

# 浙江大学实验报告

专业： 电子信息工程

姓名： 邢毅诚

学号： 3190105197

日期： 2021-3-3

地点： 东三-406

课程名称： 电路与电子技术实验

指导老师： 张伟

成绩：

实验名称： OrCAD-PSpice 仿真软件基础

实验类型： 验证实验

同组学生姓名： 无

## 一、 实验目的

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

## 二、 实验准备

- (1) 阅读 PSpice 软件的使用说明
- (2) 了解二极管、三极管的伏安特性
- (3) 理解二极管和三极管伏安特性的测试电路

## 三、 实验内容

- (1) 二极管伏安特性测试电路如图 1 所示，输入该电路图，设置合适的分析方式以及参数，用 PSpice 软件仿真分析二极管的伏安特性
- (2) 在直流分析中设置队温度的内嵌分析，仿真分析二极管在不同温度下的伏安特性
- (3) 将图 1 示电路中的 VDC 电源用 VISN 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) 晶体管特性测试电路如图 2 所示，用 PSpice 程序仿真分析晶体管的输出特性，并估算其电流放大倍数。

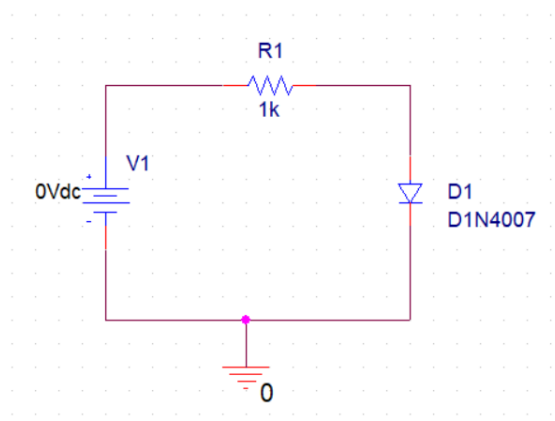


图 1: 二极管特性测试电路

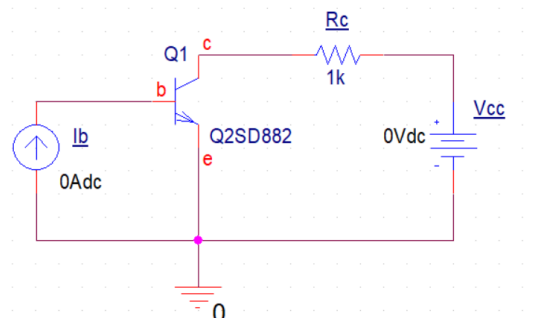


图 2: 晶体管特性测试电路

#### 四、 实验原理与步骤

##### 1. 二极管特性的仿真分析

二极管的伏安特性是指二极管两端电压与其电流之间的关系，主要特点是单向导电性、非线性，并且容易受温度的影响。用 PSpice 软件仿真分析二极管的伏安特性的过程简述如下：

##### (1) 绘制电路图

启动 Capture 程序，并新建项目，按照要求绘制电路图，如下图所示：

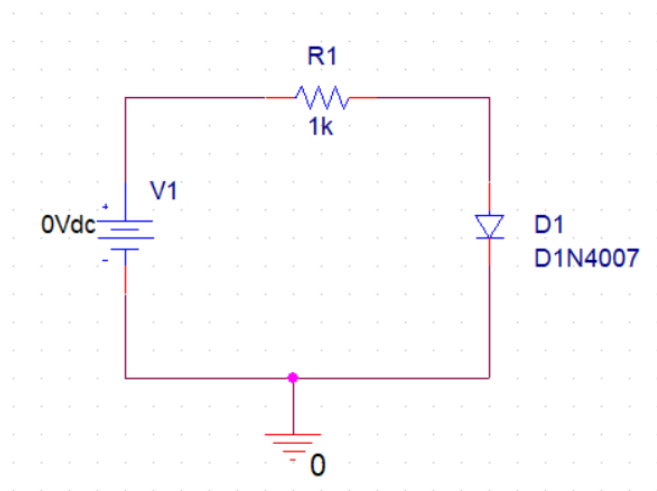


图 3: 二极管特性测试电路

##### (2) 设置分析参数

二极管的伏安特性是指二极管的电流与其两端电压之间的关系，因此我们对  $V_1$  进行直流扫描分析，设置扫描类型为线性扫描，初始值为 -200V，终值为 40V，增量为 0.1V

##### (3) 运行 PSpice A/D 仿真分析程序

## (4) 查看仿真结果

在图形中显示  $I(D)$  曲线, 并将绘制的曲线的横坐标改变为二极管的电压, 如下图所示:

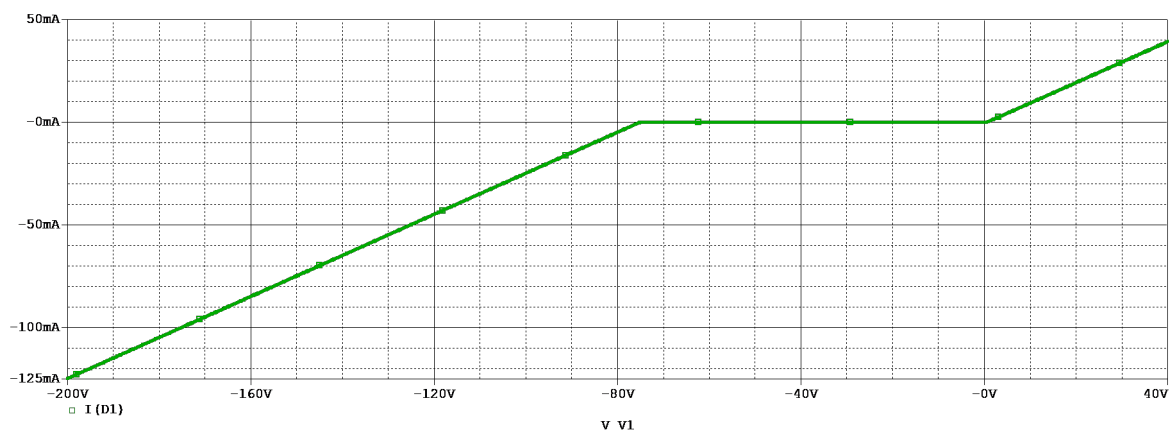


图 4:  $I(D)$  与电压源  $V1$  之间的关系

由于此曲线为  $I_{D1}$  与  $V1$  之间的关系曲线, 并不是二极管的伏安特性曲线。为了得到二极管的伏安特性曲线, 我们将横坐标变量给设置为二极管两端的电压, 绘制得图像如下图所示:

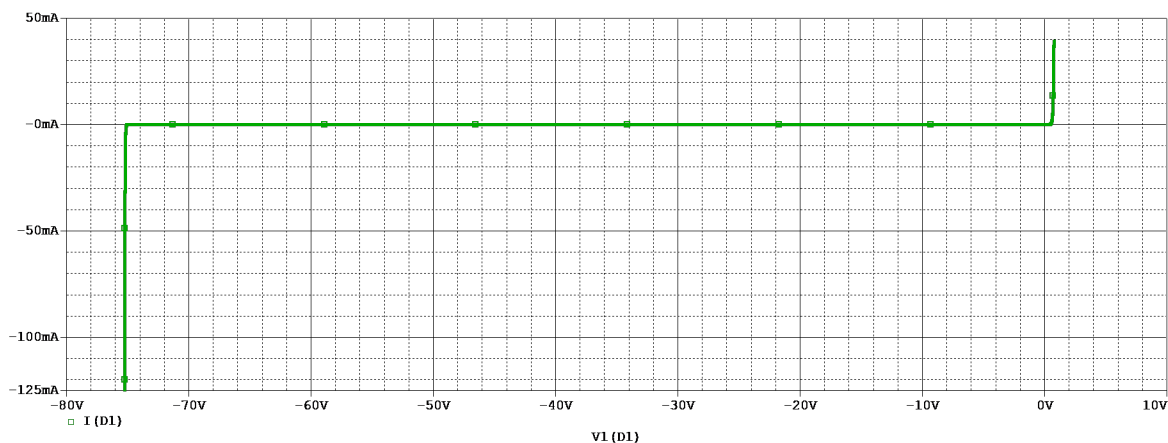


图 5: 二极管的伏安特性曲线

根据图像, 我们可以看出二极管正偏的时候导通, 电压近似为 0, 二极管反偏时截至, 电流近似为 0。当反向偏置过大时, 则二极管处于反向击穿状态, 反向电流将急剧增大。

## 2. 二极管在不同温度下的伏安特性分析

为了获得二极管在不同温度下的伏安特性, 我们还需要设置直流此扫描分析 (Secondary Sweep), 即对于电压源  $V1$  的每一个扫描电, PSpice 还要对不同的温度进行扫描, 分别设置温度为  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ , 并进行仿真, 设置横坐标为二极管电压, 纵坐标为二极管电流, 设置横坐标范围为 0-1.0V, 纵坐标为 0-40mA, 绘制得图像如下图所示:

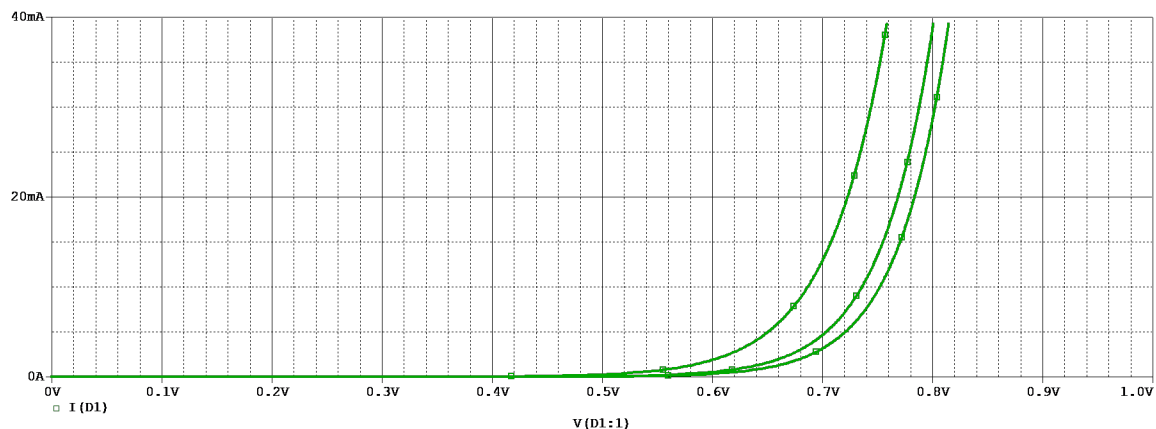


图 6: 二极管在不同温度下的伏安特性曲线

根据图像, 我们可以看出最左边的特性曲线为  $30^{\circ}\text{C}$  时的伏安特性曲线, 中间曲线为  $0^{\circ}\text{C}$  时的伏安特性曲线, 最右边曲线是  $-10^{\circ}\text{C}$  的伏安特性曲线 ( $30^{\circ}\text{C}$  与  $0^{\circ}\text{C}$  的伏安特性曲线间隔要比  $0^{\circ}\text{C}$  与  $-10^{\circ}\text{C}$  的伏安特性曲线间隔大)。因此, 可以验证当温度升高时二极管电流增大。

### 3. 仿真二极管两端的电压波形

为了仿真分析二极管两端的电压波形, 需要在电路中加入瞬态电源。将电路中的电源 V1 用 VSIN 元件代替, 并按照下图所示连接电路并设置参数: (VOFF=0, VAMPL=10V, FREQ=1kHz, AC=0)

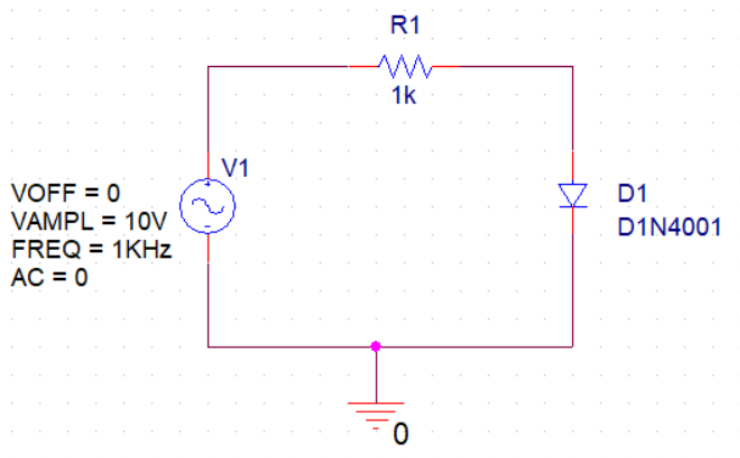


图 7: VSIN 元件参数设置

进行仿真后, 并设置静态分析参数: Run to time = 2ms, Maximum step size = 0.01ms。分析二极管两端的波形, 在波形曲线窗口显示电压曲线, 结果如下图所示:

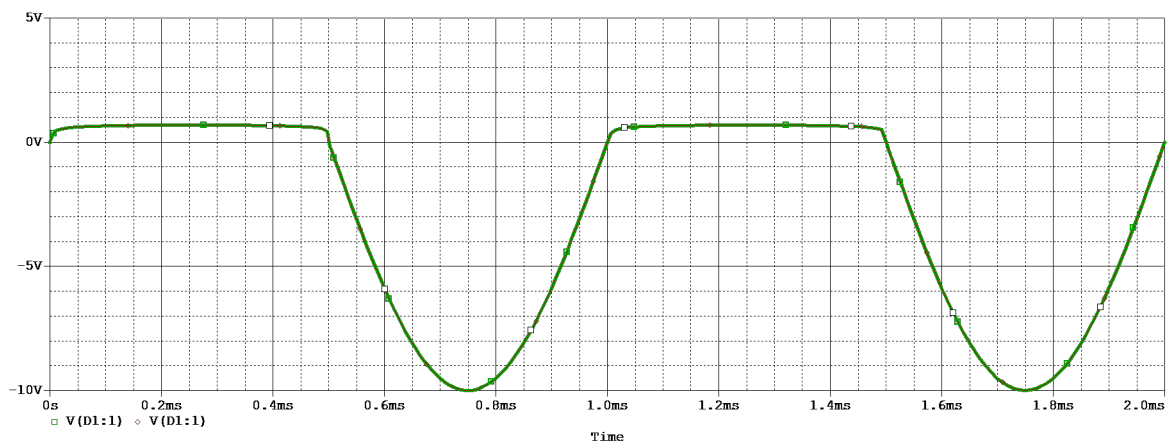


图 8: 二极管两端的波形

#### 4. 晶体管特性的仿真分析

晶体管的共射输出特性曲线是在一定的基极电流  $I_B$  下, 晶体管的集电极电流  $I_C$  与集电极-发射极电压  $V_{CE}$  之间的关系, 用 PSpice 软件仿真分析晶体管的伏安特性曲线, 过程如下所述:

(1) 按照实验要求绘制电路图, 并分别设置晶体管的三个节点分别为 b,c,e 如下图所示:

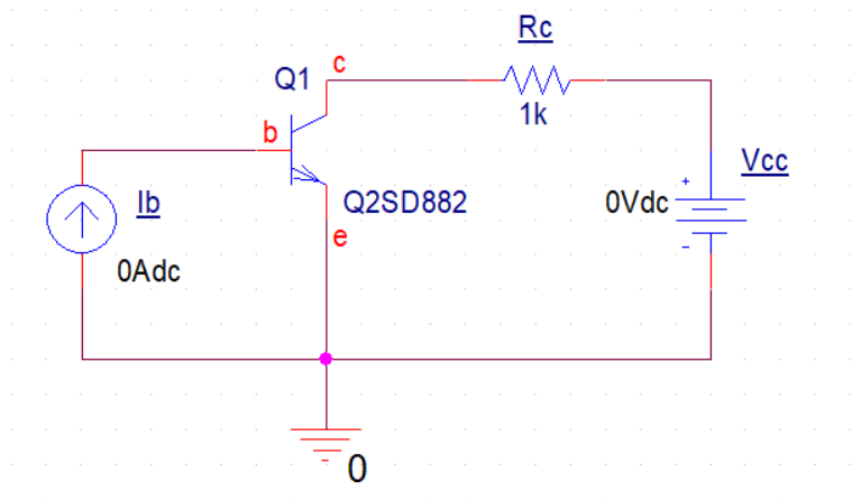


图 9: 晶体管特性测试电路

(2) 设置分析参数

设置直流主扫描分析参数: 扫描变量类型为电压源, 扫描变量为  $V_{cc}$ , 初始值为 0V, 终值为 50V, 增量为 0.1V。设置直流次扫描分析参数: 扫描变量类型为电流源, 扫描变量为  $I_b$ , 扫描类型为线性扫描, 初始值为 0, 终值为  $100\mu A$ , 增量为  $10\mu A$ 。

(3) 运行 PSpice A/D 仿真分析程序

(4) 查看仿真结果

在波形曲线查看窗口中显示晶体管集电极电流  $IC(Q1)$  的曲线, 获得图像如下图所示:

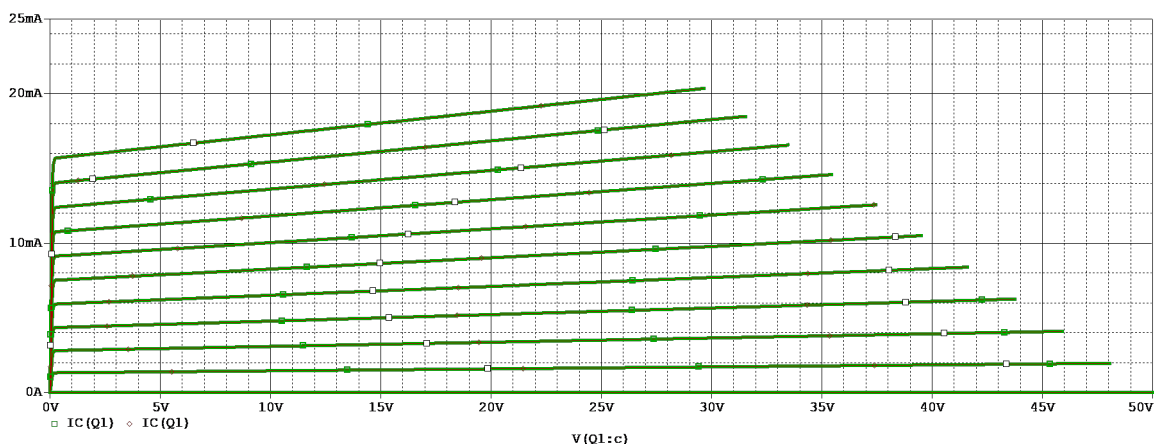


图 10: 晶体管特性测试电路

由图像, 我们可以看出, 当三极管位于饱和区时, 其电流与电压几乎是线性的关系, 而三极管处于放大区是, 基极电流与集电极电流比值保持固定不变, 而当三极管位于截至区时, 三极管上几乎没有电流流过。

## 5. 共射放大电路分析

(1) 按照实验要求绘制电路图, 如下图所示:

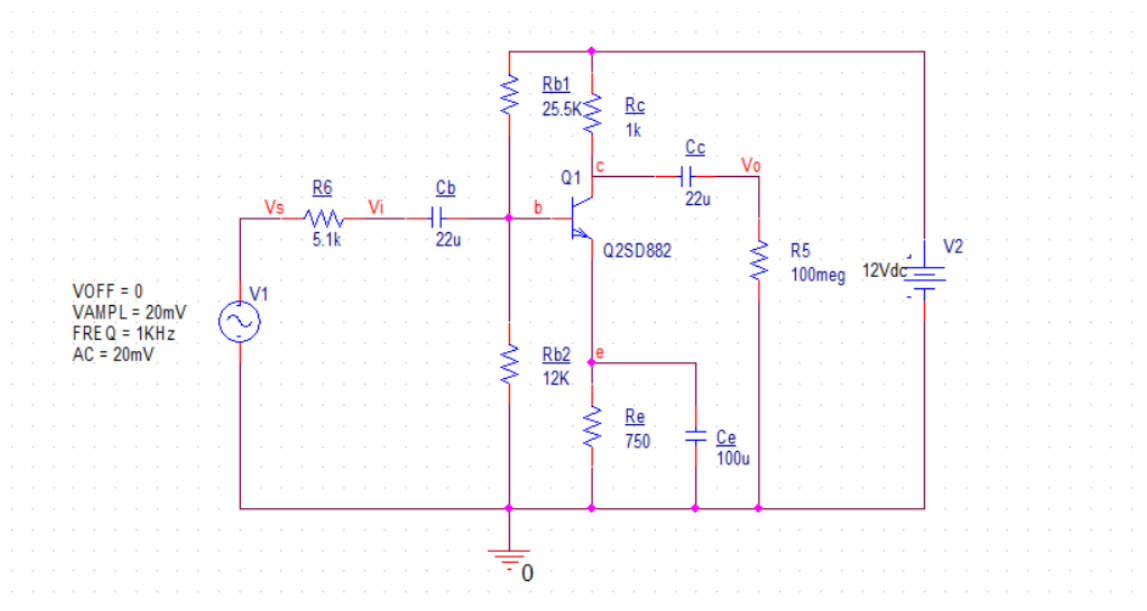


图 11: 共射放大电路

(2) 分析静态工作点

对电路进行静态仿真, 获得各点的电压与电流如下图所示:

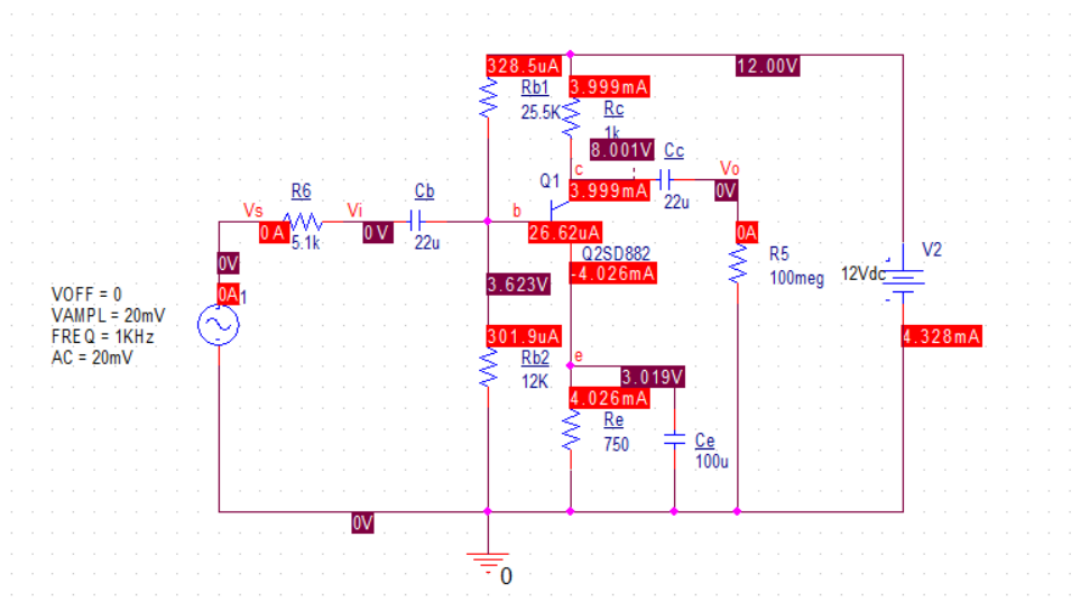


图 12: 共射放大电路静态工作点分析

由此, 我们可以计算出三极管的放大倍数为:  $\beta = 150.2$

### (3) 放大电路分析

对电路进行动态仿真, 在波形查看窗口中显示输入和输出波形, 获得图像如下图所示:

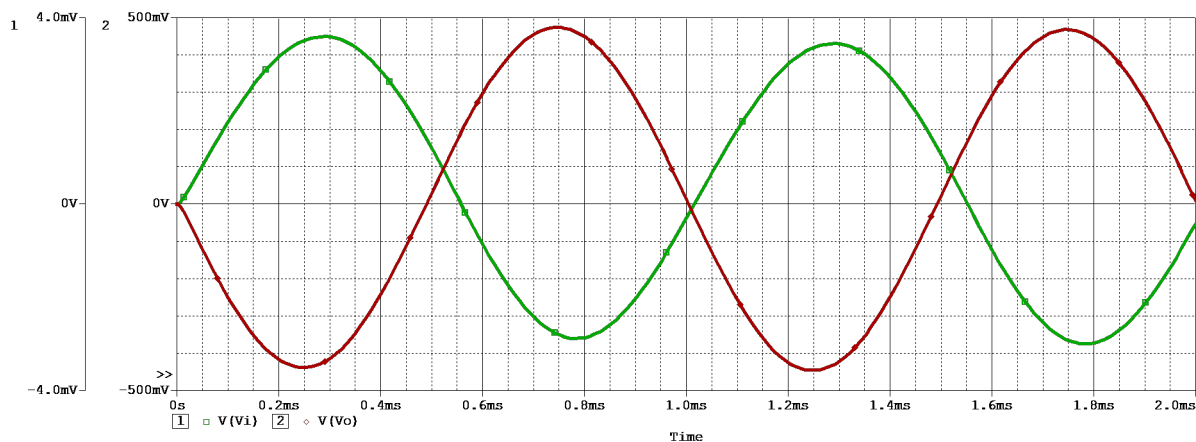


图 13: 共射放大电路波形图

读到  $V_i$  最大值为 3.5906mV,  $V_o$  最大值为 474.511mV, 计算得放大倍数  $A_{oi} = 132.15$

### (4) 频率特性分析

对电路进行仿真, 设置分析方式为 AC Sweep/Noise, 设置初始频率为 1Hz, 截至频率为 100meg, 在波形查看窗口获得幅频曲线, 相频曲线如下图所示:

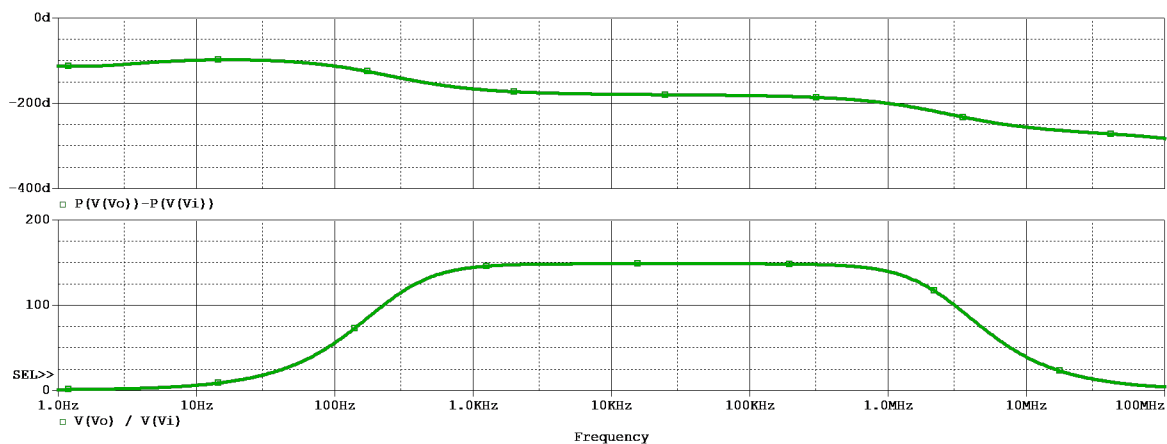


图 14: 共射放大电路波形图

测得下限截止频率为 61.3Hz, 上限截止频率为 20.1KHz。

## 6. 放大倍数分析

如下图, 我们将负载线与其相交, 因此我们可以获得其处于中间以及最大值和最小值的三个点

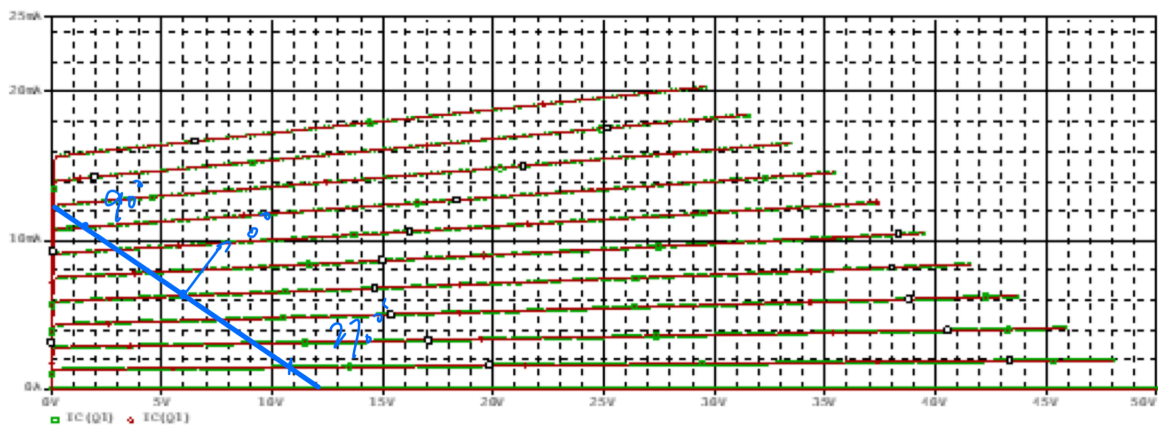


图 15: 晶体管特性测试电路

90° 时的直流放大倍数为 174

0° 时的直流放大倍数为 155

270° 时的直流放大倍数为 150

## 五、 思考题

- PSpice 软件在电路分析及设计过程中起什么作用?

PSpice 软件是通用电路分析程序, 用于电路的仿真与测试。在进行实验中, 我们可以利用 pspice 软件进行仿真, 进而判断实验设计或者分析的结果是否合理。



- 用 PSpice 对电路进行仿真分析时, 是否要求每隔节点必须由标号? 在电路中设置节点标号有何作用?  
不必, 但标号方便我们在仿真过程中对图像的观察与处理。
- 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  
如果进行直流扫描或者交流扫描, 则横坐标一般是扫描的变量; 如果观察波形随时间的变化, 那么变量则一般是时间
- 在仿真分析图 1 二极管电路的电压波形时, 若瞬态分析不设置 Maximum step size 参数, 则结果会出现什么样的情况?  
可能会出现无法显示波形的情况。
- 若要仿真分析图 2 电路的晶体管输入特性, 应该如何设置扫描分析方式和参数?  
设置扫描变量为输入电流, 即设置 Ib 为变化量, 观察 Ib 和 Vb 的波形。

## 六、心得与体会

在本次实验课中, 我们学习了 PSpice 及其相关软件的使用方法, 并利用了 PSpice 对二极管, 三极管以及共射放大电路进行了相关分析。在此前, 我们往往使用 multisim 软件进行仿真, 如今 PSpice 使用过来, 发现二者各有各的优点。PSpice 软件更适用于一些复杂的分析, 如幅频特性, 相频曲线等等。而 multisim 操作更加方便一些, 更适用于一些简单的分析。