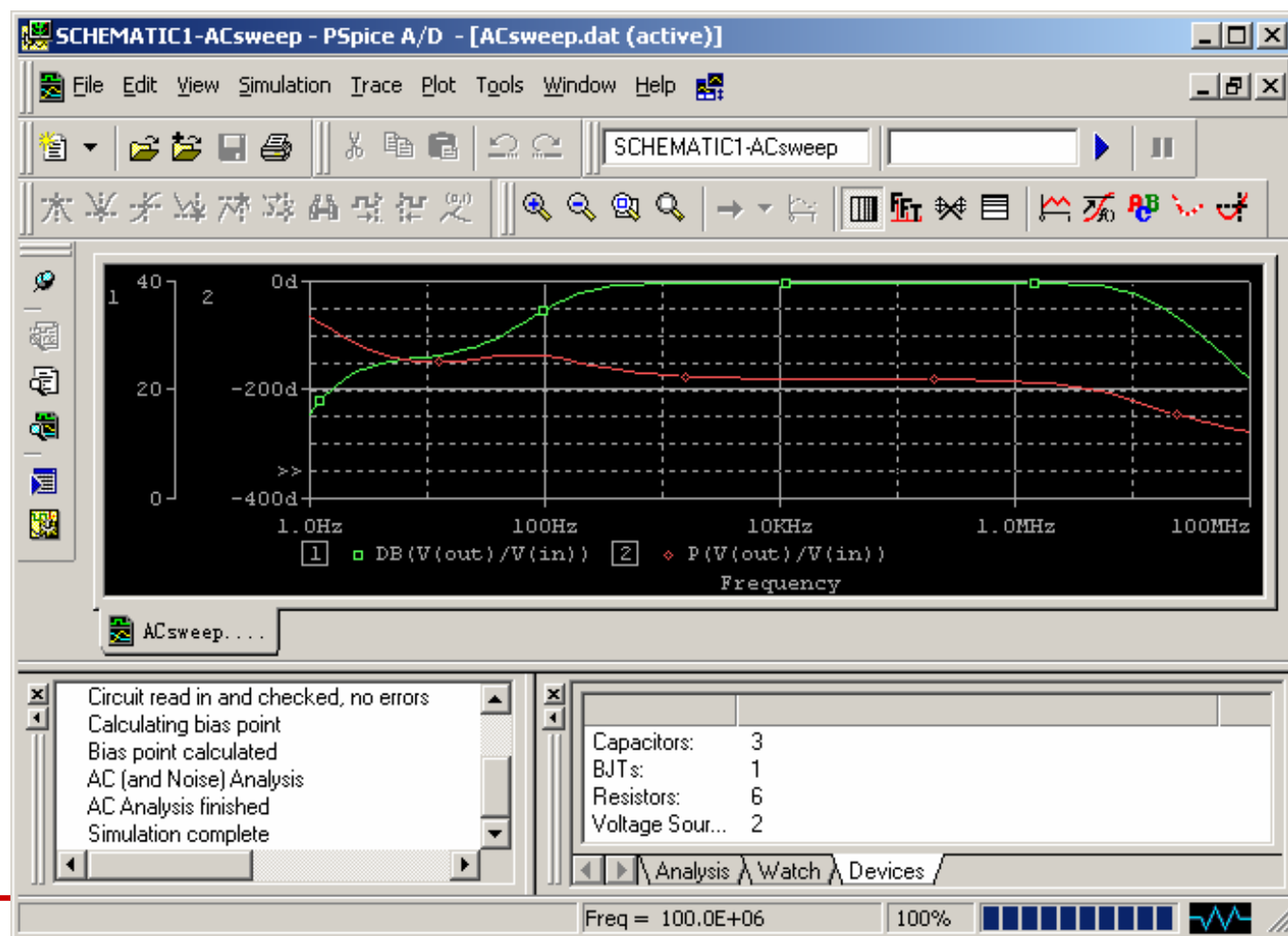
显示放大器的幅频特性曲线:



输出放大器电
压增益的幅频
特性曲线

(3) 观察仿真结果

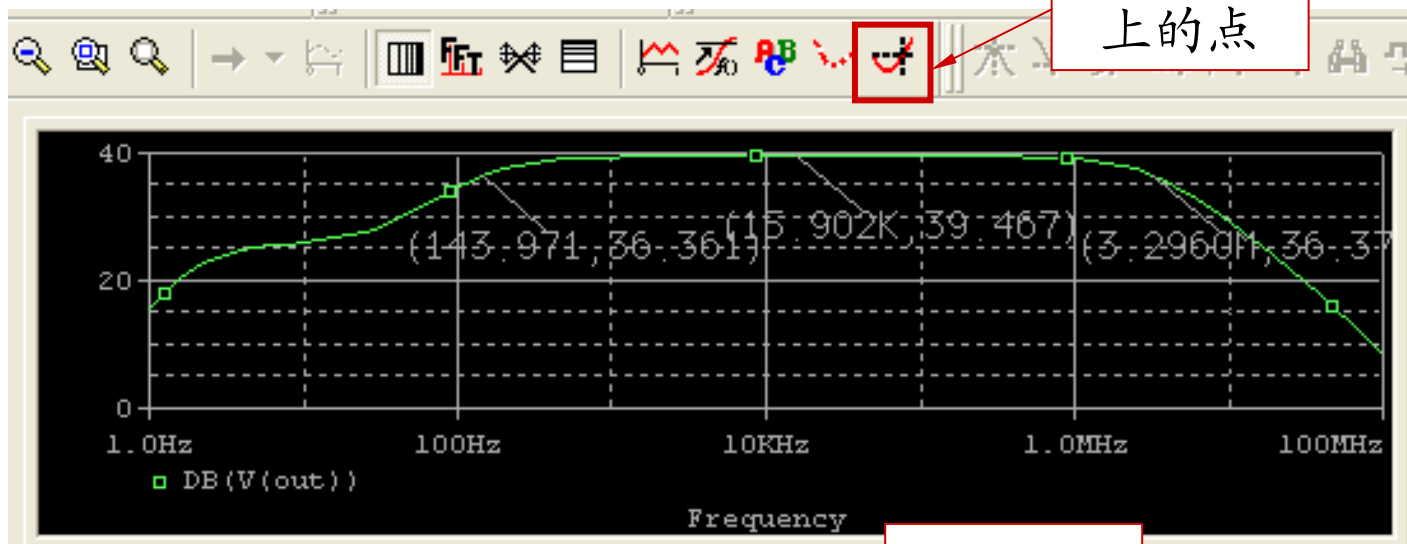
显示放大器的相频特性曲线:



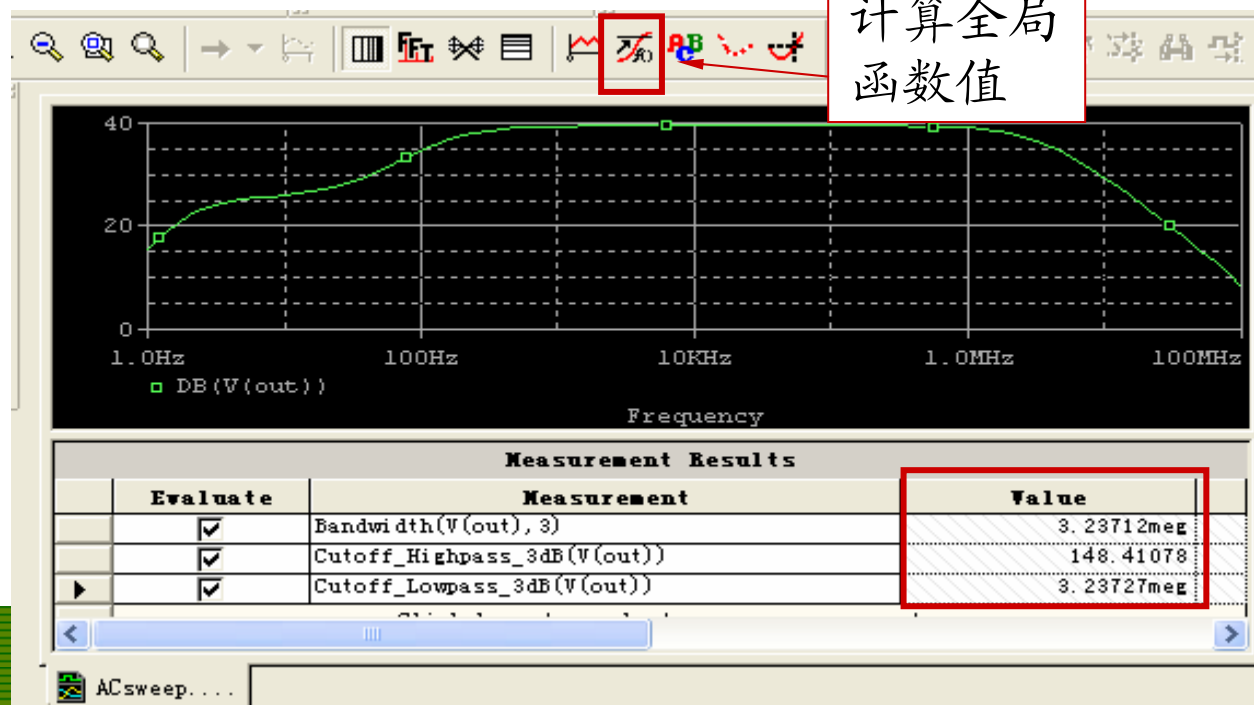
输出放大器电
压增益的相频
特性曲线

(4) 分析放大器上、下限频率以及带宽

查找波形
上的点



计算全局
函数值

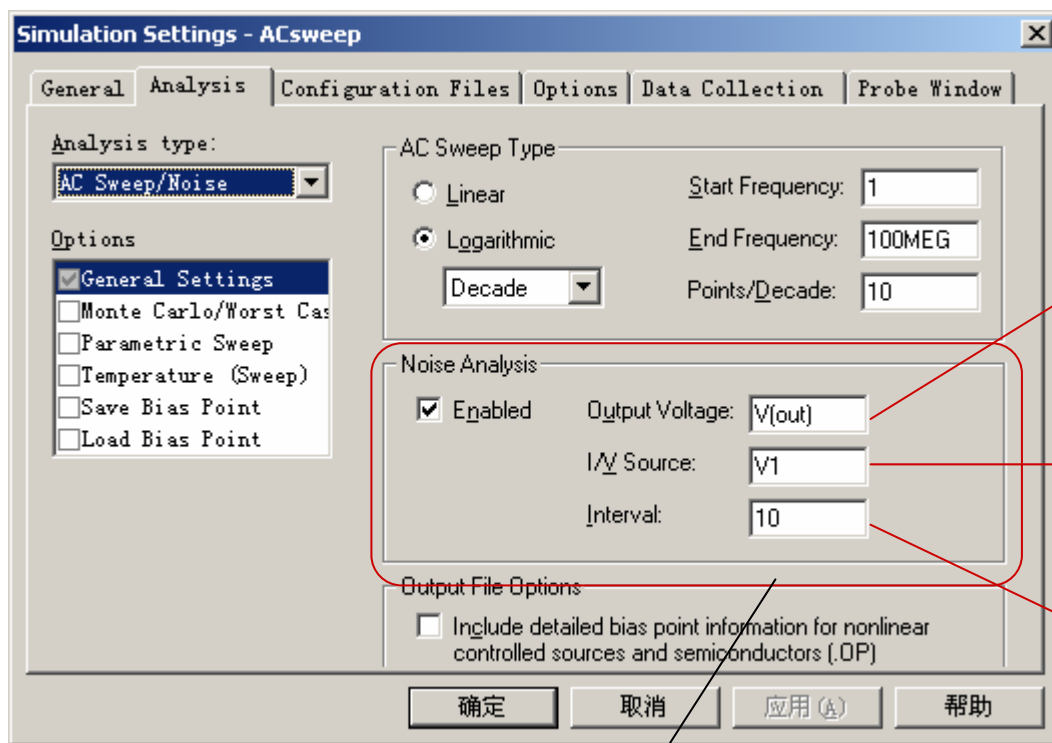


部分函数的功能

Bandwidth(1,db-level)	测量带宽 如: Bandwith(v(out),1)
Bandwidth_Bandpass_3dB(1)	测量低于YMax-3dB处的带宽
Bandwidth_Bandpass_3dB_XRange(1,begin_x,end_x)	测量X 轴范围内的3dB带宽
CenterFreq(1,db-level)	中心频率(变量, DB 值)
CenterFrequency_XRange(1,db_level,begin_x,end_x)	在一定的X范围内测量出中心频率
ConversionGain(1,2)	测量增益
ConversionGain_XRange(1,2,begin_x,end_x)	在一定的X轴范围内测量其增益
Cutoff_Highpass_3dB(1)	高端(下限)截止频率
Cutoff_Lowpass_3dB(1)	低端(上限)截止频率
DutyCycle(1)	占空比
Max(1)	最大值(变量)
Max(1,begin-xend-x)	区域最大值(变量, 初值, 终值))
Min(1)	最小值(变量)
Max(1,begin-xend-x)	区域最小值(变量, 初值, 终值)
Overshoot(1)	尖峰量(变量)
Pulsewidth(1)	脉冲宽度(变量)

噪声分析(Noise)

采用等效计算的方法，定量表征电路中噪声大小。



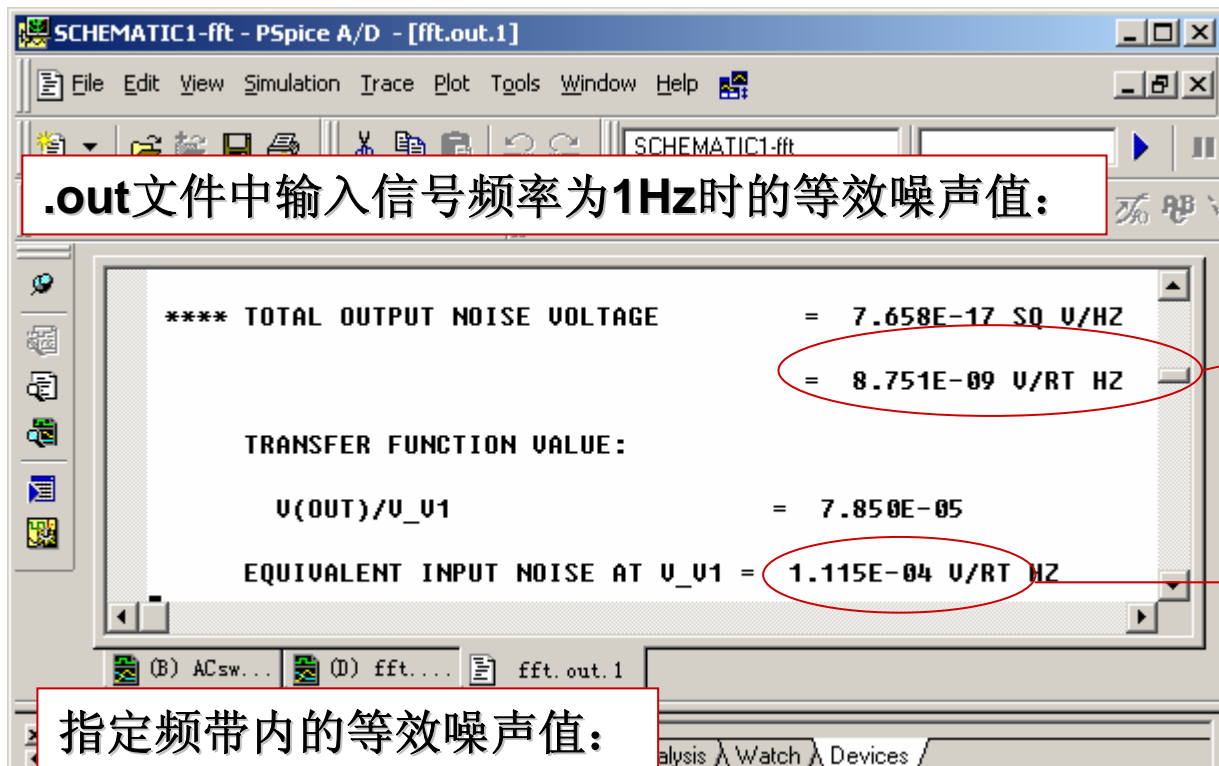
选定输出节点，
仿真结果输出所有噪声源
在该节点的等效噪声值。

选定一个独立电压源或
独立电流源，仿真结果为：
输出节点等效到该电源上
的等效噪声值。

指定点频的间隔

噪声分析设置项目

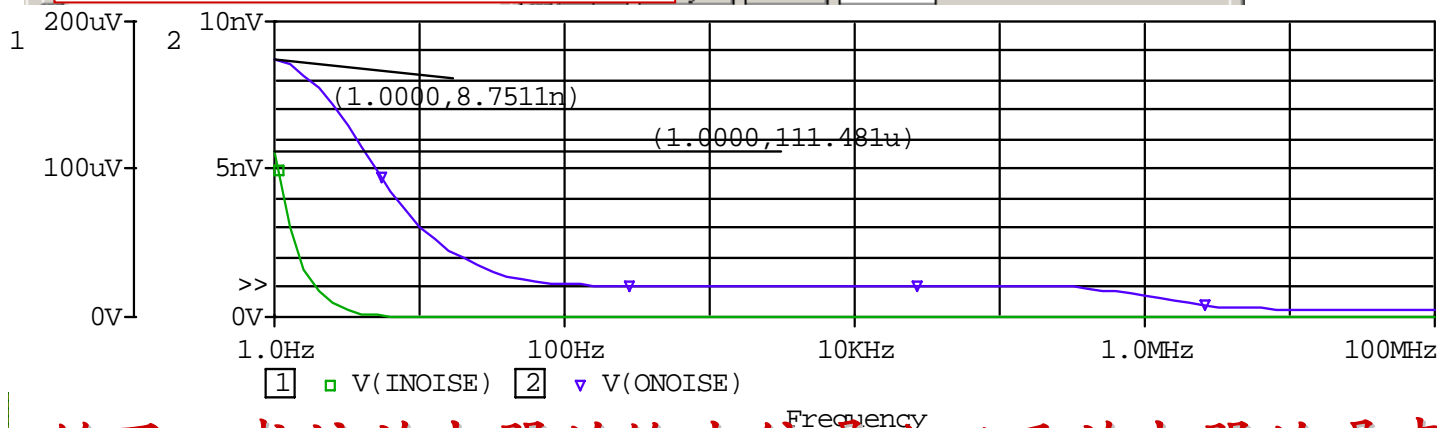
噪声分析结果:



输出端的等效热噪声

输入电压源处的
等效热噪声

指定频带内的等效噪声值:



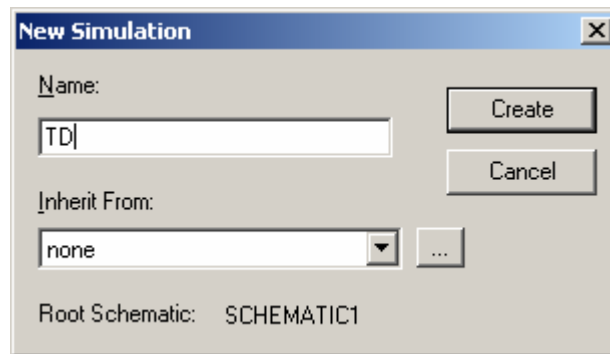
练习: 求该放大器的输出信噪比以及放大器的噪声系数。

5、瞬态分析(Time Domain(Transient))

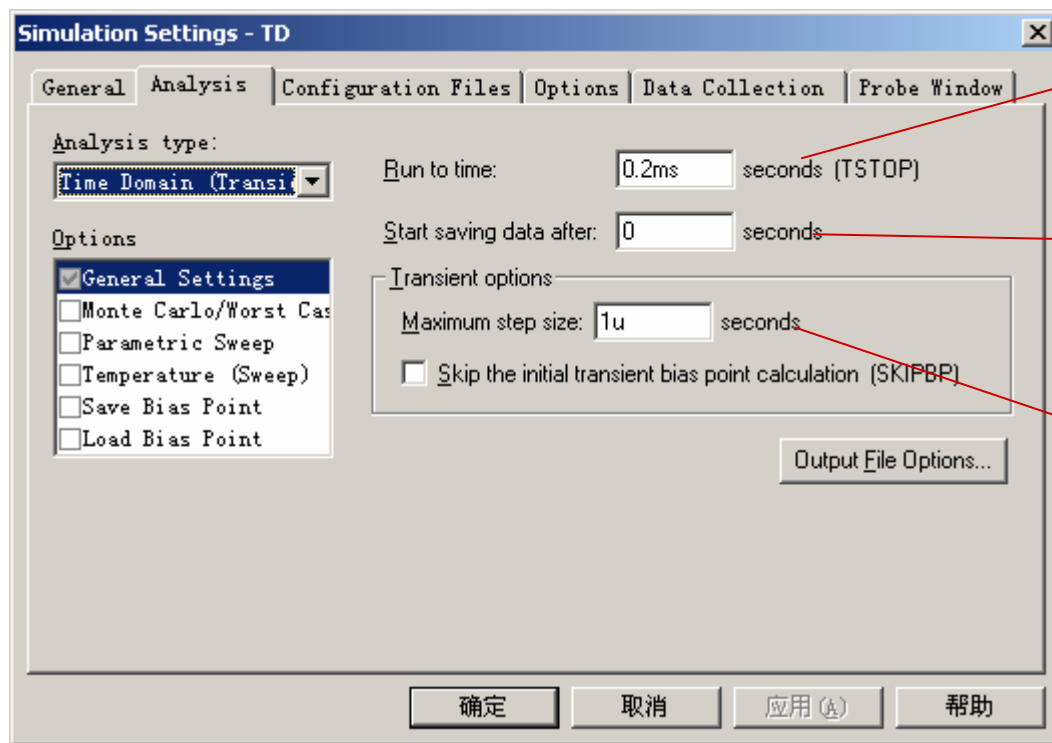
分析的目的在于给定输入激励信号作用下，计算电路输出端的瞬态响应。进行瞬态分析时，首先计算 $t=0$ 时的电路初始状态，然后从 $t=0$ 到某一给定的时间范围内选取一定的时间步长，计算输出端在不同时刻的输出电平。瞬态分析结果自动存入以.dat为扩展名的数据文件中，可以用Probe模块分析显示仿真结果的信号波形。

观察放大器输出端的波形

(1) 建立仿真文件



(2) 设置仿真参数

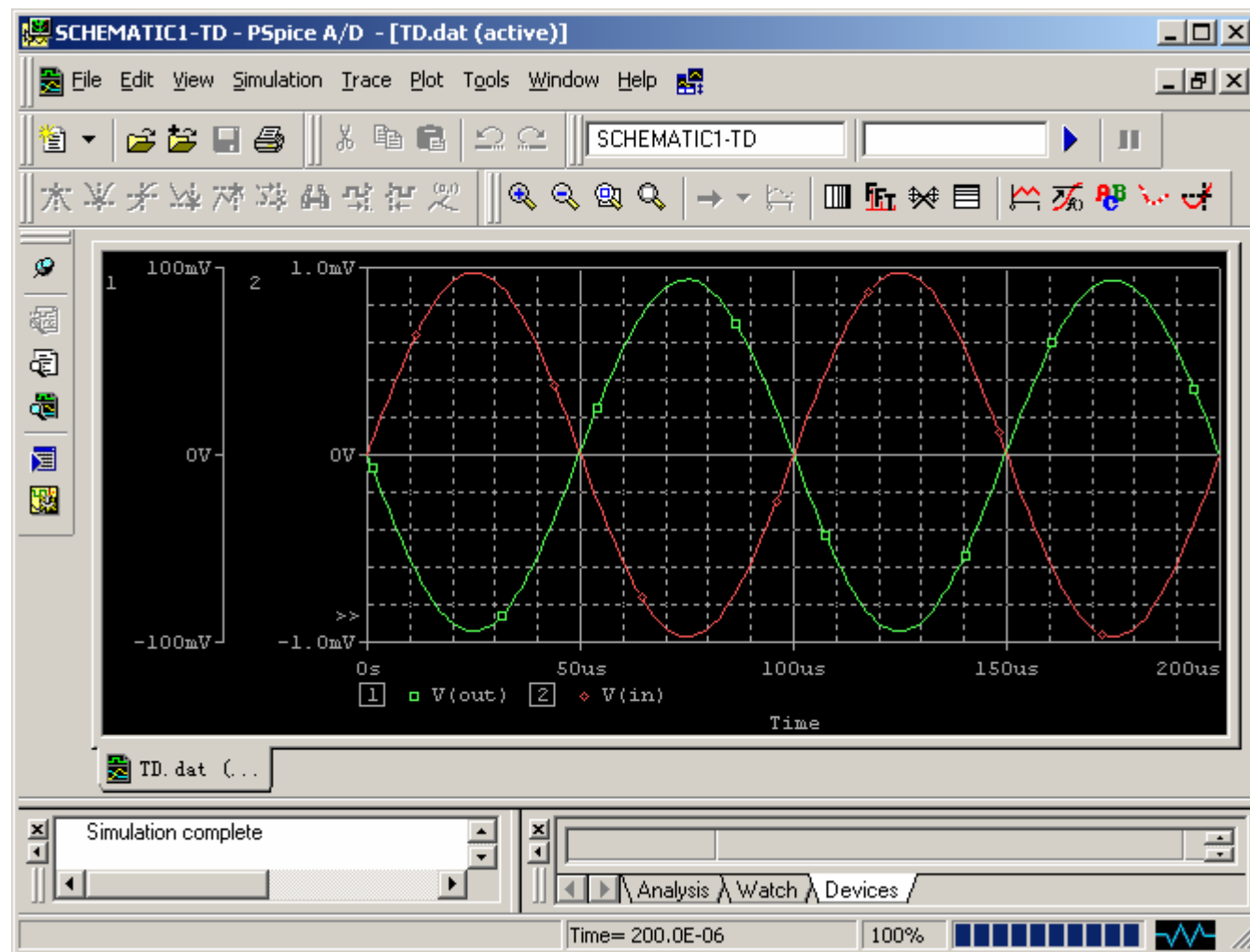


终止时间

起始时间

分析时间步长

(3) 观察仿真结果



傅立叶分析 (Fourier Analysis)

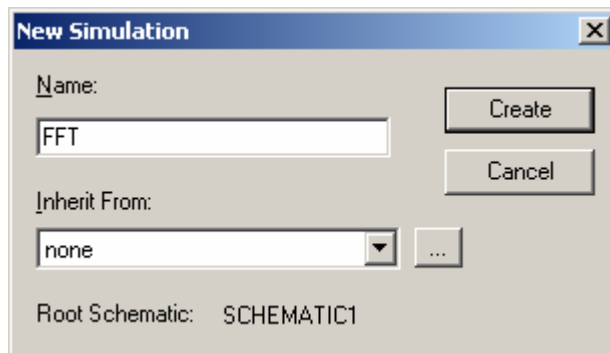
通过傅里叶分析，得到时域响应的傅里叶分量（直流分量、各次谐波分量、非线性谐波失真系数等）。

分析该放大器失真时，输出波形的各次谐波分量大小。

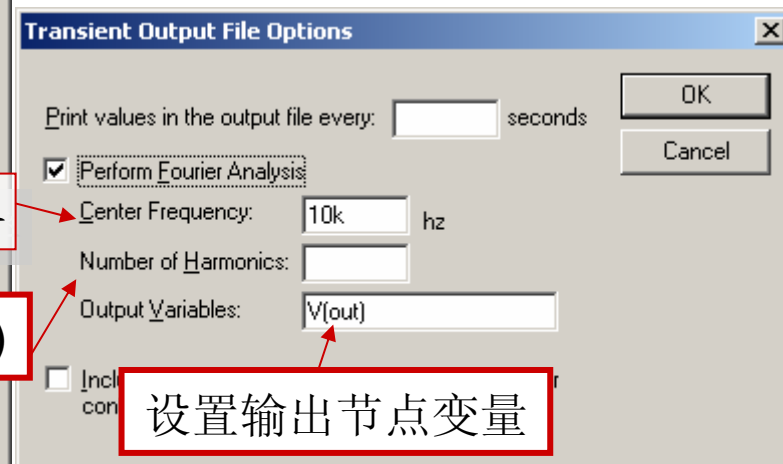
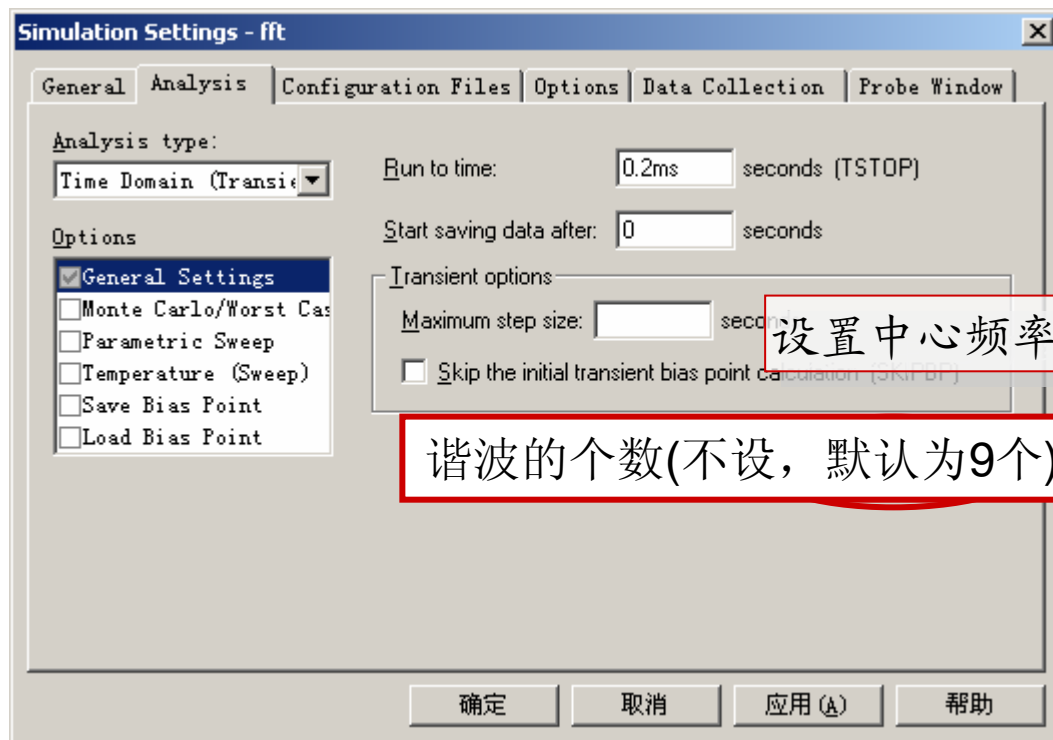
步骤：

1、将Rb1改为50k，输入信号幅度改为10mV，使放大器工作在饱和区，输出波形出现饱和失真。

2、新建仿真文件。



3、设置仿真文件。



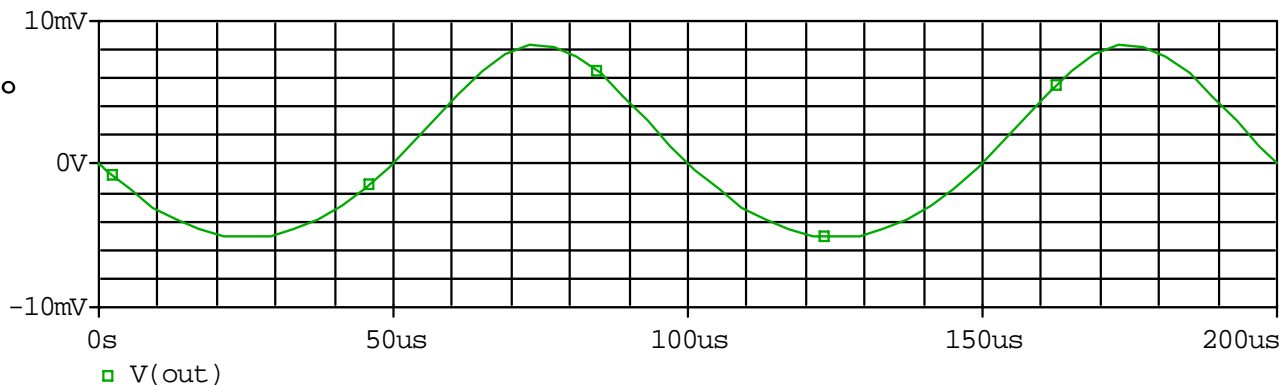
设置中心频率

谐波的个数(不设, 默认为9个)

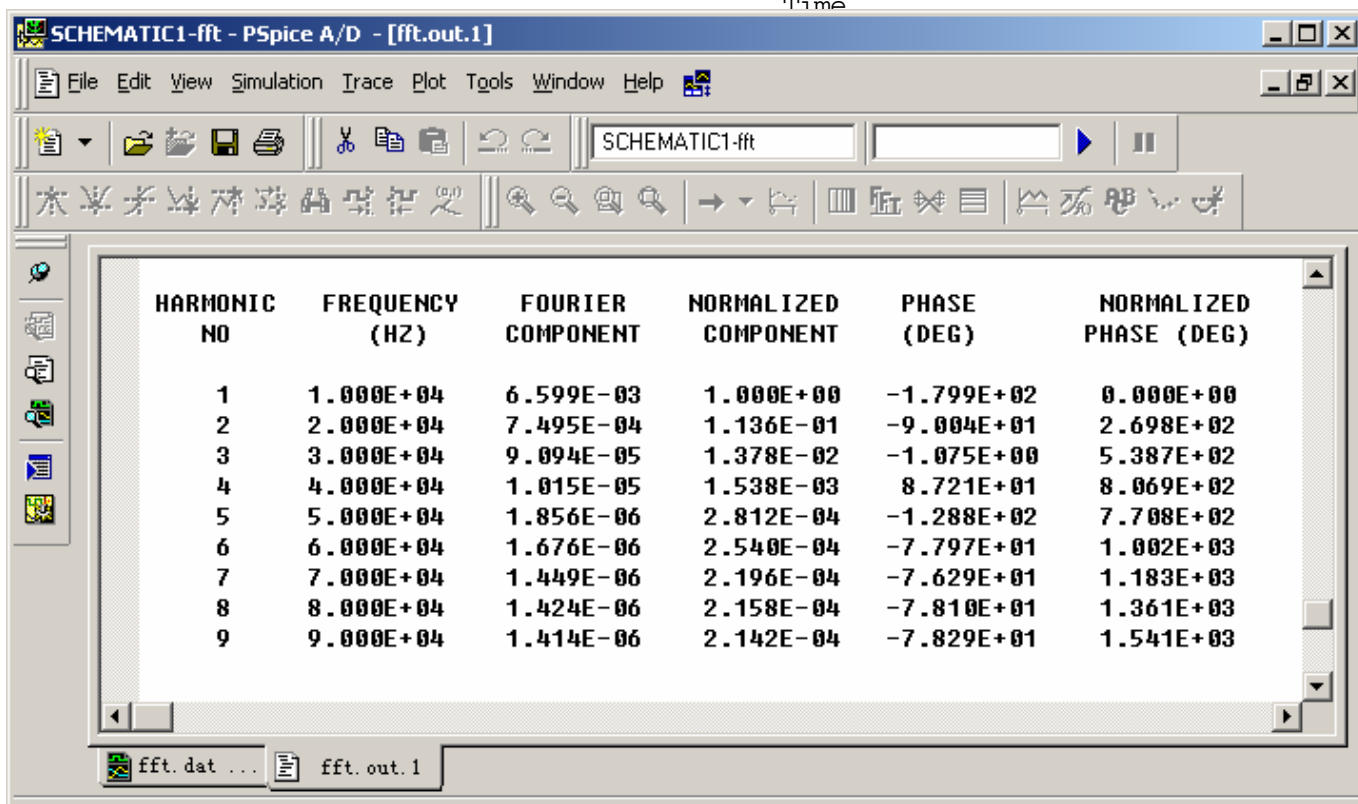
设置输出节点变量

5、观察仿真结果。

显示饱和失真的
输出波形：

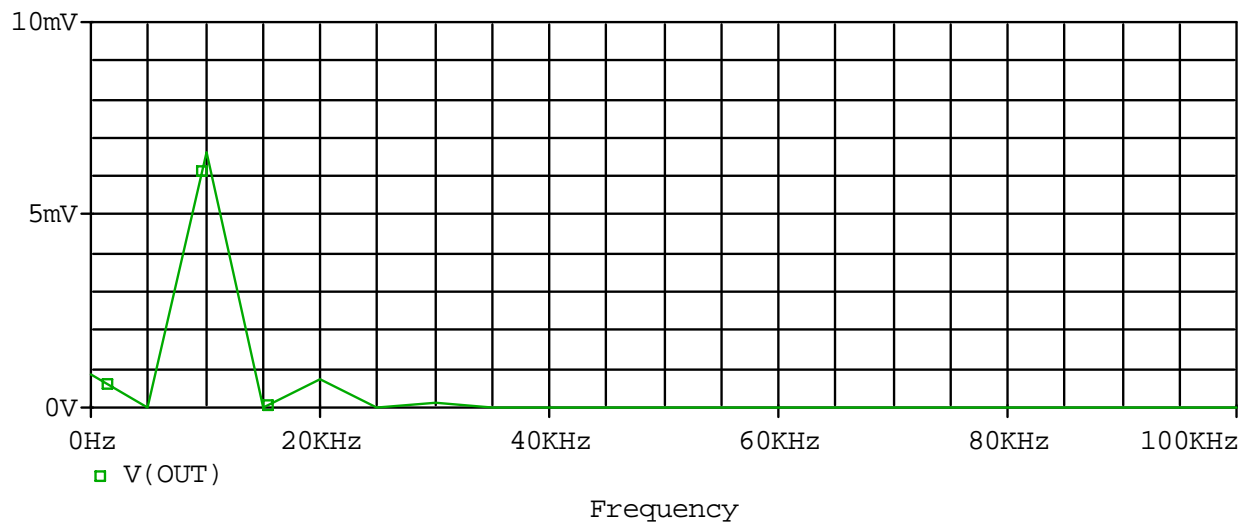


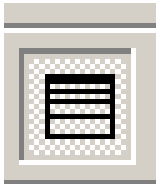
输出波
形中各
次谐波
分量的
振幅和
相角：

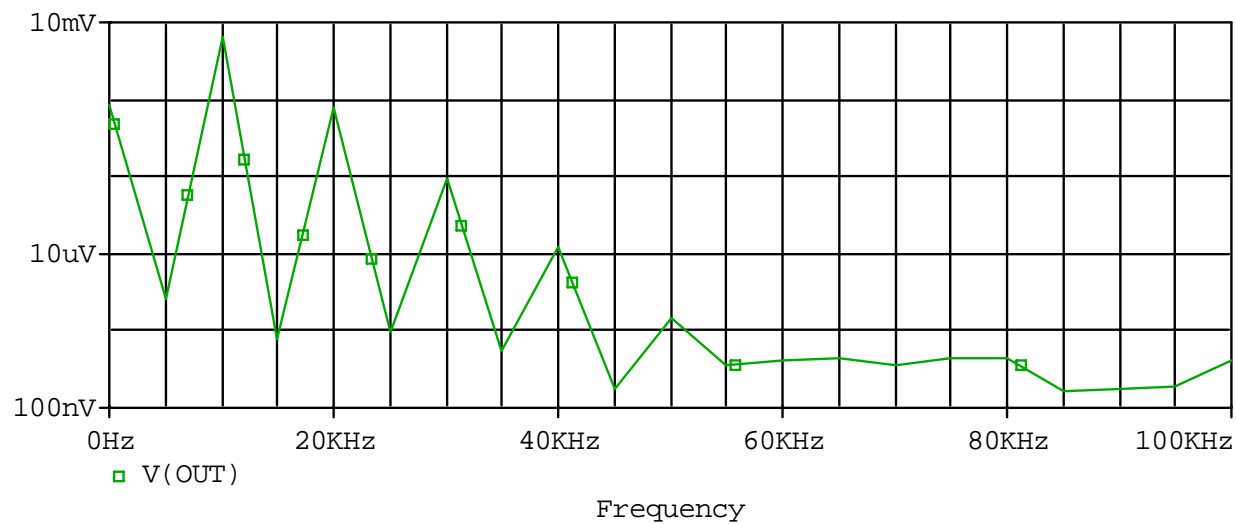


基波分量 (振幅及相位) 最大，其他的2、3、...、9次谐波越来越小。

点击  ,
显示傅立叶分析结果



点击  ,
使用对数显示其结果



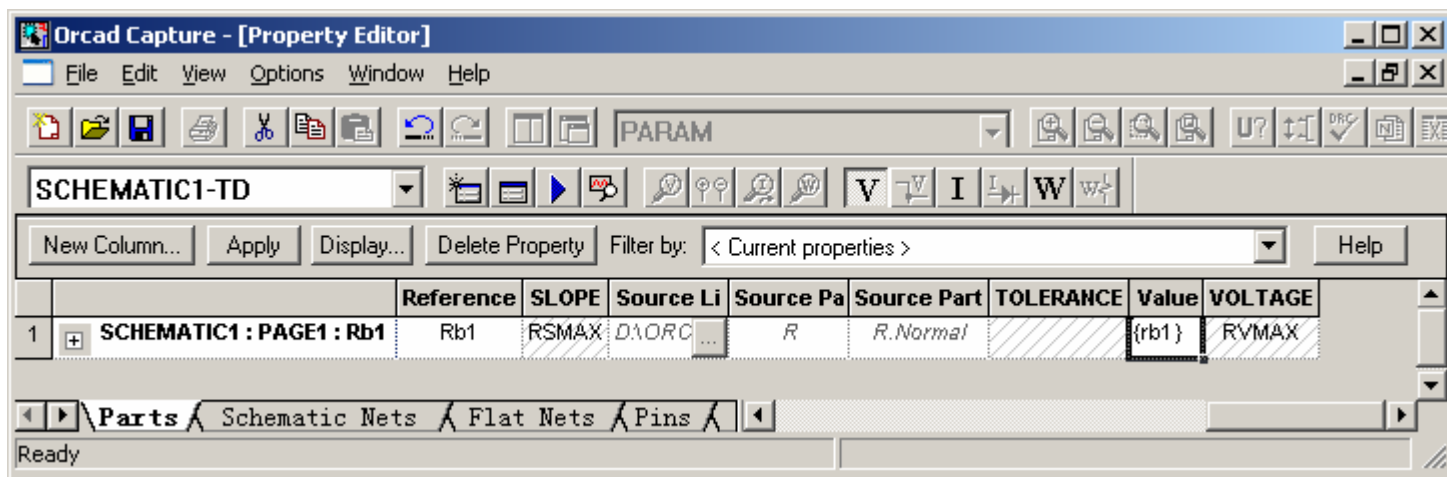
6、参数扫描分析 (Parametric Analysis)

用于比较电路中某个元件值或某个模型参数改变所引起的效应。

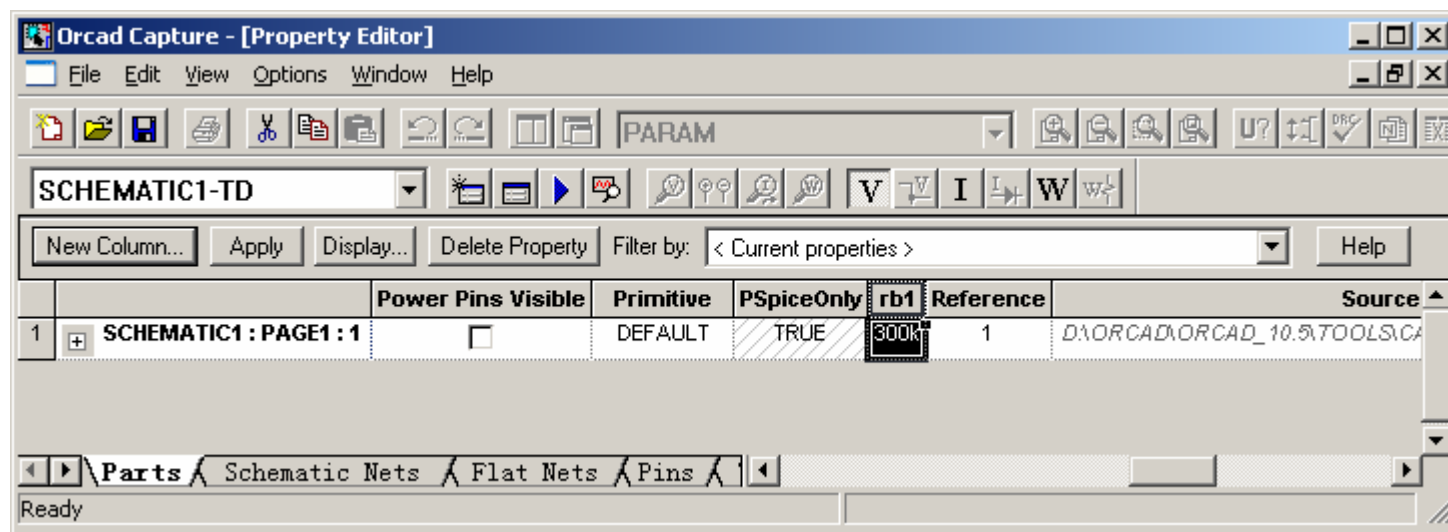
参数设置：首先确定参数的变量名称，然后在Special.olb元件库中找出PARAM元件进行变量名定义，即可设置参数扫描文件。在瞬态特性分析、交流扫描分析及直流特性扫描分析中都可设置参数扫描分析。

分析放大器偏置电阻Rb1对放大器带宽的影响

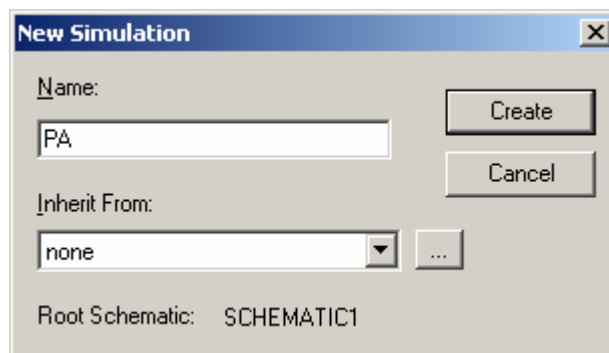
步骤： 1、将Rb1的阻值定义为变量{rb1}



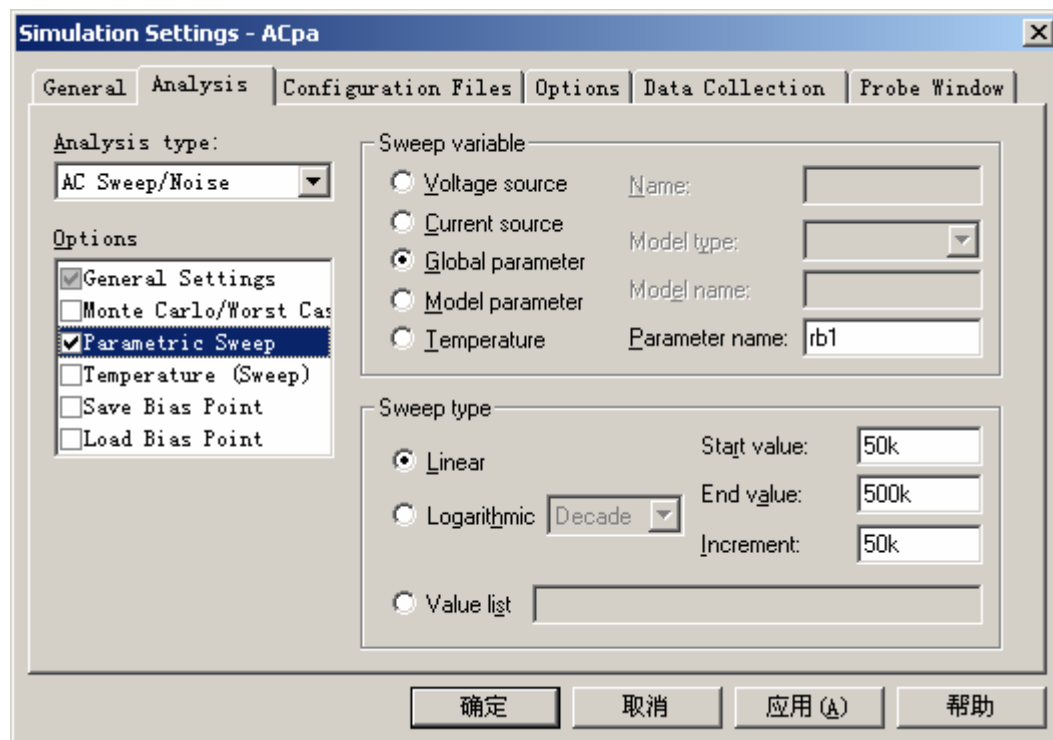
2、在special.olb元件库中找出PARAM元件放置到编辑窗口，并对PARAM元件进行定义。



3、新建仿真文件。



4、设置仿真文件。

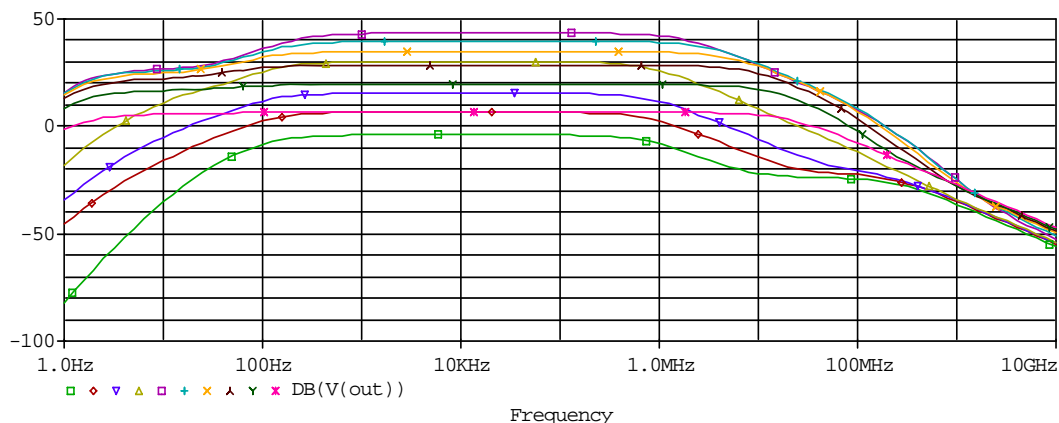


5、观察仿真结果。

显示变量取值:

Available Sections			
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 50.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 100.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 150.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 200.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 250.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 300.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 350.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 400.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 450.0000E+03	27.0 Deg
** Profile: "SCHEMATIC1-ACpa"	[E:\PSpice\vdq...	Step param rb1 = 500.0000E+03	27.0 Deg

参数扫描结果:

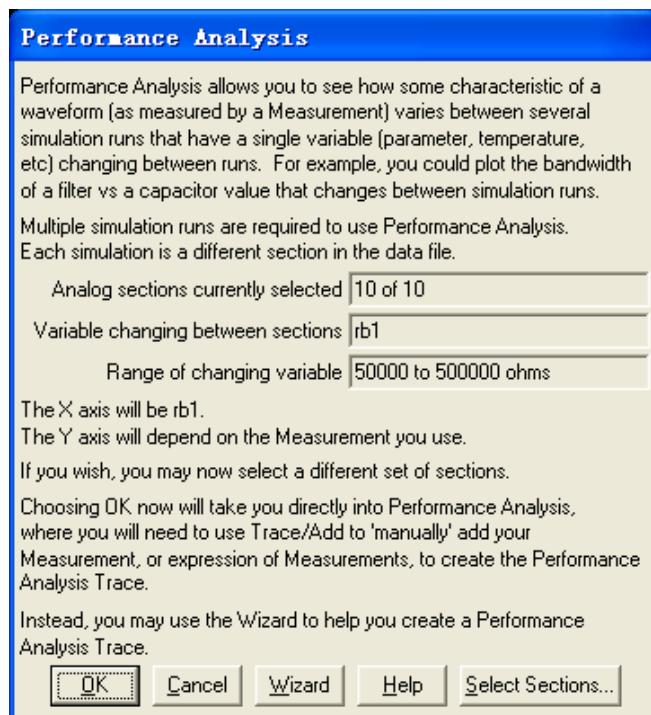


6、测量性能分析。

(1)选择执行Prace/Performance Analysis子命令或者直接按下按钮。



按

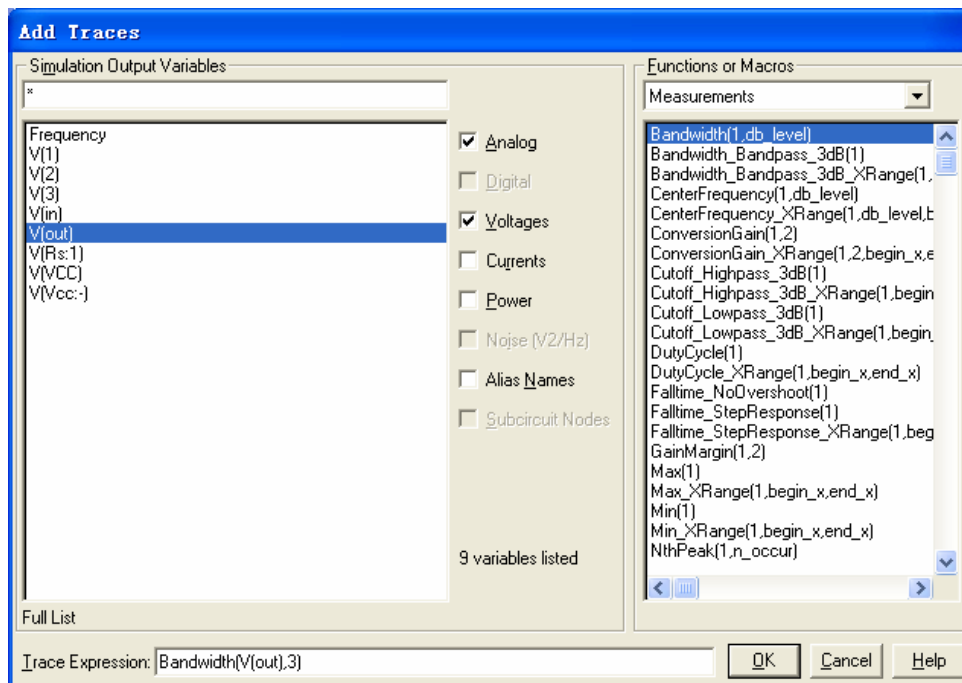


上图对话框主要是对测量性能分析注释说明，可以直接按OK。或者按Wizard通过屏幕引导方式添加特征函数。

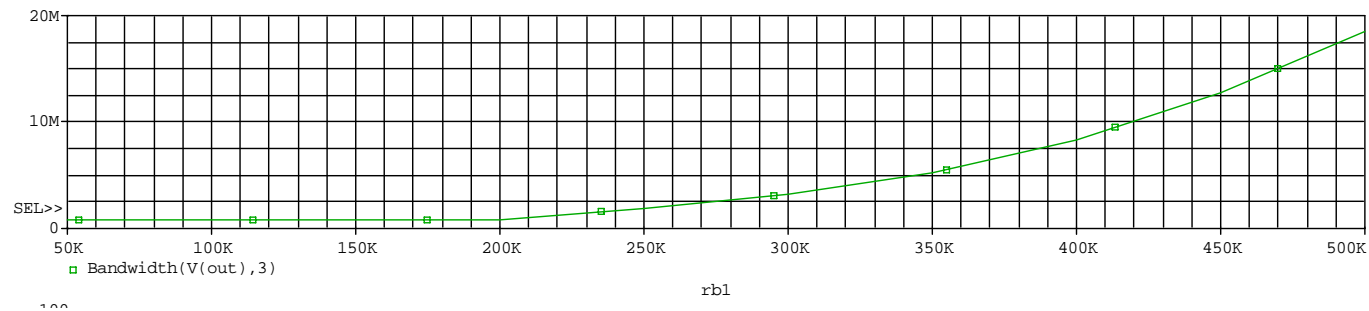
(2) 选择Trace/Performance Analysis子命令或者按下



选择电路特性函数



(3) 显示性能分析结果



(4) 选择执行Trace/性函数数值。



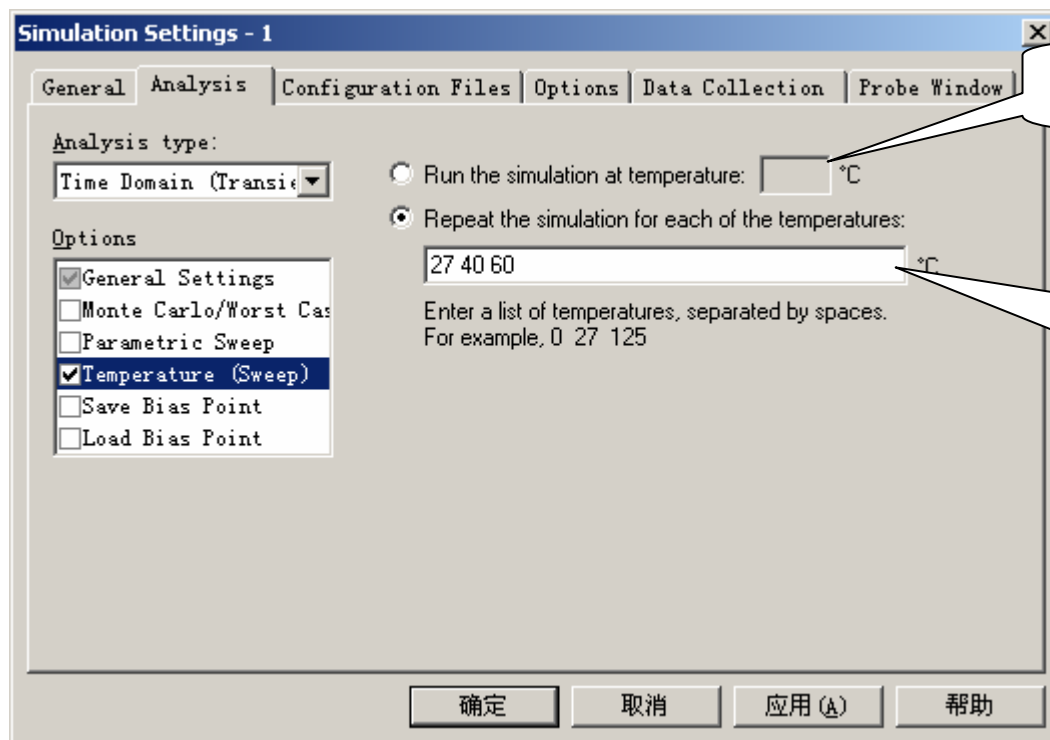
，显示电路特

Measurement Results										
Evaluate	Measurement	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input checked="" type="checkbox"/>	Bandwidth(V(out), 3)	783.01479k	825.67186k	841.16436k	810.33484k	1.83304meg	3.23711meg	5.22443meg	8.33173meg	12.76162meg
Click here to evaluate a new measurement...										

7、温度分析（Temperature (Sweep)）

分析在特定温度下电路的特性。

分析工作温度对输出波形的影响

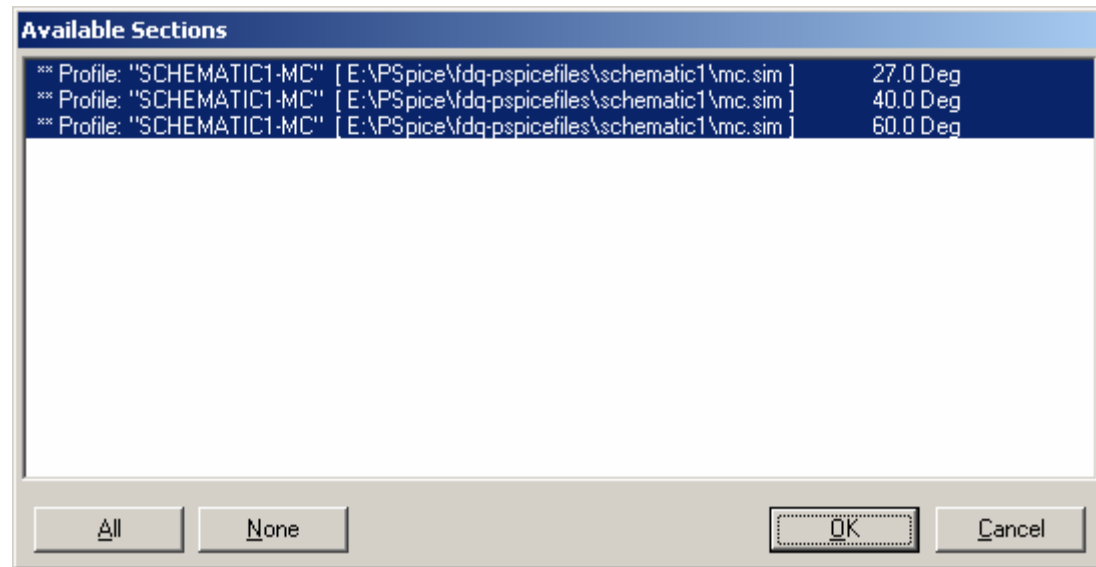


在指定温度下分析

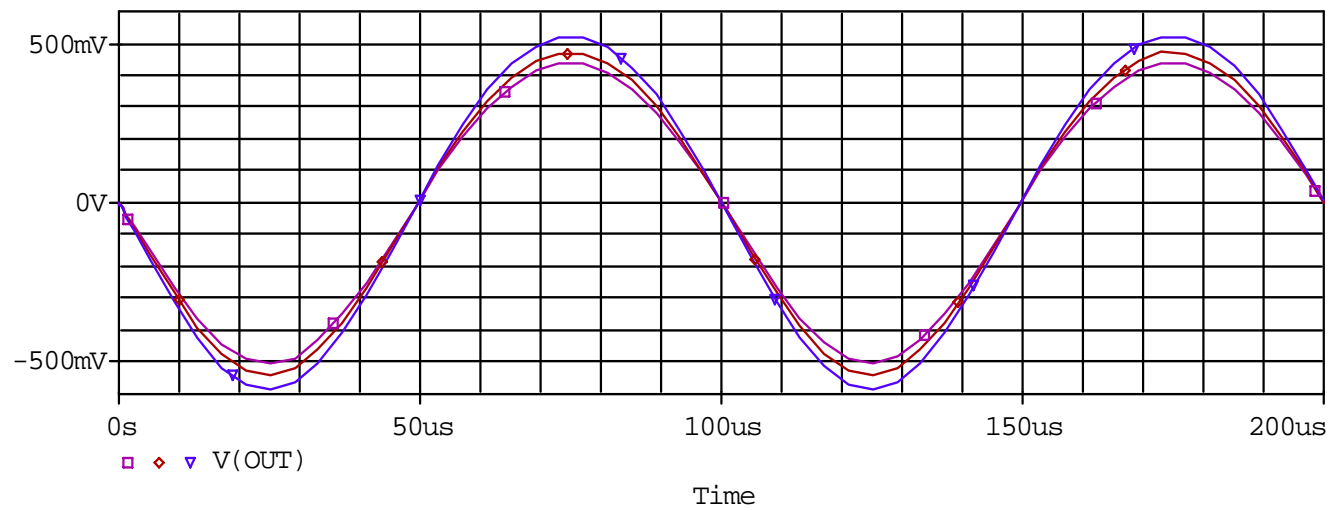
在指定的一系列温度下进行分析

仿真结果:

显示变量取值:



温度分析结果:



三条波形对应于三个不同温度下电路的输出波形。

8、蒙特卡罗（Monte Carlo）分析和最坏情况(Worst Case)分析:

- 蒙特卡罗分析是分析电路元器件参数在它们各自的容差（容许误差）范围内，以某种分布规律随机变化时电路特性的变化情况，这些特性包括直流、交流或瞬态特性。
- 最坏情况分析与蒙特卡罗分析都属于统计分析，所不同的是，蒙特卡罗分析是在同一次仿真分析中，参数按指定的统计规律同时发生随机变化；而最坏情况分析则是在最后一次分析时，使各个参数同时按容差范围内各自的最大变化量改变，以得到最坏情况下的电路特性。

容差介绍

- ①DEV 器件容差：指各元器件统一使用的容差，该容差可以相互独立变化。
- ②LOT 批容差：指各元器件的容差可以同时变化，即它们的值同时变大或变小。
- ③组合容差 组合使用时，元器件首先按LOT容差变化，然后再按DEV容差变化。

(一) 使用蒙特卡罗分析方法，分析放大器的频域特性。

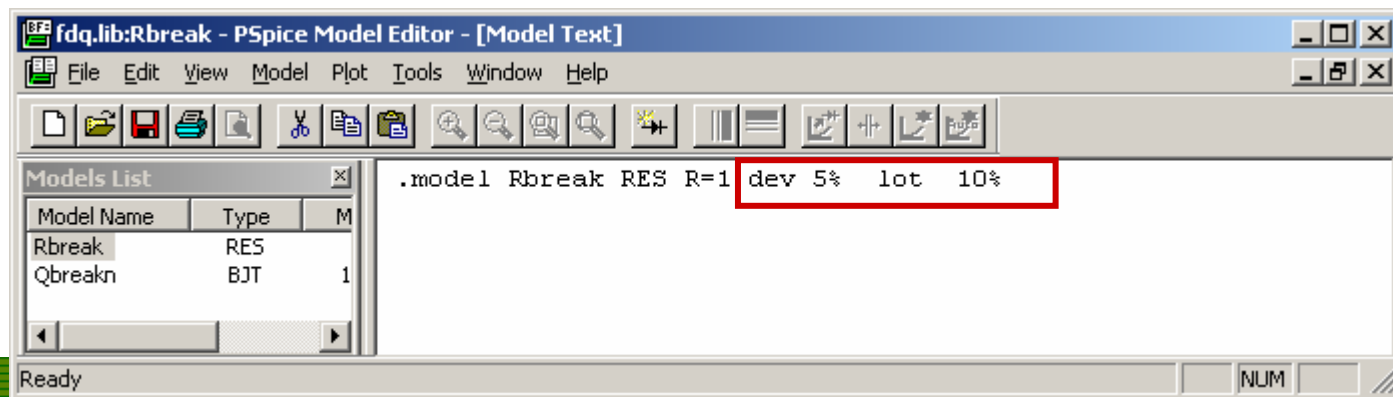
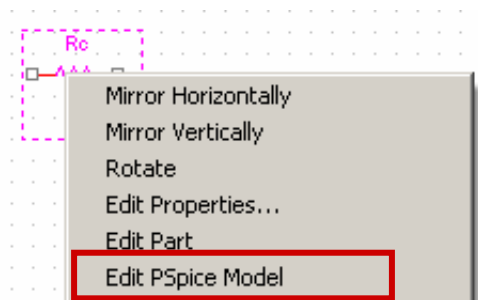
步骤：

1、设置器件的容差

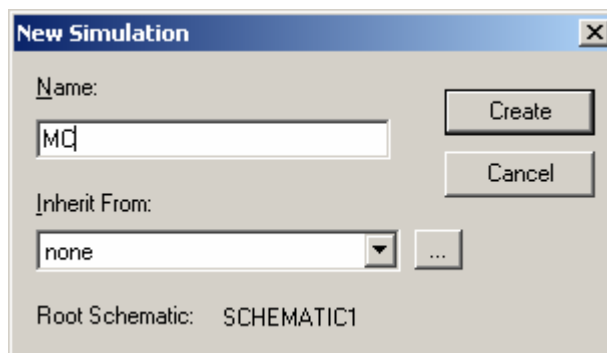
方法一、双击电阻Rc, 进入属性设置窗口，在Tolerance选项中加入该元件的容差值。

T	TOLERANCE	Value	VOLTAGE
	+-5%	5.1k	RVMAX

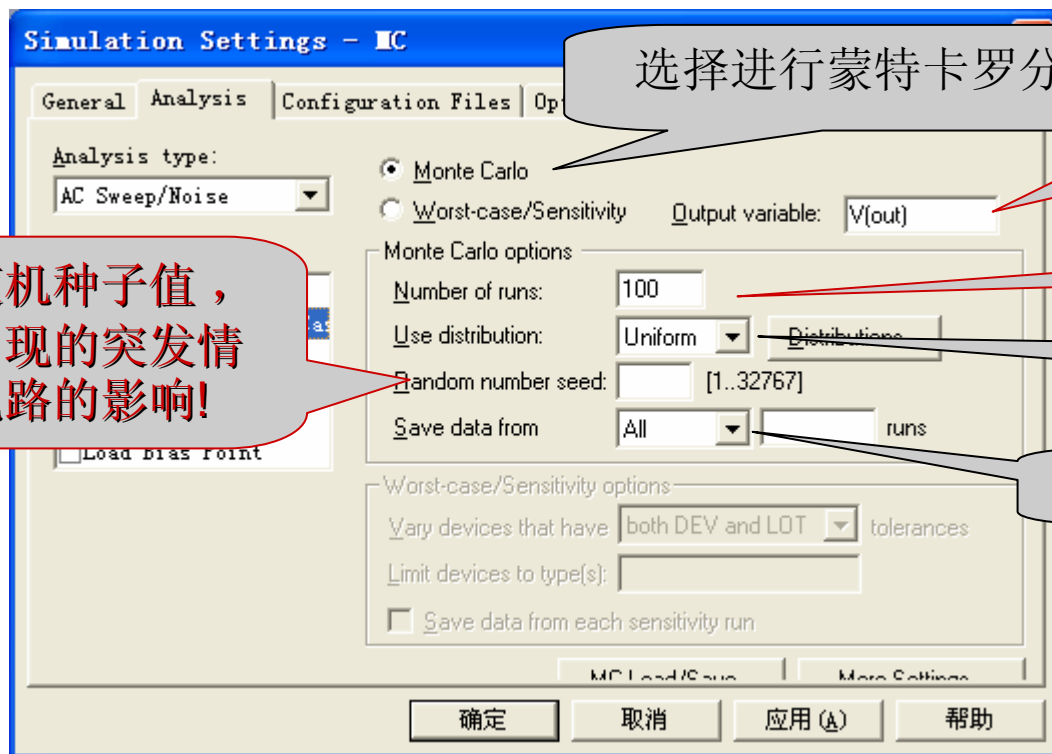
方法二、若DEV 和 LOT值不同，我们可以调用Rbreak 电阻，对其可以进行Pspice的模型编辑！



2、新建仿真文件



3、设置仿真参数



选择进行蒙特卡罗分析

选择分析的输出节点

分析采样的次数

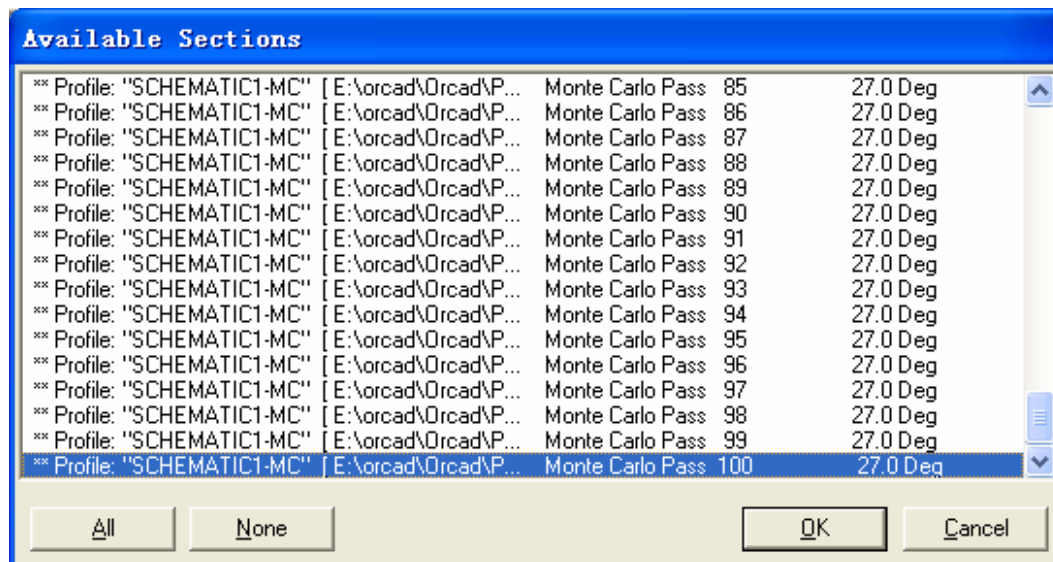
使用的偏差分布情况

保存数据的方式

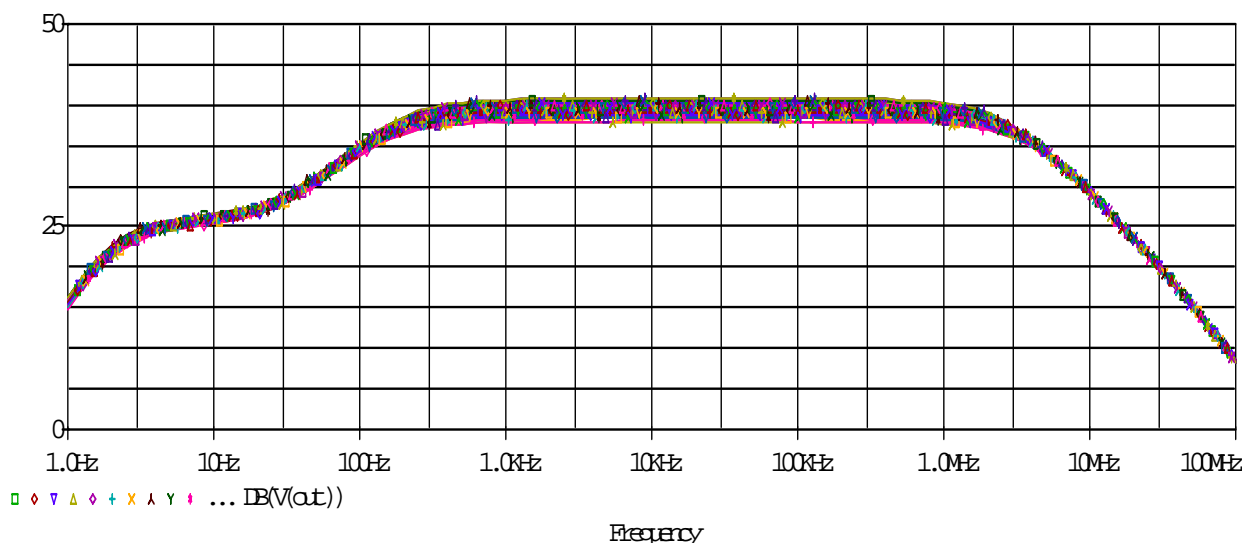
设置随机种子值，
可能出现的突发情
况对电路的影响！

4、显示仿真结果:

显示变量取值:




蒙特卡罗分析结果:

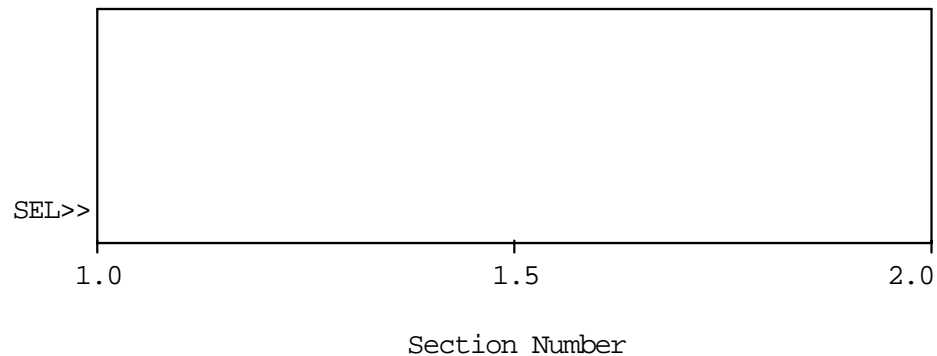
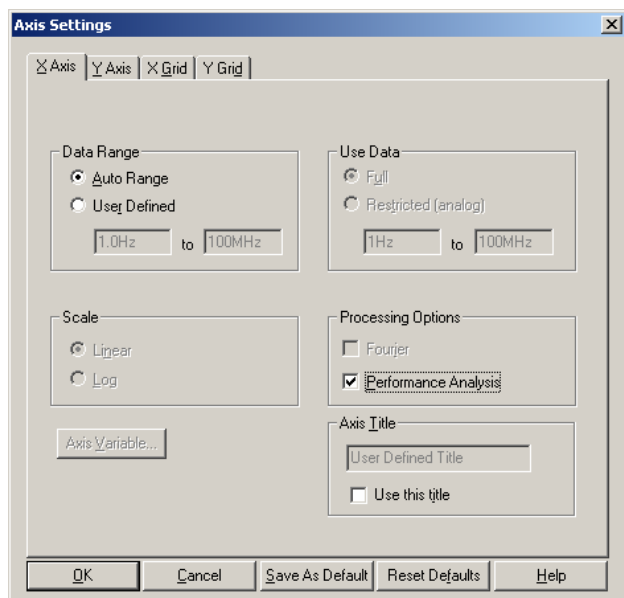


(二) 利用蒙特卡罗的结果绘制直方图

对电路特性进行蒙特卡诺(MC)分析以后，调用Probe绘制出描述电路特性分散情况的分布直方图，就可以预计该电路设计投入生产时的成品率。

在完成蒙特卡诺分析以后启动电路性能分析(Performance Analysis)，Probe窗口将转化为直方图绘制窗口，选用的特征值函数在显示窗口中成为x轴坐标变量，y轴坐标刻度为百分数。这就是说，只要在MC分析以后启动电路性能分析，就自动进入直方图绘制状态。

1、在Plot/Axis Settings 下，勾选Performance Analysis,或用
图标 ，将Probe 画面转换成目标函数性能设计。



X轴坐标变量表示选用的特征值函数；
Y轴坐标表示百分数

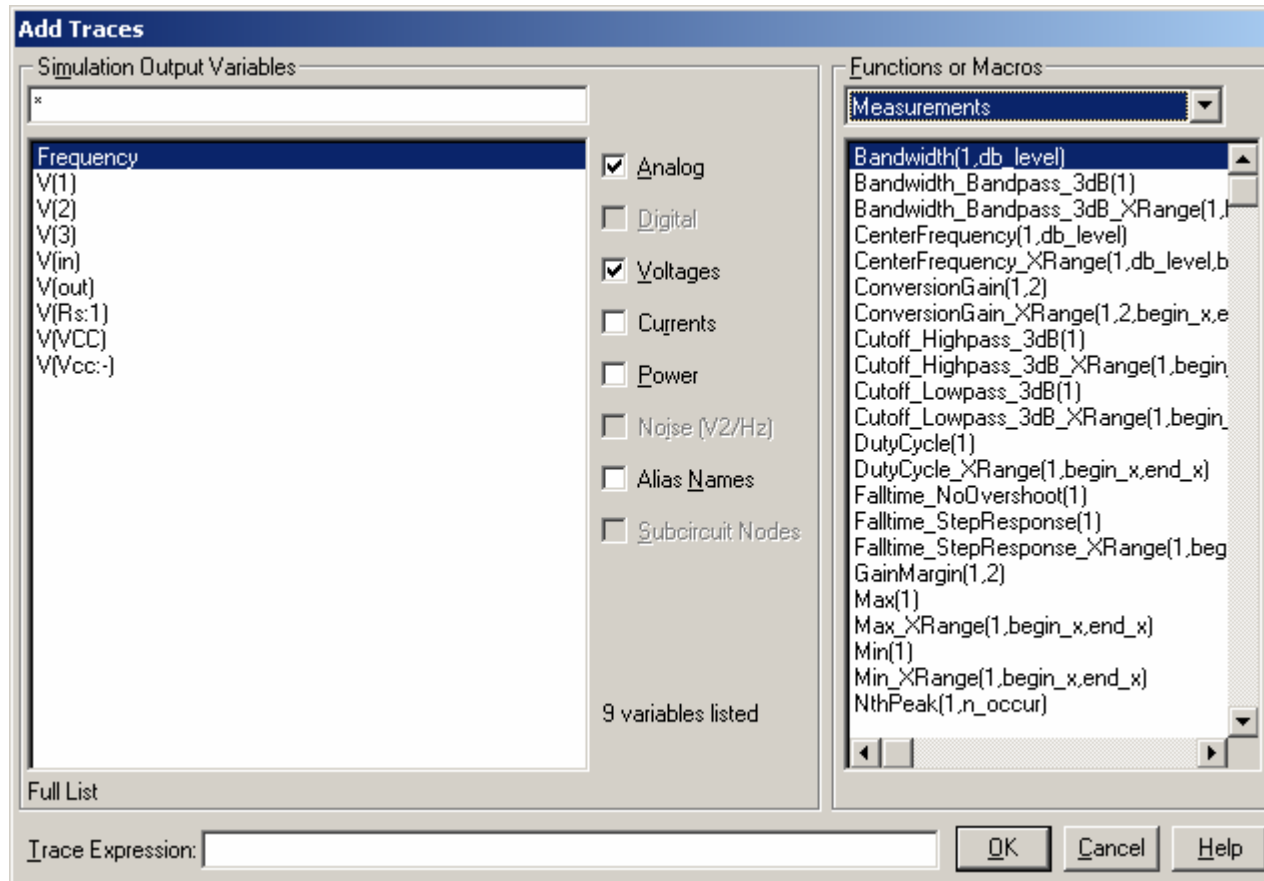
2、直方图绘制的参数设置

直方图X轴数据范围划分的区间数，以及直方图下方是否同时显示有关信息和统计分析结果，均可以由用户通过有关任选项设置确定。

执行Tools/Options 命令：



3、点击图标 ，在目标函数中选择需要分析的特征值函数



设置特征函数

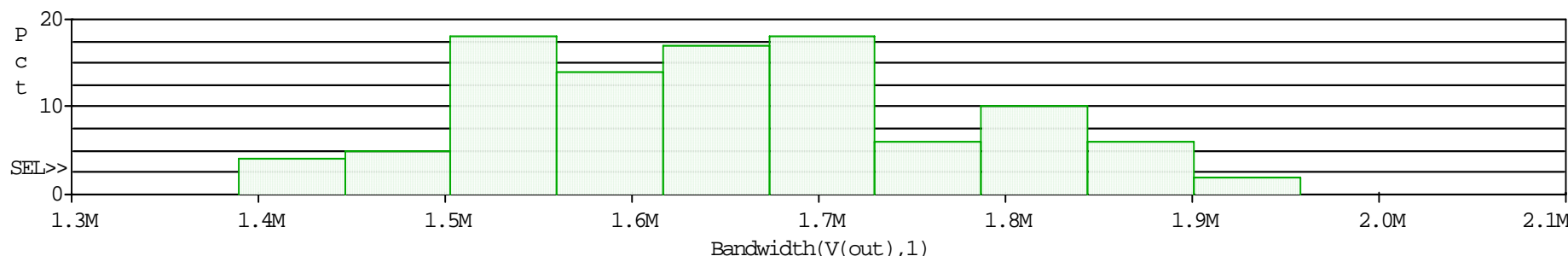
Trace Expression: Bandwidth(V(out),1)

OK

Cancel

Help

1db带宽直方图:



n samples	= 100	sigma	= 124343	median	= 1.64993e+006	3*sigma	= 373028
n divisions	= 10	minimum	= 1.38933e+006	90th %ile	= 1.82624e+006		
mean	= 1.65374e+006	10th %ile	= 1.51305e+006	maximum	= 1.95749e+006		

n samples: 蒙特卡罗分析的次数，现设为100次

n divisions: 显示的长方形个数，现设为10次，条数越多越清楚，可通过设置 Number of Divisions 值来修改。

Mean: 输出变量平均值

Sigma: 输出变量平均误差值。

minimum, maximum median: 输出变量的最小值、最大值、中间值。

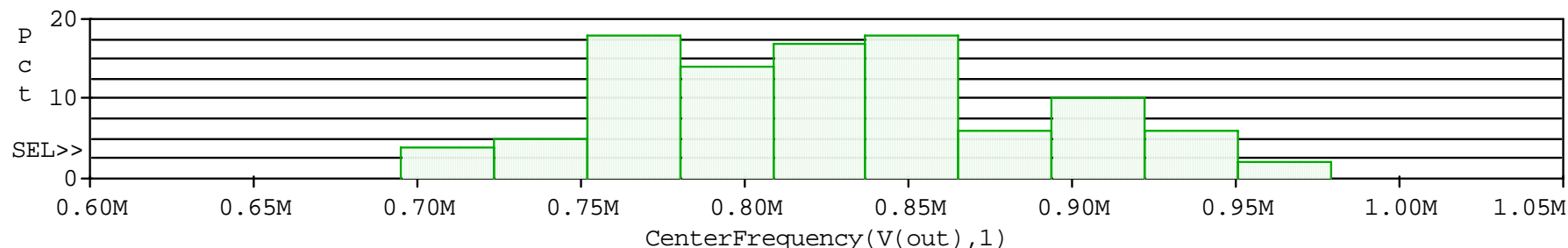
10 th %ile: 按从大到小顺序排列的100个滤波器样本中第10号样本和第11号样本的带宽平均值。

90 th %ile: 按从大到小顺序排列的100个滤波器样本中第90号样本和第91号样本的带宽平均值。

设置特征函数

Trace Expression:

中心频率直方图:



n samples	= 100	sigma	= 62156.1	median	= 825265	3*sigma	= 186468
n divisions	= 10	minimum	= 694991	90th %ile	= 913387		
mean	= 827167	10th %ile	= 756835	maximum	= 979003		

50

(三) 使用最坏情况分析方法，分析放大器输出端的频域特性。

步骤：

1、2、同蒙特卡罗分析步骤

3、设置仿真参数

Y Max: 求出每个波形与额定运行值的最大差值

Max: 求出每个波形的最大值

Min: 求出每个波形的最小值

Rise_edge: 找出第一次超出域值的波形

Fall_edge: 找出第一次低于域值的波形

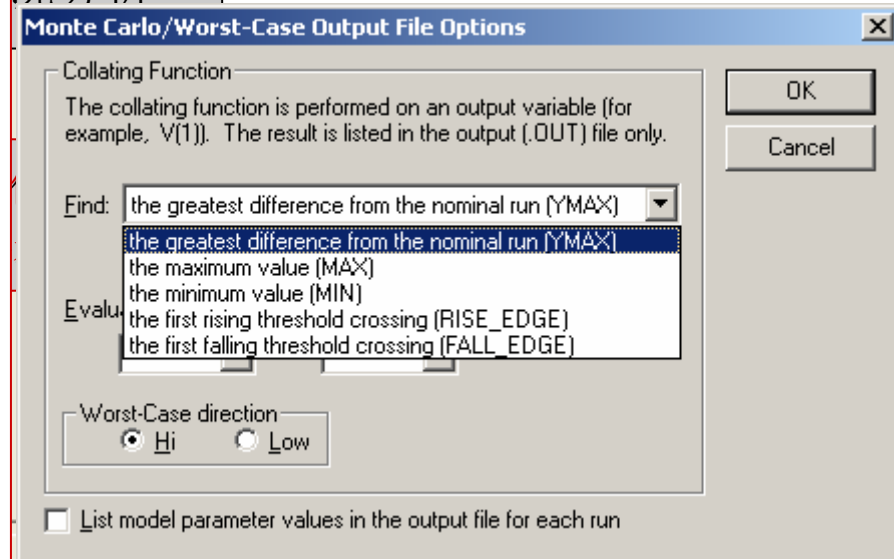
Threshold: 设置域值

Evaluate only when the sweep variable is in:
定义参数允许的变化范围

Worst-Case direction: 设定最坏情况分析的趋向

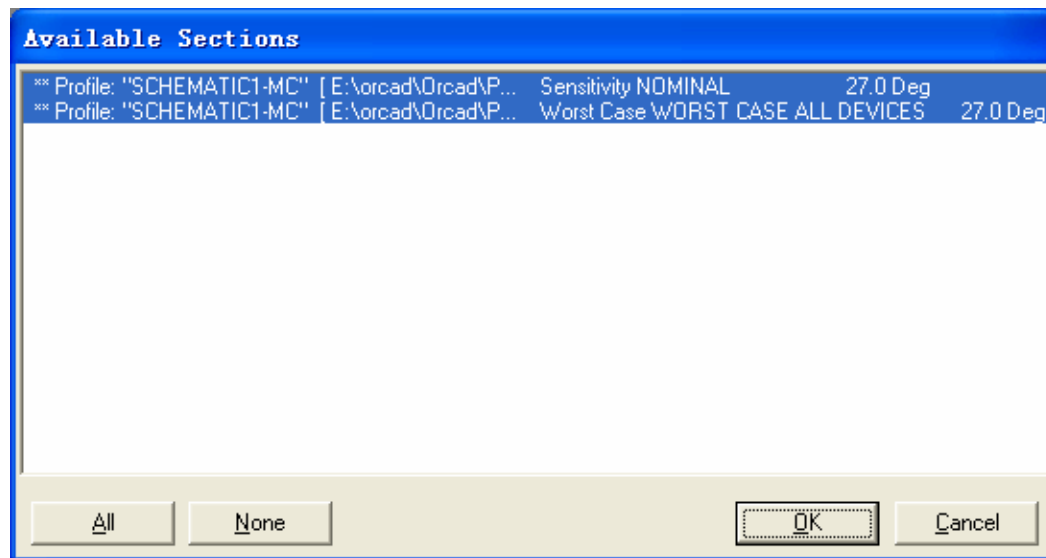
List model parameter values in the output file:
是否在输出文件里列出模型参数的值

况分析

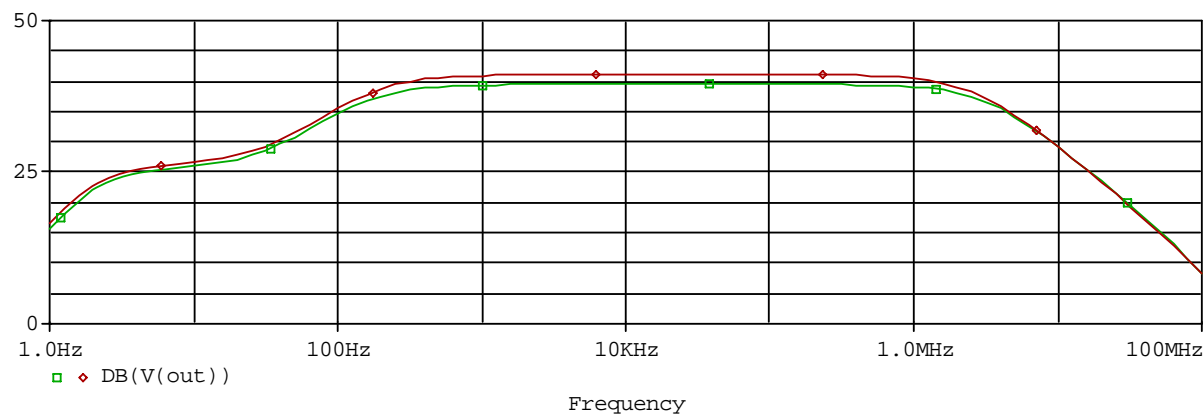


4、显示仿真结果：

显示变量取值：



蒙特卡罗分析结果：



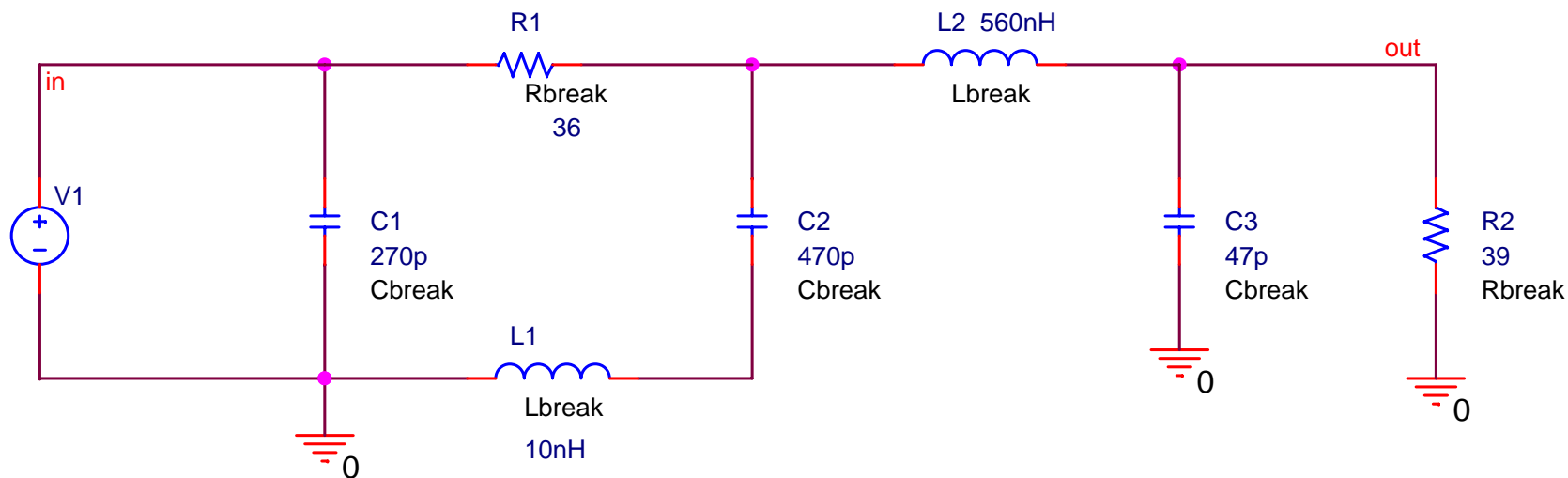
两条线分别表示的是：正常的时域特性和最大的误差值时的频域特性！

三、实例练习

1、

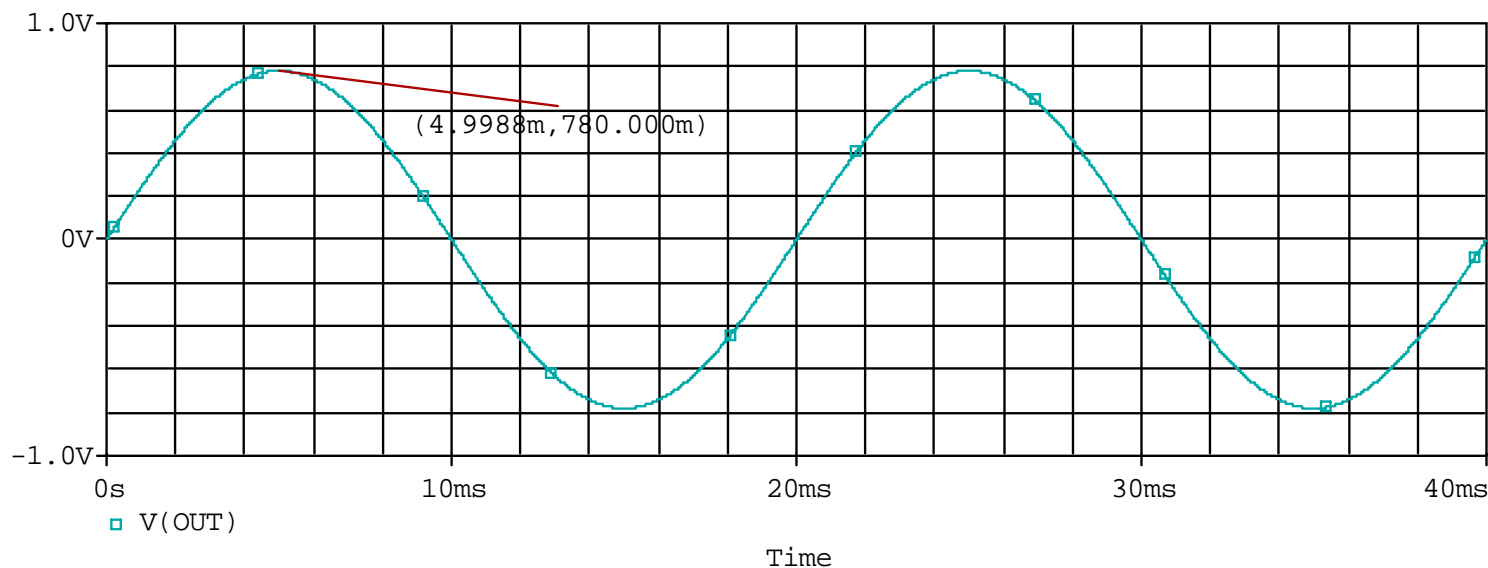
(1) 观察该电路对输入波形的影响。(从时域和频域两个角度分别观察)

(2) 若该电路投入生产时要组装100套, 已知所有的电阻采用精度为10%的电容器, 所有电容采用精度为5%的电容器, 所有电感采用精度为5%的元件, 观察输出电压的截止频率分布情况。

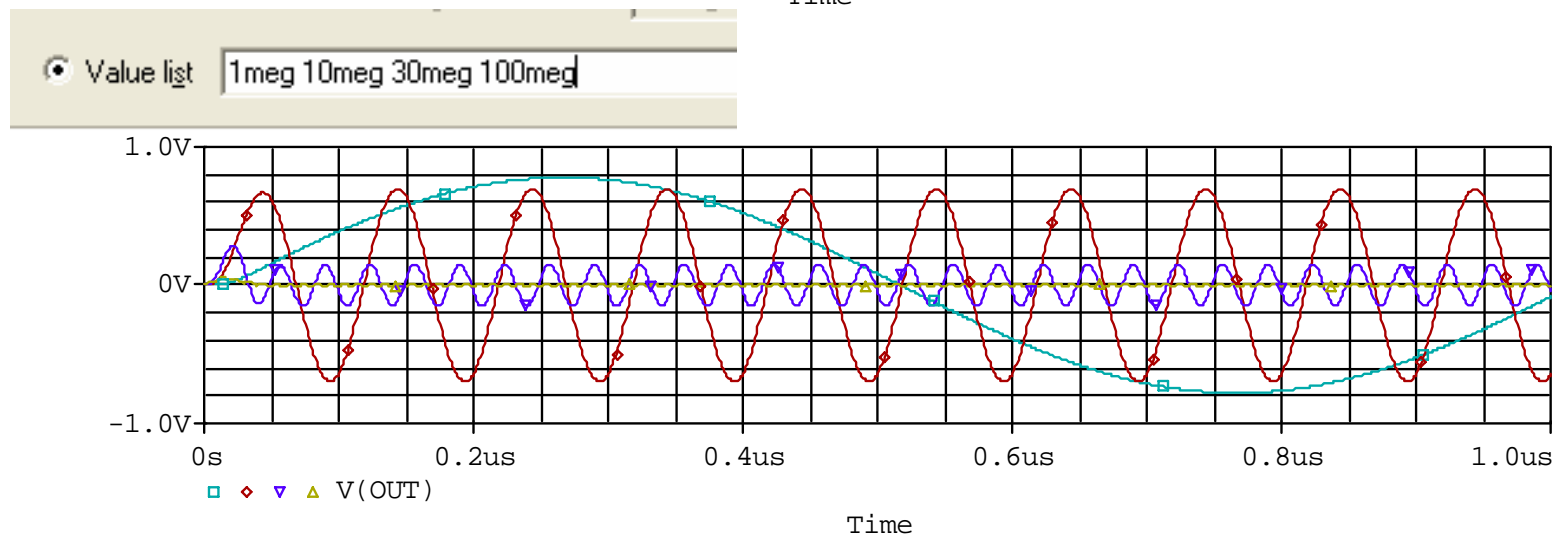
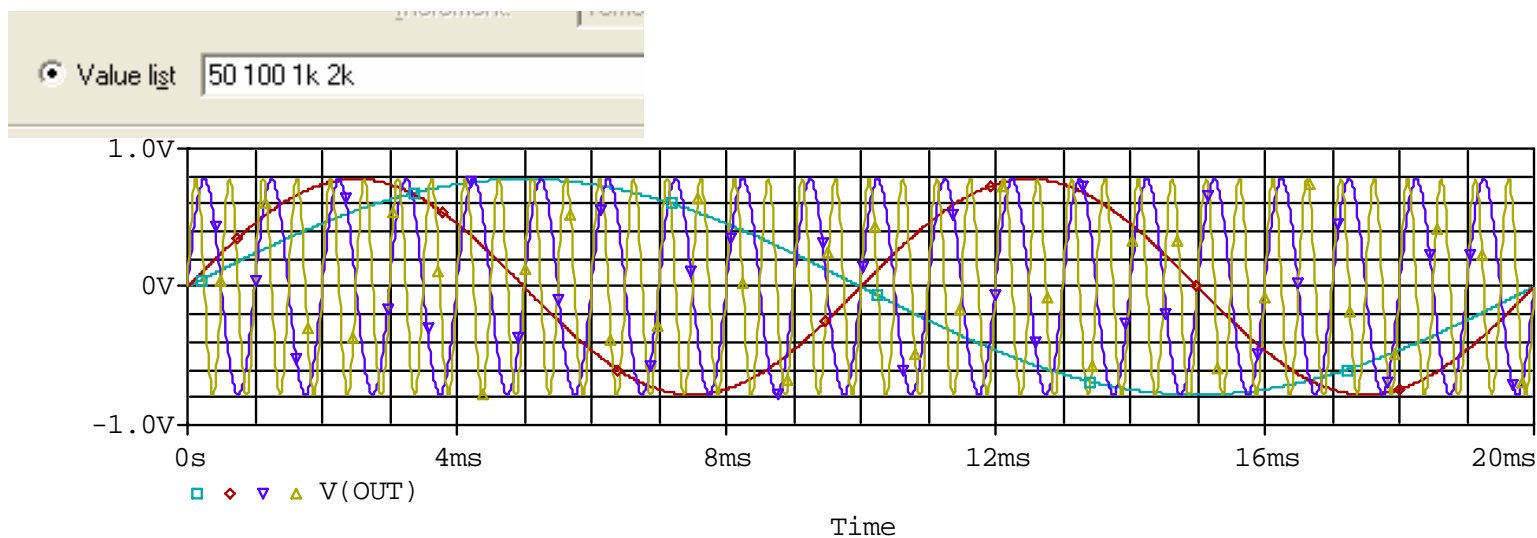


(1)

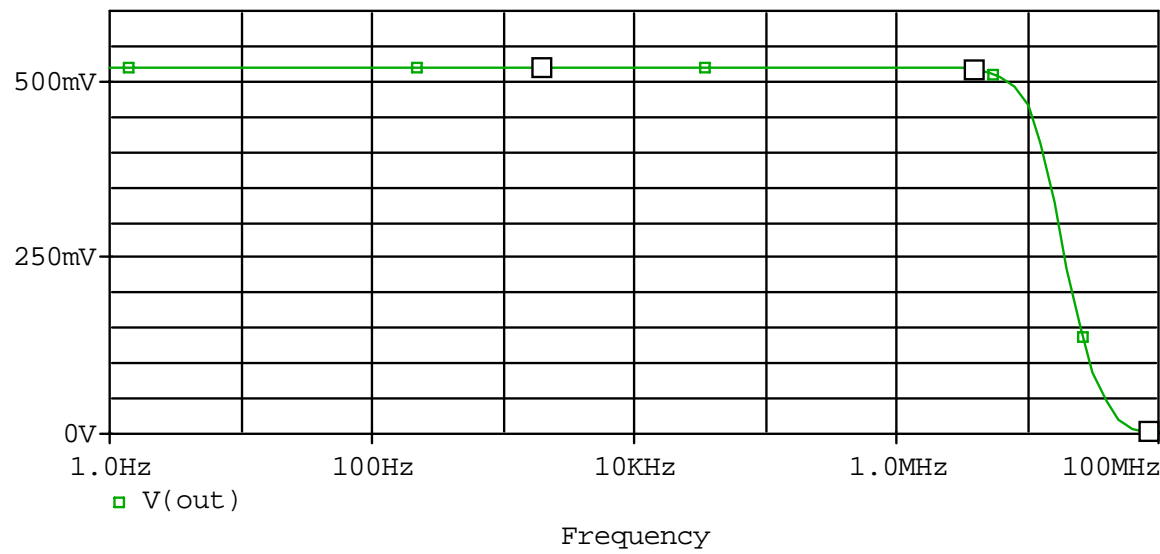
设输入信号为幅度是**1.5V**，频率是**50Hz**的正弦波，
观察输出波形：



将频率设置为参数，观察输出波形：



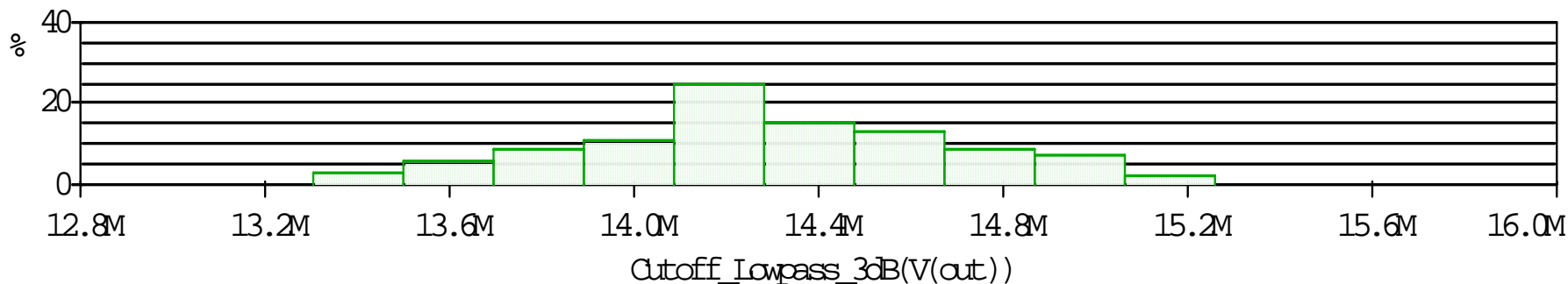
观察该电路的频率特性



Measurement Results				
	Evaluate	Measurement	Value	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Max(V(out))	520.00001m	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff_Lowpass_3dB(V(out))	14.23668meg	
Click here to evaluate a new measurement...				

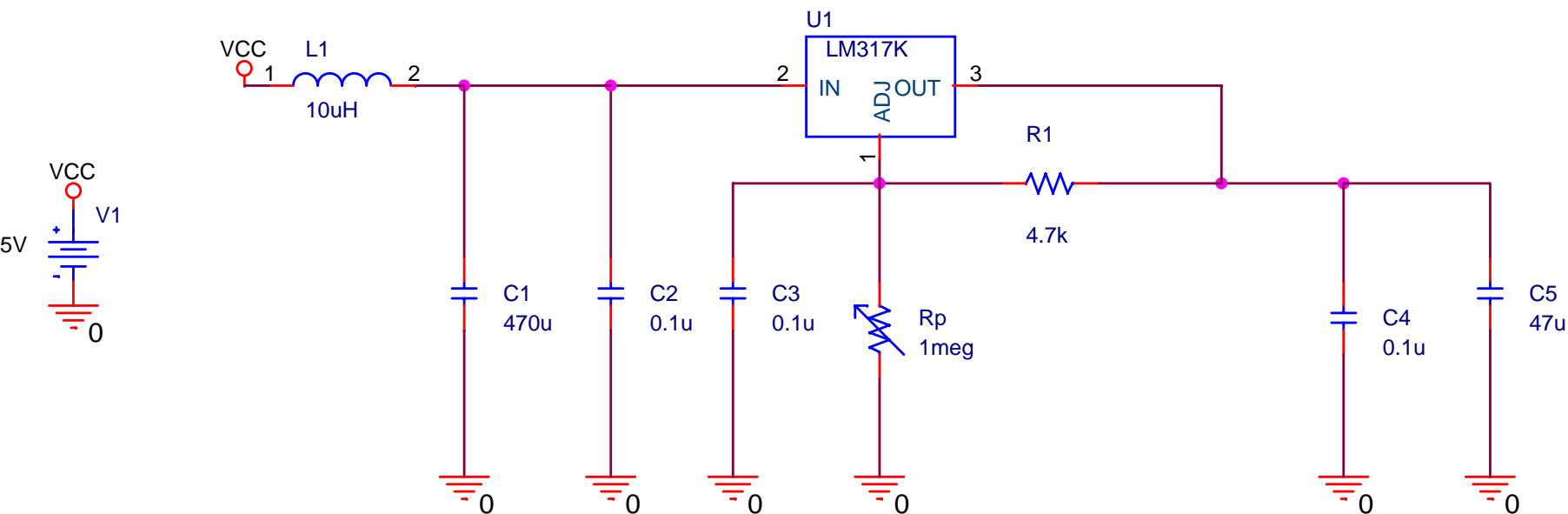
(2)

输出电压的截止频率分布情况:

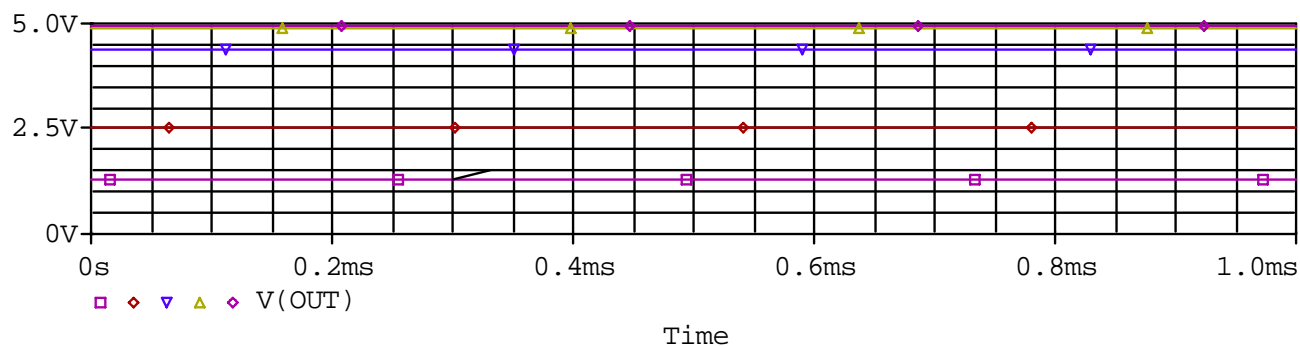
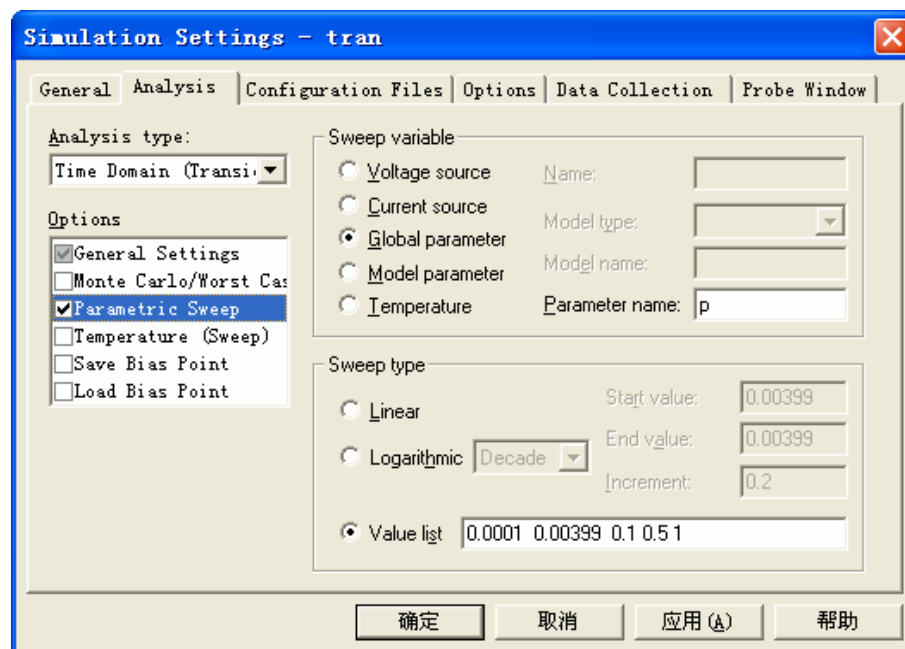


n samples	= 100	minimum	= 1.33028e+007	maximum	= 1.52586e+007
n divisions	= 10	10th %ile	= 1.37464e+007	3*sigma	= 1.24851e+006
mean	= 1.42724e+007	median	= 1.42664e+007		
sigma	= 416170	90th %ile	= 1.48557e+007		

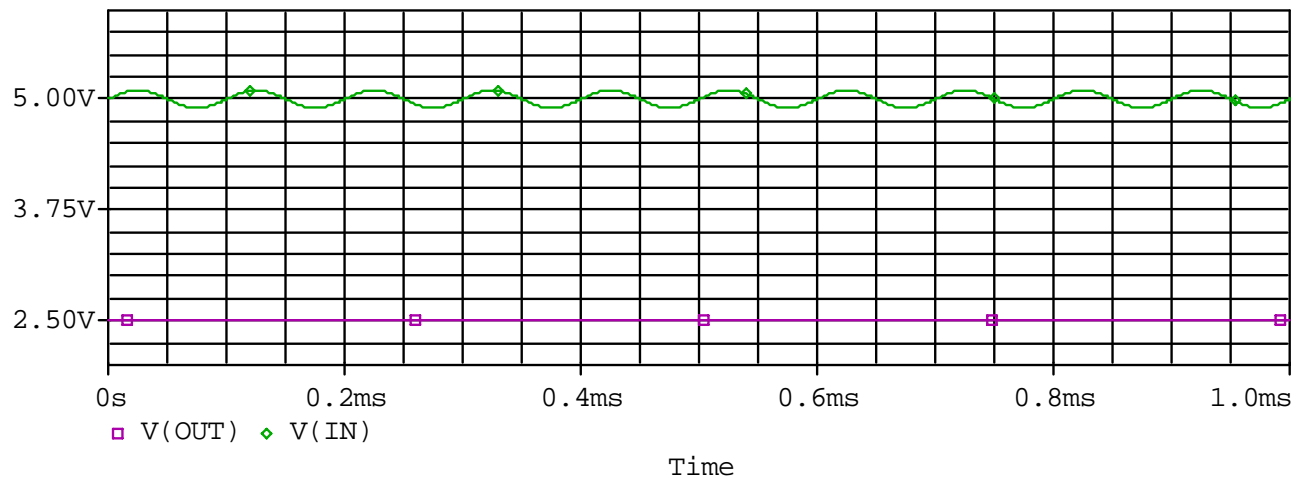
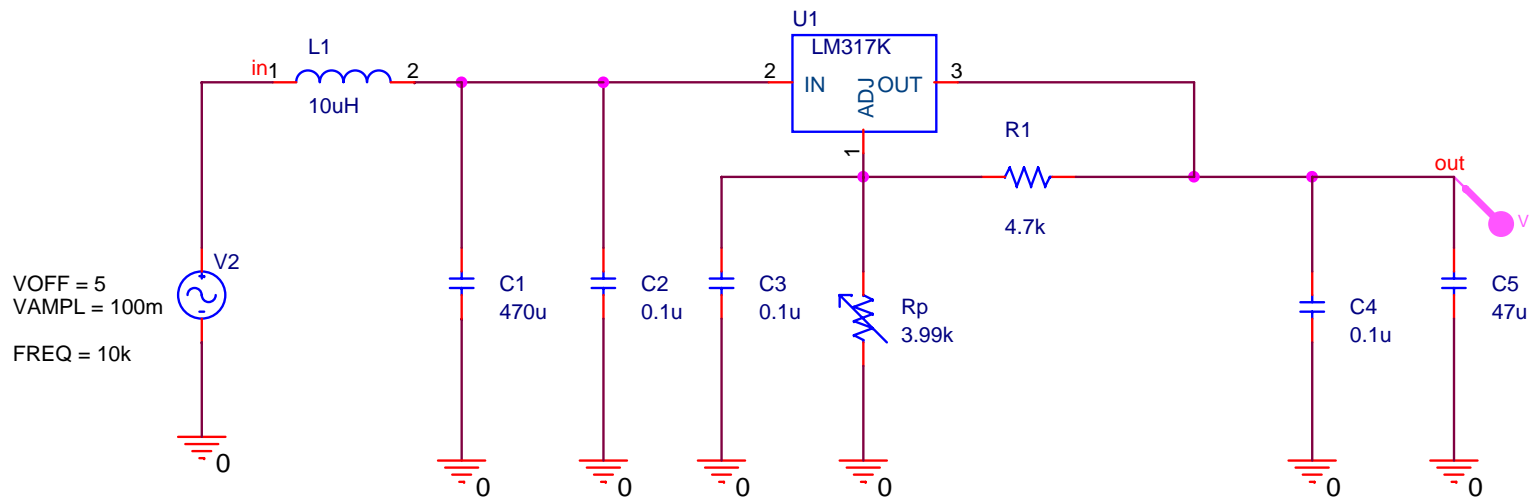
2、某电压调节电路如下图所示，分析滑动变阻器对电路输出的影响；并计算该调压器的纹波抑制比。

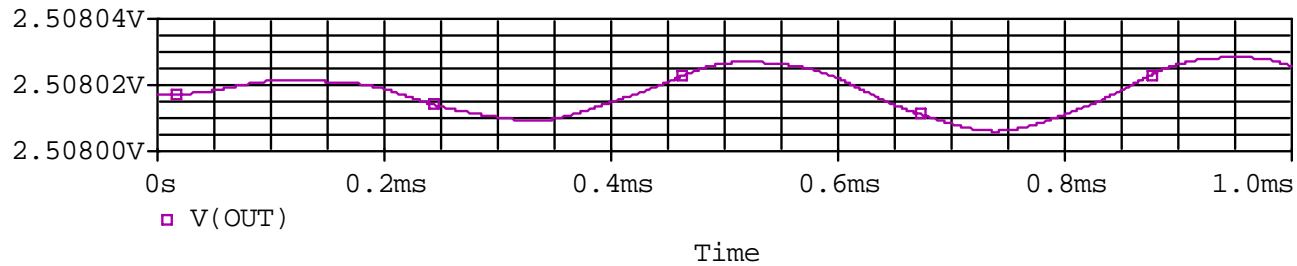


将滑动变阻器的调节系数设置为参数，观察输出波形的变化。



假设输入端混入干扰信号 $v_n = 100 \sin(2\pi \times 10^4 t)$





Evaluate	Measurement	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	Max_XRange(V(out), 0. 2m, 0. 3m)- Min_XRan...	8.58307u

电源纹波抑制比 PSRR

$$\begin{aligned}
 \text{PSRR} &= 20\log[(\text{Ripple(in)} / \text{Ripple(out)})] \\
 &= 20\log[100\text{m}/8.58307\text{u}] \\
 &= 81.3\text{dB}
 \end{aligned}$$

四、其他选项用途和设置

1、General 选项

仿真信息的配置名称

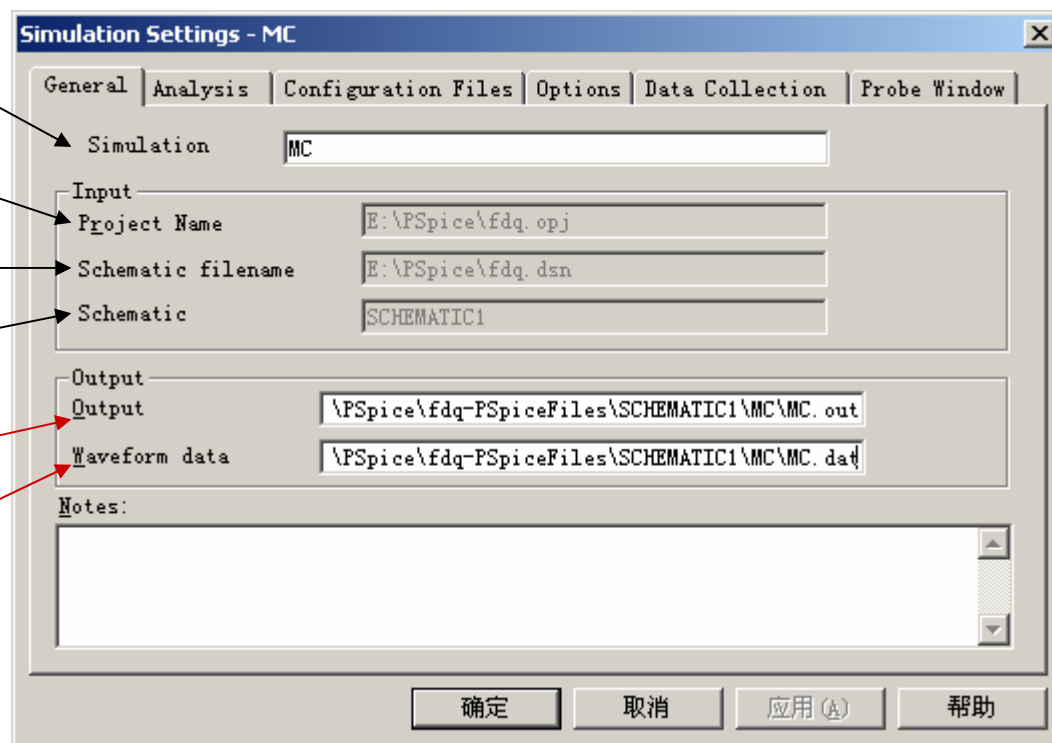
工程文件路径和名称

原理图文件名

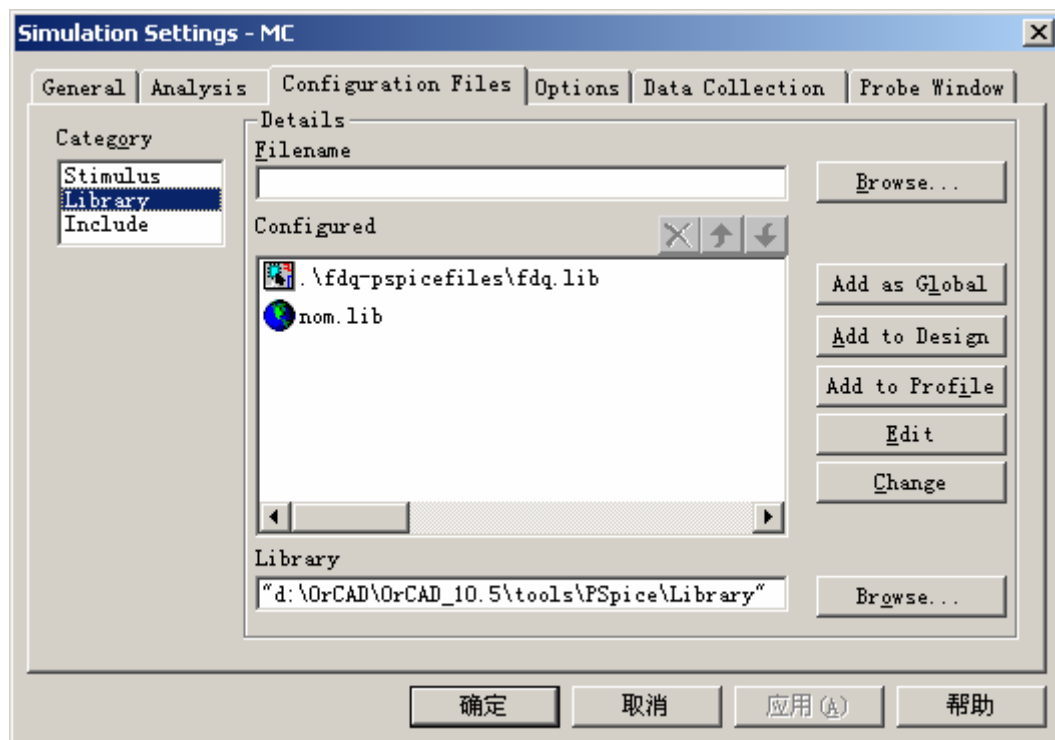
原理图

输出文件信息

波形信息



2、 Configuration Files 选项



在这个窗口下，我们可以加载一些配置文件。

比如：在Library下，点击Browse，可以加入自建的PSpice模型库，这样就可以顺利在绘制原理图中，直接使用自建的元件模型了。

3、

Options

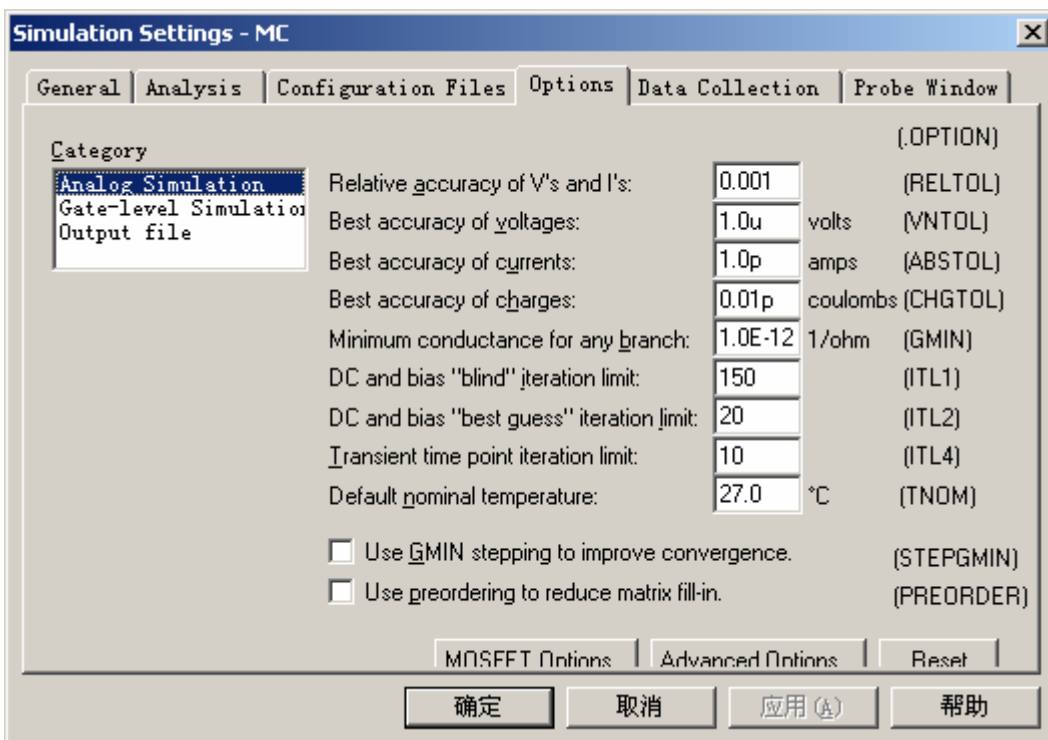
选项

(1) 作用

为了克服电路模拟中可能出现的不收敛问题，同时兼顾电路分析的精度和耗用的计算机时间，并能控制模拟结果输出的内容和格式，Pspice软件提供了众多的任选项供用户选择设置。

根据设置内容的不同，可将这些任选项分为两类。一类属于选中型任选项，用户只需选中该任选项，即可使其在模拟分析中起作用，无需赋给具体数值。另一类为赋值型任选项，对这类任选项，系统均提供有内定值。

(2) Analog Simulation任选项



①基本任选参数

RELTOL: 设置计算电压和电流时的相对精度。

VNTOL: 设置计算电压时的精度。

ABSTOL: 设置计算电流时的精度。

CHGTOL: 设置计算电荷时的精度。

GMIN: 电路模拟分析中加于每个支路的最小电导。

ITL1: 在DC分析和偏置点计算时以随机方式进行迭代次数上限。

ITL2: 在DC分析和偏置点计算时根据以往情况选择初值进行的迭代次数上限。

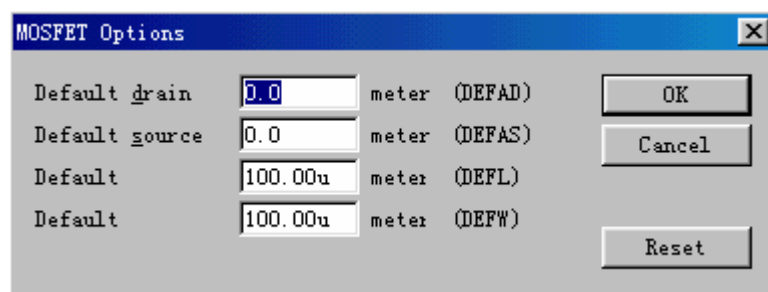
ITL4: 瞬态分析中任一点的迭代次数上限, 注意, 在SPICE程序中有ITL3任选项, Pspice软件中则未采用ITL3。

TNOM: 确定电路模拟分析时采用的温度默认值。

use GMIN stepping to improve convergence:
在出现不收敛的情况时, 按一定方式改变GMIN参数值, 以解决不收敛的问题。

②与MOS器件参数设置有关的任选项

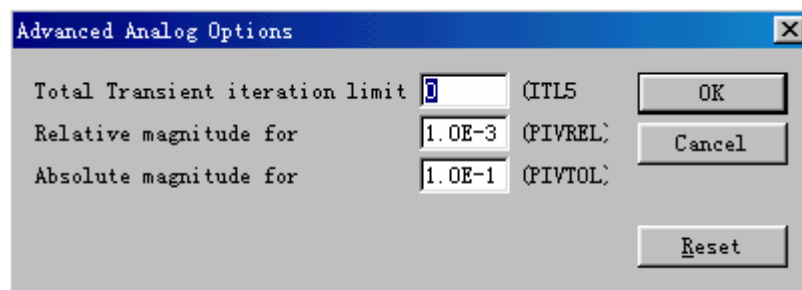
在上图中按“MOSFET Options...”按钮，屏幕上出现下图所示任选项参数设置框，其中包括4项与MOS器件有关的任选项：



1. DEFAD: 设置模拟分析中MOS晶体管的漏区面积AD内定值;
2. DEFAS: 设置模拟分析中MOS晶体管的源区面积AS内定值;
3. DEFL: 设置模拟分析中MOS晶体管的沟道长度L内定值;
4. DEFW: 设置模拟分析中MOS晶体管的沟道宽度W内定值。

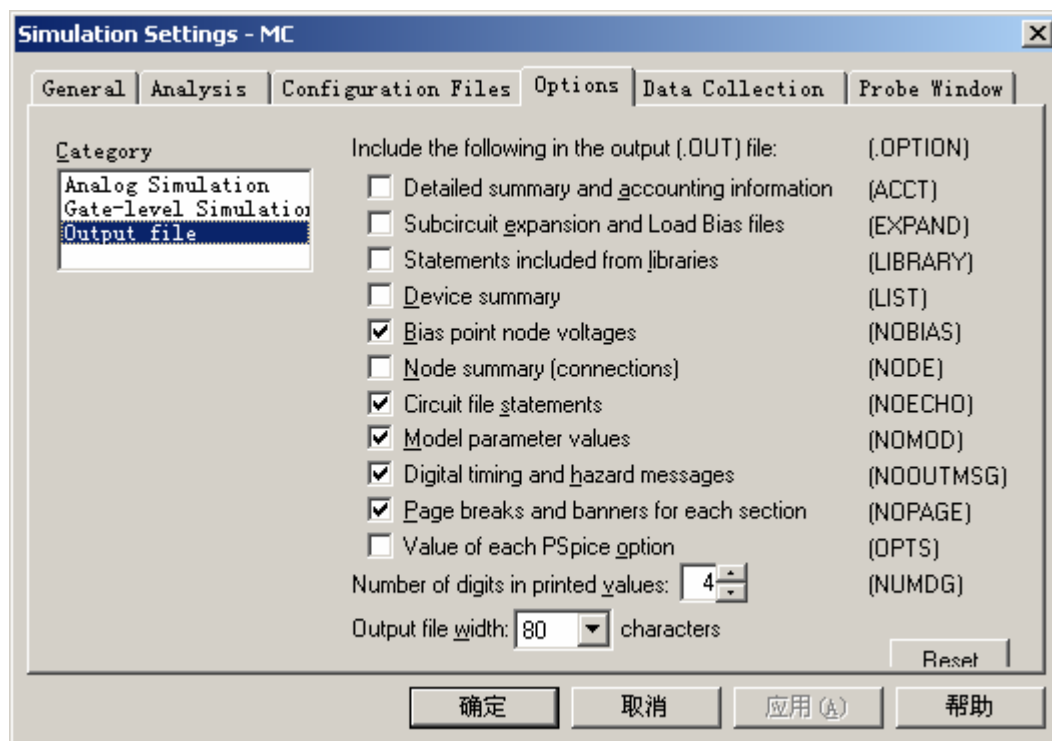
③Advanced Options参数设置

按“ Advanced Options”按钮，屏幕上出现下图所示任选项参数设置框。



1. ITL5: 设置瞬态分析中所有点的迭代总次数上限，若将ITL5设置为0（即内定值）表示总次数上限为无穷大。
2. PIVREL: 在电路模拟分析中需要用主元素消去法求解矩阵议程。求解议程过程中，允许的主元素与其所在列最大元素比值的最小值由本任选项确定。
3. PIVTOL: 确定主元素消去法求解矩阵议程时允许的主元素最小值。

(3) 用于控制输出文件的任选项



ACCT: 该任选项名称是 Account 的缩写。若选中该项，则在输出关于电路模拟分析结果的信息后面还将输出关于电路结构分类统计、模拟分析的计算量以及耗用的计算机时间等统计结果。

EXPAND: 列出用实际的电路结构代替子电路调用以后新增的元器件以及子电路内部的偏置点信息。

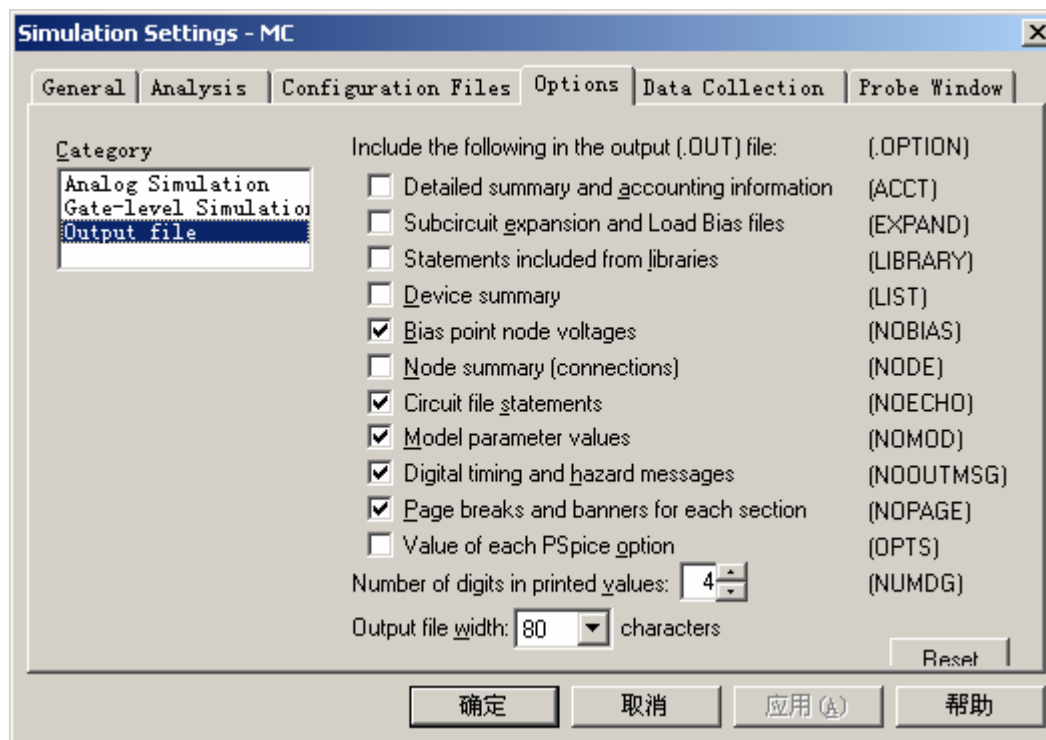
LIBRARY: 列出库文件中在电路模拟过程被调用的那部分内容。

LIST: 列出电路中元器件统计清单。

NOBIAS: 不在输出文件中列出节点电压信息。

NODE: 以节点统计表的形式表示电路内部连接关系。

NOECHO: 不在输出文件中列出描述电路元器件拓扑连接关系有及与分析要求有关的信息。



NOMOD: 不在输出文件中列出模型参数值及其在不同温度下的更新结果。

NOPAGE: 不在输出文件中保存模拟分析过程产生出错信息。

NOPAGE: 在打印输出文件时代表模拟分析结果的各部分内容（如偏置解信息、DC、AC和TRAN等不同类型的分析结果等）均自动另起一页打印。如果选中NOPAGE任选项，则各部分内容连续打印，不再分页。

OPTS: 列出模拟分析采用的各任选项的实际设置值。

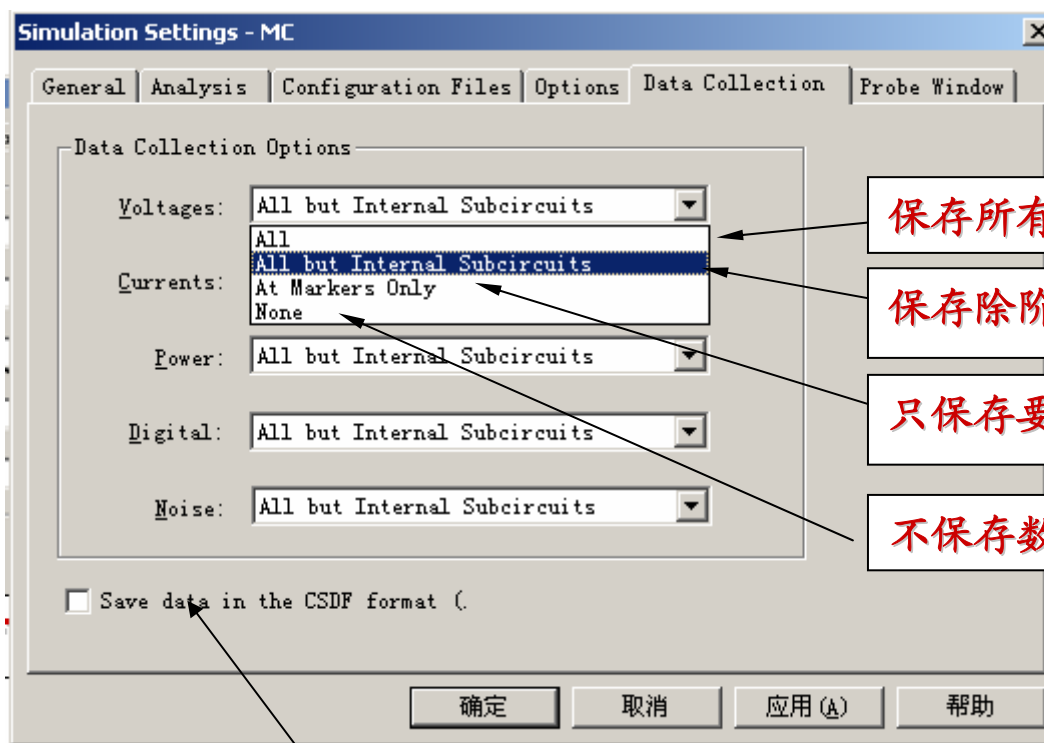
NUMDG: 确定打印数据列表时的数字倍数（最大8位有效数字）。

Output File () Characters: 确定输出打印时每行字符数（可设置为80或132）。

4、

Data Collection

数据保存选项



保存所有节点

保存除阶层内部节点外的数据

只保存要观测的节点处的数据

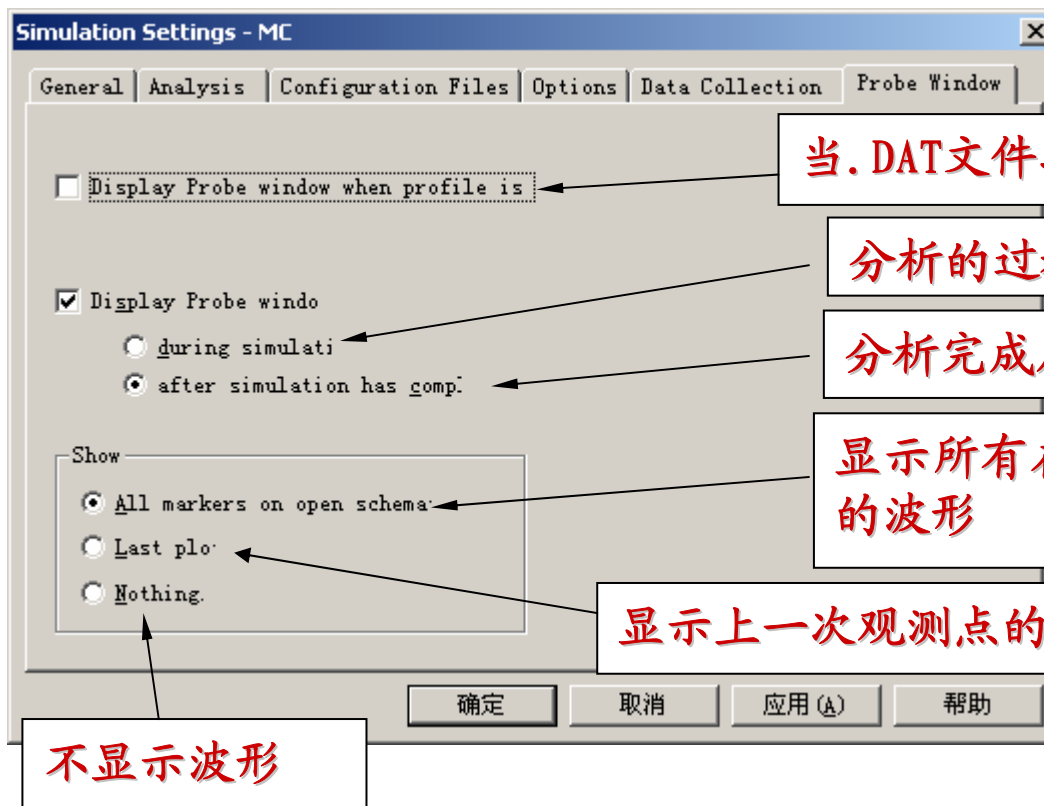
不保存数据

以CSDF的格式保存数据

5、

Probe Window

设置波形显示方式



当.DAT文件打开的时候才显示波形

分析的过程中显示波形

分析完成后才显示波形

显示所有在原理图中标注位置的波形

显示上一次观测点的波形

不显示波形

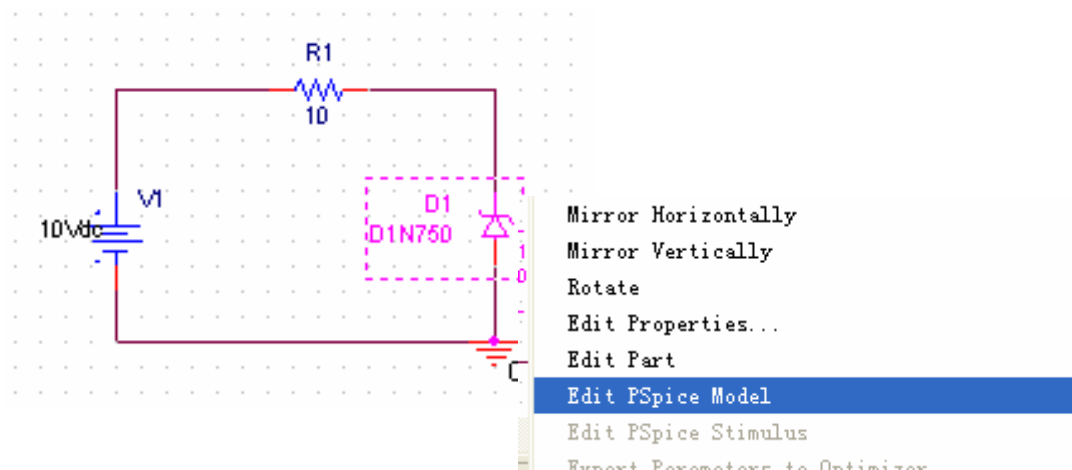
五、编辑和创建模型

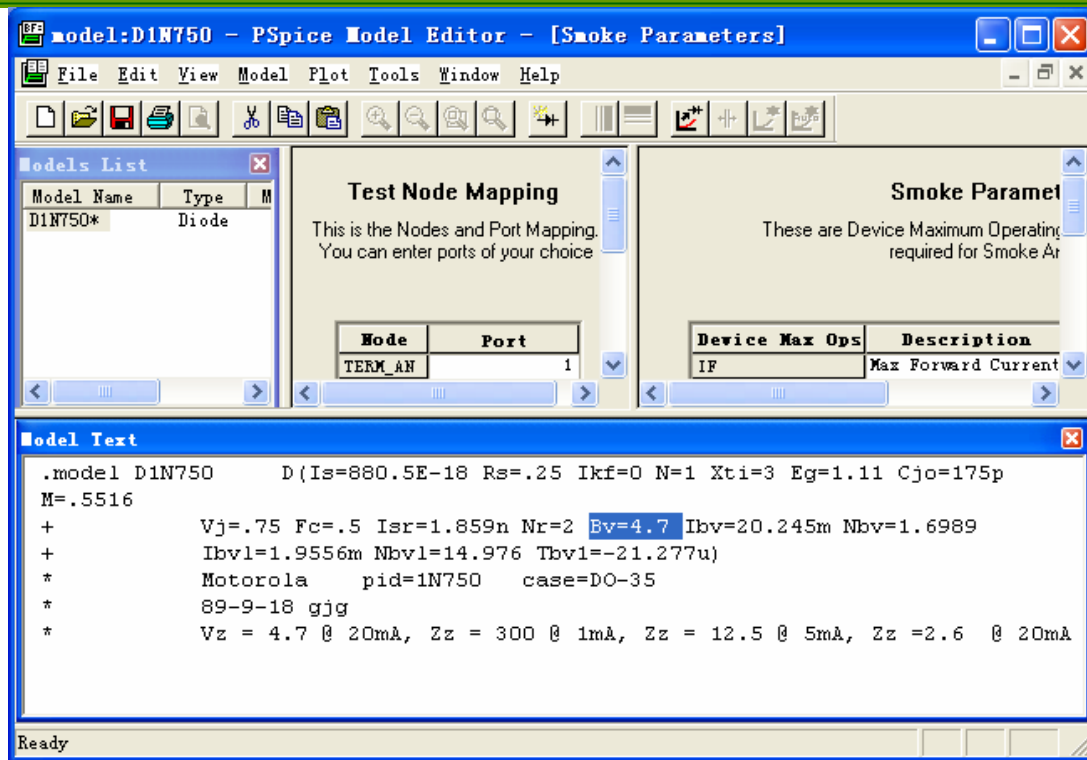
在PSpice A/D中内建了很多常用的电子元器件符号及其对应的模型，但是在实际电路设计中，元器件库中恰好没有合适的元器件，这时就需要用户自行编辑现有的元器件特性或者创建新的元器件模型。元器件的创建是比较复杂的过程，我们在此只能简单的介绍使用PSpice编辑和创建模型的操作过程。

1、编辑已有的元器件模型

在Capture的Schematic中，选中需要编辑的器件，点击Edit>Pspice Model，或右键选择Edit PSpice Model，系统将会自动到PSpice的模型库中查找该器件的模型。

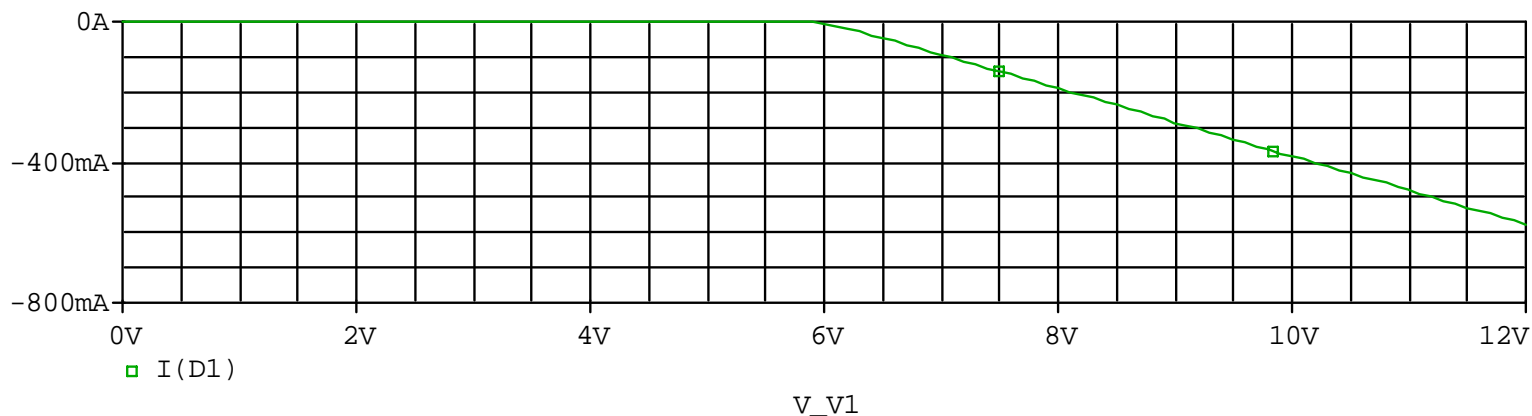
例：





找到Bv (稳压值) 参数，将其修改为6.0。保存设置或退出。即修改了该模型。而且修改后的模型只对该设计起作用，并不会影响到PSpice的仿真库。

仿真结果：

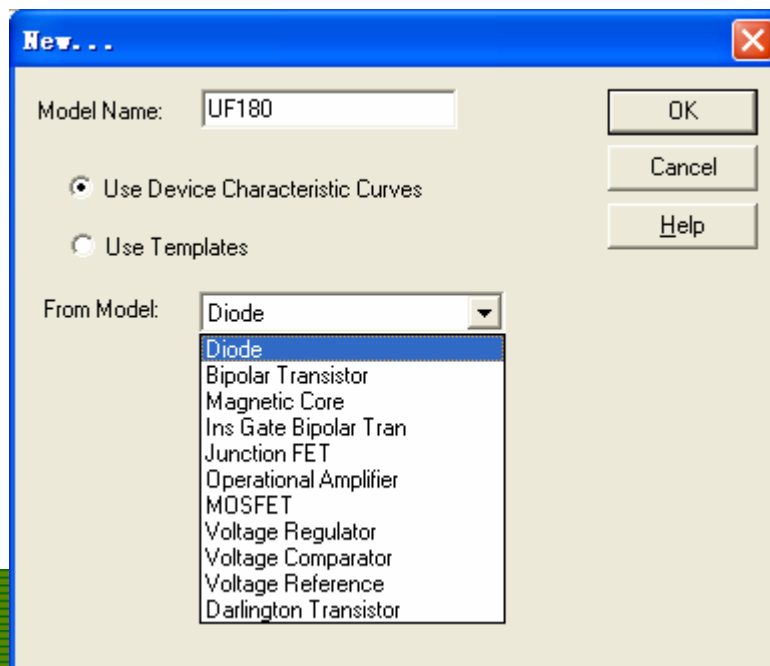


2、利用元件产商提供的Datasheet,通过描点方式建立新元件模型

PSpice提供了十几种元件(Diode、Bipolar Transistor、Diode、Bipolar Transistor、Magnetic Core、IGBT、JFET、MOSFET、Operational Amplifier、Voltage Regulator、Voltage Comparator、Voltage Reference、Darlington Transistor)來建立元件的Model)

(1) 创建新的库和模型

从开始菜单中打开PSpice Model Editor, 具体路径/PSpice Accessories/Model Edit。选择Model/New来建立新的元器件模型, 具体设置如下图, 设置完毕, 点击OK, 进入模型特性参数设置窗口:



(2) 设置元器件模型特性数据

Untitled1:UF180 - PSpice Model Editor - [Forward Current]

File Edit View Model Plot Tools Window Help

Models List

Model Name	Type	M
UF180*	Diode	1

模型列表

Forward Current

To include this spec in the model extraction please enter two or more data points in the following table:

#	Vfwd
1	
2	
3	

特性曲线栏和特性曲线图

Forward Voltage

Forward ... Junction ... Reverse ... Reverse ... Reverse ...

Parameters

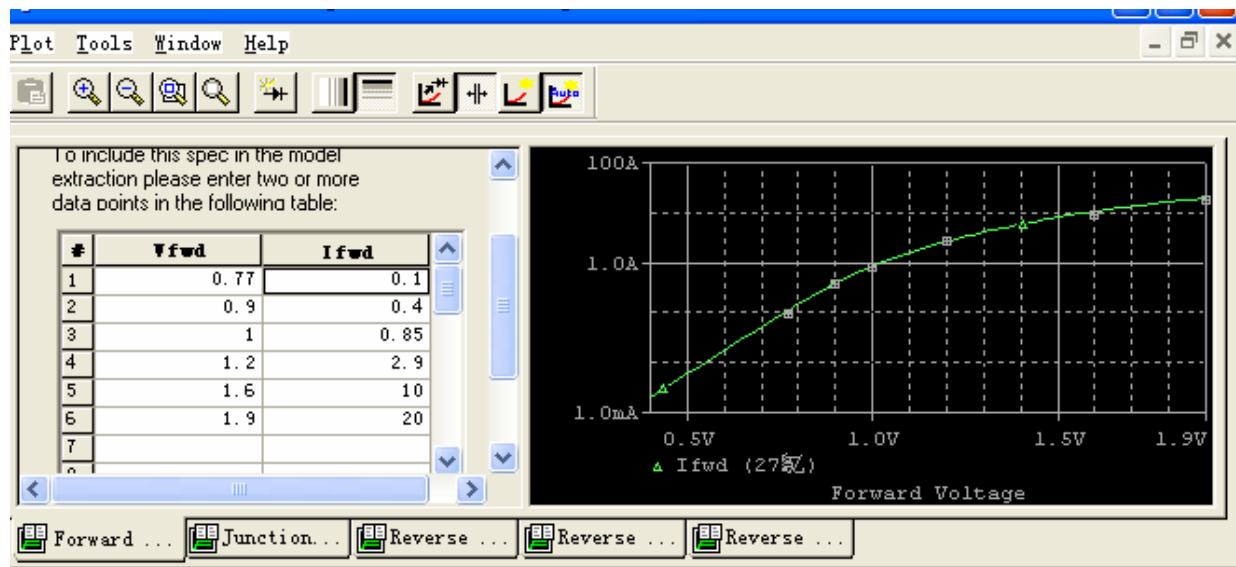
Parameter Name	Value	Minimum	Maximum	Default	Active	Fixed
IS	1e-014	1e-020	0.1	1e-014	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	1	0.2	5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS	0.001	0	100	0.001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TKW	0	0	1000	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

模型参数表

Ready

设置正向电流值

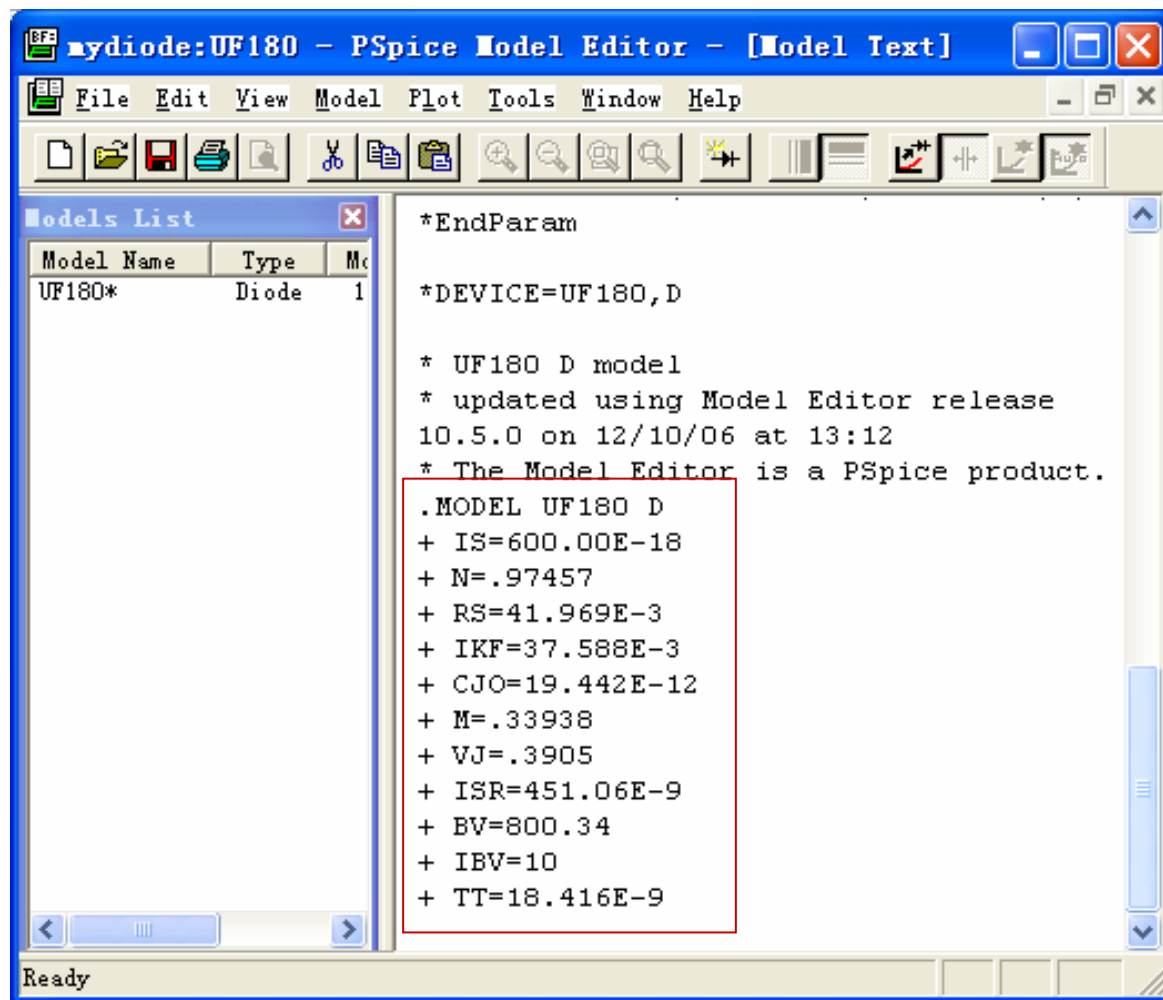
输入的
点数越
多，曲
线越精
确。



下面会出现用数值分析法，帮你计算出符合描点设定的参数值。

Parameters						
Parameter Name	Value	Minimum	Maximum	Default	Active	Fixed
N	0.974573177007	0.2	5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS	0.041968894440	1e-006	100	0.001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IKF	0.037587817470	0	1000	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XTI	3	-100	100	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EG	1.11	0.1	5.51	1.11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CJO	1.944164612298	1e-020	0.001	1e-012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	0.339380756792	0.1	10	0.3333	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VJ	0.390500000253	0.3905	10	0.75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FC	0.5	0.001	10	0.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISR	4.510560212493	1e-020	0.1	1e-010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NR	2	0.5	5	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BV	800.3393984128	0.1	1000000	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IBV	10	1e-009	10	0.0001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

还可以通过View菜单中的Edit Model选择文本的形式来编辑器件模型。



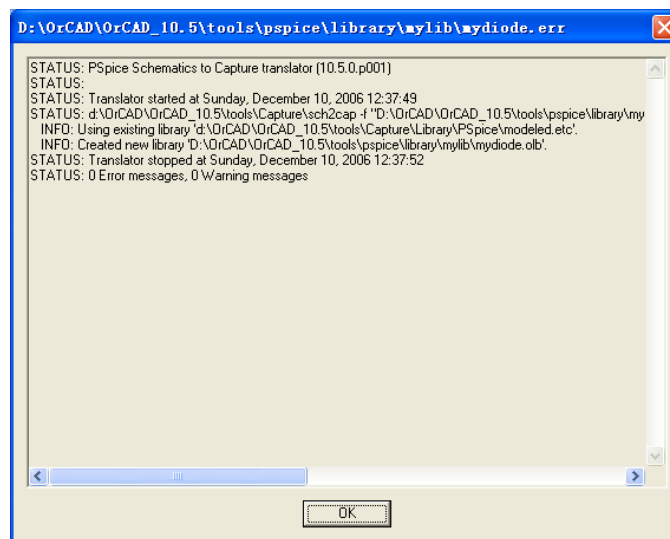
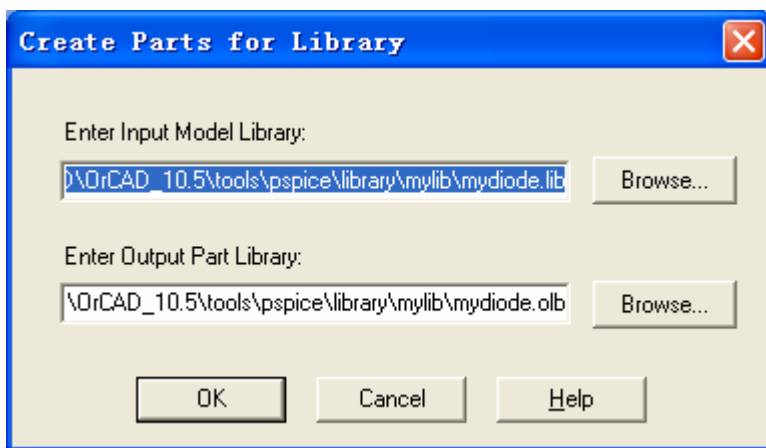
最后保存该模型。

二极管的模型参数

参数	单位	缺省值	意义
Is	A	1e-14	反向饱和电流
Rs	Ω	0	寄生电阻
N		1	发射系数零
Tt	s	0	渡越时间
Cjo	F	0	偏压时的结电容
vj	V	0	结电势
M		0.5	缓变结的梯度系数
Eg	V	1.11	硅的带隙能量
Xti		3	Is 的温度系数
Kf		0	闪烁噪声系数
Af		1	闪烁噪声指数
Fc		0.5	结电容模型中的正向
Bv	V	inf	偏置系数
Ibv	A	1e-10	结的反向击穿电压
Area		1	结的反向击穿电流
			归一化的相对结面积

(3) 创建元器件库

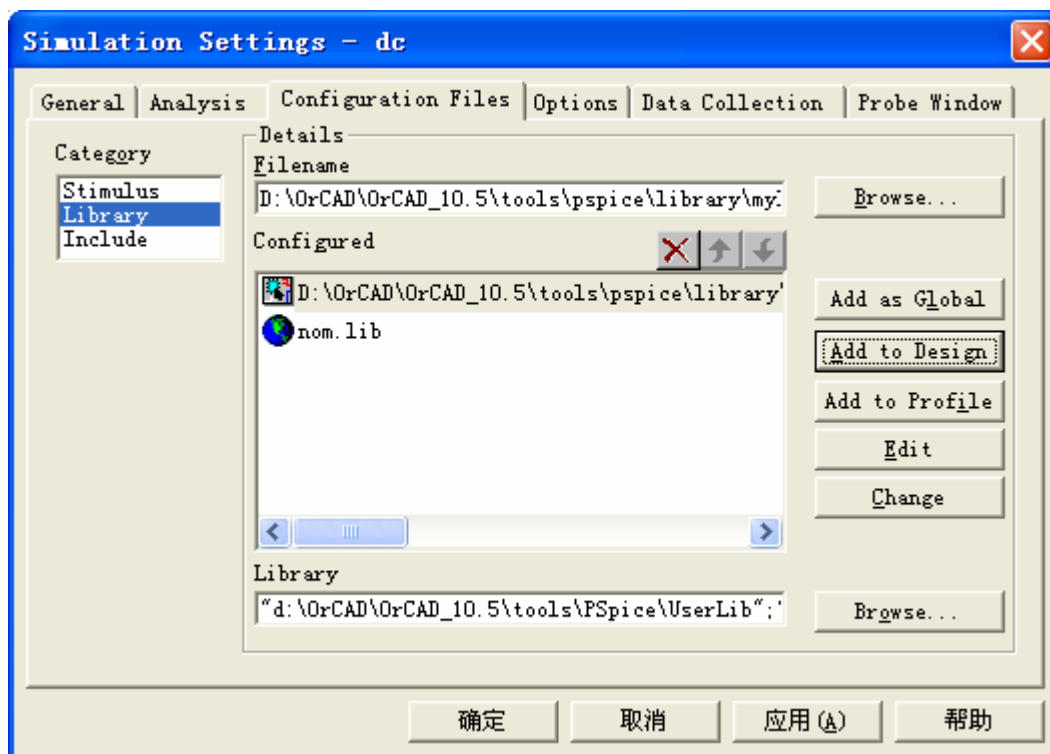
选择执行**File/Export to capture library**，如下图所示，设置完毕后点击**OK**，关闭**PSpice**模型编辑器。



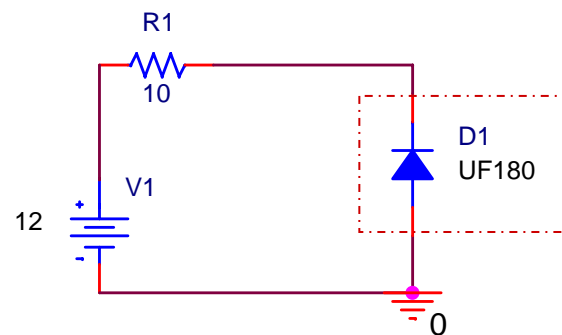
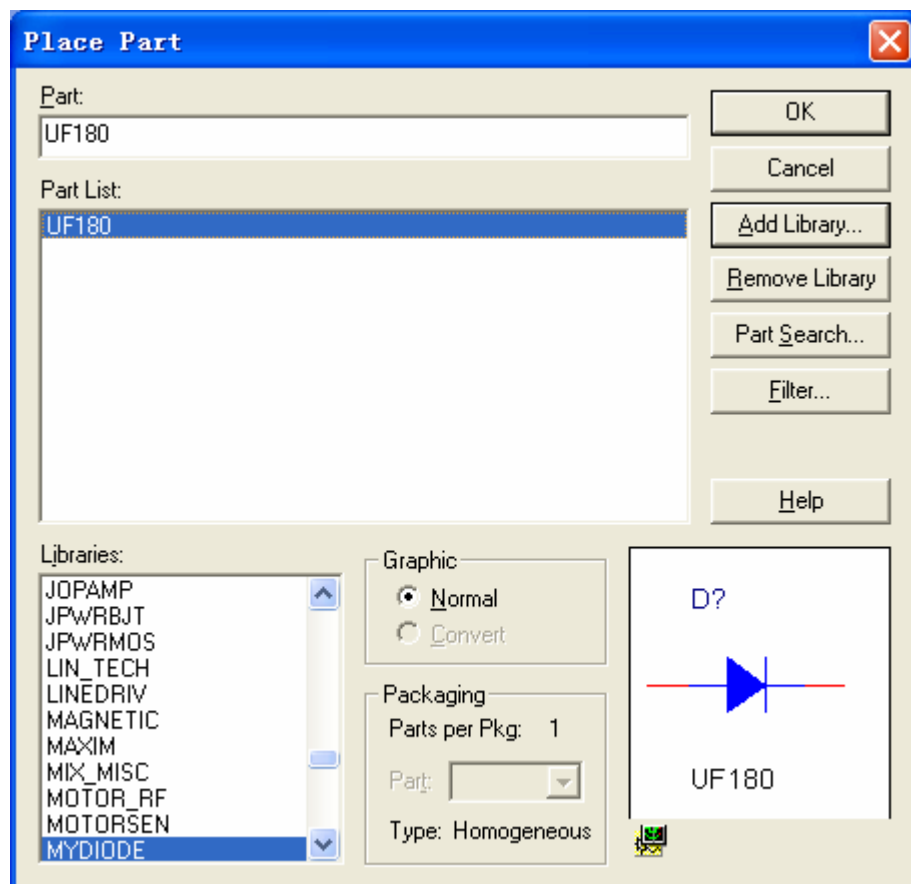
(4) 配置新的元器件和模型库

在Capture工程中将PSpice model parameter 加入模型设定栏中

Setting simulation/configuration files/Library>>Browse>>Add to design



(5) 应用于电路图中:



3、由厂商提供或上网查询到的PSpice model parameter, 建成Model

(1) 将厂商提供的文字存成 .Lib



```
test.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

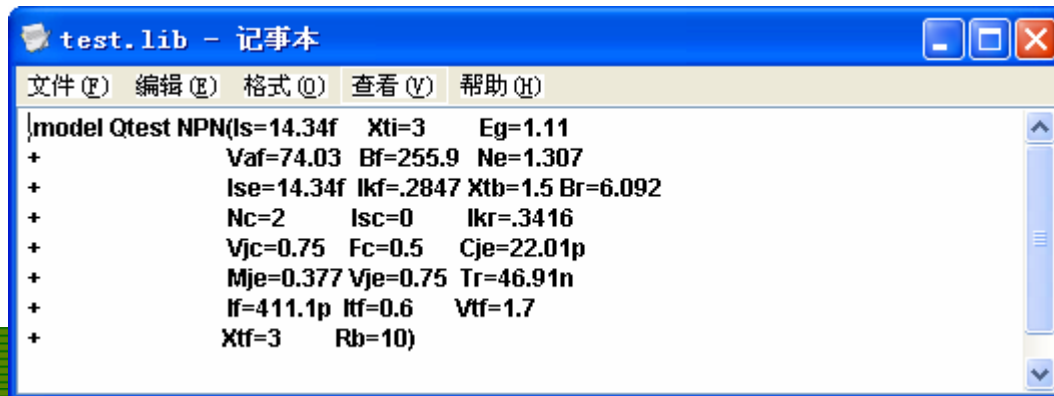
Is=14.34f Xti=3 Eg=1.11
Vaf=74.03 Bf=255.9 Ne=1.307
Ise=14.34f Ikf=.2847 Xtb=1.5 Br=6.092
Nc=2 Isc=0 Ikr=.3416
Vjc=0.75 Fc=0.5 Cje=22.01p
Mje=0.377 Vje=0.75 Tr=46.91n
If=411.1p Itf=0.6 Vtf=1.7
Xtf=3 Rb=10

*NPN Spice model
```

按照PSpice模型格式:

Model form .MODEL <model name> NPN (model parameters)

修改成PSpice可读的形式。



```
test.lib - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

.model Qtest NPN(Is=14.34f Xti=3 Eg=1.11
+ Vaf=74.03 Bf=255.9 Ne=1.307
+ Ise=14.34f Ikf=.2847 Xtb=1.5 Br=6.092
+ Nc=2 Isc=0 Ikr=.3416
+ Vjc=0.75 Fc=0.5 Cje=22.01p
+ Mje=0.377 Vje=0.75 Tr=46.91n
+ If=411.1p Itf=0.6 Vtf=1.7
+ Xtf=3 Rb=10)
```

三极管的模型参数

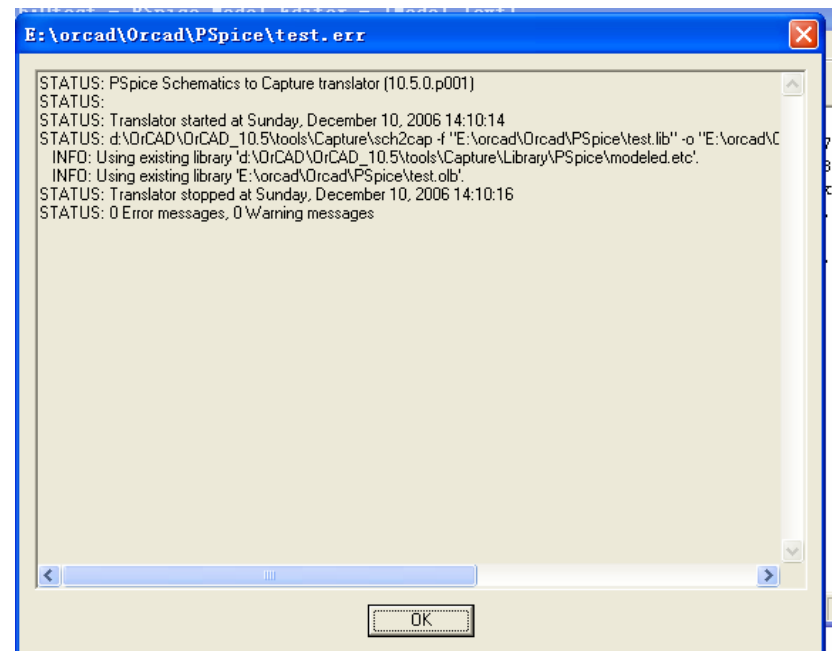
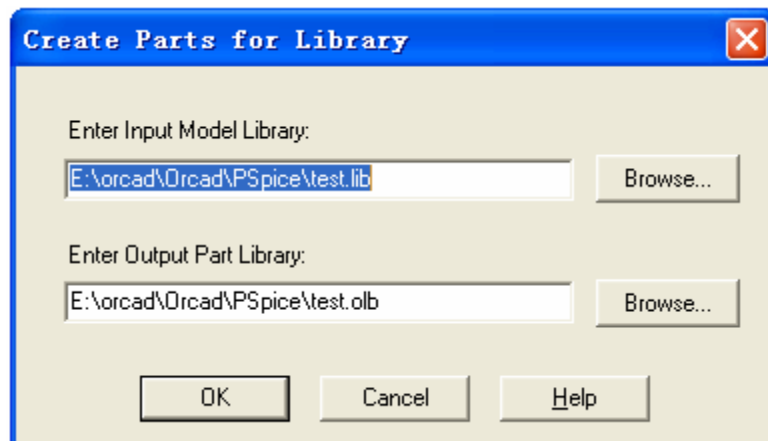
参数	单位	缺省值	意义
Is	A	1e-16	反向饱和电流
Eg	V	1.11	硅的带隙能量
Xti		3	饱和电流的温度指数
Bf		100	正向电流放大系数
Nf		1	正向电流发射系数
Vaf	V	inf	正向欧拉电压
Ikf	A	inf	正向 Beta 大电流时的滑动拐点
Ise	A	inf	正向 Beta 大电流时的滑动拐点
Ne		1.5	B-E 极间的泄漏饱和电流
Br	1	1	B-E 极间的泄漏发射系数
Nr	1	1	B-E 极间的泄漏发射系数
Var	V	inf	理想反向电流放大系数
Ikr	A	inf	理想反向电流放大系数

Ise	A	0	反向电流发射系数
Nc		2.0	反向欧拉电压
Rb	Ω	0	反向 Beta(r) 大电流时的滑动拐点
Irb	A	inf	B-C 间的泄漏饱和电流
Rbm	Ω	Rb	B-C 间的泄漏发射系数零
Re	Ω	0	偏压时的基极电阻
Rc	Ω	0	基极电阻下降到 Rbm 值一半时的电流
Cje	F	0	最小基极电阻
Vje	V	0.75	发射结电阻
Mje		0.33	集电极电阻
Cjc	F	0	B-E 结零偏压时的耗尽电容
Vjc	V	0.75	B-E 结内建电势
Mjc		0.33	B-E 结指数因子
Xcjc		1	B-C 结零偏压时的耗尽电容
Cjs	F	0	B-C 结内建电势
Vjs	V	0.75	B-C 结指数因子
Mjs		0	B-C 结零偏压时的耗尽电容
Fc		0.5	B-C 结内建电势
Tf	S	0	B-C 结指数因子
Xtf		0	B-C 结耗尽电容连接到内部节点时的百分数
Itf	A	0	集-衬底间零偏压时的耗尽电容
Ptf	Deg	0	
Tr	S	0	

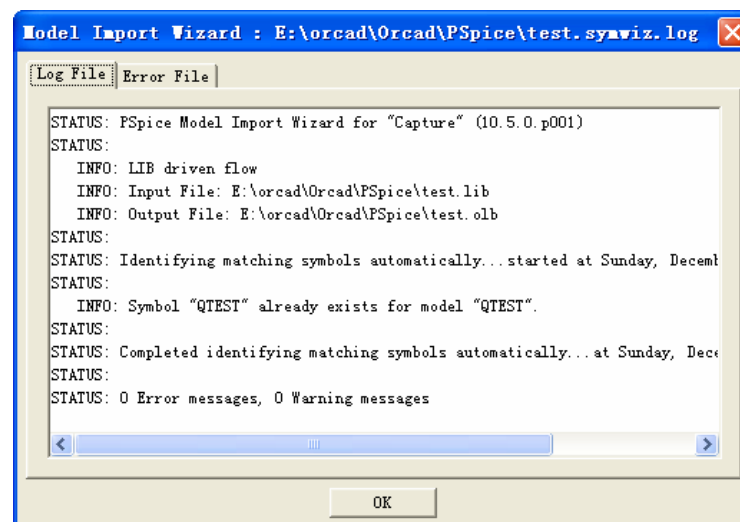
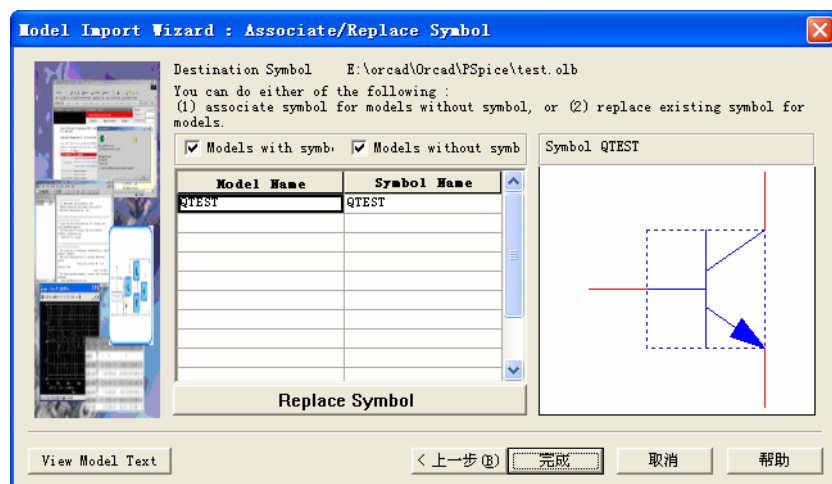
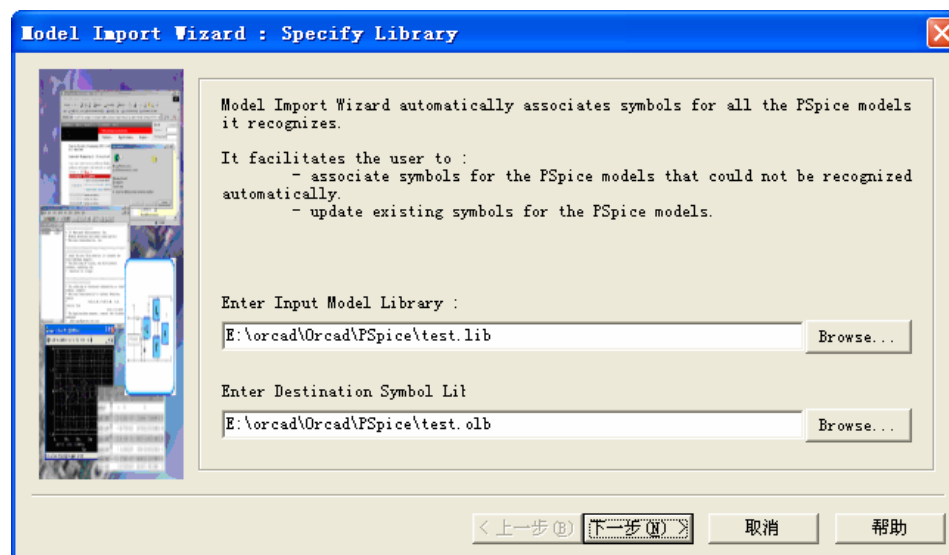
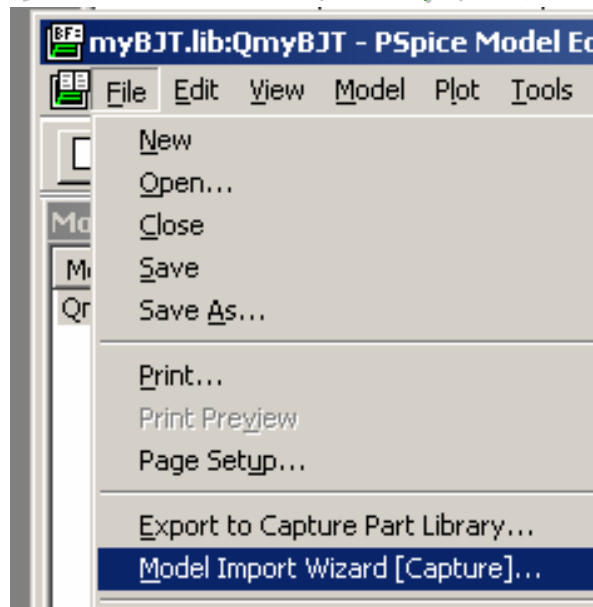
Xtb		0	集-衬底间结内建电势
Kf		0	集-衬底间结指数
Af		1	因子
Arca			正向偏压时的耗尽电容系数
			正向渡越时间
			正向渡越时间随偏置变化的系数
			正向渡越时间随 v_{be} 变化的参数
			正向渡越时间随 I_c 变化时的超前相位
			反向渡越时间
			电流放大系数的温度系数
			闪烁噪声系数
			闪烁噪声指数
			相对发射结面积的比值

(2) 在PSpice Model Edit中打开该文档 File>>Open

(3) 将此model 加入元件库中: File>>Export to capture library

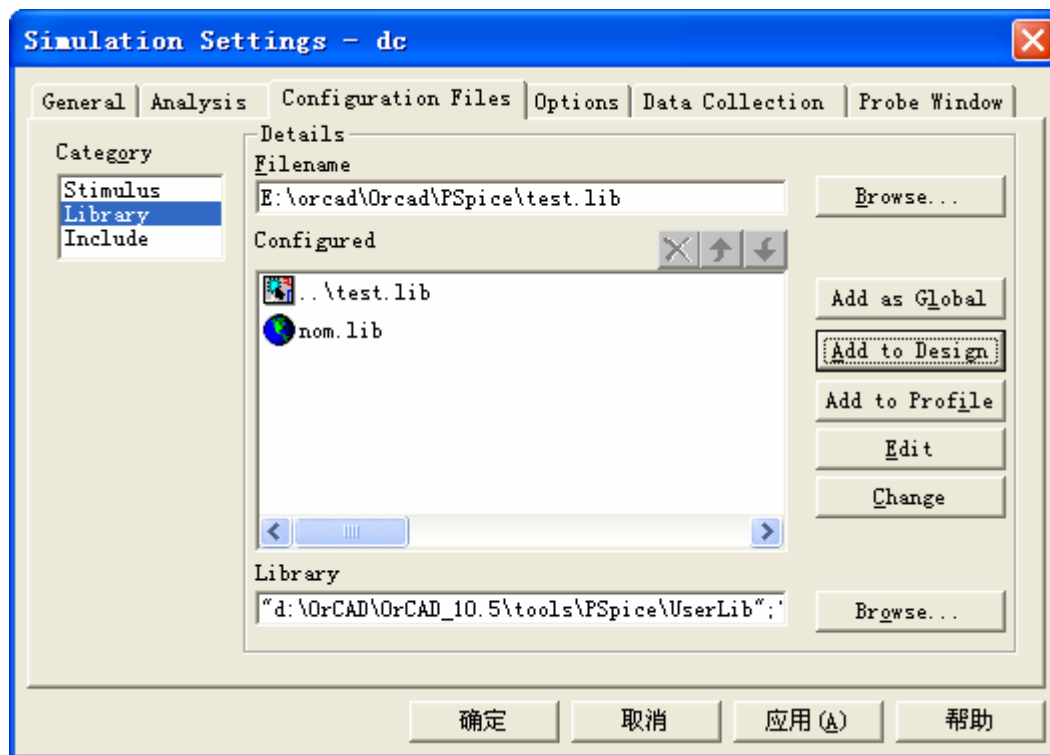


(4) 使用File>>Model Import Wizard, 为该模型选择合适的外形。(一般厂商提供的是矩形外形)

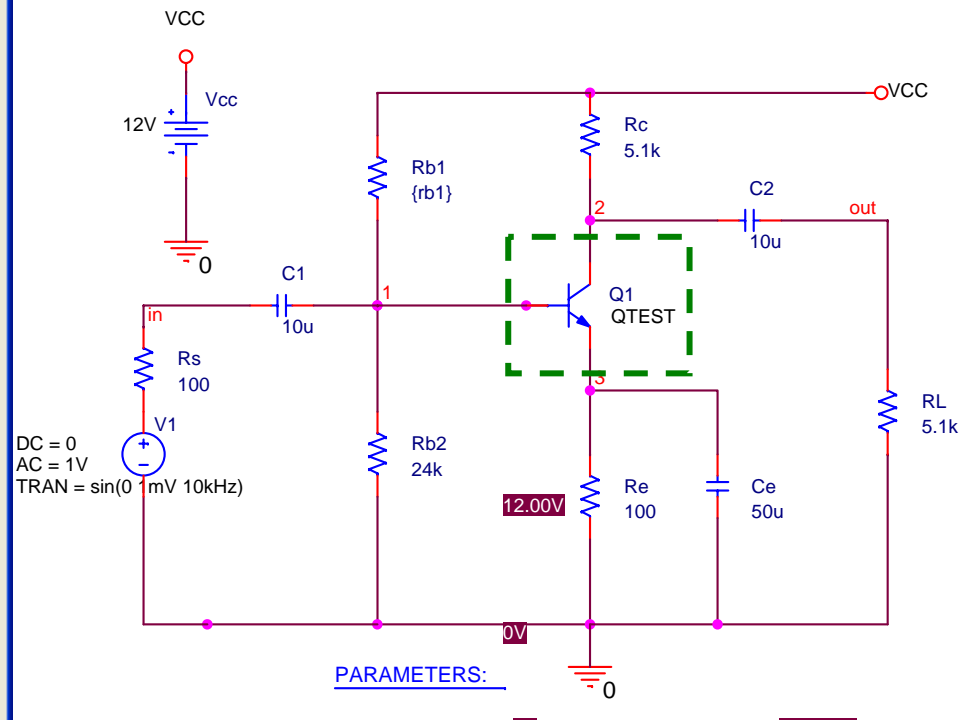
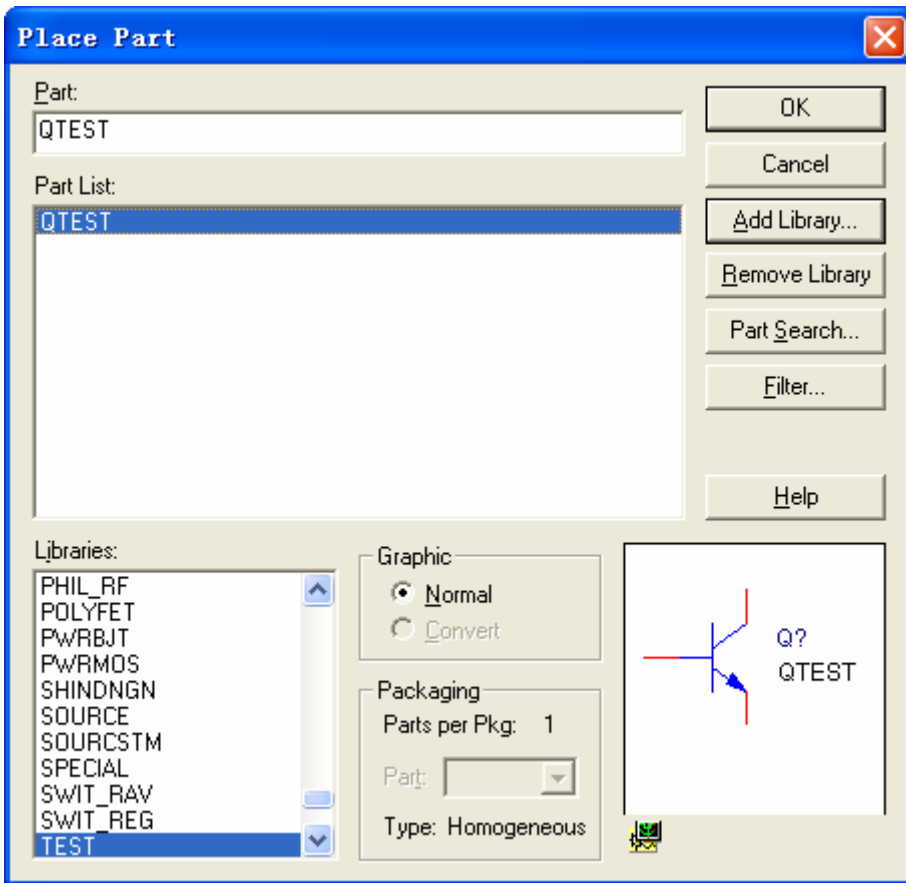


(5) 将PSpice model parameter 加入模型设定栏中

Setting simulation>>configuration files>>Library>>Browse>>Add to design



(6) 应用于电路图中:



4、子电路模型的创建

PSpice提供了目前通用的商品集成电路子电路模型，对于用户自行设计的集成电路器件或者是公司内部共享的电路单元，用户可以将其以自建子电路的形式添加到PSpice的模型库中，并用一个自定义的元器件符号代表电路单元。在电路设计和模型过程中，用户可以象调用库中原有元器件一样，直接调用该模型。

子电路的语句描述

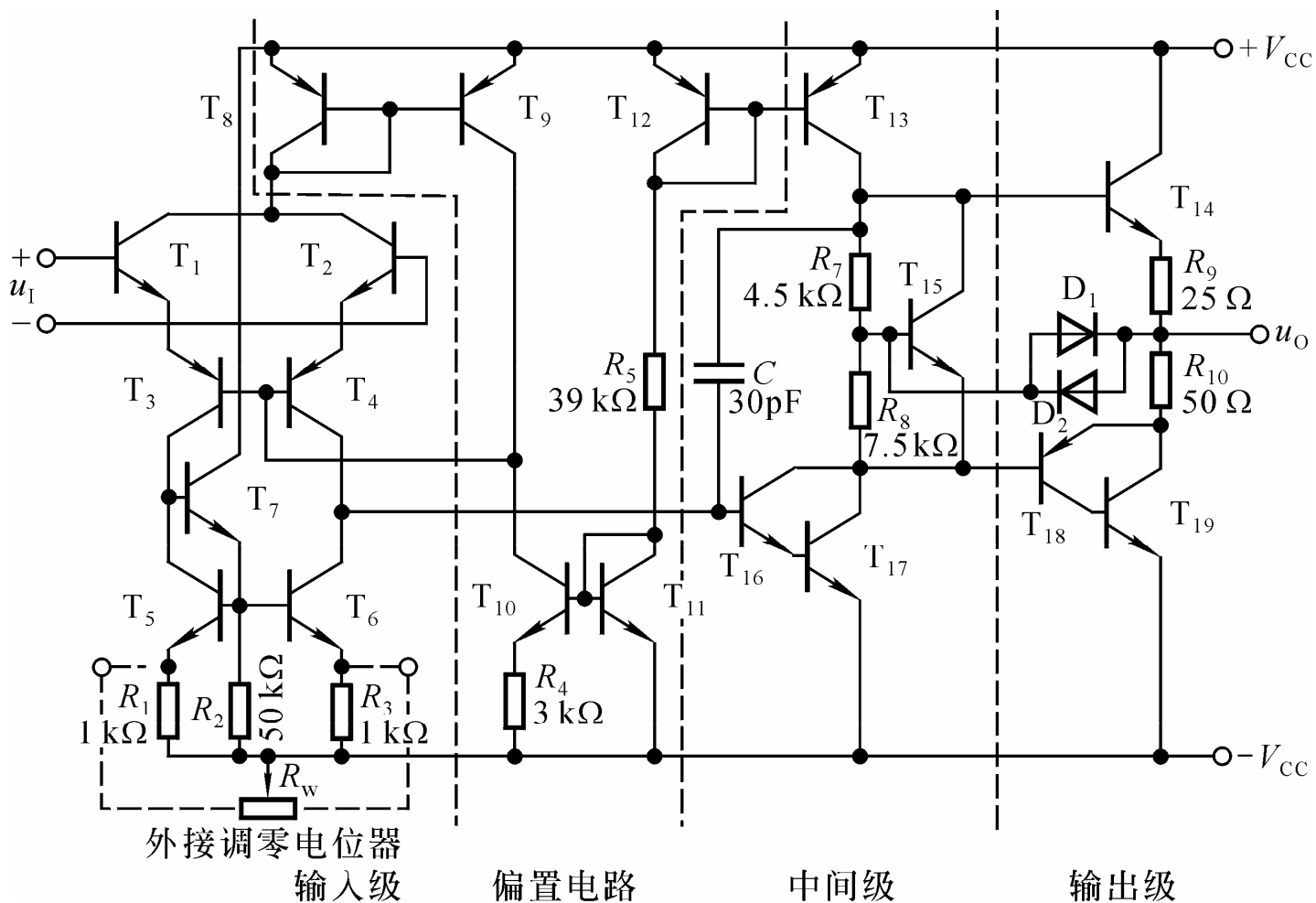
```
.SUBCKT <NAME>[NODE1 NODE2.....]
```

```
.....
```

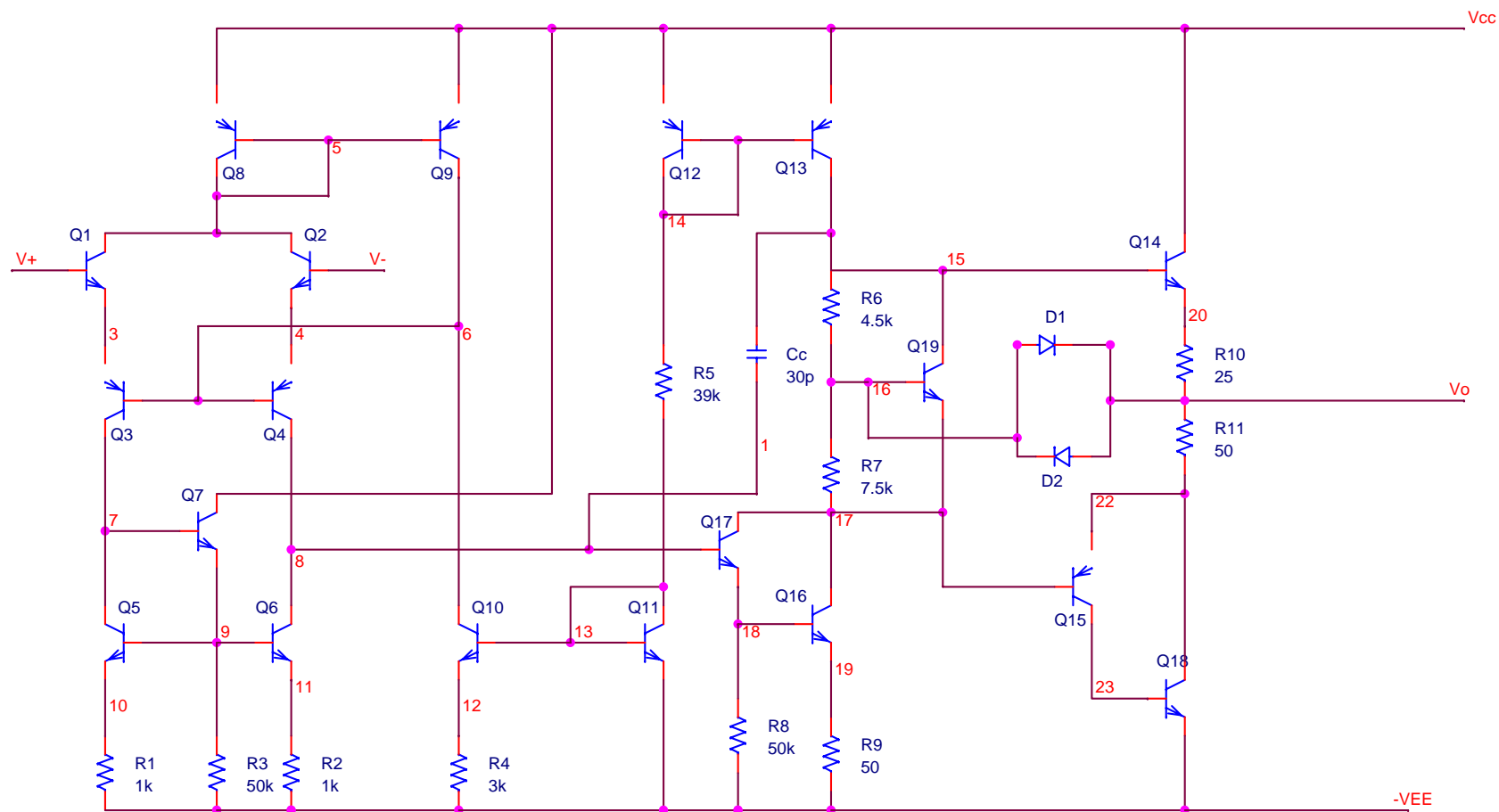
```
.END
```

以创建国产双极型通用集成运算放大器**F007**的模型为例，说明子电路模型的创建。

F007基本电路结构

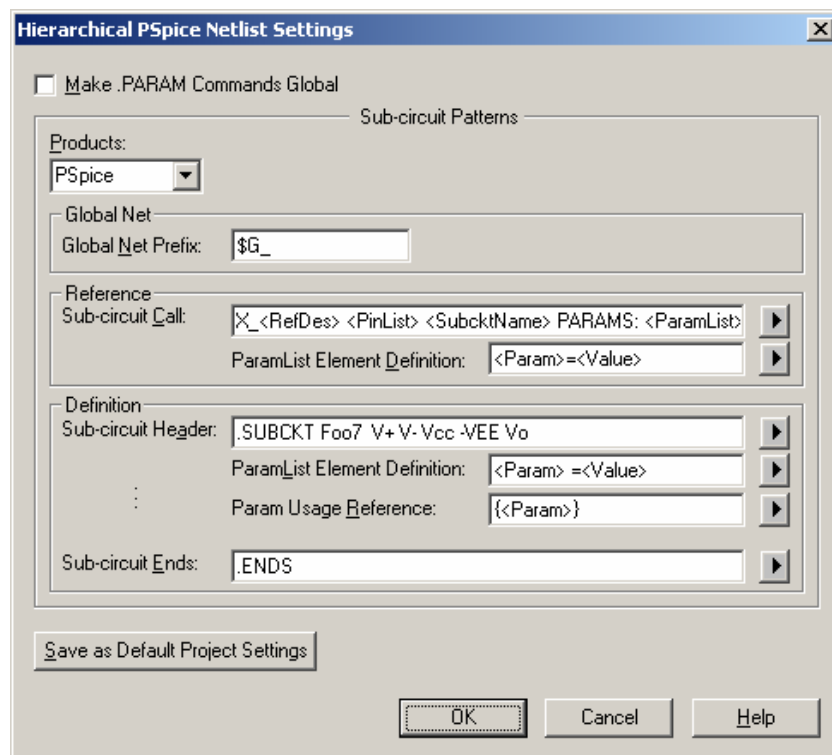
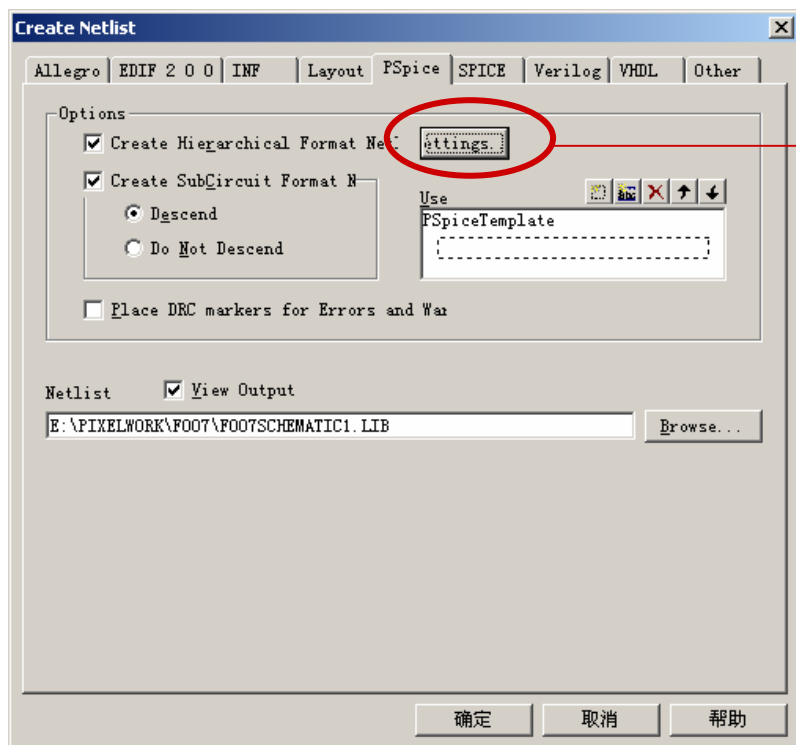


(1) Capture中绘制电路图，并生成网表(netlist)



Capture中绘制的F007内部原理图

点击Tool/Create Netlist, 利用软件自动生成网表。



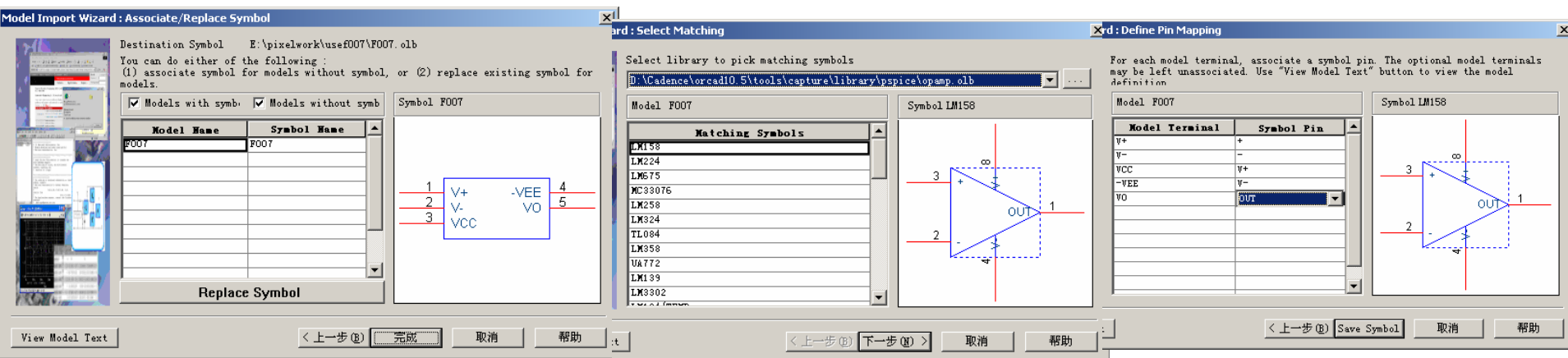
修改网表中不适合的模型参数值后保存为.lib文件。

```
* source FOO7
.SUBCKT Foo7 V+ V- Vcc -VEE Vo
Q_Q14      VCC 15 20 MOD4
R_R1       -VEE 10 1k
R_R8       -VEE 18 50k
.....
R_R4       -VEE 12 3k
Q_Q8       5 5 VCC MOD2
R_R11      22 VO 50
.....
.model MOD2 PNP (IS=5E-14 BF=4  RB=80  VAF=100 CJC=2p CJS=0.2p TF=3ns)
.model MOD3 PNP (IS=5E-14 BF=2  RB=80  VAF=100 CJC=2p CJS=0.2p TF=3ns)
.....
.model DM D (IS=5E-14 RS=1)
.ENDS
```

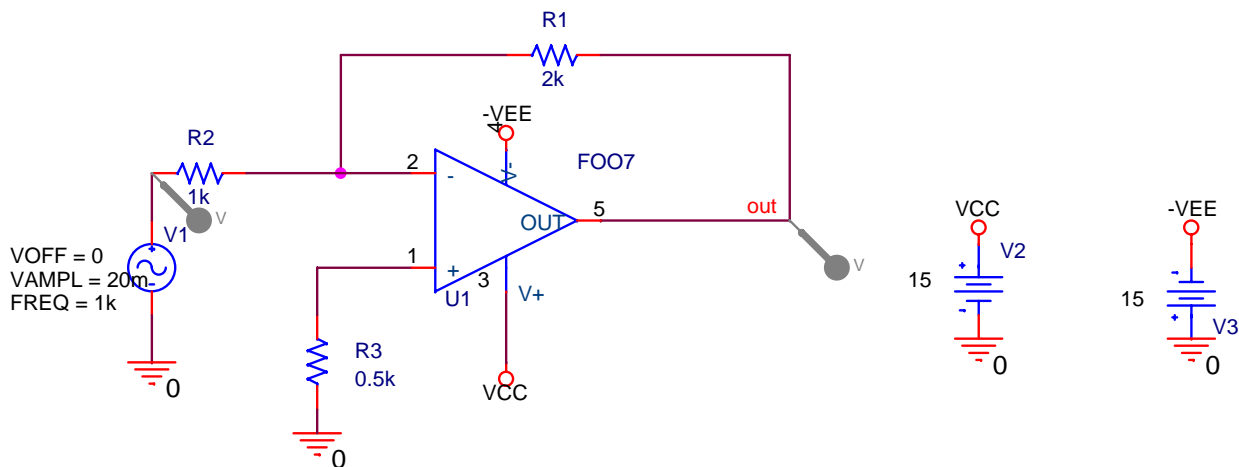
(2) 在PSPice Model Edit中打开该文档 File>>Open

(3) 将此model 加入元件库中: File>>Export to capture library

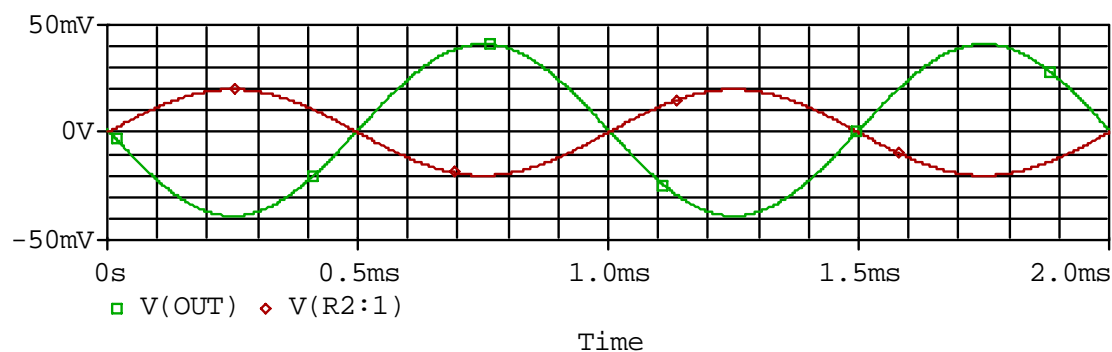
(4) 使用File>>Model Import Wizard, 为该模型选择合适的外形。



(5) 验证该子电路模型



得到正确结果:



Thanks!



上海银利电子有限公司

地址：上海市漕宝路86号光大会展中心F座2802-2804

邮编：200235

电话：021-64325665，64325667

传真：021-64325911

电子邮件：webmast@winnet.com.cn

网址：www.winnet.com.cn