

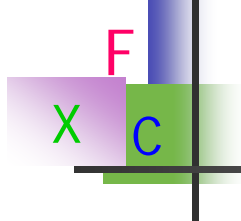
## 实验8 OrCAD Pspice使用练习---半导体器件特性仿真P295和第五章

浙江大学电工电子教学中心  
傅晓程

本次实验**无需验收。**

本次实验**无需书写实验报告。**

**但需提交课后作业1和2完整文件夹至FTP。**



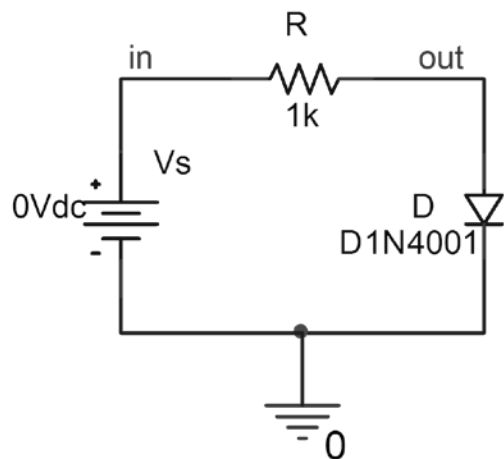
## 实验目的

- 1、了解CAA的一般过程，了解ORCAD-PSpice软件常用菜单和命令的使用。
- 2、掌握ORCAD中电路图的输入和编辑方法。
- 3、学习ORCAD分析设置、仿真、波形查看方法。
- 4、学习半导体器件特性的仿真分析方法。

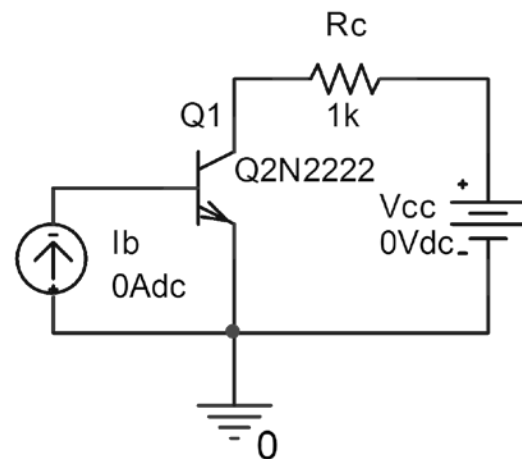
P303① PSpice软件在电路分析及设计过程中起什么作用？

## 实验任务P295

1. 二极管伏安特性测试电路如左下图所示。输入该电路图，设置合适的分析方式及参数，用PSpice软件仿真分析二极管的伏安特性。
2. 在直流分析中设置对温度的内嵌分析，仿真分析二极管在不同温度下的伏安特性。
3. 将左下图所示电路中的VDC电源用VSIN电源代替，并设置合适的元件参数，仿真分析二极管两端的输出波形。
4. 三极管特性测试电路如右下图所示，用PSpice程序仿真分析三极管的输出特性，并估算其电流放大倍数。



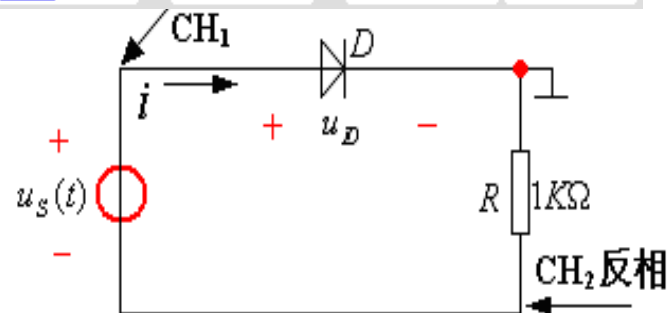
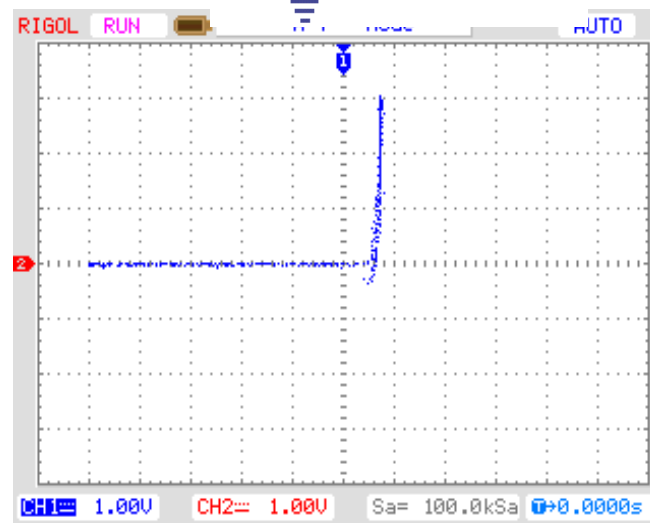
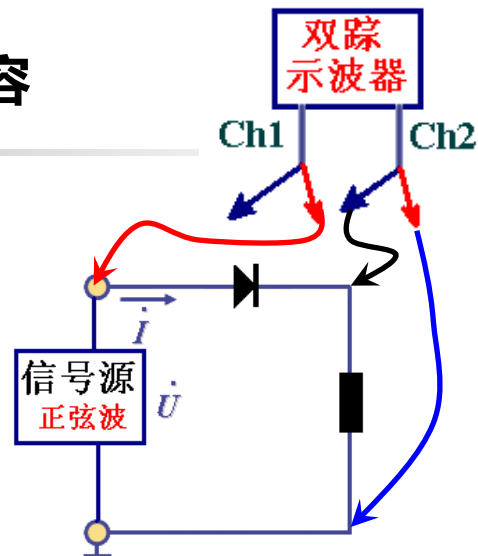
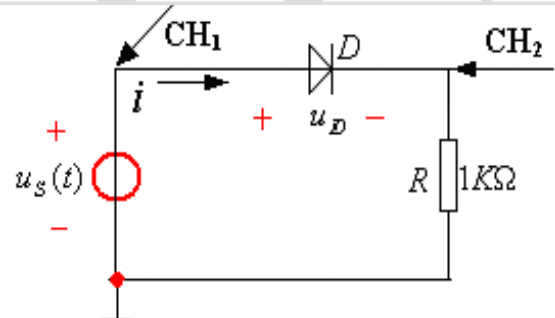
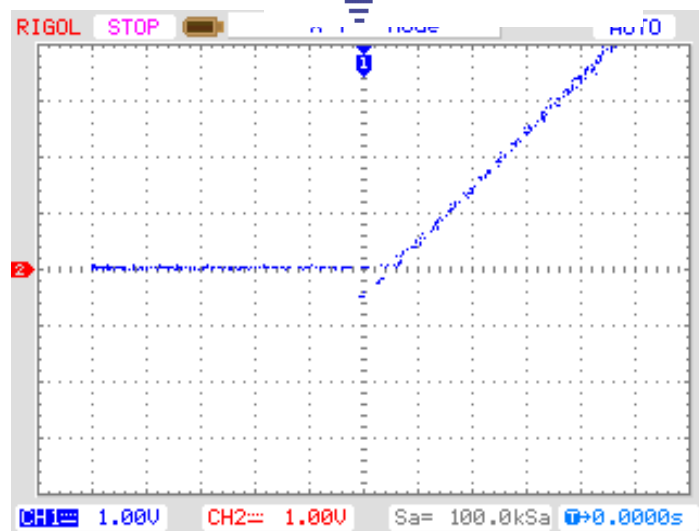
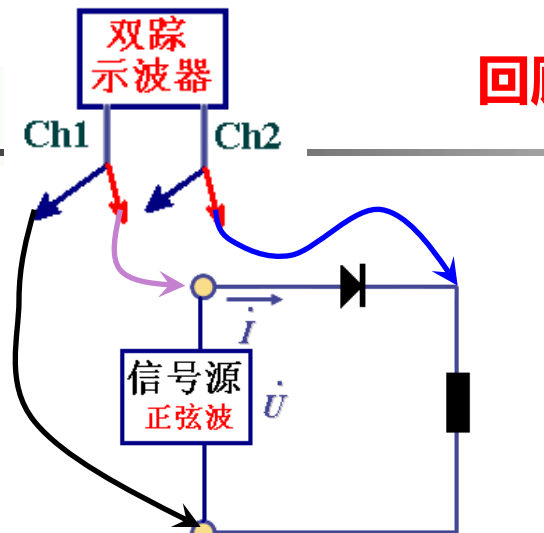
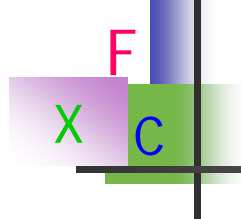
P295图8.43 二极管特性测试电路



P295图8.44 三极管特性测试电路

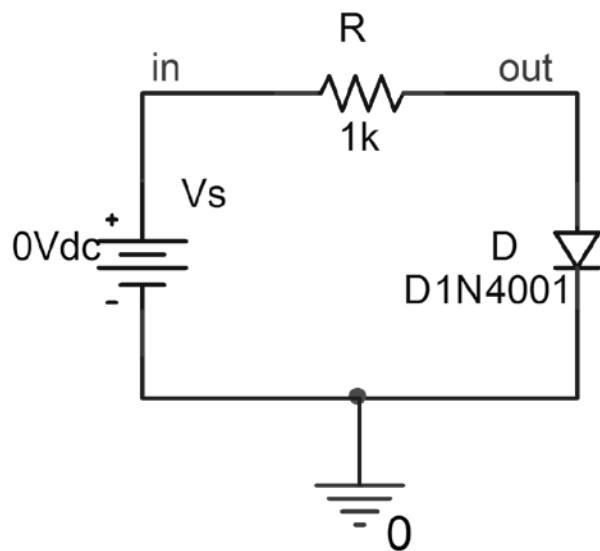
**P303②** 用PSpice对电路进行仿真分析时，是否要求每个节点必须有标号？在电路中设置节点标号有何作用？

# 回顾秋学期实验内容



## 实验内容（一）

- 1、分析下图二极管的伏安特性。
- 2、在直流分析中设置对温度的内嵌分析，仿真分析二极管在不同温度下的伏安特性。
- 3、将电源 $V_s$ 用VSIN元件代替，并设置合适的元件参数，仿真分析二极管两端的输出波形。



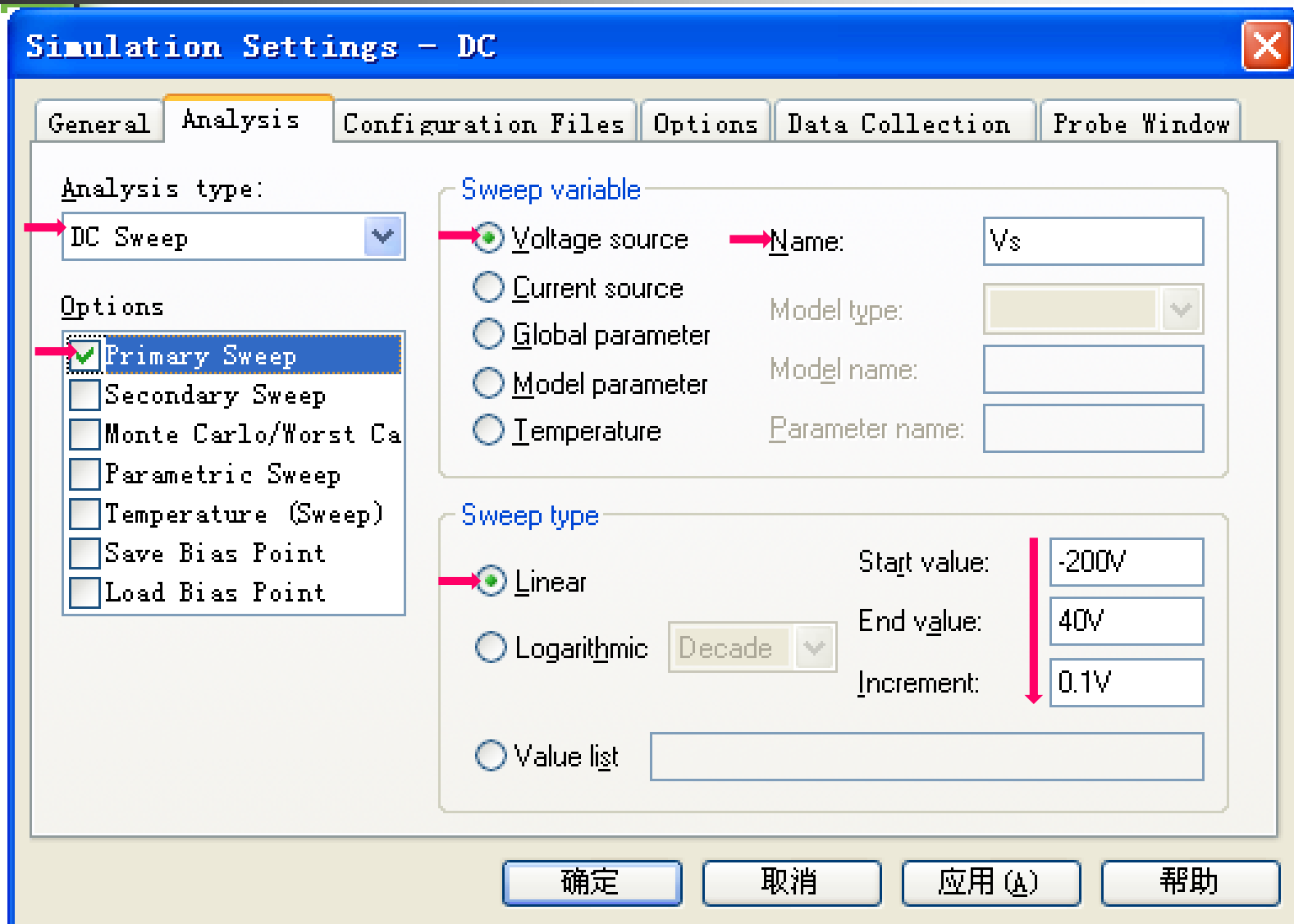
P295图8. 43

**电源信号可以选择：  
VSRC、VSIN、VDC等**

**问题1：**针对图8. 43如果 $V_s$ 设定为VDC, 怎样测量电阻两端的电压？且如何判断二极管导通电压？电阻的选择范围怎样确定？ $V_s$ 选择范围怎样确定？

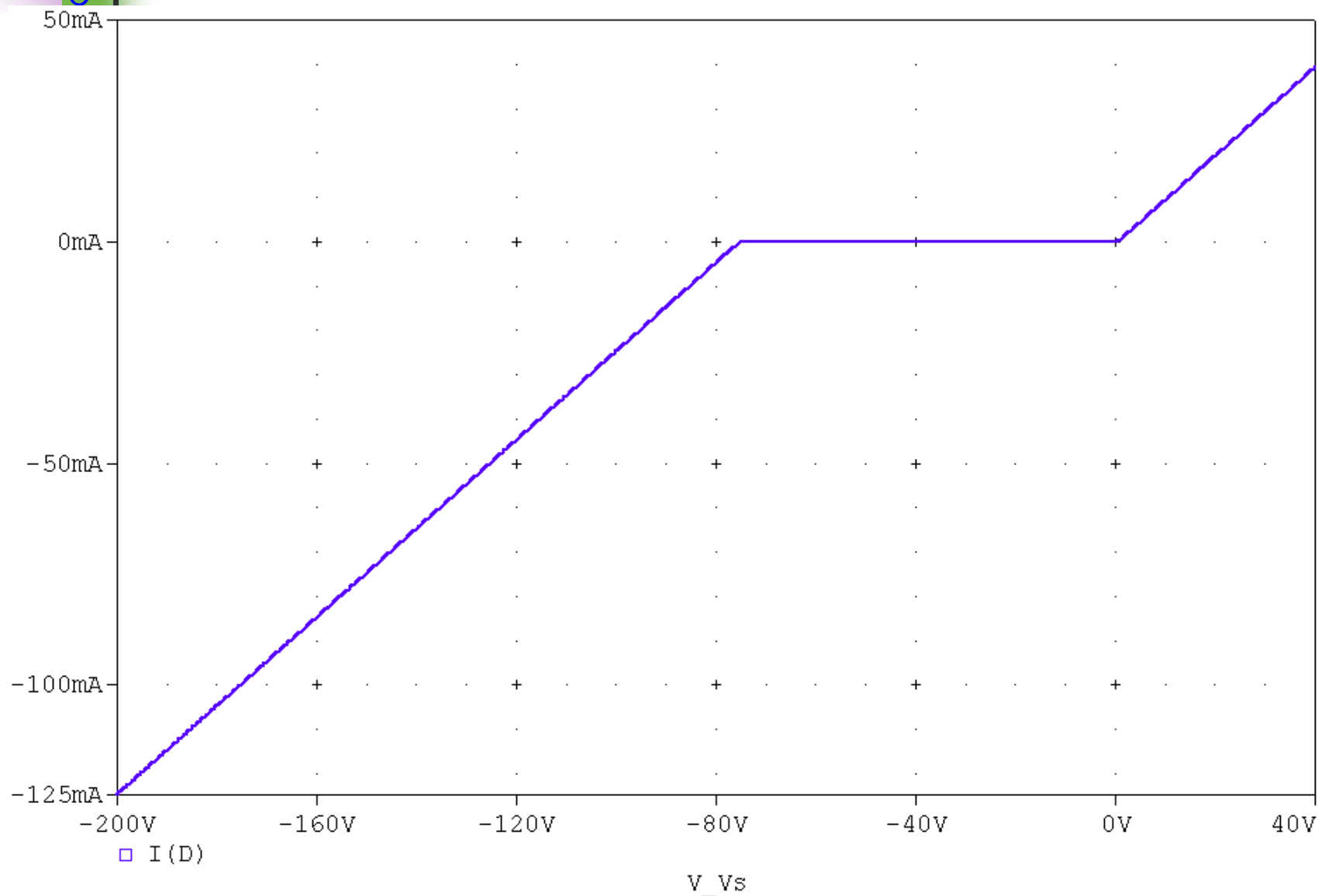
**问题2：**针对图8. 43如果 $V_s$ 设定为VDC, 各EDA器件的指标怎样设置？怎样查看？

# DC Sweep- Primary Sweep设置-P117

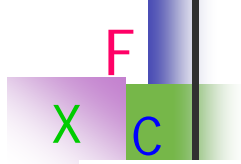


二极管伏安特性测试电路直流参数设置  
P297图8.45 二极管电路的直流分析参数设置

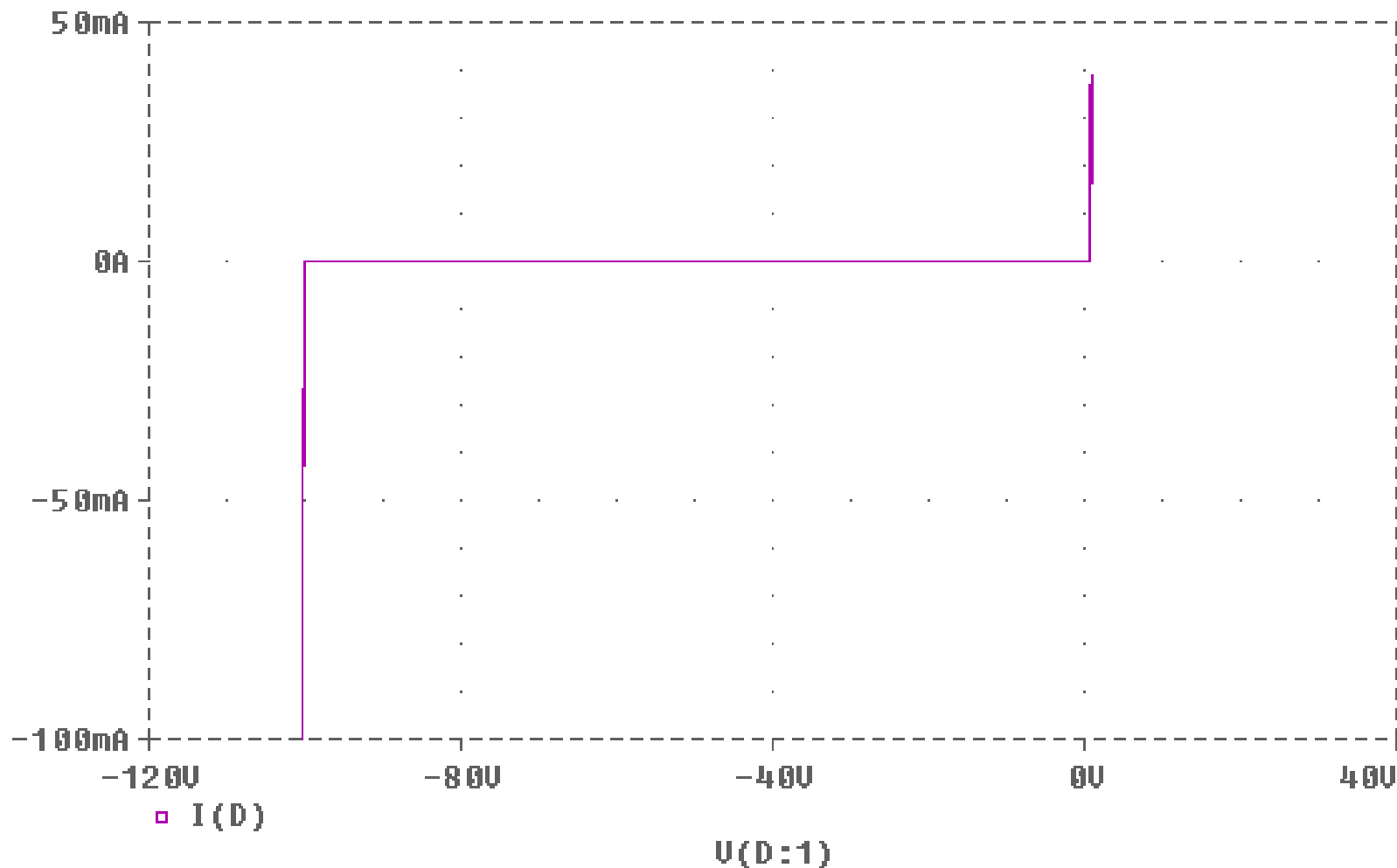
# PROBE显示-P119-9120



P297图8.46  $I(D)$ 与电压源 $V_s$ 之间的关系



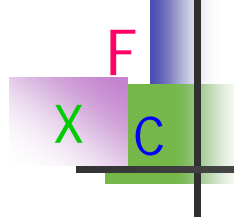
# PROBE显示



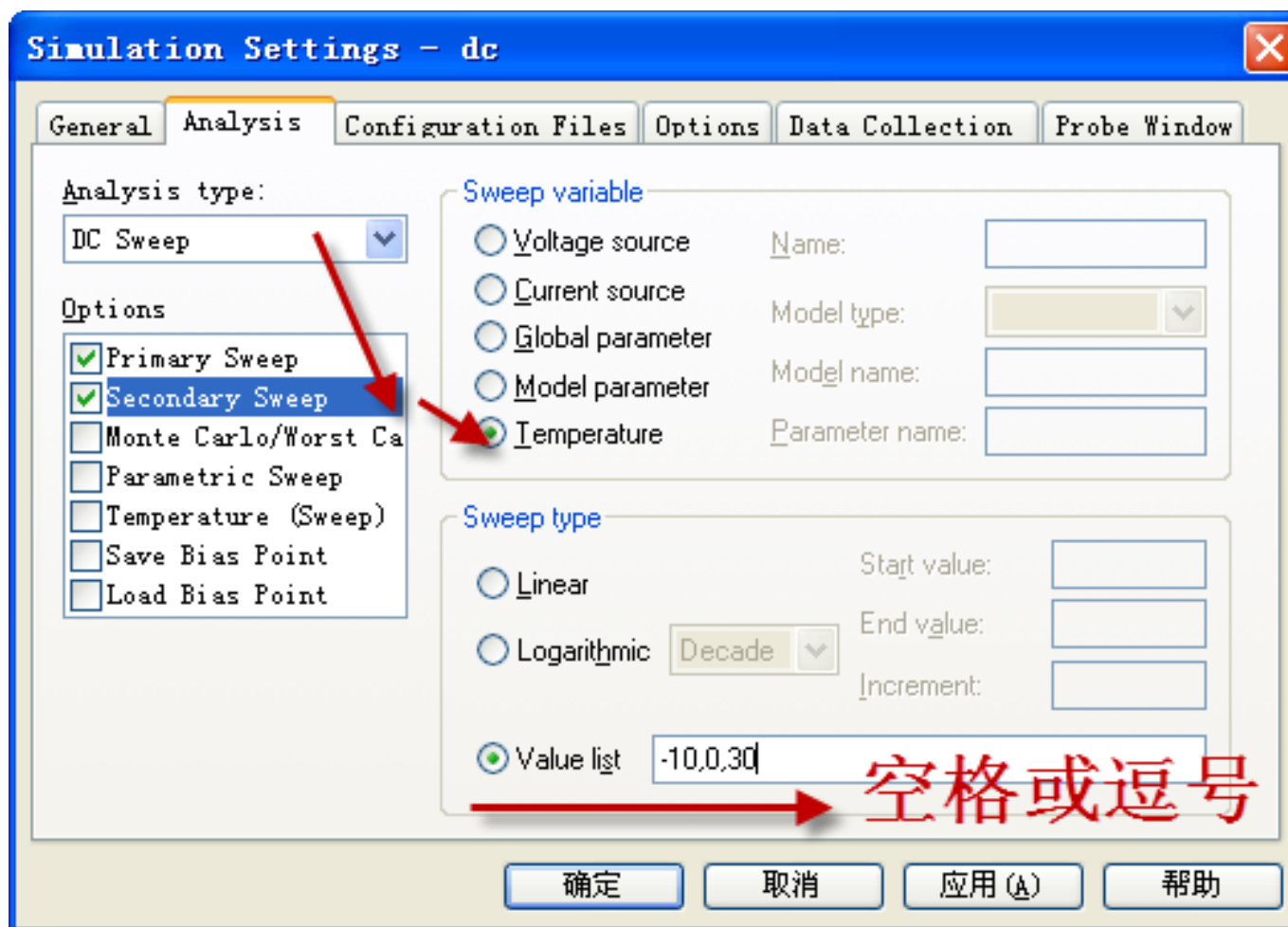
P298图8.47二极管的伏安特性曲线 ( **V1(D) ?** )

P303③ 用PSpice A/D程序查看图形时，对于不同的分析设置，其缺省的横坐标是哪个变量？

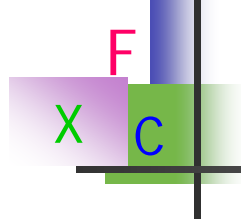




# DC Sweep- Secondny Sweep设置-P119



仿真二极管温度特性时的设置  
P298图8.48 次扫描分析参数设置



# 坐标设置

X Axis   Y Axis   X Grid   Y Grid

Data Range

☐ Auto Range

☒ User Defined

0V to 1.0V

P299图8.49 X坐标轴设置

X Axis   Y Axis   X Grid   Y Grid

Data Range

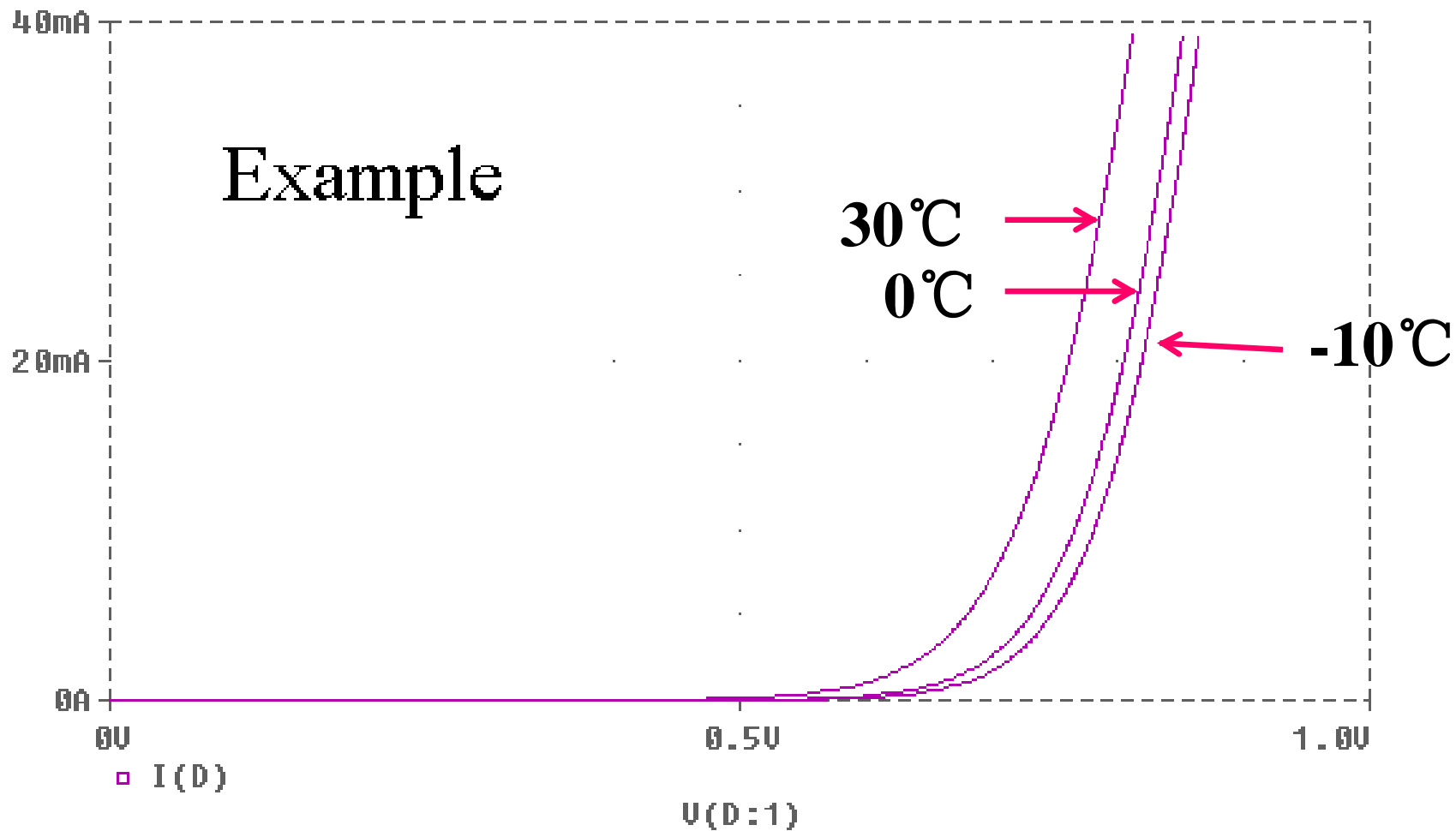
☐ Auto Range

☒ User Defined

0A to 40mA

图8.50 Y坐标轴设置极管

# PROBE显示（三种不同温度）

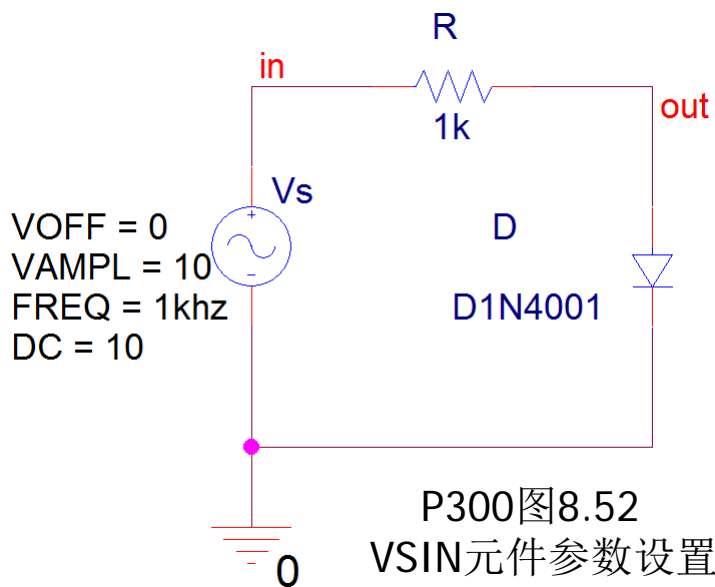
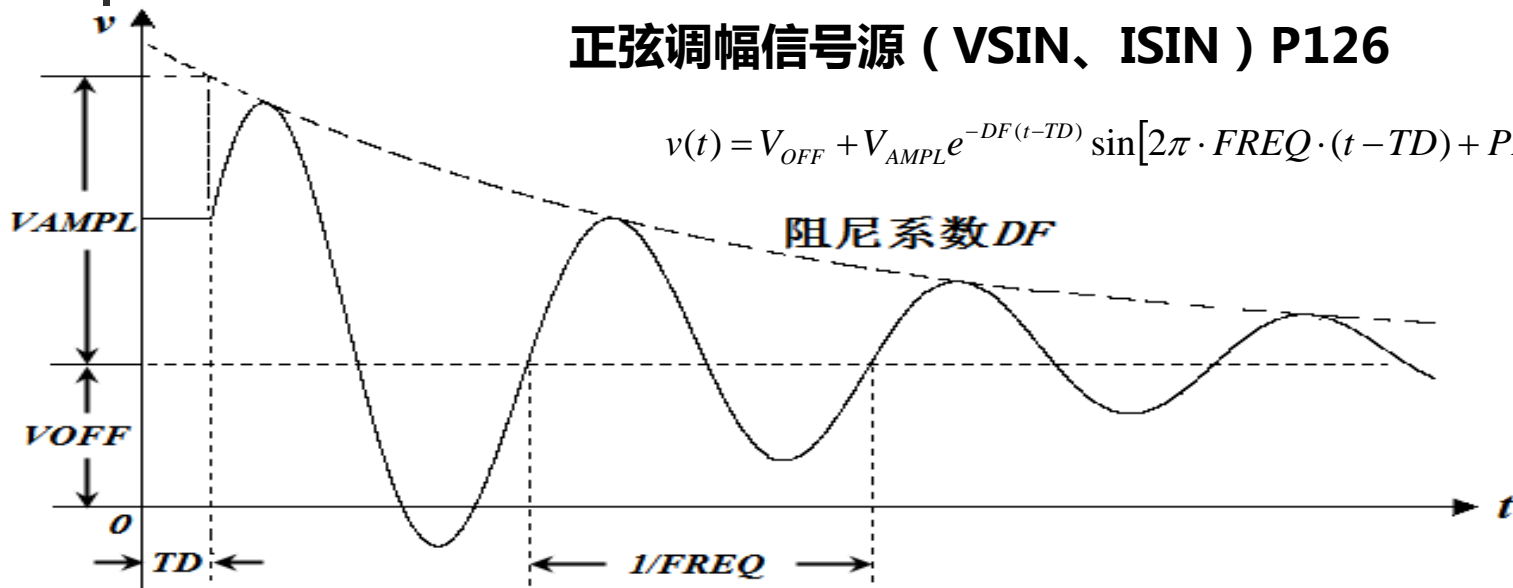


P299图8.51二极管在不同温度下的伏安特性

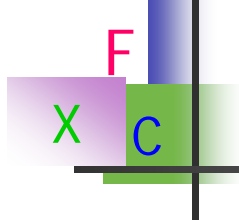
# Vsin和半波整流

## 正弦调幅信号源 ( VSIN、 ISIN ) P126

$$v(t) = V_{OFF} + V_{AMPL} e^{-DF(t-TD)} \sin[2\pi \cdot FREQ \cdot (t - TD) + PHASE]$$



参数名称	参数含意	隐含值	单位
$V_{OFF}$ 或 $I_{OFF}$	偏置电压或电流	—	V或A
$V_{AMPL}$ 或 $I_{AMPL}$	峰值电压或电流	—	V或A
$FREQ$	频率	$1/TSTOP$	Hz
$TD$	延迟时间	0	s
$DF$	阻尼系数	0	1/s
$PHASE$	相位延迟	—	°



# 设置VSIN的属性（可参看P113）

	A
	SCHEMATIC1 : PAGE1
AC	
BiasValue Power	0W
Color	Default
DC	10
Designator	
DF	0
FREQ	1khz
Graphic	VSIN.Normal
ID	
Implementation	
Implementation Path	
Implementation Type	PSpice Model
Location X-Coordinate	210
Location Y-Coordinate	140
Name	INS44
Part Reference	Vs
PCB Footprint	
PHASE	0
Power Pins Visible	<input type="checkbox"/>
Primitive	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE
PSpiceTemplate	V^@REFDES %+ %- ?DCID
Reference	Vs
Source Library	D:\CADENCE\SPB_16. ...
Source Package	VSIN
Source Part	VSIN.Normal
TD	0
Value	VSIN
VAMPL	10
VOFF	0

用于交流分析

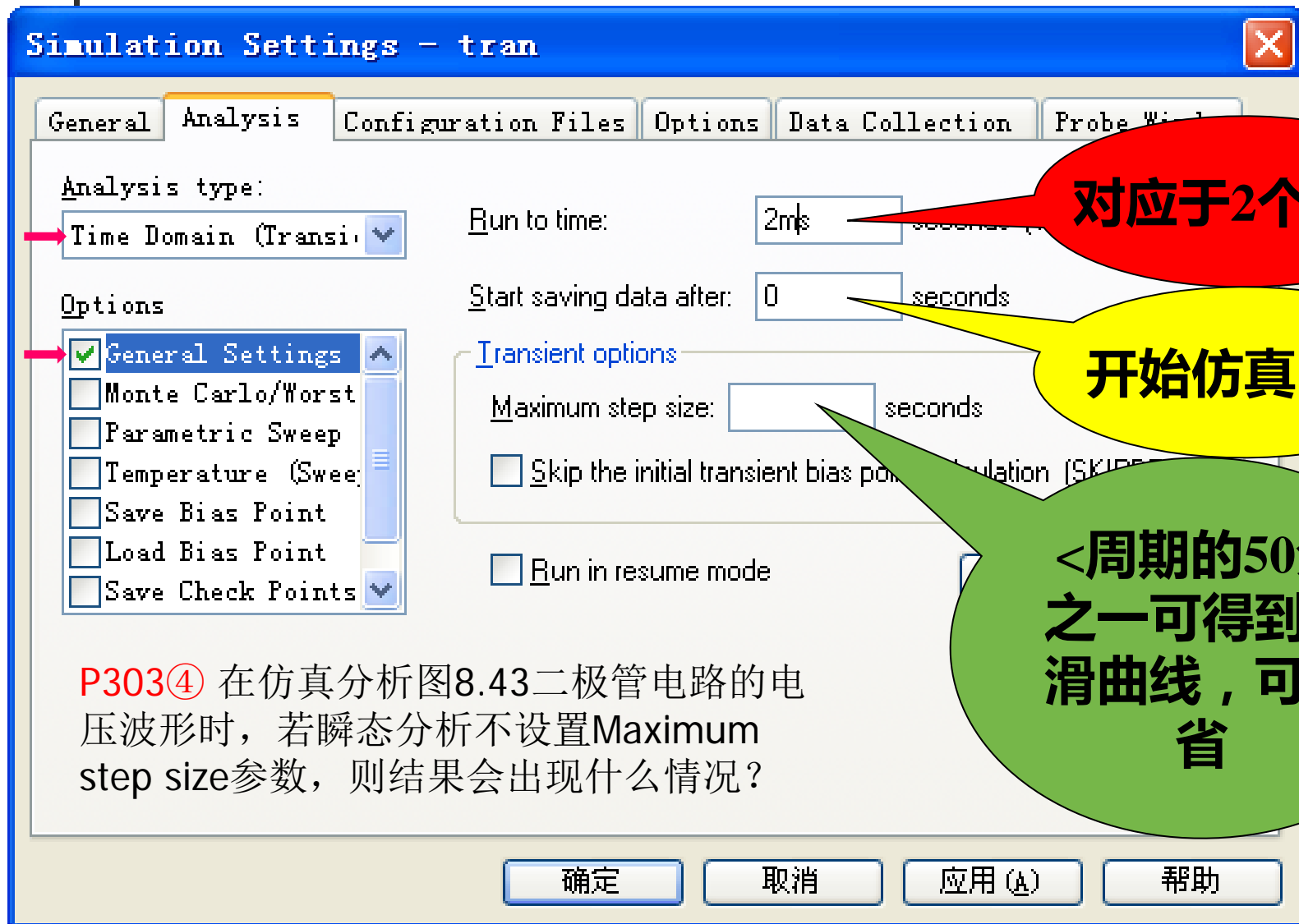
用于直流分析

**问题3：**针对图8. 43如果Vs设定为Vsin, 怎样测量电阻两端的电压？且如何判断二极管导通电压？电阻的选择范围怎样确定？Vs选择范围怎样确定？

**问题4：**针对图8. 43如果Vs设定为Vsin, 各EDA器件的指标怎样设置？怎样查看？

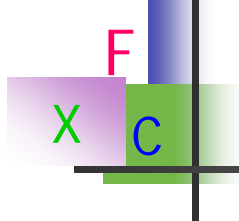
用于瞬态分析

# Transient-P123

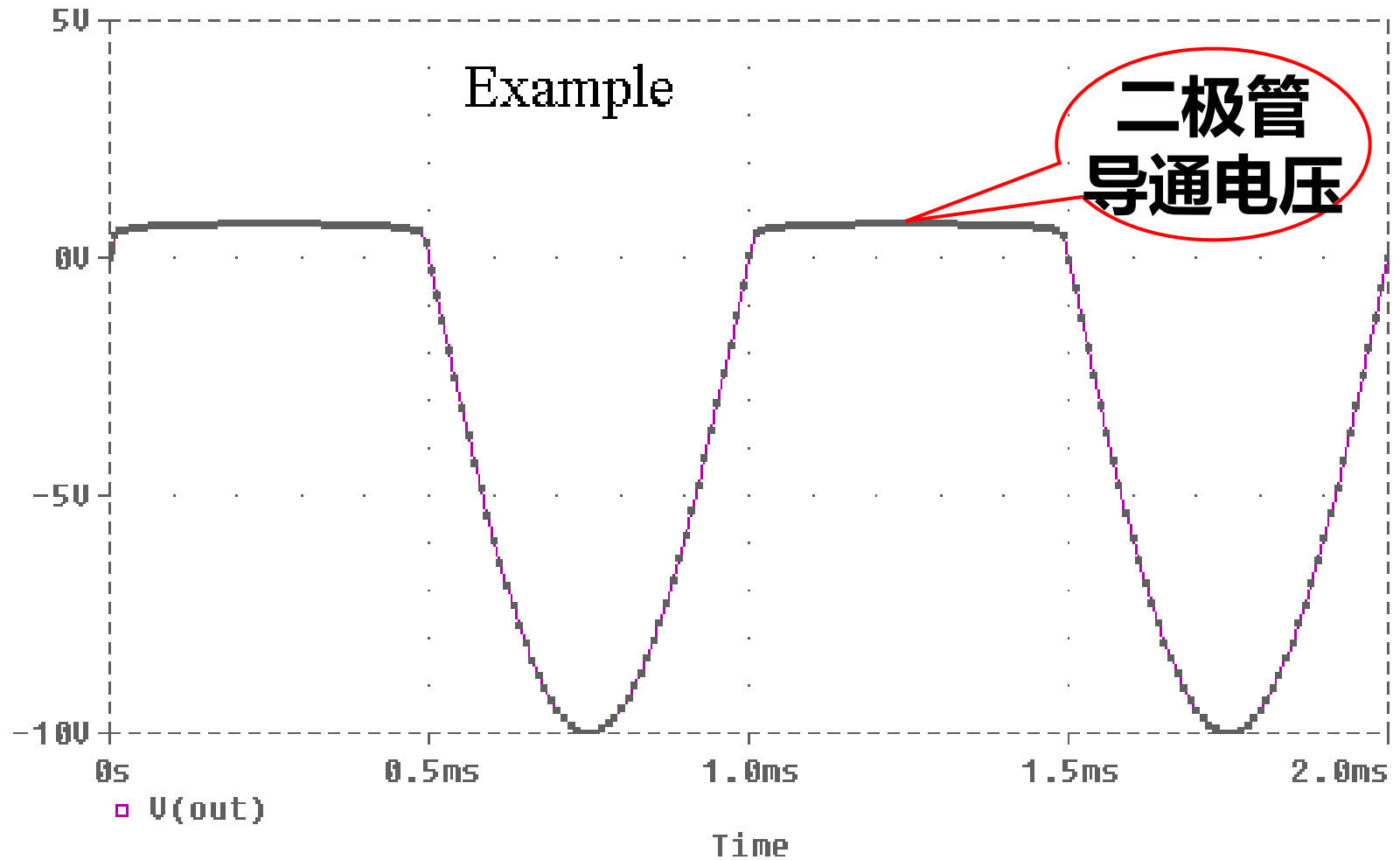


P303④ 在仿真分析图8.43二极管电路的电压波形时，若瞬态分析不设置Maximum step size参数，则结果会出现什么情况？

二极管整流电路瞬态参数设置  
P300图8.53 瞬态分析参数设置



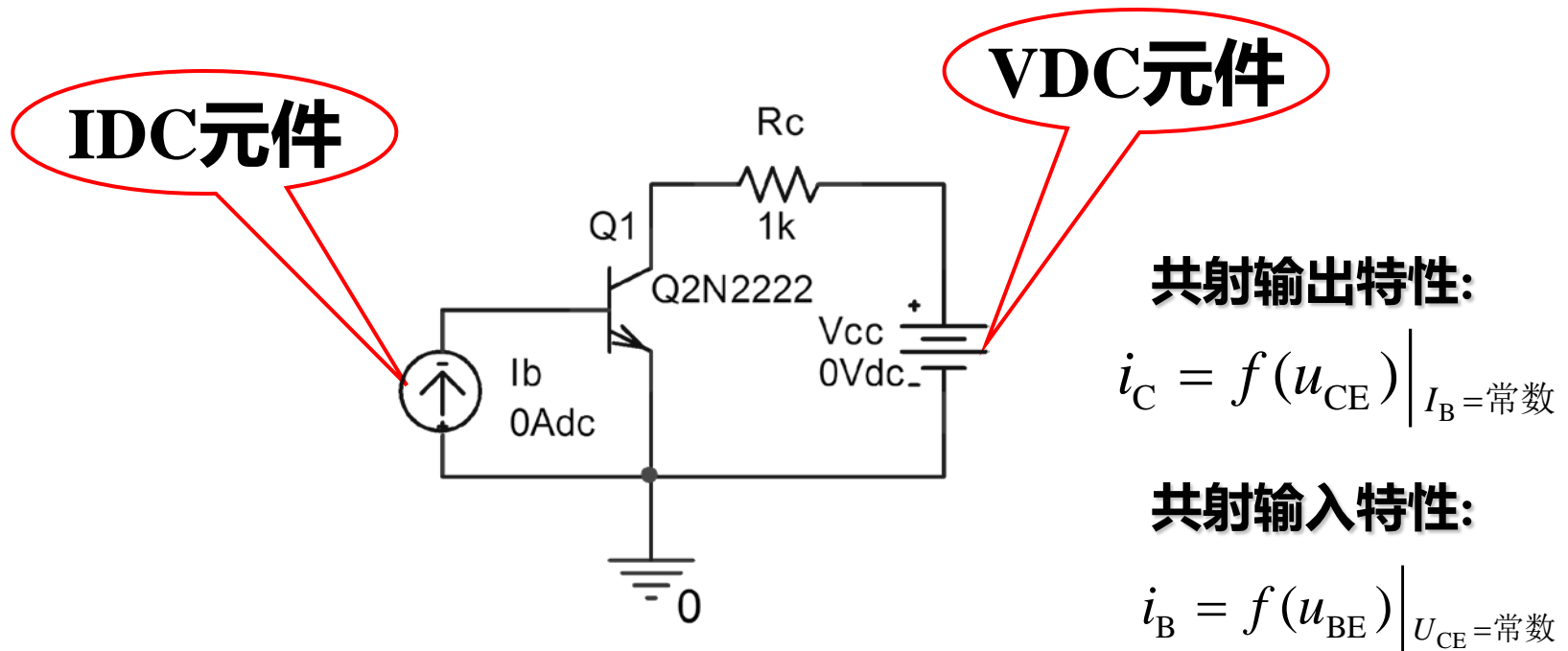
# PROBE显示



P301图8.54二极管两端电压波形曲线

## 实验内容（二）

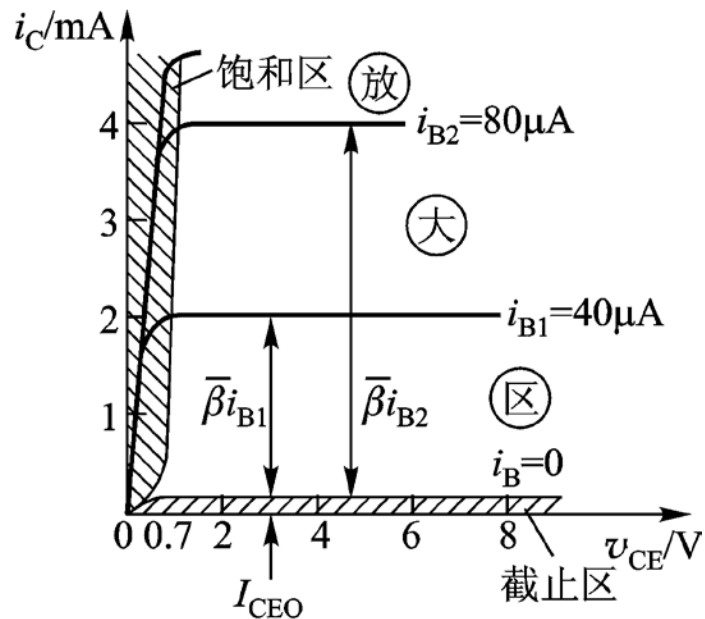
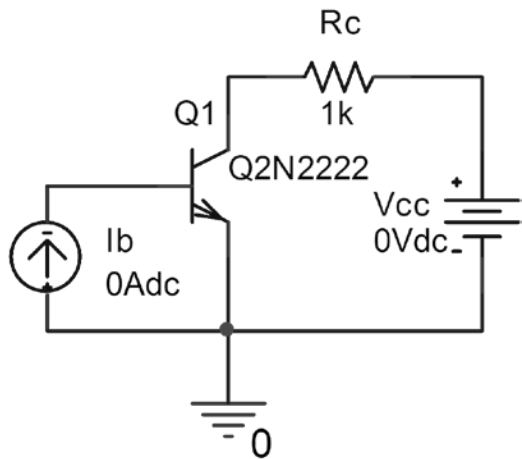
4、三极管特性测试电路如图所示，用OrCADPSpice程序仿真分析三极管的输出特性，并估算其电流放大倍数。



P295图8.44 三极管特性测试电路

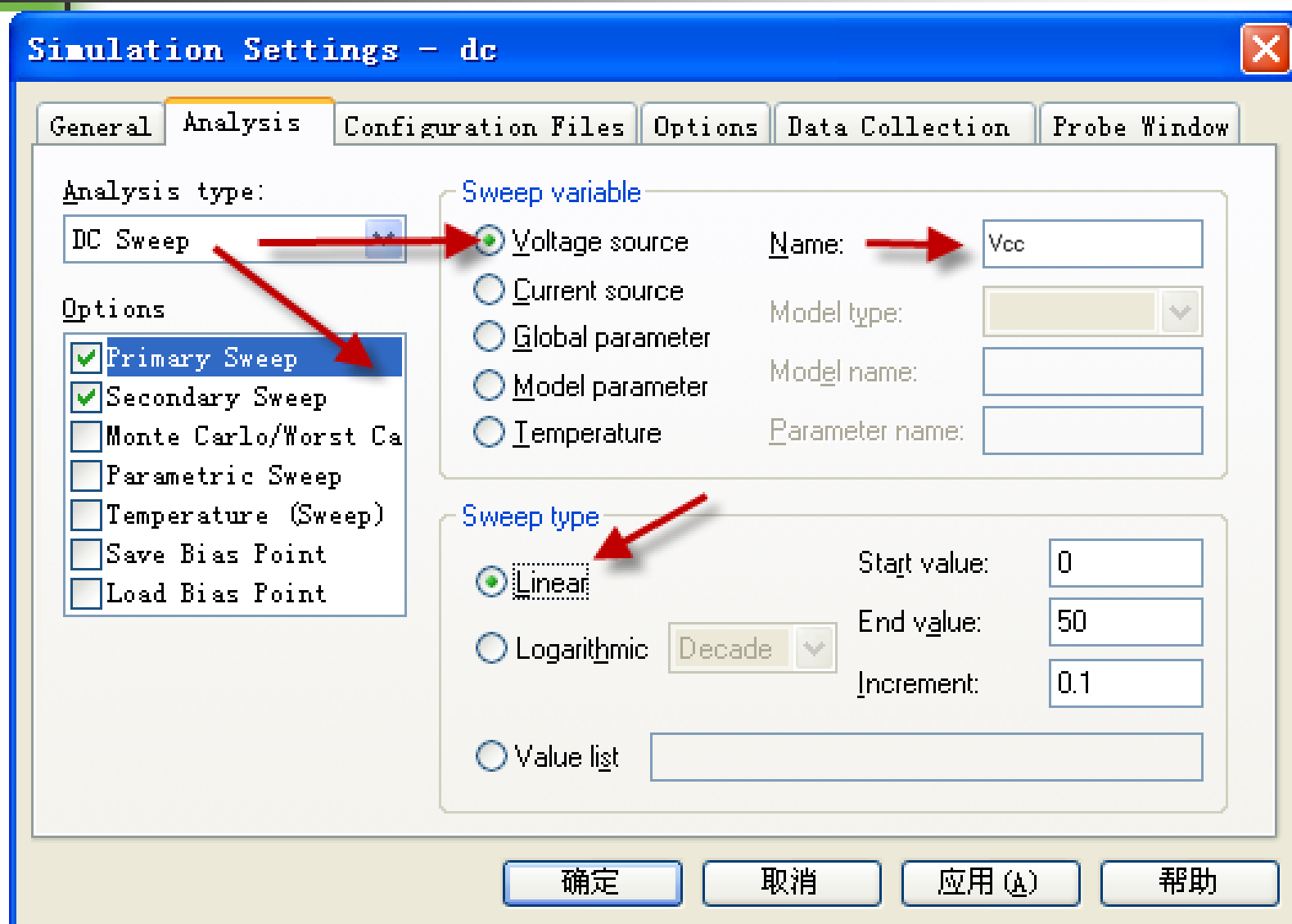


✓ **共射极输出特性** :  $i_C = f(v_{CE})|_{I_B=C}$



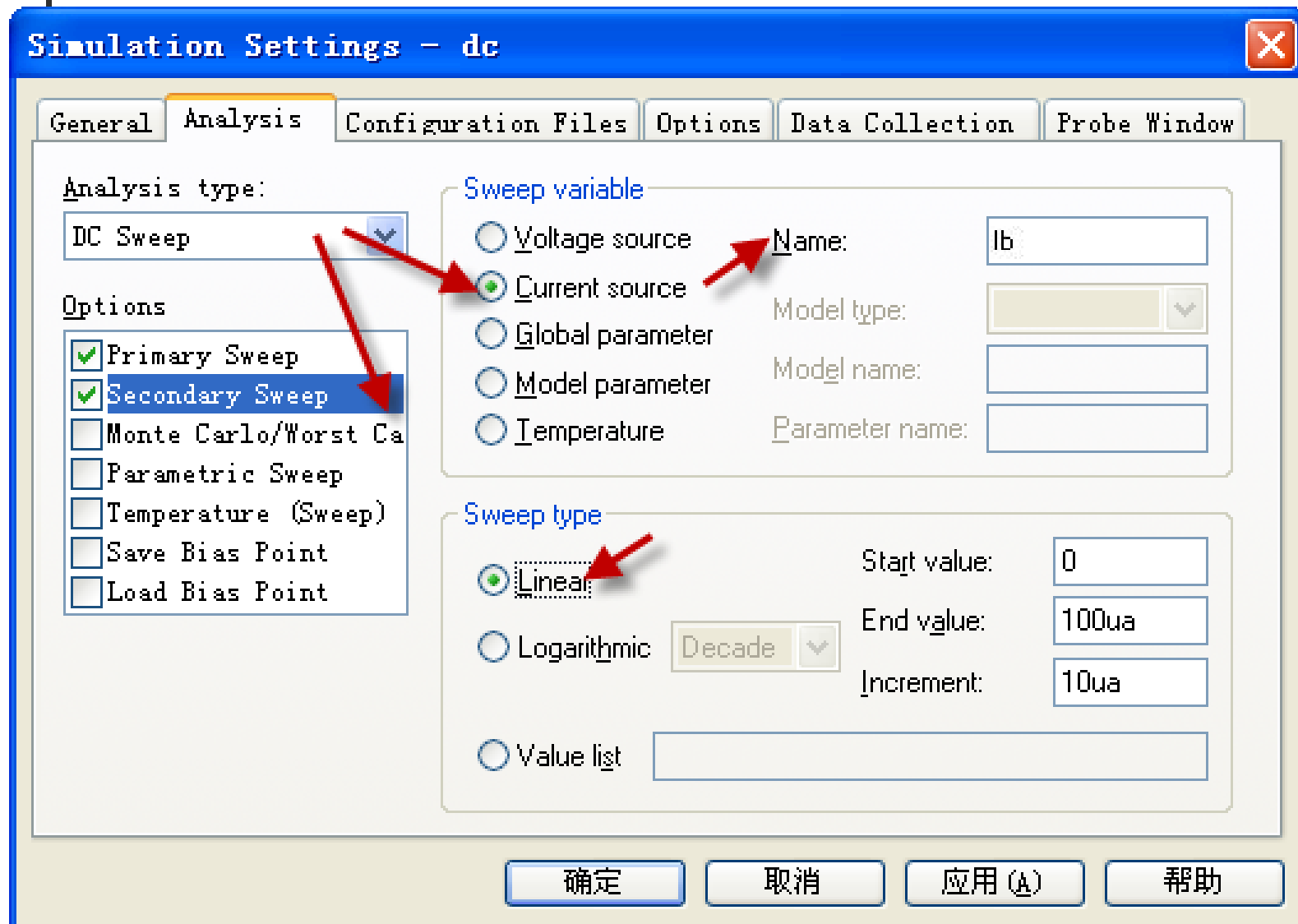
**问题5:** 针对图8.44不同阻值的电阻对输出特性有怎样影响? 不同的 $V_s$ 对输出特性有怎影响? 不同的NPN管子对输出特性有怎样区别?

# DC Sweep-Primary Sweep设置

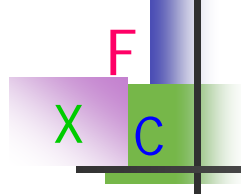


仿真三极管输出特性时的主设置  
P302图8.55 直流主扫描分析参数设置

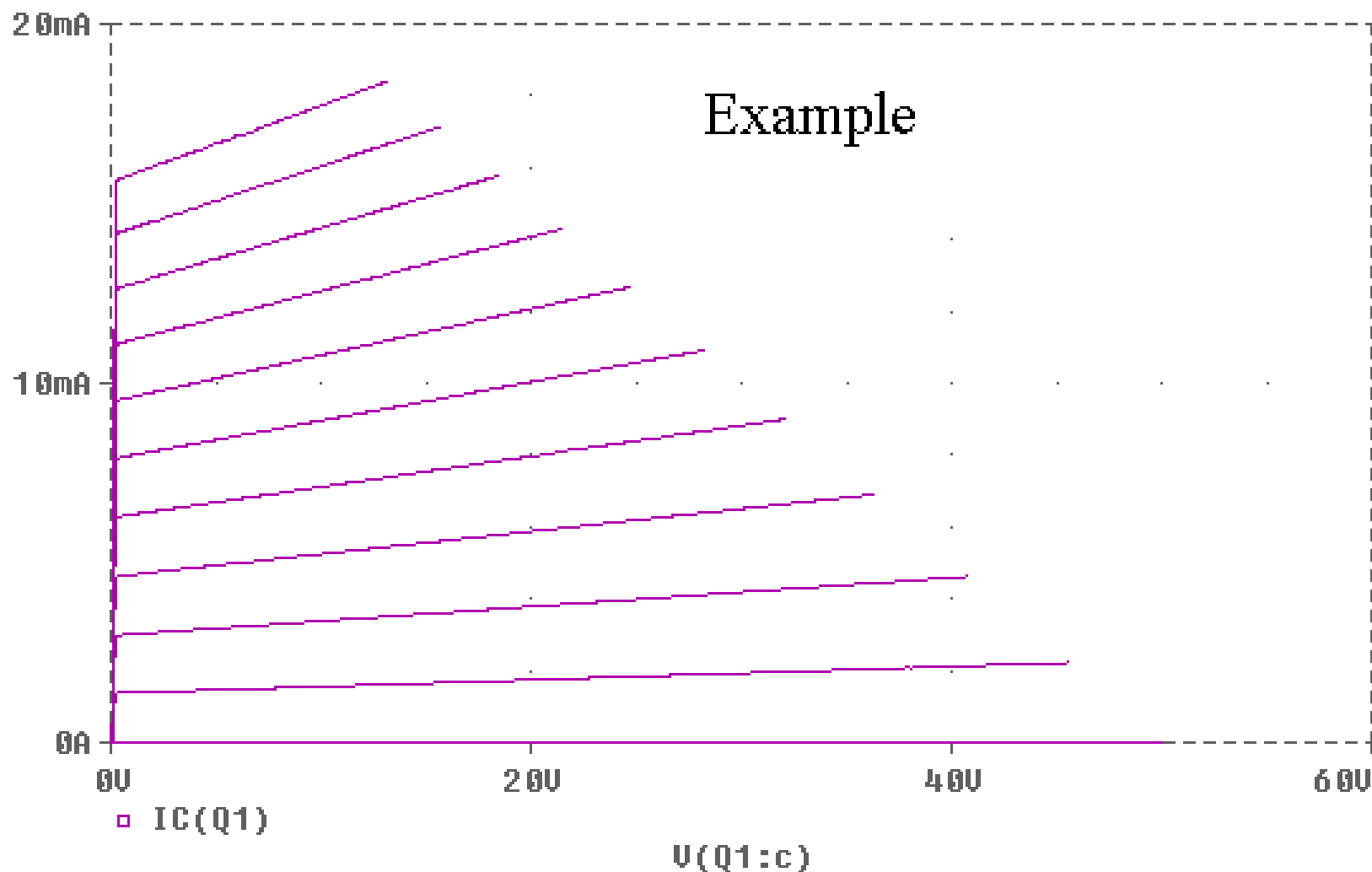
# DC Sweep-Secondary Sweep设置



仿真三极管输出特性时的次设置  
P302图8.56 直流次扫描分析参数设置

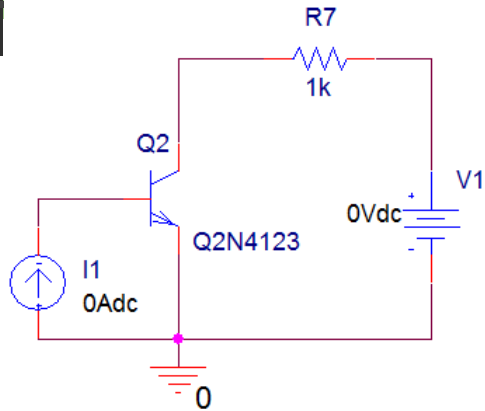


# 实验指导及结果



P303图8.57 三极管的输出特性曲线

# 仿真时集电极电阻1K时，电源电压0~15变化



## 基极电流设定

Sweep type

☒ Linear

Start value: 0

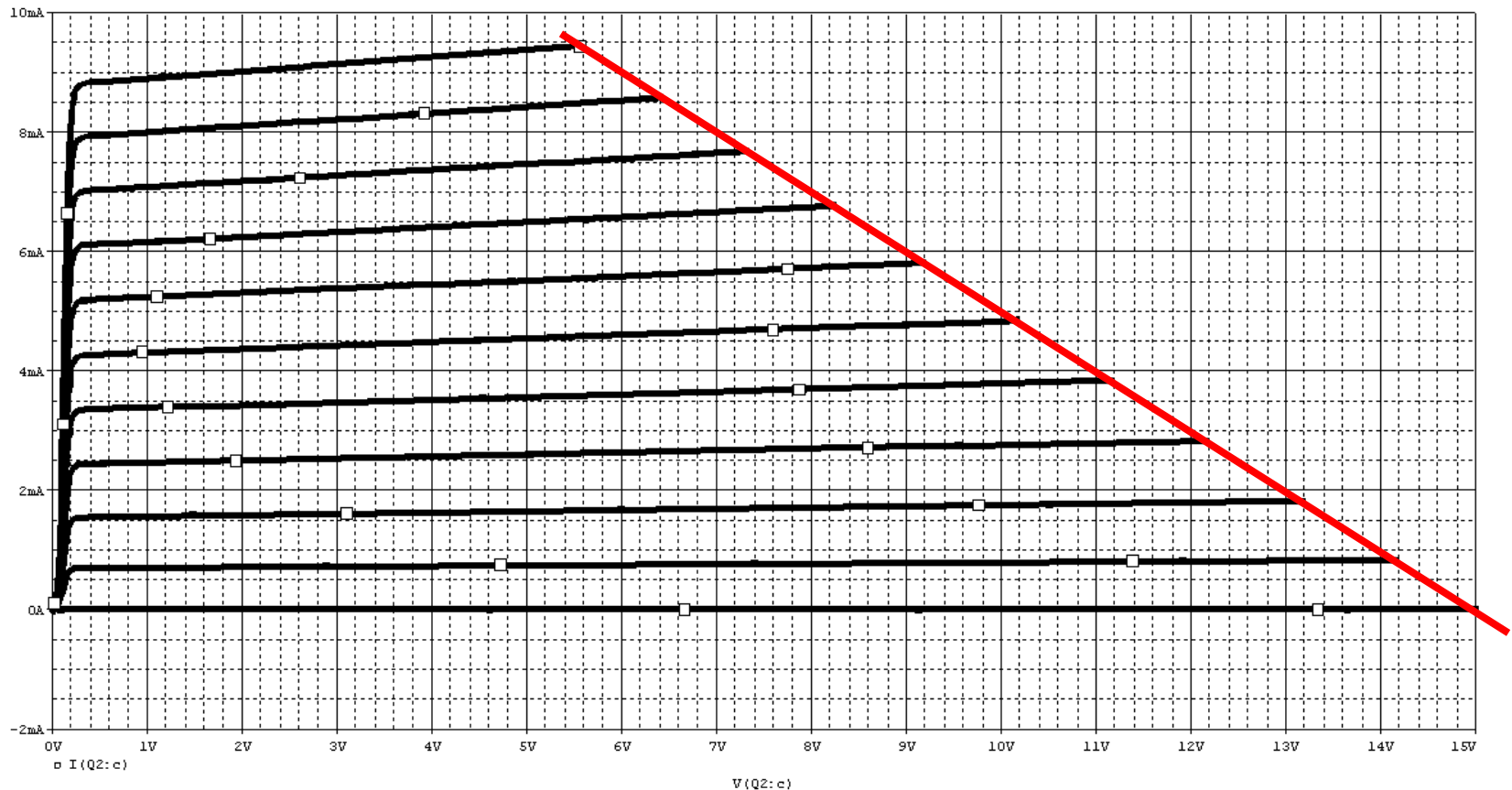
☐ Logarithmic

Decade

End value: 100ua

Increment: 10ua

☐ Value list



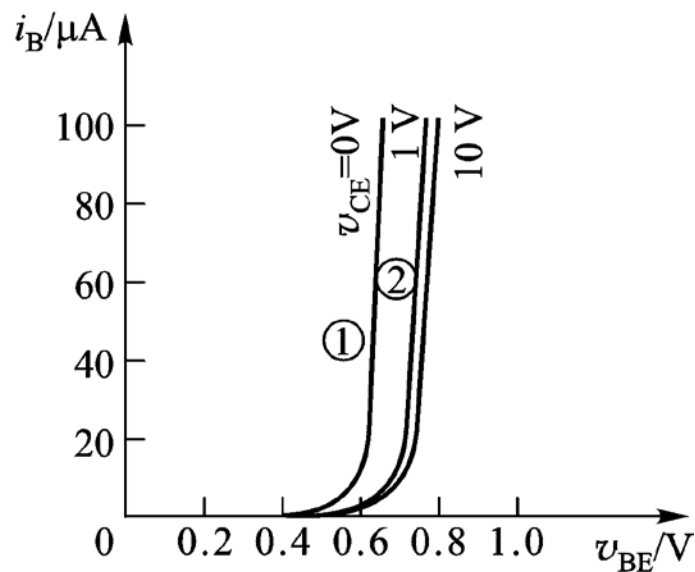
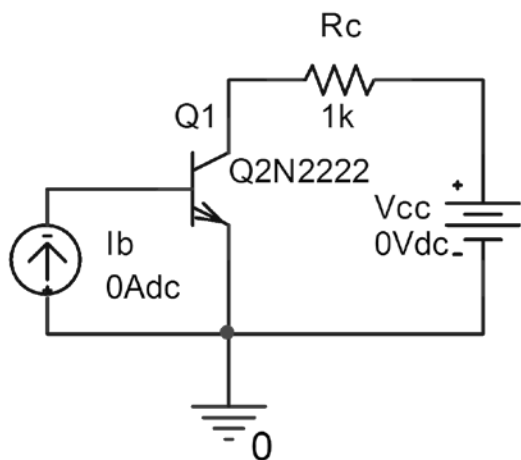


The graph displays the current  $I(Q2:c)$  in mA on the y-axis (ranging from -2 mA to 12 mA) against the voltage  $U$  in V on the x-axis (ranging from 0 V to 15 V). Multiple curves are shown, each representing a different bias current  $I_{bias}$  in mA. The curves show a sharp increase in current at low voltages, followed by a gradual increase. A red line indicates the breakdown voltage region.

$I_{bias}$ (mA)	Approximate Breakdown Voltage $U_{break}$ (V)
0	~8.8
1	~11.3
2	~13.4
3	~14.5
4	~14.8
5	~15.0
6	~15.0
7	~15.0
8	~15.0
9	~15.0
10	~15.0
11	~15.0
12	~15.0

$$\forall (Q2: c)$$

# 伏安特性—共射输入特性曲线



✓ 共射极输入特性： $i_B = f(v_{BE}) \Big|_{v_{CE}=C}$

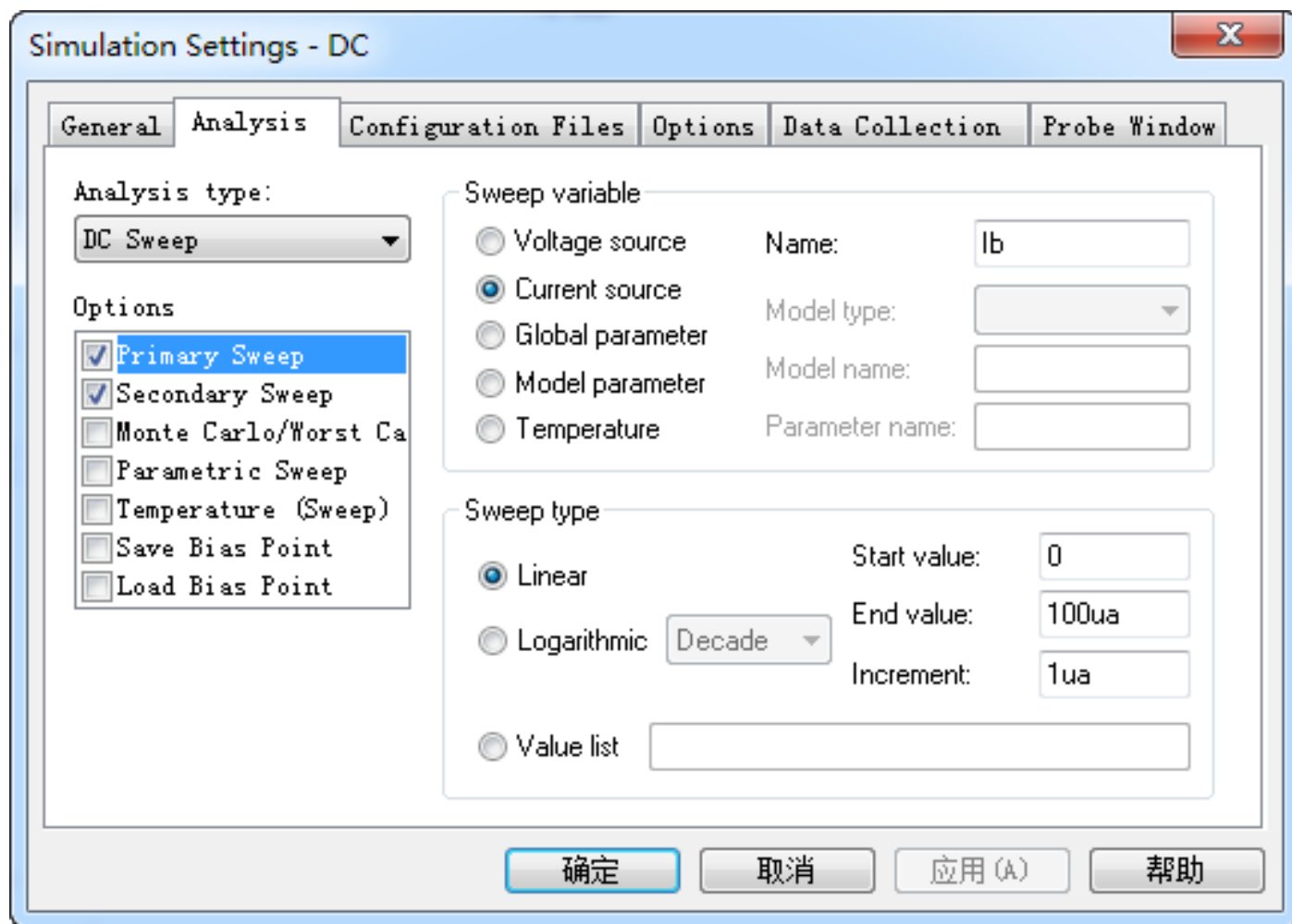
$V_{CE} = 0V$  时

$V_{CE}$  增长时

$V_{CE} > 1V$  后

P304⑤ 若要仿真分析图8.44电路的三极管输入特性，应如何设置扫描分析方式和参数？

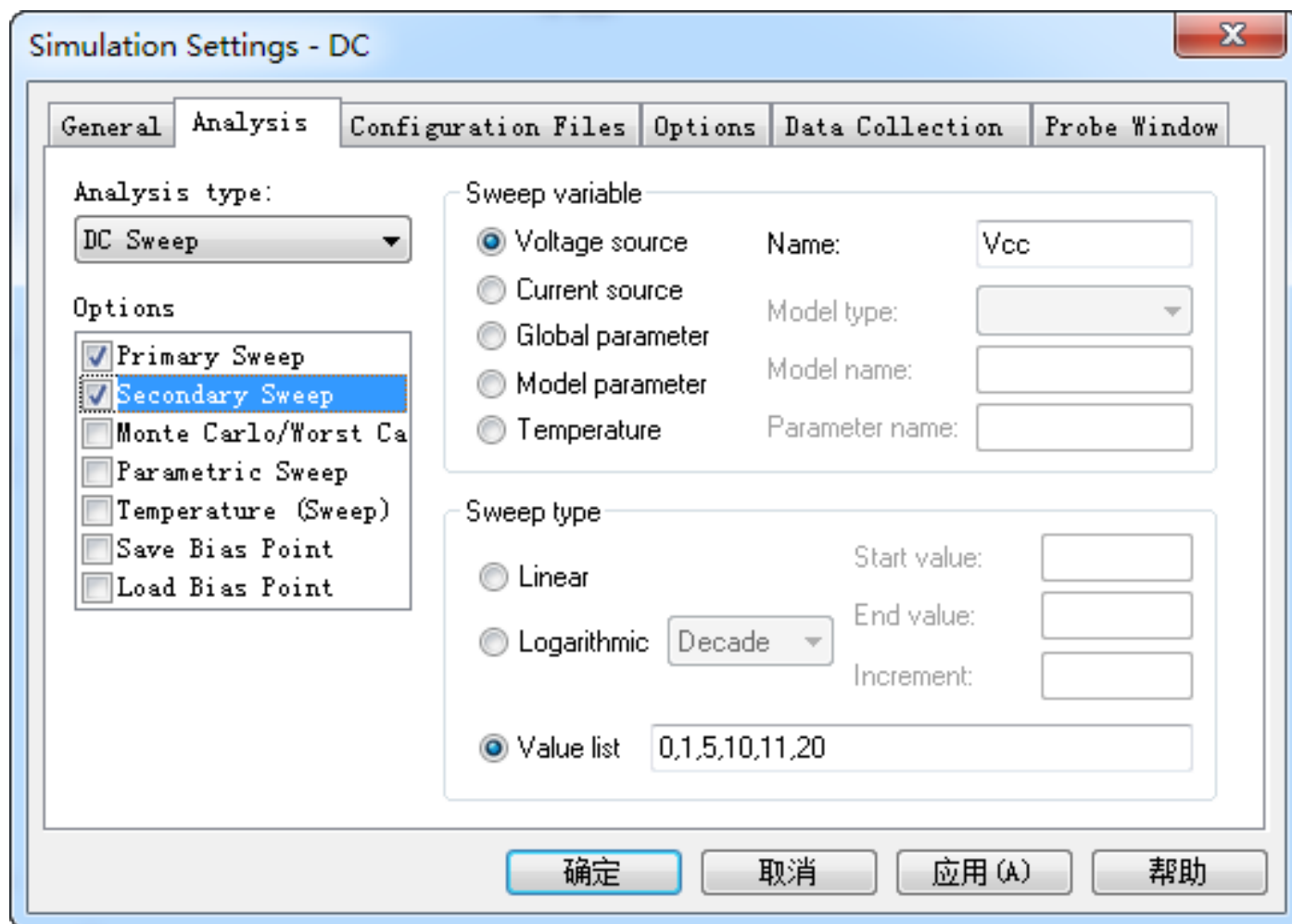
# 输入特性曲线设定1



仿真三极管输入特性时的主设置

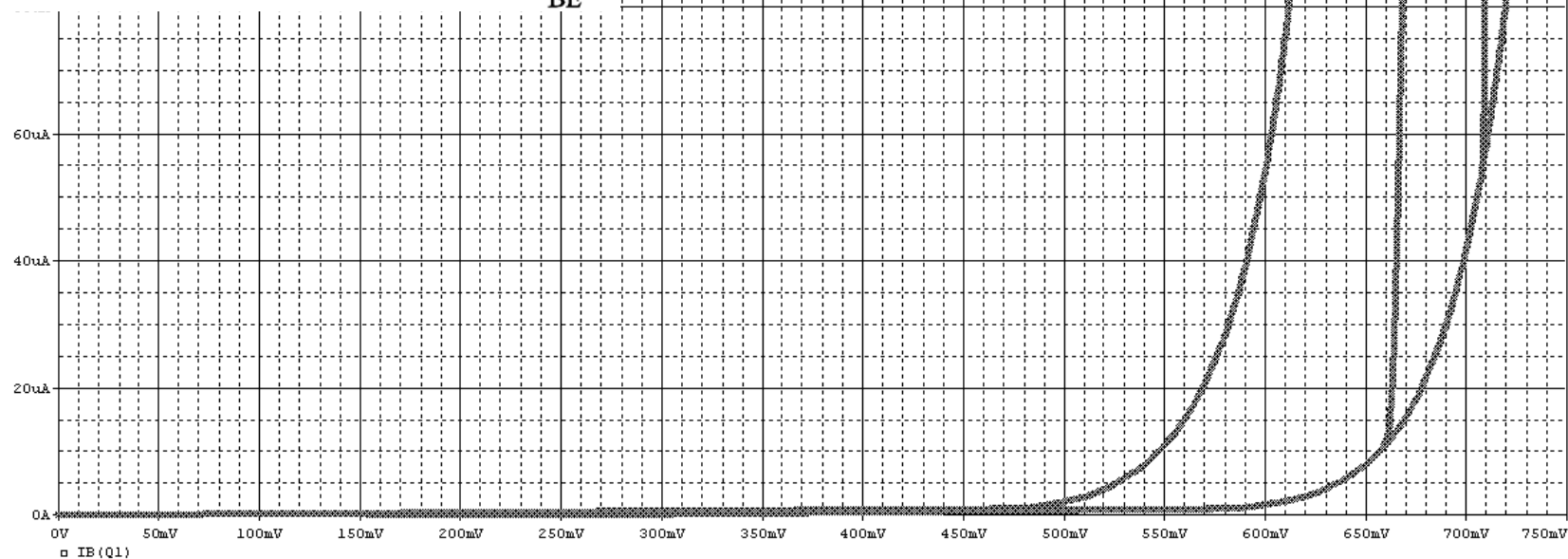
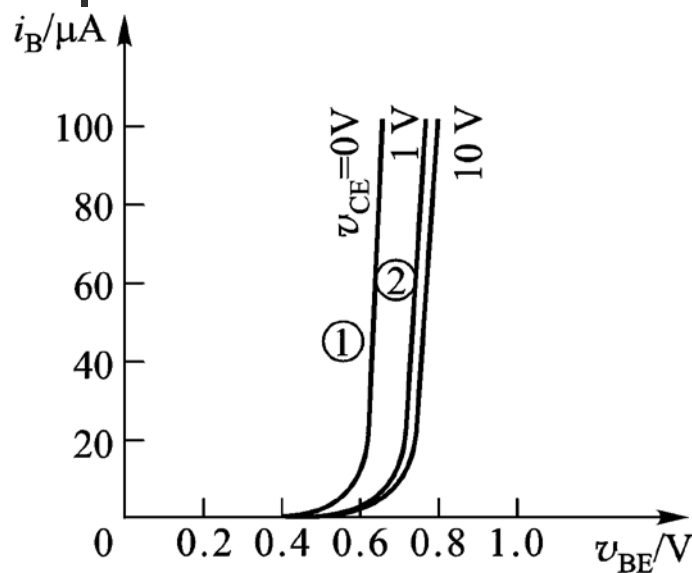


## 输入特性曲线设定2



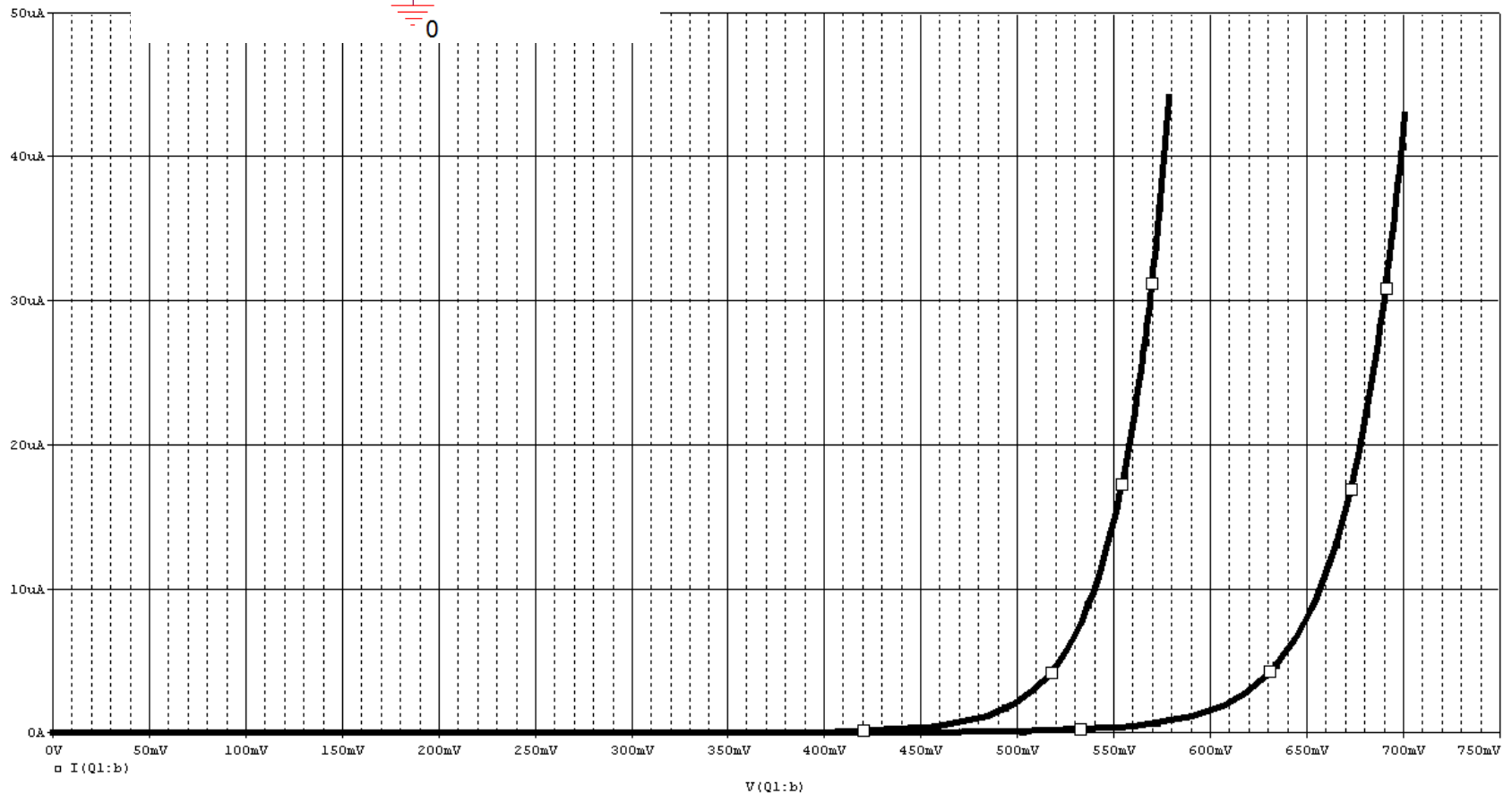
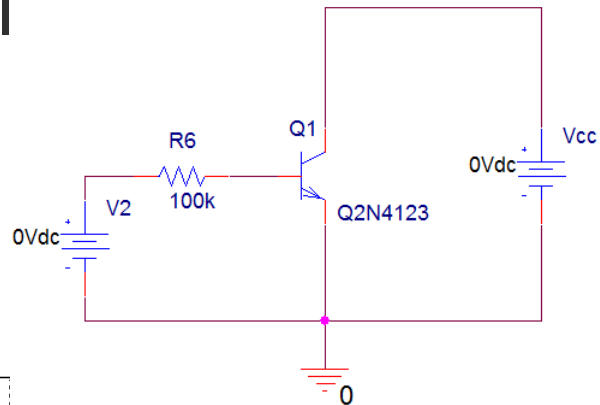
仿真三极管输入特性时的次设置

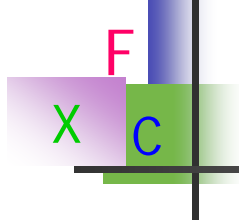
# 仿真结果与理论教程上有区别



V(Q1:b)

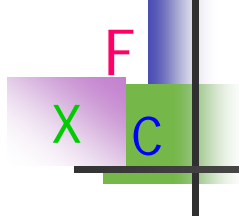
修改电路：VCC电压设定为0和5V，V2电压0~5变化（  
下次实验实际操作参考电路）





## 思考题

- 问题1：**针对图8.43如果 $V_s$ 设定为VDC,怎样测量电阻两端的电压？且如何判断二极管导通电压？电阻的选择范围怎样确定？ $V_s$ 选择范围怎样确定？
- 问题2：**针对图8.43如果 $V_s$ 设定为VDC,各EDA器件的指标怎样设置？怎样查看？
- 问题3：**针对图8.43如果 $V_s$ 设定为 $V_{sin}$ ,怎样测量电阻两端的电压？且如何判断二极管导通电压？电阻的选择范围怎样确定？ $V_s$ 选择范围怎样确定？
- 问题4：**针对图8.43如果 $V_s$ 设定为 $V_{sin}$ ,各EDA器件的指标怎样设置？怎样查看？
- 问题5：**针对图8.44不同阻值的电阻对输出特性有怎样影响？不同的 $V_s$ 对输出特性有怎影响？不同的NPN管子对输出特性有怎样区别？



## 实验教程：思考与讨论

P303-304

- ① PSpice软件在电路分析及设计过程中起什么作用？
- ② 用PSpice对电路进行仿真分析时，是否要求每个节点必须有标号？在电路中设置节点标号有何作用？
- ③ 用PSpice A/D程序查看图形时，对于不同的分析设置，其缺省的横坐标是哪个变量？
- ④ 在仿真分析图8.43二极管电路的电压波形时，若瞬态分析不设置Maximum step size参数，则结果会出现什么情况？
- ⑤ 若要仿真分析图8.44电路的三极管输入特性，应如何设置扫描分析方式和参数？



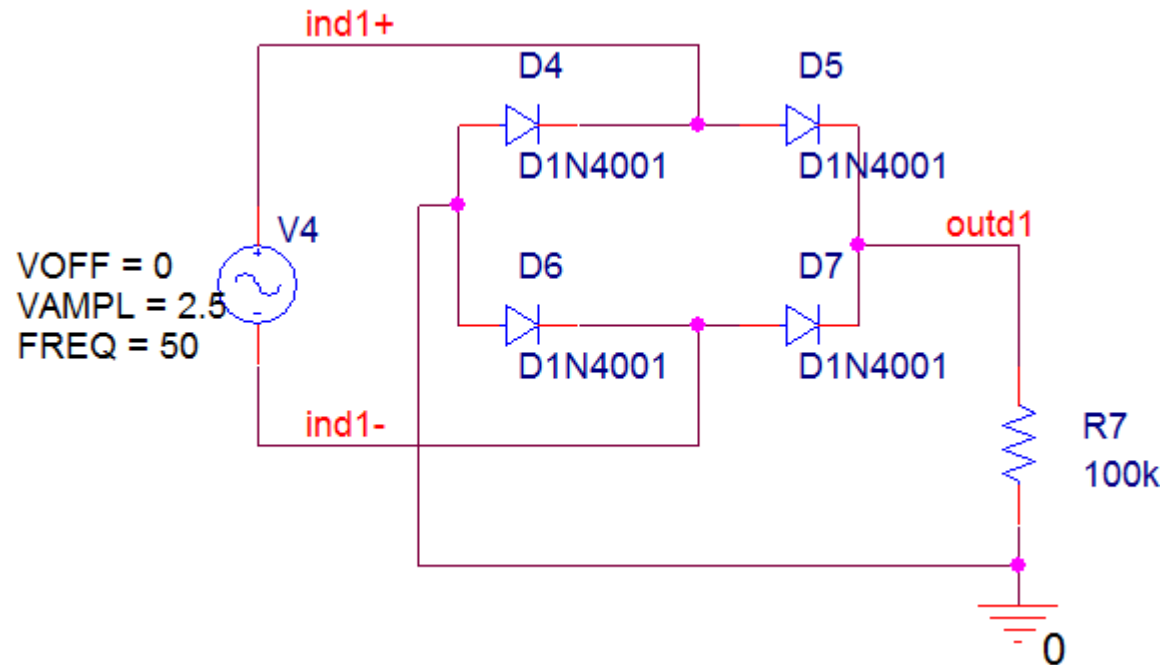
# 课后作业

- 本次实验**无需验收**。
- 本次实验**无需书写实验报告**，请在实验教程中自行完成相关测量表格、分析等和思考与讨论，以及PPT中的思考题。
- 但需提交必做课后作业1”和“必做课后作业2”完整文件夹至FTP。(提交要求：**座号姓名.rar**)

**注意** “Voltage Differential Markers” 的应用。

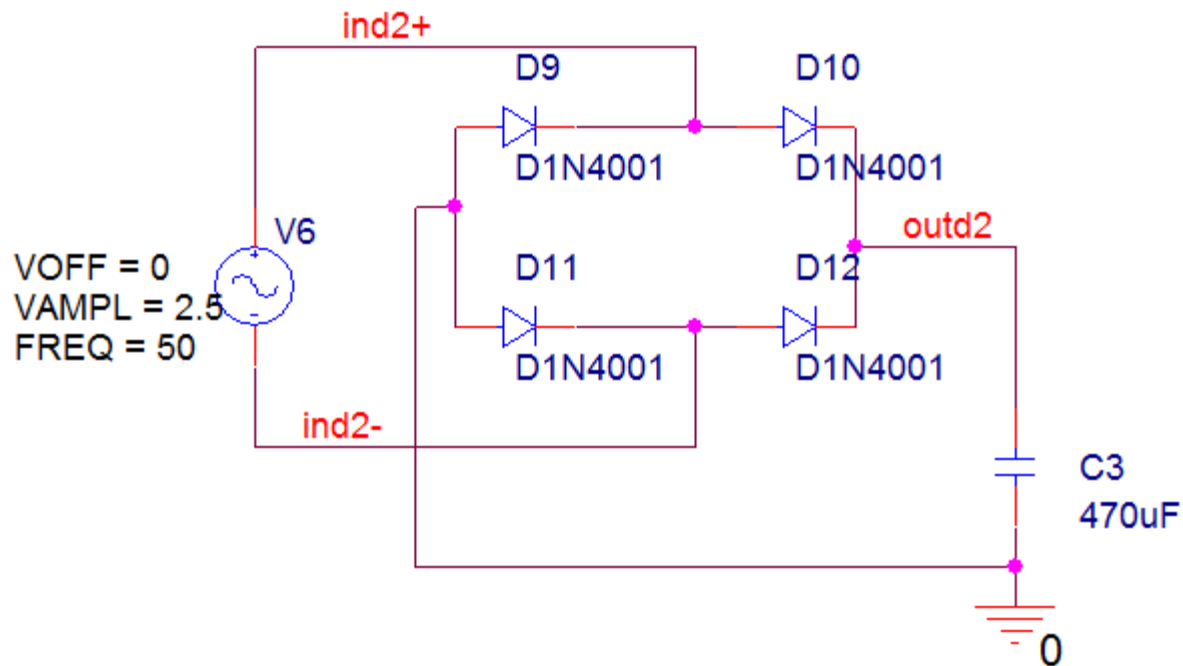
# 必做课后作业1 ( 参看P278实验5 )

## 1、请仿真如下电路



## 必做课后作业2（参看P278实验5）

### 2、请仿真如下电路







# 下次实验

---

- **三极管的伏安特性测量和P278实验5 电子电路焊接与调试训练-----直流稳压电路 中的“整流电路实验研究” 内容**