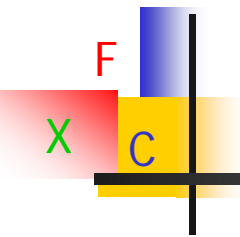


# 模拟电路的仿真分析举例--共射放大电路仿真 (P142-153)

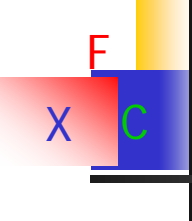
学习：第五章



本次实验**无需验收**。

本次实验**无需书写实验报告**。

**请视情况提交**课后作业完整文件夹至**FTP**。



## 实验目的

1. 熟悉ORCAD-PSPICE软件的使用方法。
2. 理解共射放大电路放大特性。
3. 了解共射放大电路的设计方法。
4. 学习共射放大电路的仿真分析方法。

## 仿真实验任务（波形幅度测量请用峰峰值），实际操作为实验6-P283

下述实验任务分别以 $R_L = \infty$ 和 $R_L = 1K$ 时仿真测量，请注意 $R_L$ 不同对测量结果的影响。

### 1. 仿真分析静态工作点（“Bias Point”或“DC Sweep”）

调节Wb，使Q点满足要求（ $I_{CQ} = 6mA$ 参考），查看各点的静态电压值。

### 2. 电压放大倍数的测量（Time Domain（Transient））

仿真 $U_s$ 、 $U_i$ 、 $U_o$ 以及 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_e$ 的波形，并且求出有关电压增益，注意 $C_b$ 、 $C_c$ 以及 $C_e$ 的作用和影响。

### 3. 查看输出饱和失真、截止失真现象以及观测最大不失真输出电压峰峰值（Time Domain（Transient））

峰峰值设为400mV；查看输出饱和失真、截止失真现象。应用参数变量方法；改变输入信号幅度，仿真测出最大不失真输出电压峰峰值约8.0V。

### 4. 输入电阻和输出电阻的测量（“AC Sweep/Noise”）

注意实际测量方法和仿真方法的异同。

### 5. 测量上限频率和下限频率（“AC Sweep/Noise”）

在不失真的条件下，保持输入幅度不变，改变频率，来仿真测量输出。

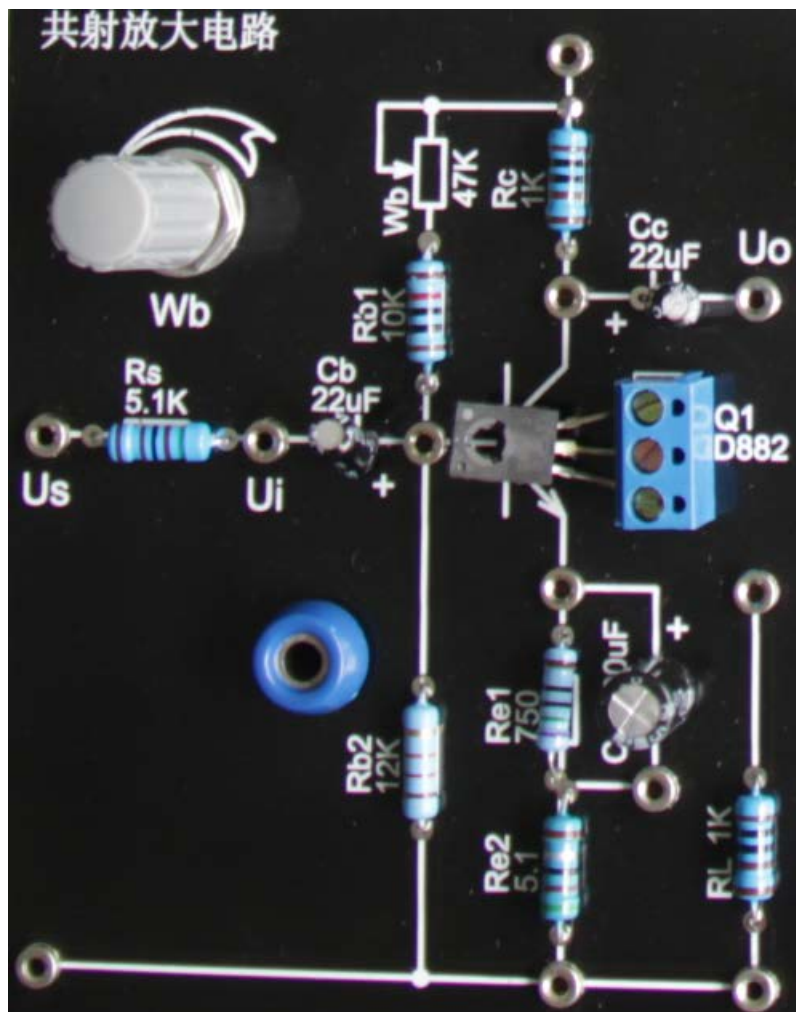
**注意：**前述1,2,3,4,5请保持静态工作点不变下测量。

### 6. 观察静态工作点对输出波形的影响（“Bias Point”或“DC Sweep”和Time Domain（Transient））

饱和失真、截止失真、同时出现。

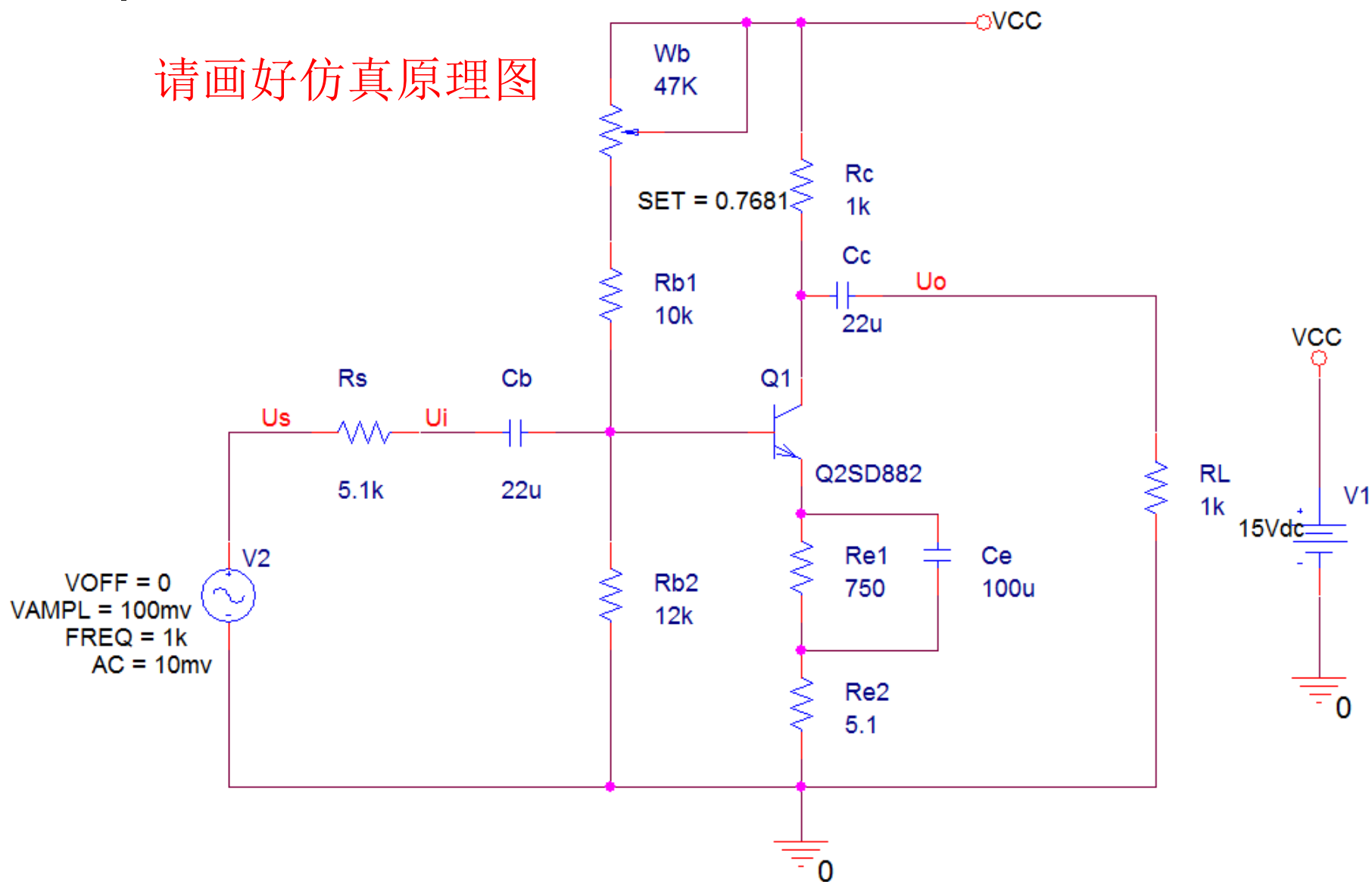
### 7. 选做：（1）把 $R_{e2}$ 短接重新测量上述参数。（P146中 $R_{e2}$ 被短接的）（2）三个电容开路或短路对上述参数的影响。

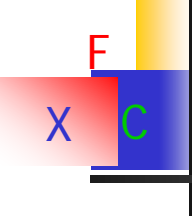
# 实际共射放大电路实验板 ( $R_L = \infty$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ )



参考P145实验仿真电路图：POT电位器(库：POT/**BREAKOUT**)

请画好仿真原理图





# 设置VSIN的属性

	A
	SCHEMATIC1 : PAGE1
AC	
BiasValue Power	0V
Color	Default
DC	
Designator	
DF	0
FREQ	1kHz
Graphic	VSIN.Normal
ID	
Implementation	
Implementation Path	
Implementation Type	PSpice Model
Location X-Coordinate	240
Location Y-Coordinate	180
Name	INS44
Part Reference	V1
PCB Footprint	
PHASE	0
Power Pins Visible	<input type="checkbox"/>
Primitive	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE
PSpiceTemplate	V*@REFDES %+ %- ?DCID
Reference	V1
Source Library	D:\CADCENCE\SPB_16.3
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

用于瞬态分析

## 1. $R_L = \infty$ 及 $R_L = 1K$ 时，仿真分析静态工作点

- 选择静态工作点分析 “Bias Point” 在Schematic图上直接显示V和I。
- 设置直流扫描分析 “DC Sweep ”，以电源电压 V1 为扫描对象，在Probe中查看Q点数据。
- 用直流扫描分析确定电路参数

**问题1：**用PSPICE如何仿真分析放大电路的静态工作点？应设置何种分析方式？为什么要设置合适的静态工作点？

# Analysis Setup ( Bias Point )

Simulation Settings - 20120227

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
Bias Point

Options

- ☒ General Settings
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point

Output File Options

- ☐ Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (.OP)
- ☐ Perform Sensitivity analysis (.SENS)  
Output variable(s):
- ☐ Calculate small-signal DC gain (.TF)  
From input source name:   
To output variable:

确定 取消 应用 (A) 帮助



# Analysis Setup ( DC Sweep )

Simulation Settings - 20120227

General

Analysis

Configuration Files

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: v1

☐ Current source

Model type:

☐ Global parameter

Model name:

☐ Model parameter

Parameter name:

☐ Temperature

Sweep type

☒ Linear

Start value: 10

☐ Logarithmic

Decade

End value: 15

☐ Value list

Increment: 0.01

确定

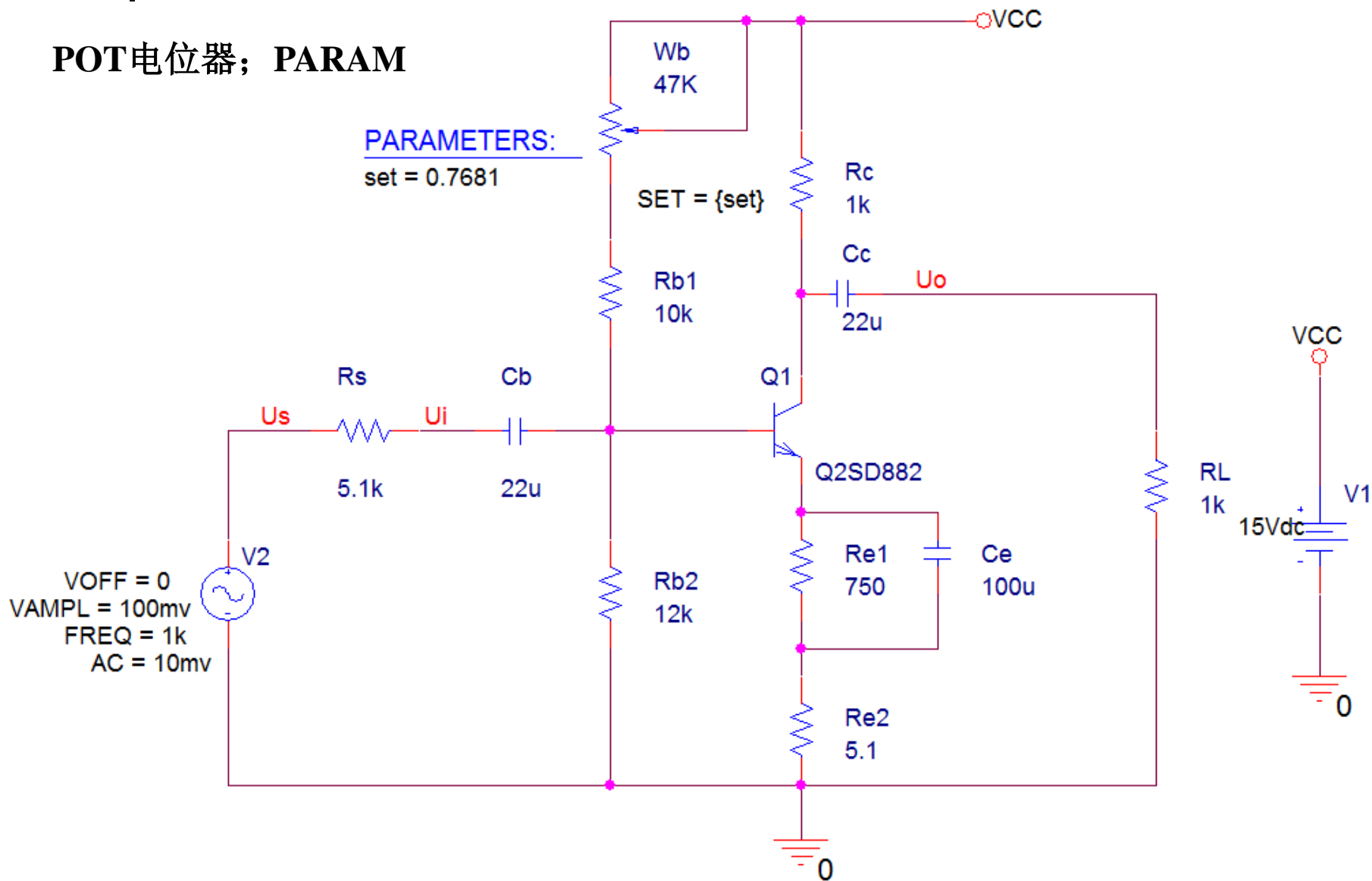
取消

应用 (A)

帮助

# P149实验仿真电路图：POT电位器；PARAM

## POT电位器；PARAM



# 用直流扫描分析确定电路参数

Simulation Settings - tran

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
DC Sweep

Options

- ☒ Primary Sweep
- ☐ Secondary Sweep
- ☐ Monte Carlo/Worst Ca
- ☐ Parametric Sweep
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point

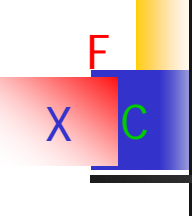
Sweep variable

- ☐ Voltage source Name:
- ☐ Current source Model type:
- ☒ Global parameter Model name:
- ☐ Model parameter Parameter name: set
- ☐ Temperature

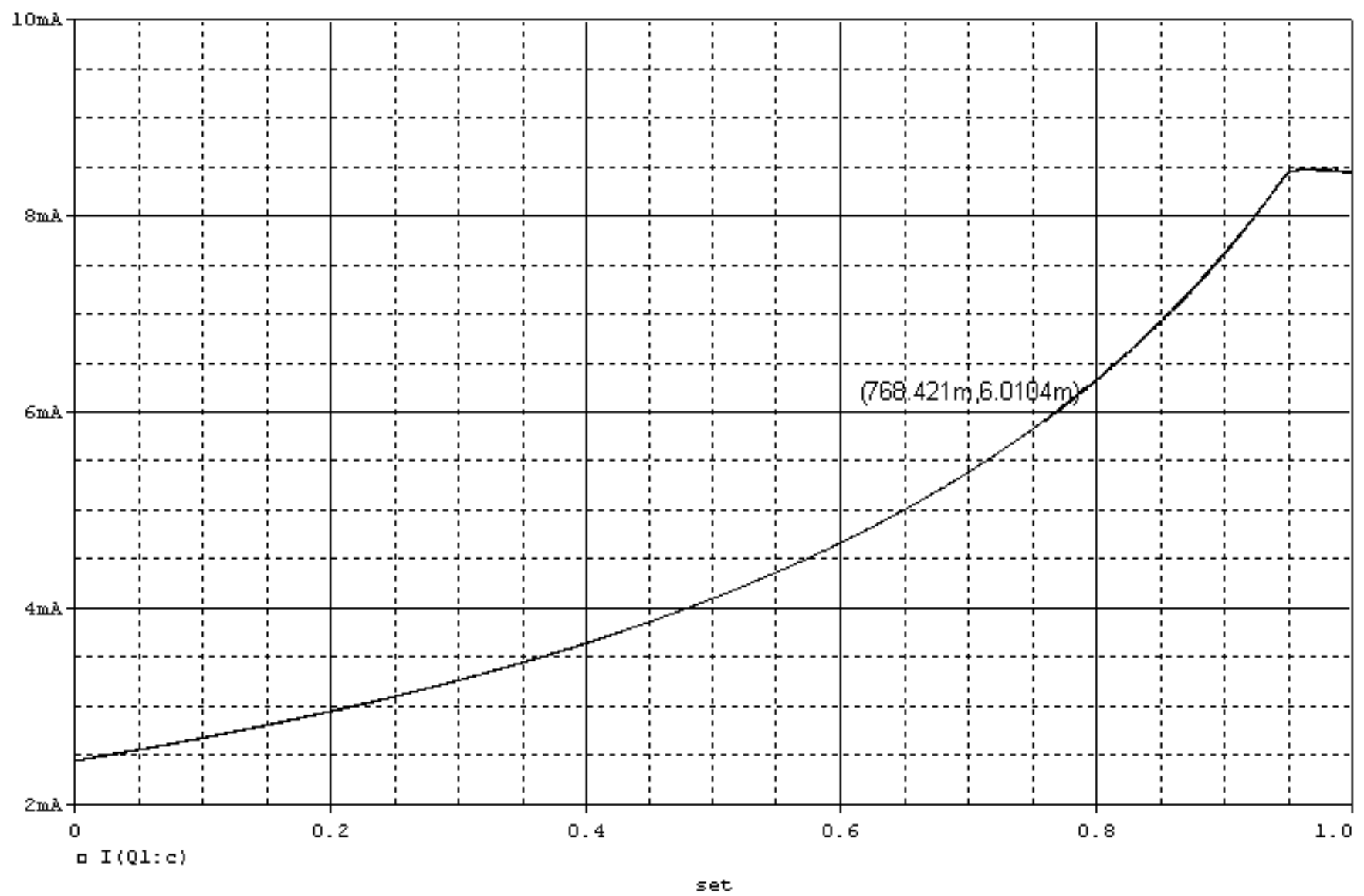
Sweep type

- ☒ Linear Start value: 0 End value: 1 Increment: 0.01
- ☐ Logarithmic Decade
- ☐ Value list

确定 取消 应用 (A) 帮助



# 确定SET=0.7681





## 2、 $R_L = \infty$ 及 $R_L = 1K$ 时，电压放大倍数的测量

- 设置瞬态分析Time Domain ( Transient ) ；
- 查看仿真 $U_s$ 、 $U_i$ 、 $U_o$ 以及 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_e$ 的波形，并且求出有关电压增益；  
注意相位关系
- 电压传输特性曲线；

**注意：**  $C_b$ 、 $C_c$ 以及 $C_e$ 的作用和影响。

# Analysis Setup ( Time Domain ( Transient ) )

Simulation Settings - tran

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
Time Domain (Transi. ▾)

Run to time: 2ms seconds (TSTOP)

Start saving data after: 0 seconds

Options

- ☒ General Settings
- ☐ Monte Carlo/Worst
- ☐ Parametric Sweep
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point
- ☐ Save Check Points

Transient options

Maximum step size: seconds

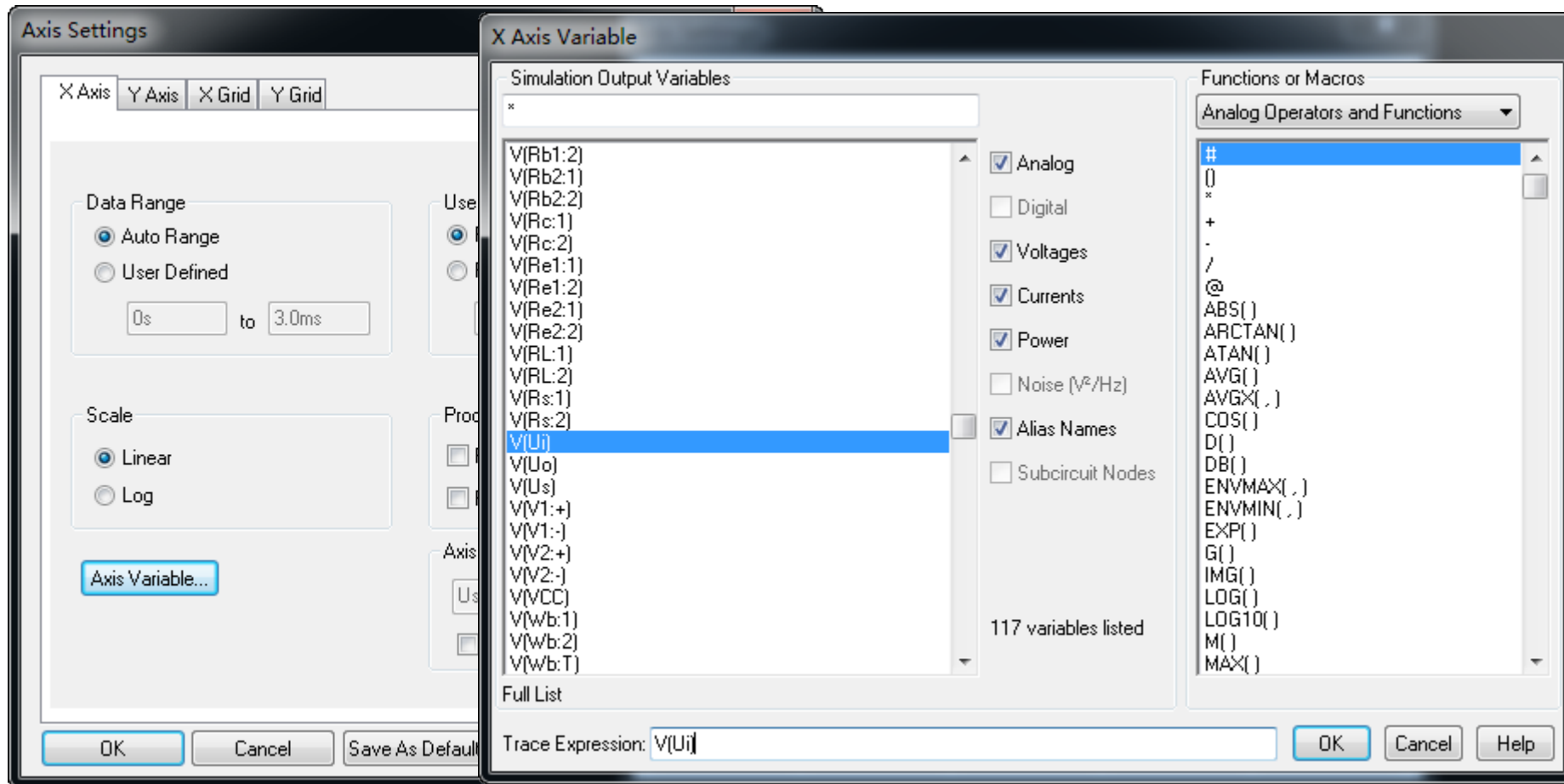
☐ Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)

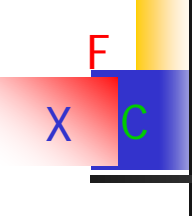
☐ Run in resume mode

Output File Options...

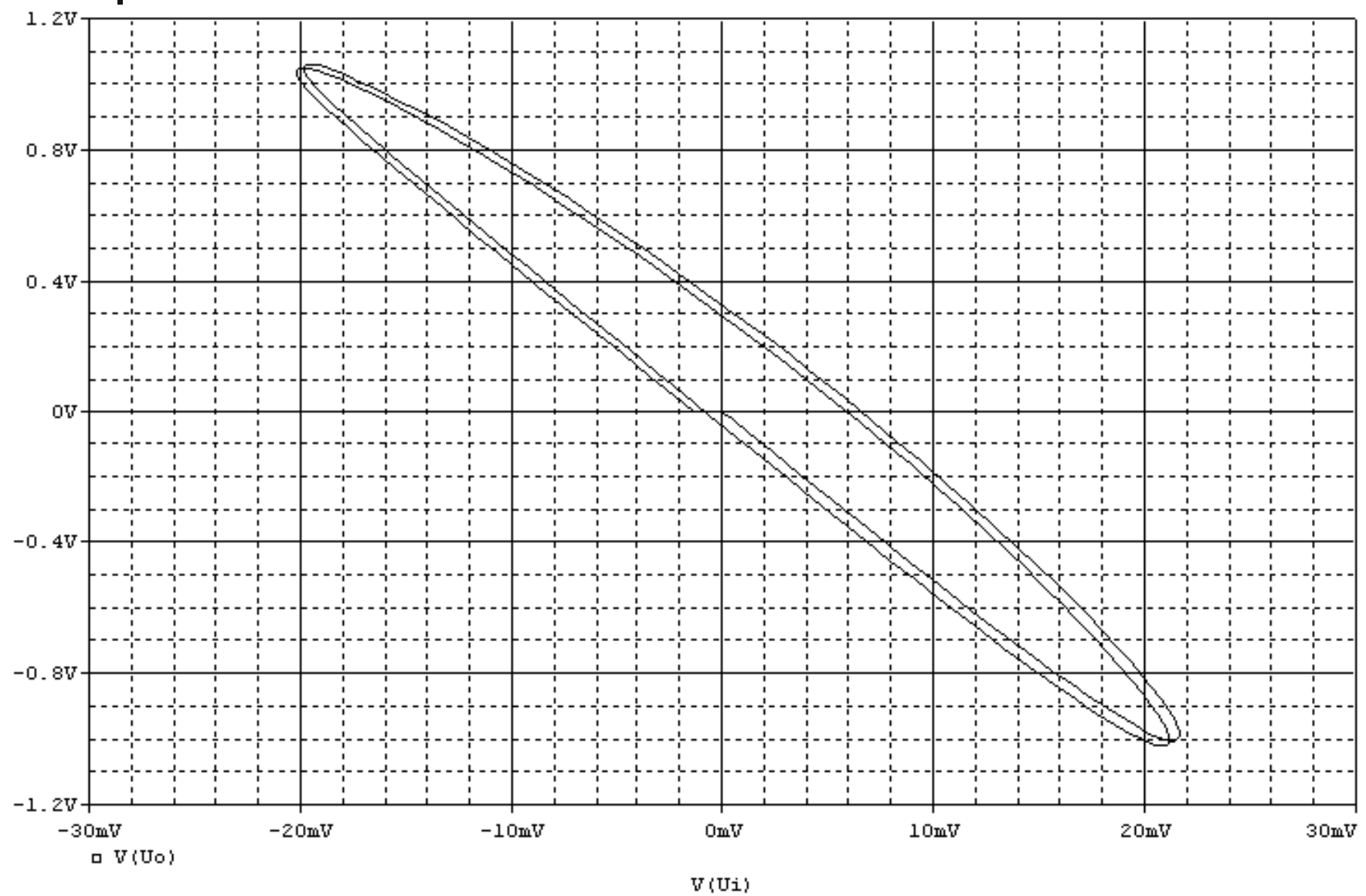
确定 取消 应用 (A) 帮助

# 电压传输特性曲线





P153 图5.47电路的电压传输特性曲线







### 3.查看输出饱和失真、截止失真现象以及观测最大不失真输出电压峰峰值

- 设置瞬态分析 “Time Domain ( Transient ) ” ；
- 将输入正弦信号峰峰值设为400mV；分别仿真 $R_L=1\text{ k}\Omega$ 和 $R_L$ 开路两种情况；查看输出电压波形，判断输出饱和失真、截止失真。
- 应用参数变量方法。当 $R_L = \infty$ 时，改变输入信号幅度，仿真测出最大不失真输出电压。注意如果达不到峰峰值约8.5V要求请重新设置静态工作点，同时请重新仿真上述1和2的任务。（注：实际实验中以开路，刚出现饱和失真为判断标准）

# Time Domain ( Transient ) 设置

Simulation Settings - tran

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
Time Domain (Transi. ▼)

Options

- ☒ General Settings
- ☐ Monte Carlo/Worst
- ☐ Parametric Sweep
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point
- ☐ Save Check Points

Run to time: 2ms seconds (TSTOP)

Start saving data after: 0 seconds

Transient options

Maximum step size: 0.01m seconds

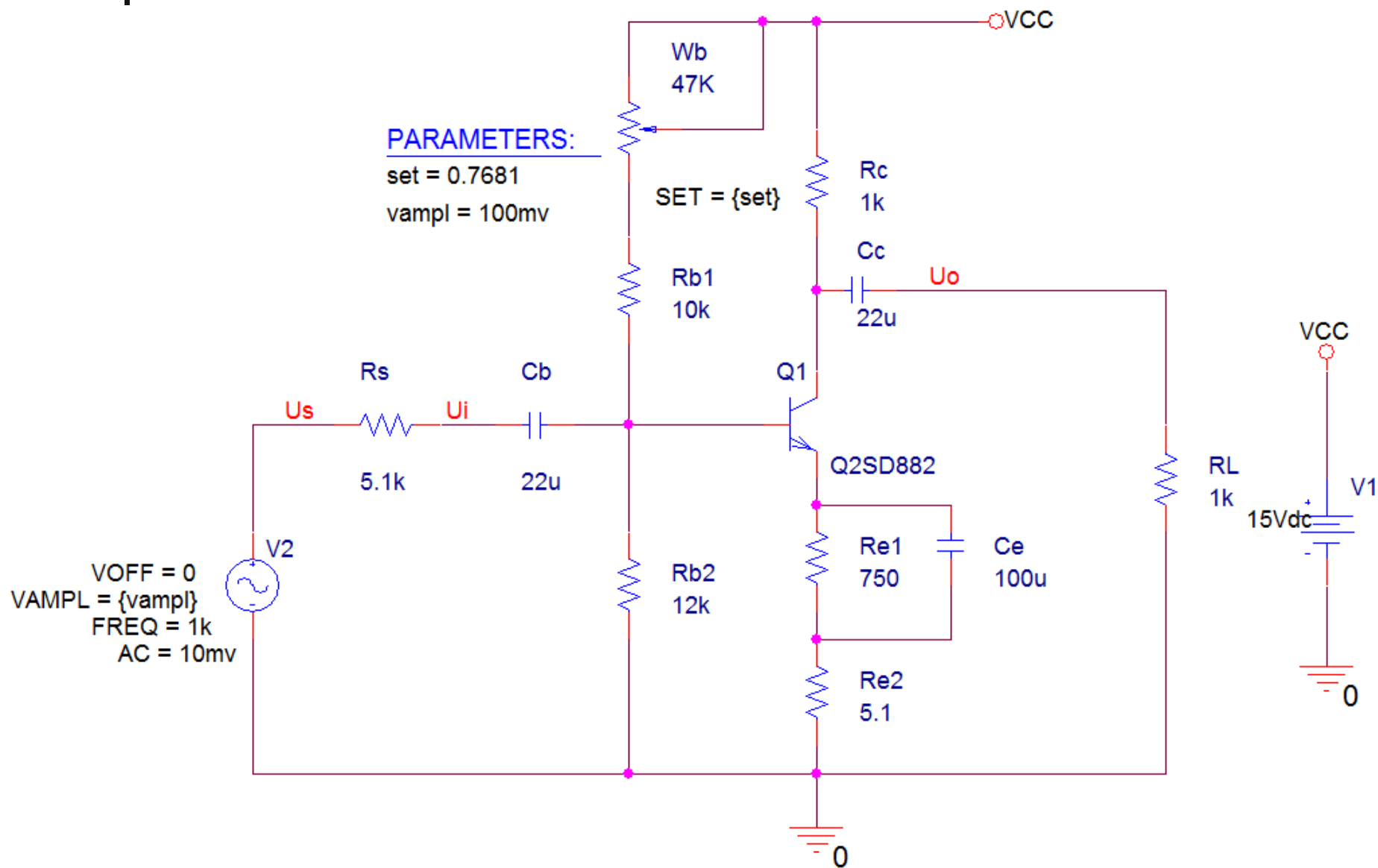
☐ Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)

☐ Run in resume mode

Output File Options...

确定 取消 应用 (A) 帮助

# 了解应用参数变量方法，测量最大不失真。



# 了解两重扫描

Simulation Settings - tran

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
Time Domain (Transi. ▾)

Options

- ☒ General Settings
- ☐ Monte Carlo/Worst
- ☒ Parametric Sweep
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point
- ☐ Save Check Points

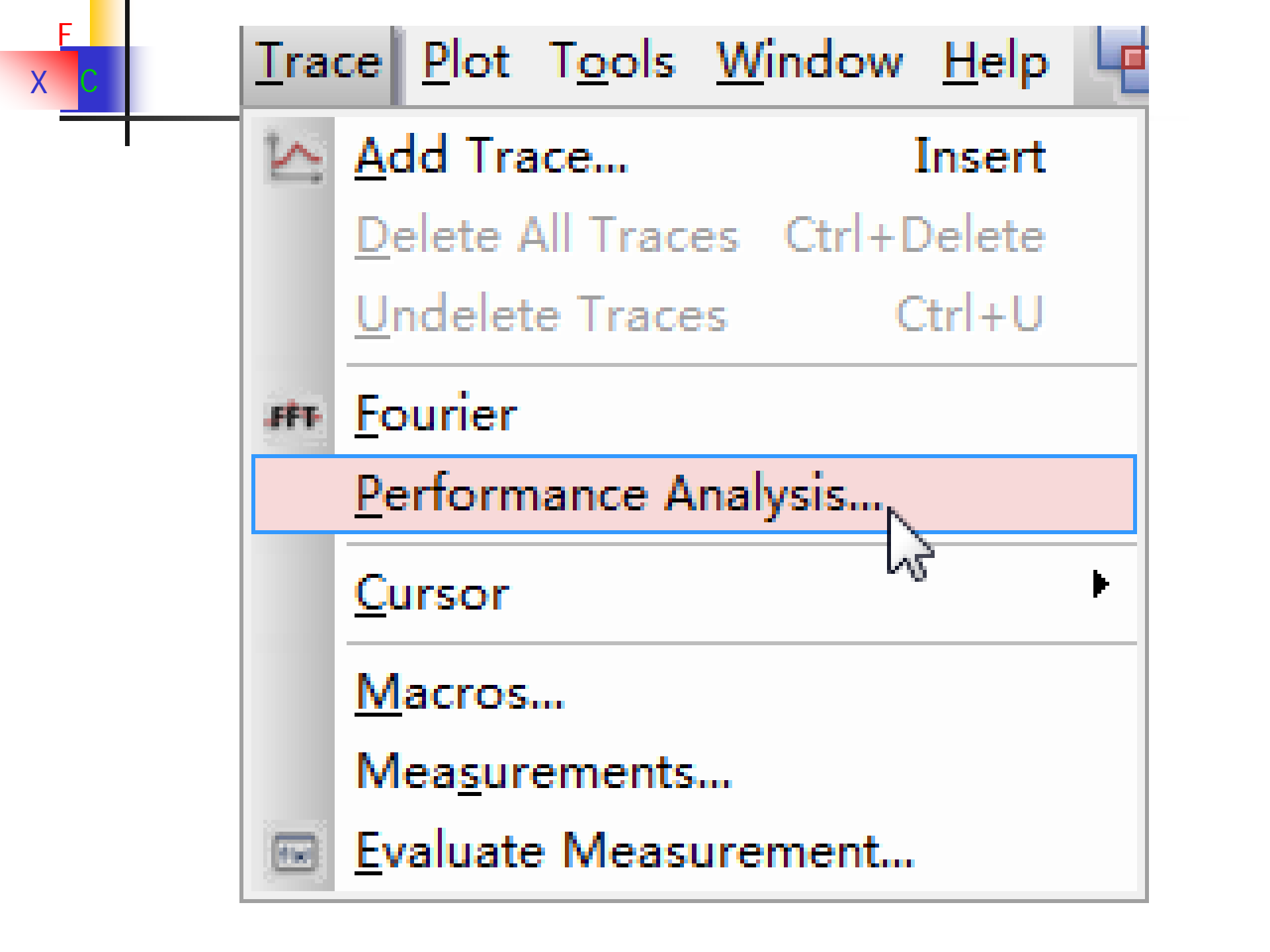
Sweep variable

- ☐ Voltage source Name:
- ☐ Current source Model type:
- ☒ Global parameter Model name:
- ☐ Model parameter Parameter name:
- ☐ Temperature

Sweep type

- ☒ Linear Start value:  End value:  Increment:
- ☐ Logarithmic Decade
- ☐ Value list

确定 取消 应用 (A) 帮助



Trace Plot Tools Window Help



Add Trace...

Insert

Delete All Traces    Ctrl+Delete

Undelete Traces    Ctrl+U



Fourier

Performance Analysis...

Cursor

Macros...

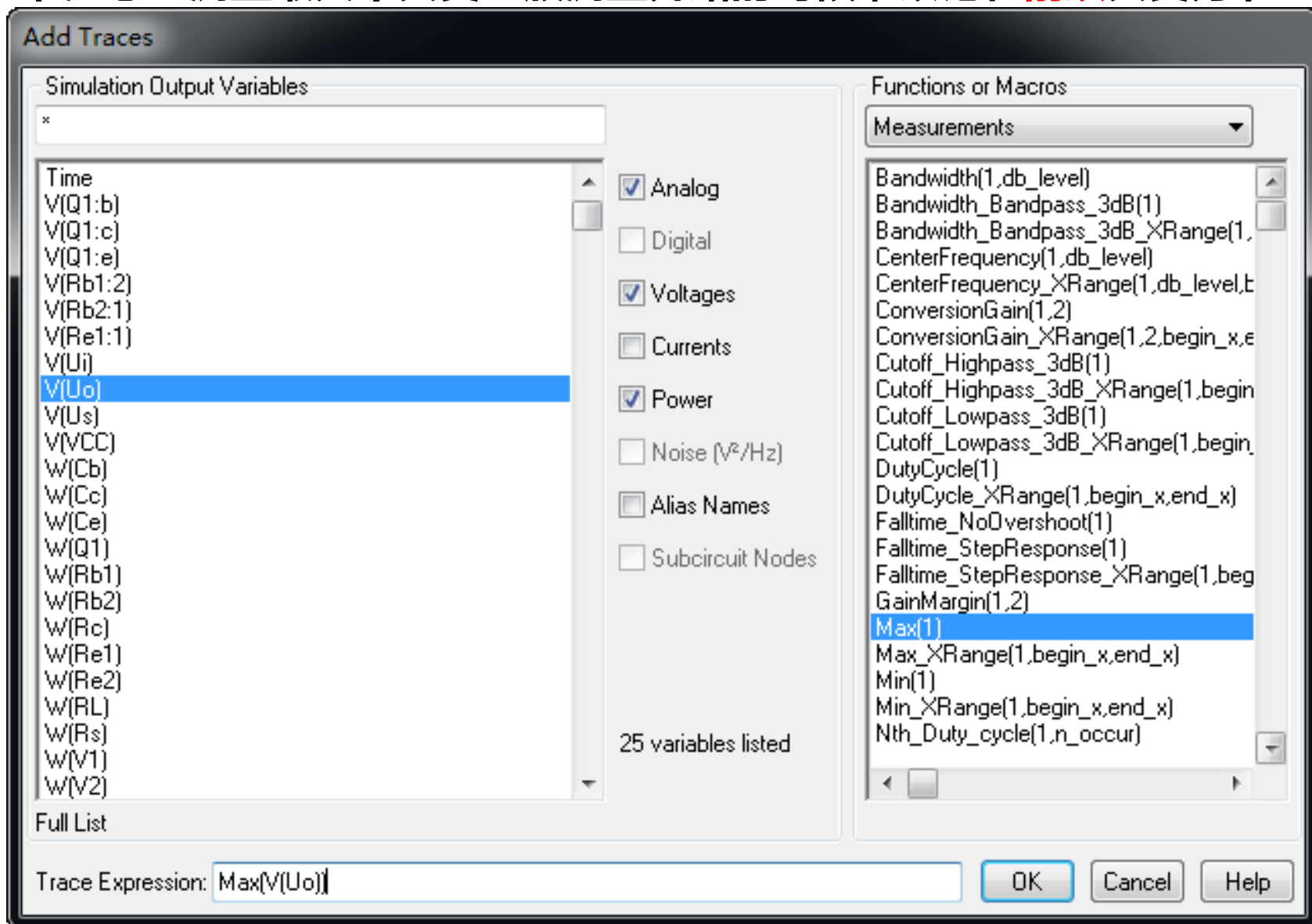
Measurements...

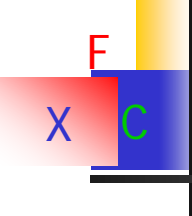


Evaluate Measurement...

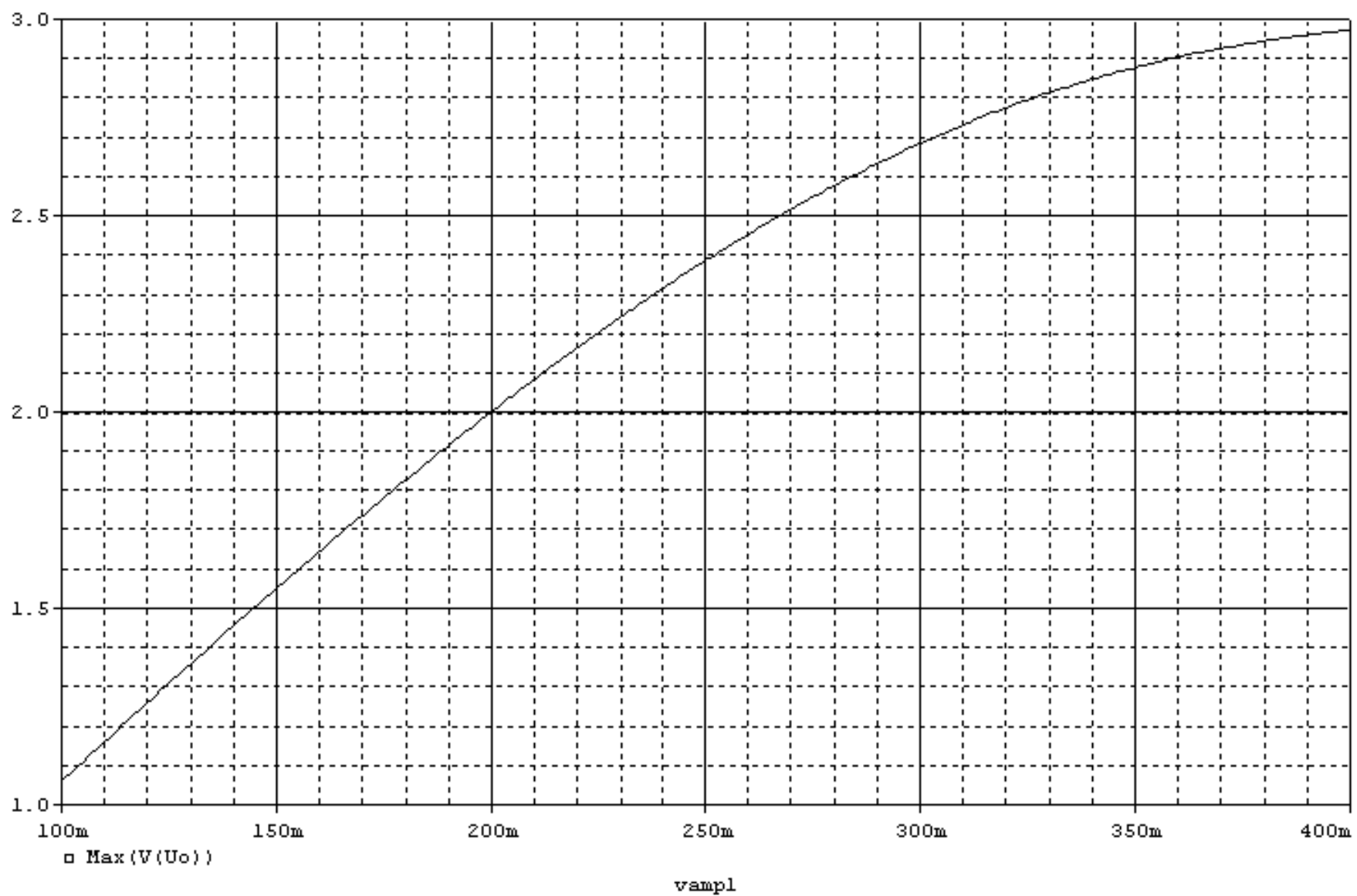
## 带载的时候看波峰截止**缩顶**失真

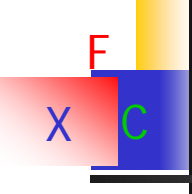
**注意：测量最大不失真一般测量开路的时候，以饱和**削顶**失真为准**



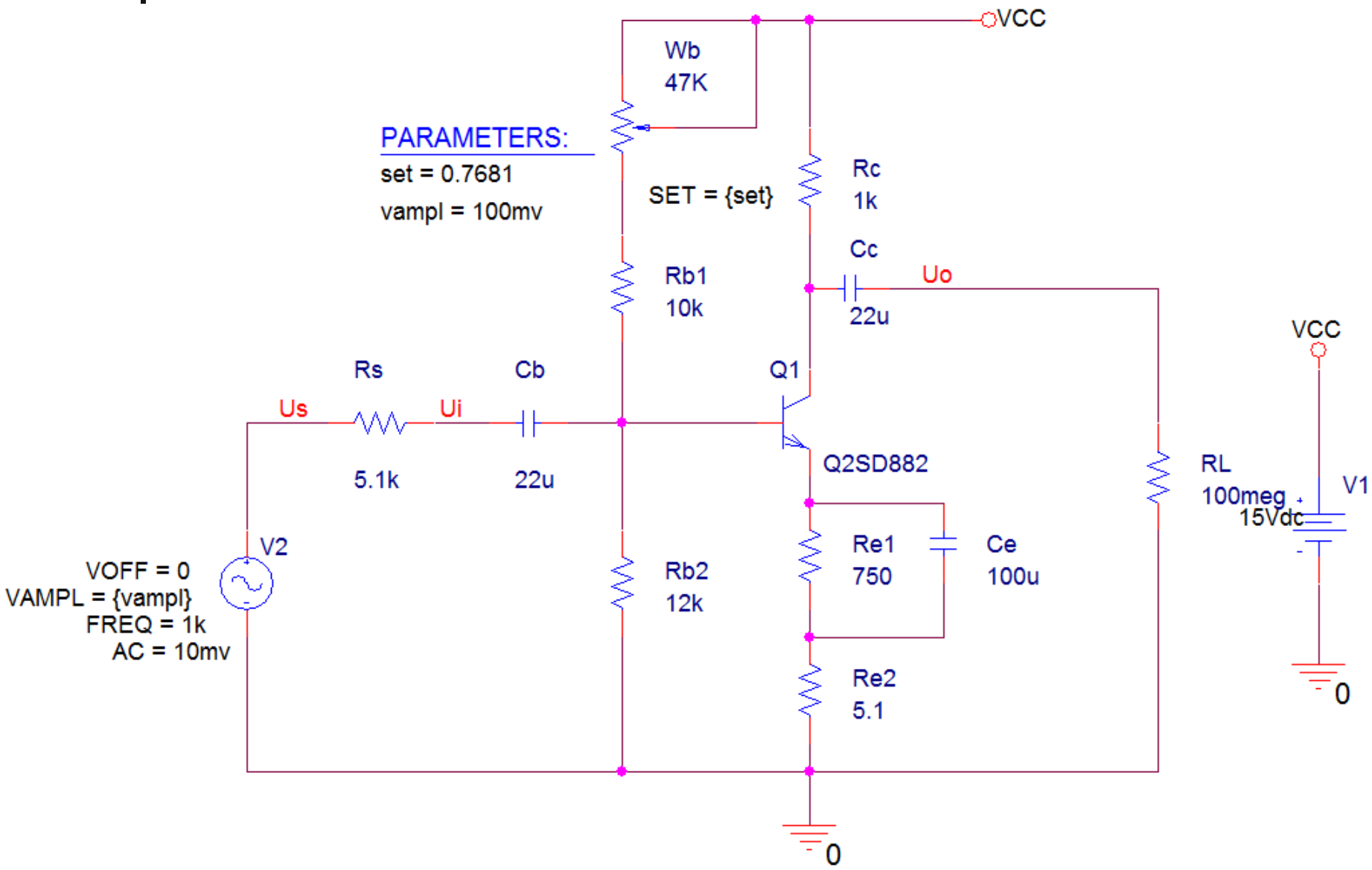


# 了解



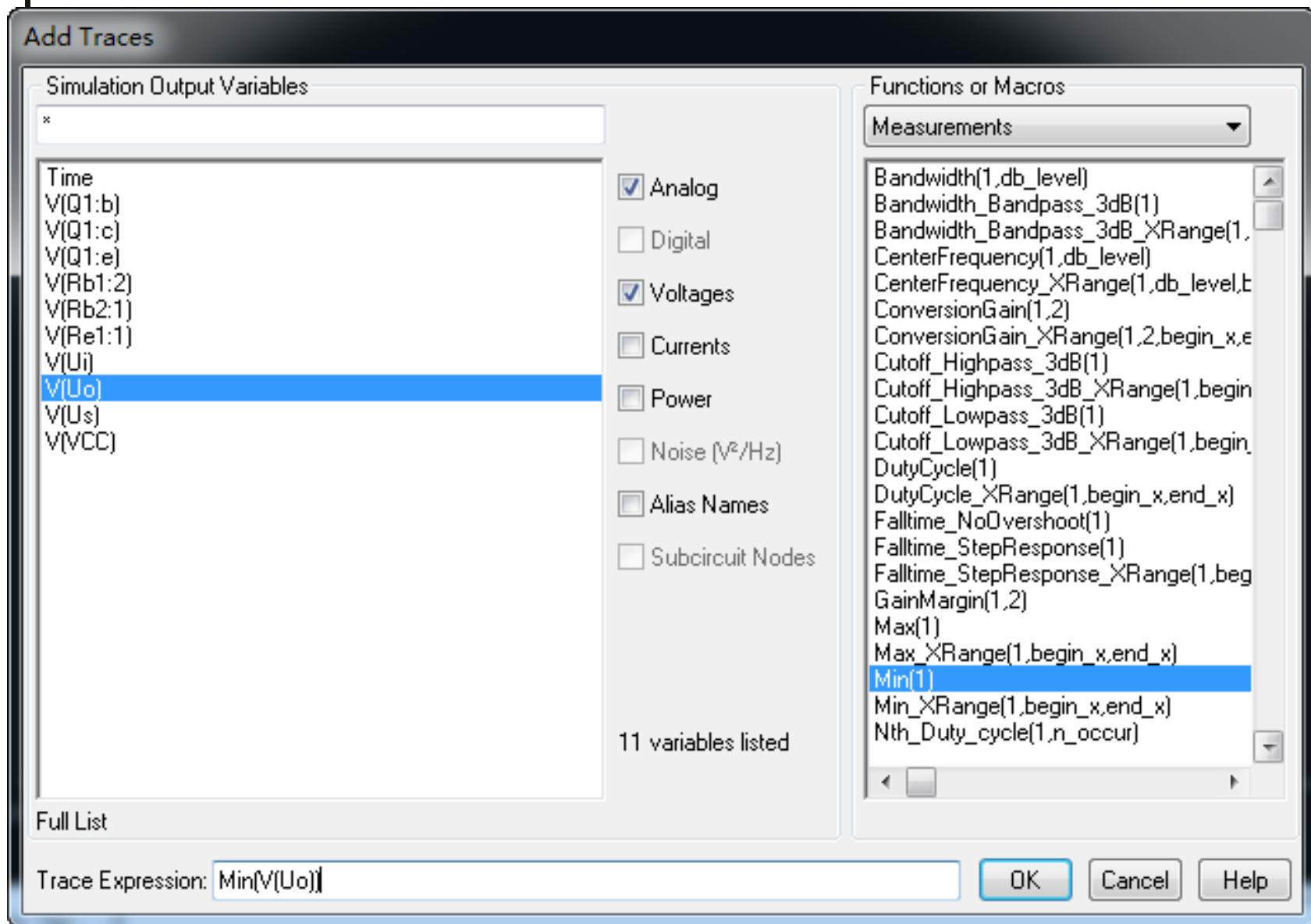


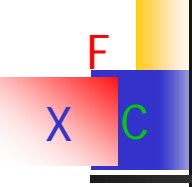
RL=100meg



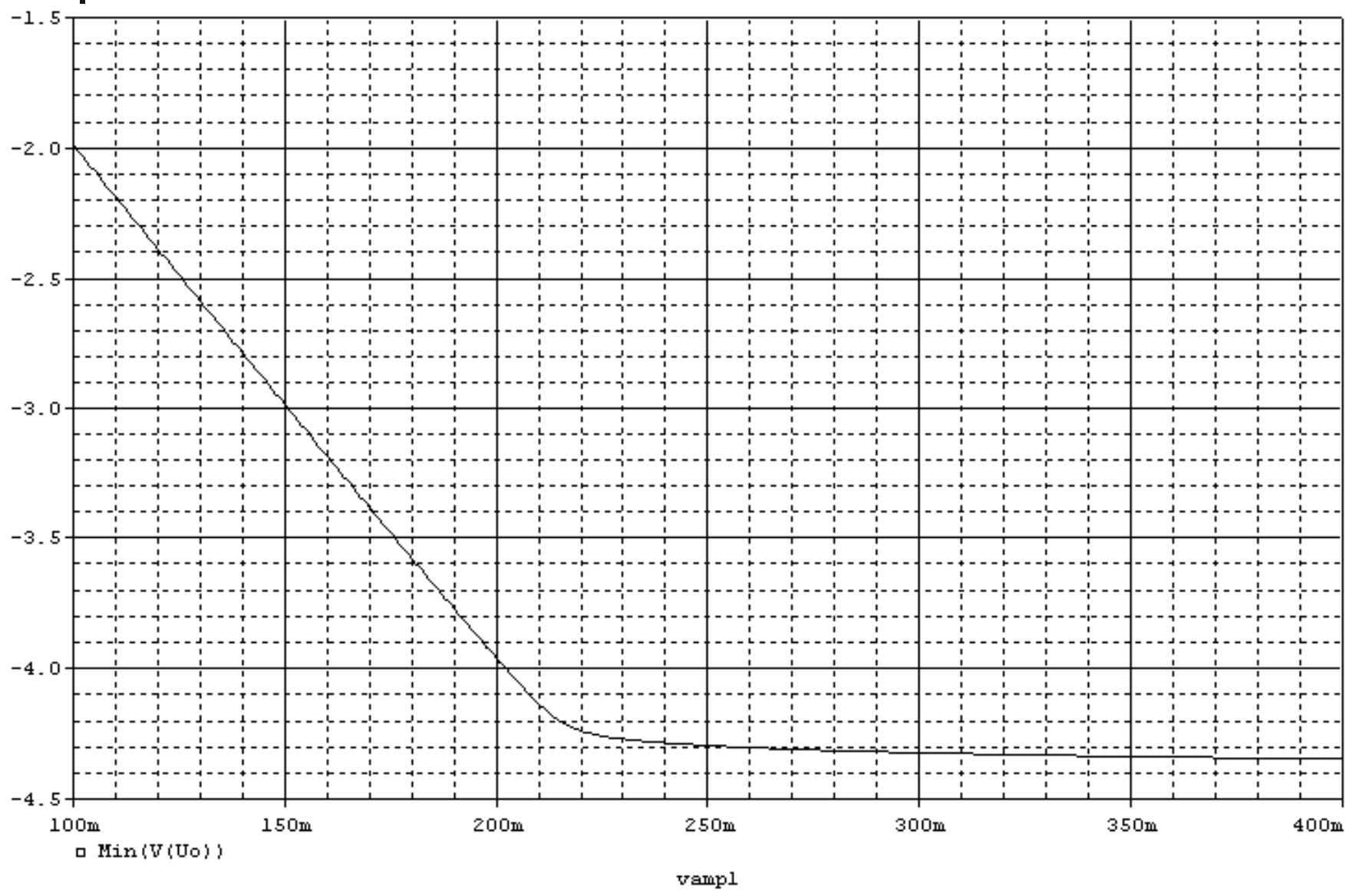


## 了解开路的时候看波谷饱和和削顶失真





# 了解





## 4.输入电阻和输出电阻的测量

分别在 $R_L = \infty$ 及 $R_L = 1K$

- 设置交流分析 “AC Sweep/Noise” ；
- 绘制频率特性曲线，在曲线上求出输入电阻。
- 把输入的AC设置为0，在输出端把RL用一个Vsin代替设置AC=10mv(注意是小信号)，在AC Sweep上可求出输出电阻。

**注意**设置AC为小信号，即使输出不能超出最大不失真输出。



## 5. $R_L = \infty$ 及 $R_L = 1K$ 时，测量上限频率和下限频率

- 设置交流分析 “AC Sweep/Noise” ；
- 绘制频率特性曲线，在曲线上测量出上限频率和下限频率。
- 同时还可以观测相频特性和电压增益。

**注意**设置AC为小信号，即使输出不能超出最大不失真输出。

**注意**区分输出电压频率特性与电压放大倍数频率特性的不同

**问题2**：用orcad测试放大电路的电压放大倍数和频率特性应设置何种分析方式？

**问题3**：能否用交流扫描分析求放大电路的最大不失真输出电压？

# Analysis Setup ( AC Sweep/Noise )

Simulation Settings - 20120227

General Analysis Configuration Files Options Data Collection Probe Window

Analysis type:  
AC Sweep/Noise

Options

- ☒ General Settings
- ☐ Monte Carlo/Worst Case
- ☐ Parametric Sweep
- ☐ Temperature (Sweep)
- ☐ Save Bias Point
- ☐ Load Bias Point

AC Sweep Type

☐ Linear

☒ Logarithmic

Decade

Start Frequency: 1

End Frequency: 100meg

Points/Decade: 101

Noise Analysis

☐ Enabled

Output Voltage:

I/V Source:

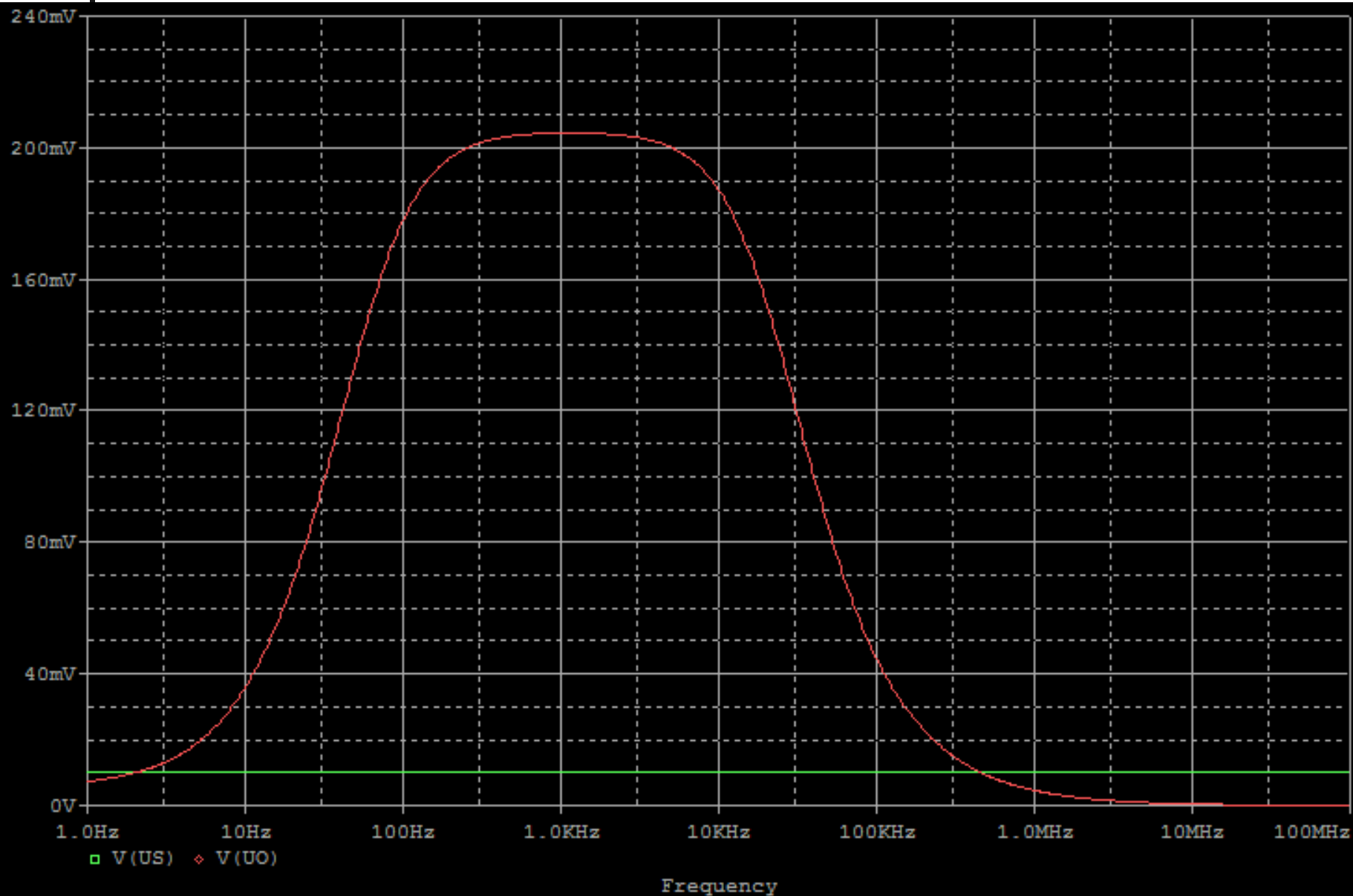
Interval:

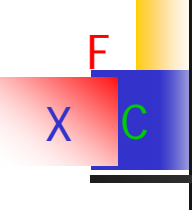
Output File Options

☐ Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (.OP)

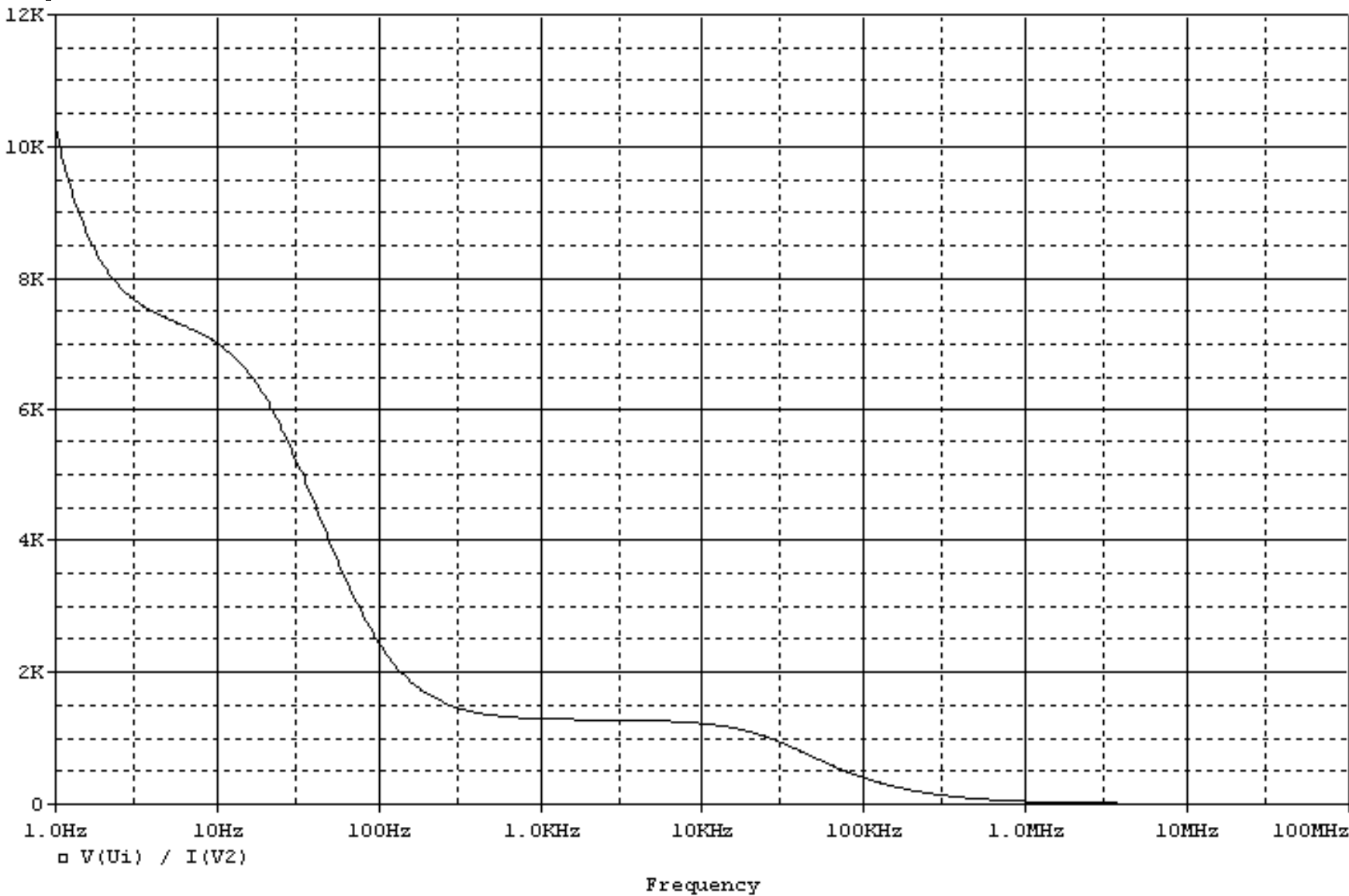
确定 取消 应用 (A) 帮助

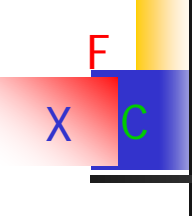
# P122 表5.12 交流扫描分析附加项含义



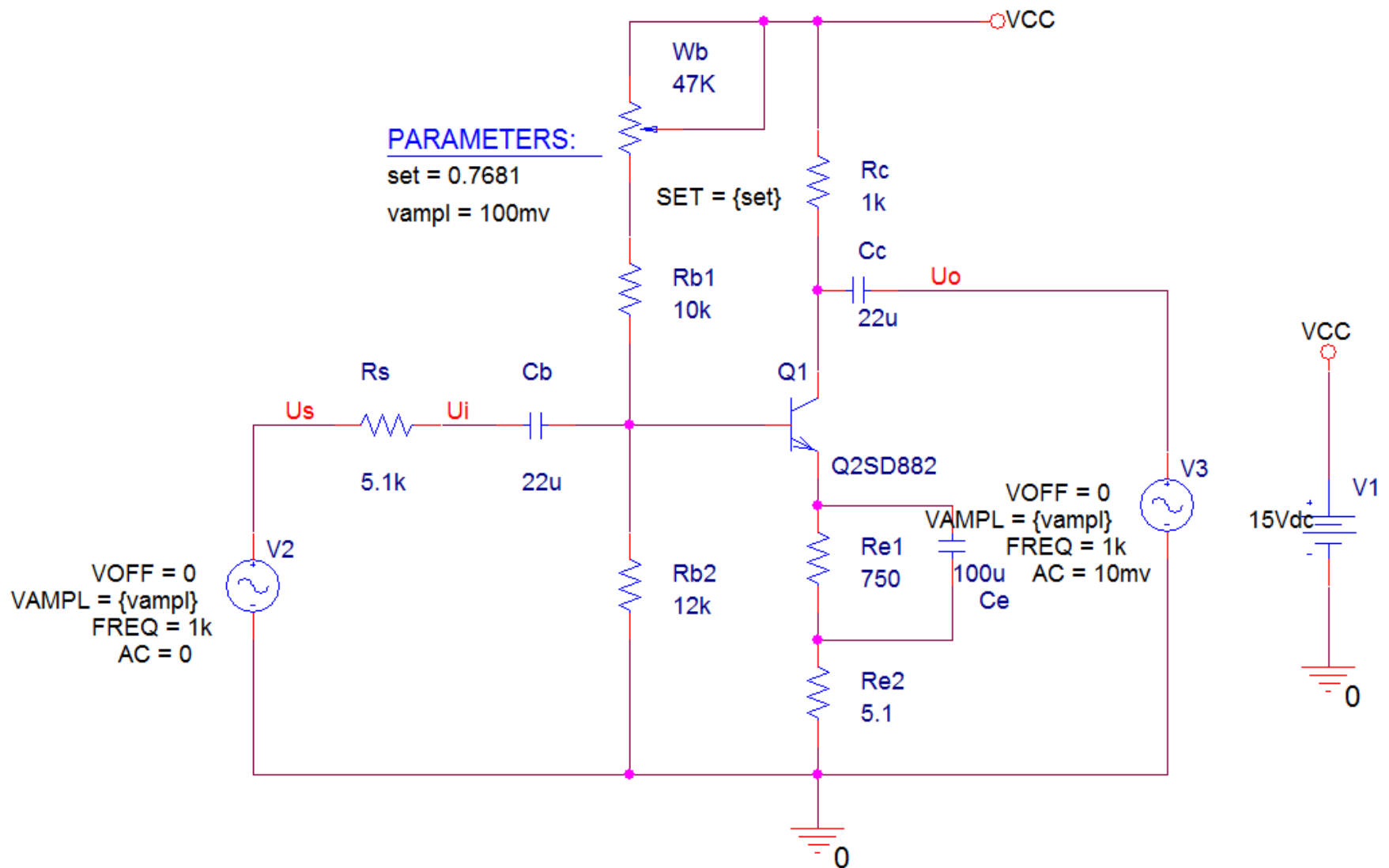


# 输入电阻 ( AC SWEEP )

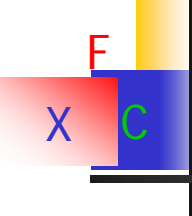




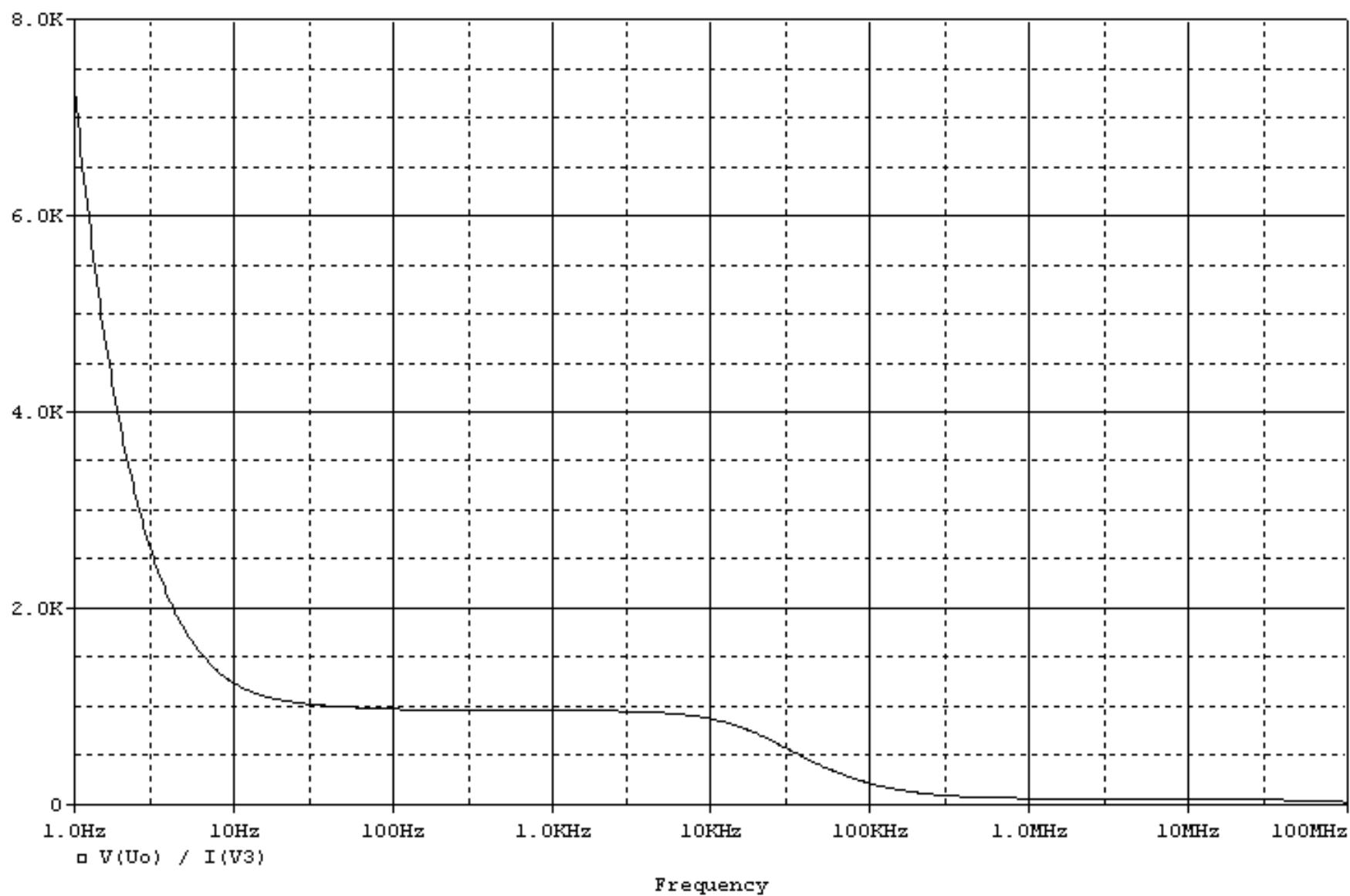
输入AC=0 , 输出AC=10mv







# 输出电阻 ( AC SWEEP )





## 6. $R_L = \infty$ 及 $R_L = 1K$ 时，观察静态工作点对输出波形的影响

- 选择静态工作点分析 “Bias Point” 在Schematic图上直接显示V和I。
- 设置瞬态分析 “Time Domain ( Transient ) ” ；
- 在前述静态工作点（参考  $I_{CQ} = 6 \text{ mA}$  ）且 $R_L = \infty$ 的情况下，增大输入信号使输出电压保持没有失真（较大的输出电压利于失真的观察）。然后调节电位器Wb，改变电路的静态工作点，使电路分别产生较为明显的截止失真或饱和失真，测出此时相应的集电极静态电流大小，记录示波器显示的失真波形。



## 思考题

**问题1：**用orcad如何仿真分析放大电路的静态工作点？应设置何种分析方式？为什么要设置合适的静态工作点？

**问题2：**用orcad测试放大电路的电压放大倍数和频率特性应设置何种分析方式？

**问题3：**能否用交流扫描分析求放大电路的最大不失真输出电压？

**问题4：**用orcad测试放大电路的输出电压波形应设置何种分析方式？



# 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PPT中的思考题。

但请留存仿真实验数据以备下次实验应用。

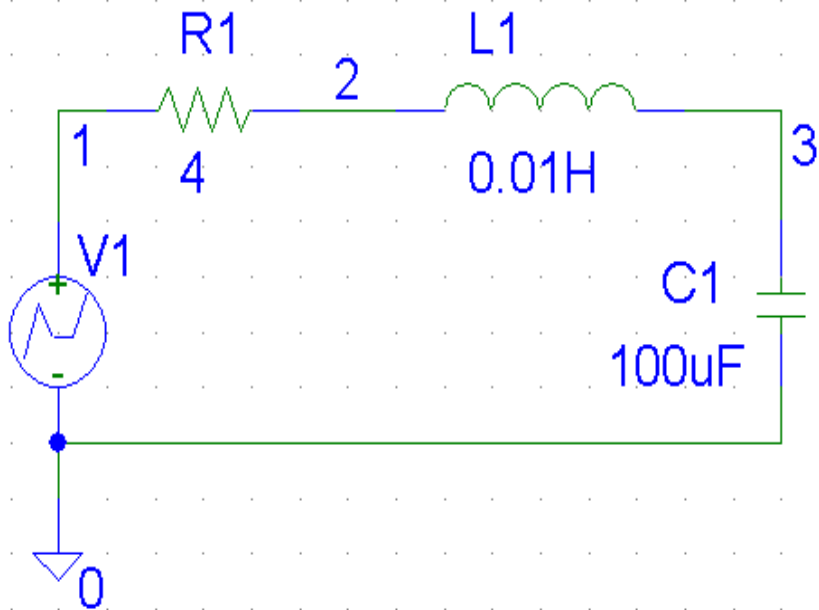
请视情况提交下述“选做课后作业1”和“选做课后作业2”完整文件夹至FTP。

- 1、请提交做好的整个EDA文件夹的内容；请配上word文档说明。
- 2、提交时需压缩文件，压缩文件名的命名“座号\_姓名.rar”。
- 3、提交的位置和截止时间：

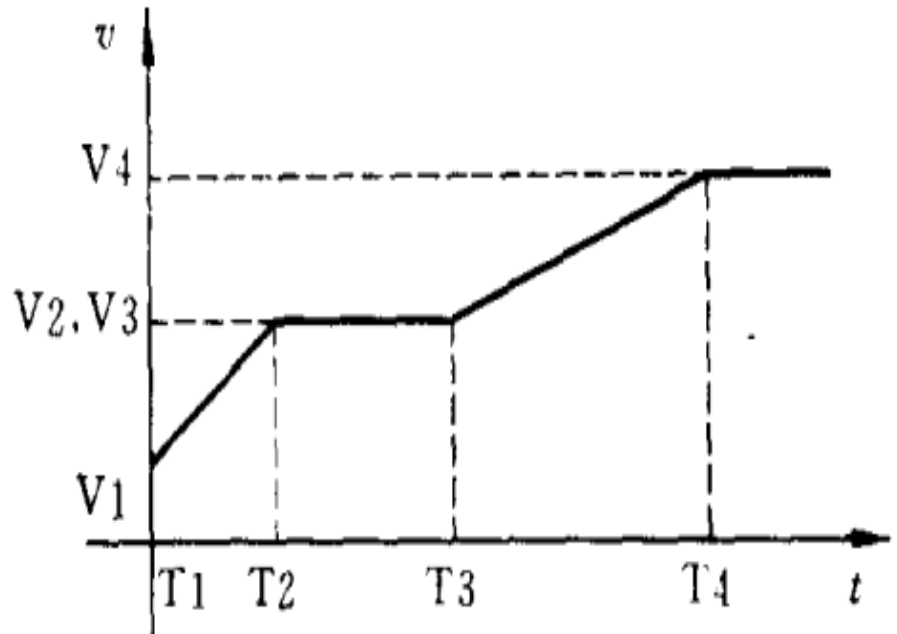
“选做04 模拟电路的仿真分析举例\_下次上课前提交”

## 选做课后作业1

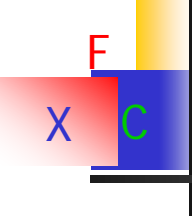
如下两图所示，请仿真V1 ( VPWL ) 和电容C1两端的时域波形。  
V1：分段线性源设置请参见P125。



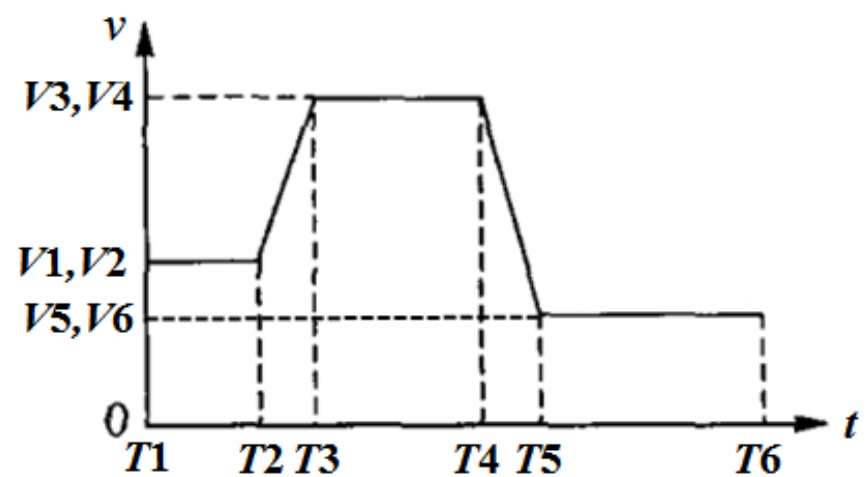
阻尼振荡器电路图



分段线性源设置图



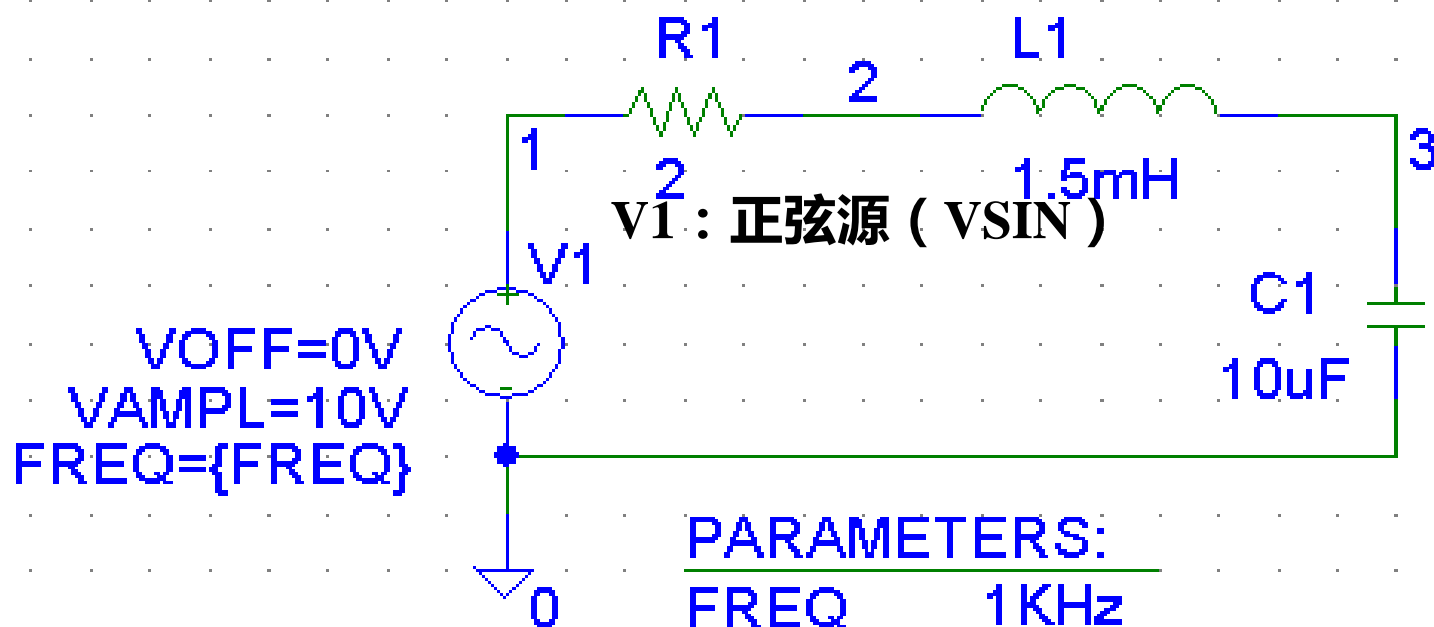
# 分段线性信号源 ( VPWL、IPWL ) P125

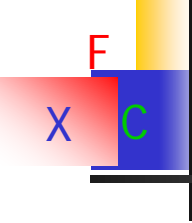


参数名称	参数含意	隐含值	单位
$T_i$	第 <i>i</i> 个时间点	—	s
$V_i$ 或 $I_i$	对应 $T_i$ 时间点的幅度值	—	V或A

## 选做课后作业2

如下电路图，应用参数扫描分析设置（ Parametric Sweep ），在Value List上设置500 1K 2K三个频率，然后请仿真V1（ Vsine ）和电容C1两端的时域波形。

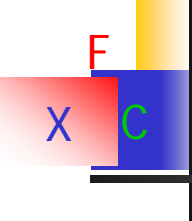




## 下次实验

**实验6 模拟电路认识实验---晶体管共射极放大电路(P283~288)**





## 本学期的研究（选做）

**研究内容：**放大电路的失真研究。

**参考资料：**见FTP上“04 放大电路的失真研究.pdf”。

**请仿真实现，并且请写一份研究报告;提交至FTP（提交要求：座号姓名.rar）**

**1、请提交做好的整个EDA文件夹的内容；请配上word文档说明。**

**2、提交时需压缩文件，压缩文件名的命名“座号\_姓名.rar”。**

**3、提交的位置和截止时间：**

**“选做放大电路的失真研究\_截止考试周前”**