

专业: 微电子科学与工程
姓名: Misaka3125
学号: _____
日期: 2025 年 11 月 25 日
地点: 紫金港东四 216

浙江大学 实验报告

课程名称: 电子电路设计实验 I 指导老师: 施红军、叶险峰、邓靖靖 成绩: _____

实验名称: ORCAD 软件使用练习 实验类型: 设计类实验 同组学生姓名: ZJU

一、实验目的

- 了解 OrCAD 套件中的 Capture 和 PSpice A/D 软件的常用菜单和命令的使用
- 掌握 OrCAD 中 Capture 软件的电路图输入和编辑方法
- 学习 OrCAD 中 PSpice A/D 软件的分析设置、仿真、波形查看的方法
- 学习半导体器件特性、电路特性的仿真分析方法

二、实验任务与要求

- 掌握 OrCAD Capture 软件的基本操作和电路图绘制方法
- 学习使用 PSpice 进行二极管伏安特性仿真分析
- 研究温度对二极管特性的影响
- 完成桥式整流电路和稳压二极管电路的瞬态分析
- 通过仿真结果验证半导体器件的基本特性

三、实验原理

3.1 OrCAD 软件与二极管特性

OrCAD 是一套完整的电子设计自动化软件工具，主要包括 Capture 和 PSpice 两大核心组件。Capture 用于电路原理图设计，提供直观的图形界面和丰富的元件库；PSpice 则用于

电路仿真分析，能够模拟各种电路的工作状态。

二极管作为基本的半导体器件，其核心特性表现为单向导电性和非线性的伏安特性。二极管的电流-电压关系可由肖克利方程描述：

$$I = I_S(e^{V/nV_T} - 1)$$

其中 I_S 为反向饱和电流， n 为发射系数， V_T 为热电压。半导体器件的特性受温度影响显著，温度升高会导致反向饱和电流 I_S 指数增加、正向导通电压减小、反向击穿电压增大。

3.2 整流与稳压电路工作原理

桥式整流电路利用四个二极管组成电桥结构，实现交流到直流的转换。在正半周期，两个二极管导通；在负半周期，另外两个二极管导通，从而在负载上得到单一方向的脉动直流电压。

稳压二极管利用其反向击穿特性实现电压稳定。当反向电压达到击穿电压 V_Z 时，电流急剧增大而电压基本保持不变。

在稳压电路中，当输入电压超过稳压管的击穿电压时，输出电压被钳位在 V_Z 附近，从而实现电压稳定功能。本实验采用的 D1N750 稳压二极管，其稳压值 $V_Z = 4.7V$ 。

四、实验方案设计与参数计算

4.1 实验总体设计

本实验分为三个主要部分：

1. 二极管特性分析：通过直流扫描分析研究二极管的伏安特性、温度特性、仿真波形等；
2. 桥式整流电路分析：研究交流到直流的转换过程和整流效果；
3. 稳压二极管电路分析：验证稳压管的电压稳定特性

4.2 二极管特性测试电路设计

采用 1N4148 二极管搭建测试电路，设置电阻 $R = 1 k\Omega$ ，电压源 V_s 进行直流扫描，扫描范围 $-200 V$ 至 $40 V$ ，增量 $0.1 V$ 。为研究温度影响，设置温度扫描点： $-10^{\circ}C$ 、 $0^{\circ}C$ 、 $30^{\circ}C$ 。

4.3 桥式整流电路设计

采用四个 1N4148 二极管组成全桥整流电路，输入信号为 50 Hz、12 V 正弦波，负载电阻 1 k。瞬态分析时间设置为 0.06 s（三个周期）。

4.4 稳压二极管电路设计

使用 1N750 稳压二极管，其稳压值 $V_z = 4.7$ V。输入信号为 50 Hz、9 V 正弦波，通过测量输入输出波形验证稳压特性。

五、实验仪器设备

1. 计算机安装 OrCAD 16.5 软件套件
2. OrCAD Capture 原理图设计软件
3. PSpice A/D 电路仿真软件

六、实验步骤、调试过程、实验数据记录

6.1 软件环境配置

1. 启动 OrCAD Capture，创建新项目
2. 配置 PSpice 仿真环境参数
3. 加载必要的元件库（Analog、Source、Diode 等）

6.2 二极管特性仿真分析

电路图绘制

1. 从元件库选择 VSRC、R、D1N4148、AGND 等元件
2. 按照测试电路要求进行连线
3. 设置电阻值为 1 k，电压源名称为 Vs

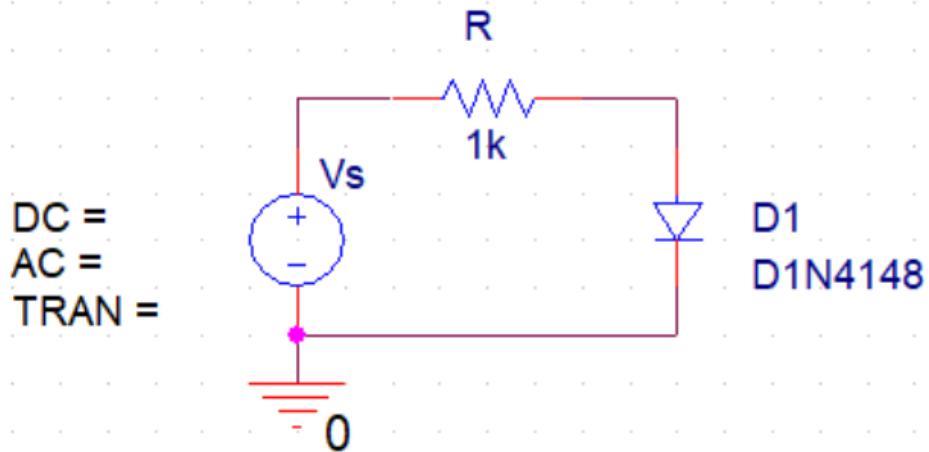


图 1: 二极管特性测试电路原理图

仿真参数设置

1. 设置直流扫描分析：扫描变量为电压源 V_s
2. 扫描类型选择线性，范围 -200 V 至 40 V
3. 设置温度次要扫描： -10°C 、 0°C 、 30°C

波形观察与分析

1. 运行仿真，观察 $I(D)$ 与电压源 V_s 的关系曲线
2. 将横坐标改为二极管两端电压 $V(D:1)$

温度特性分析

1. 设置温度扫描参数，以 list 输入
2. 调整坐标轴范围观察正向特性

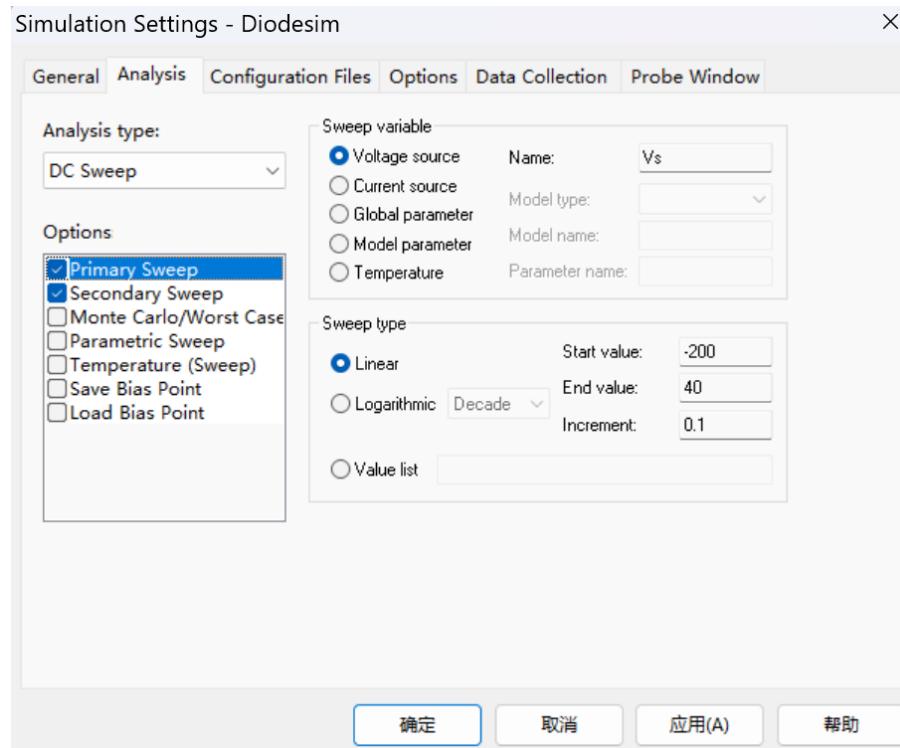


图 2: 直流扫描分析参数设置

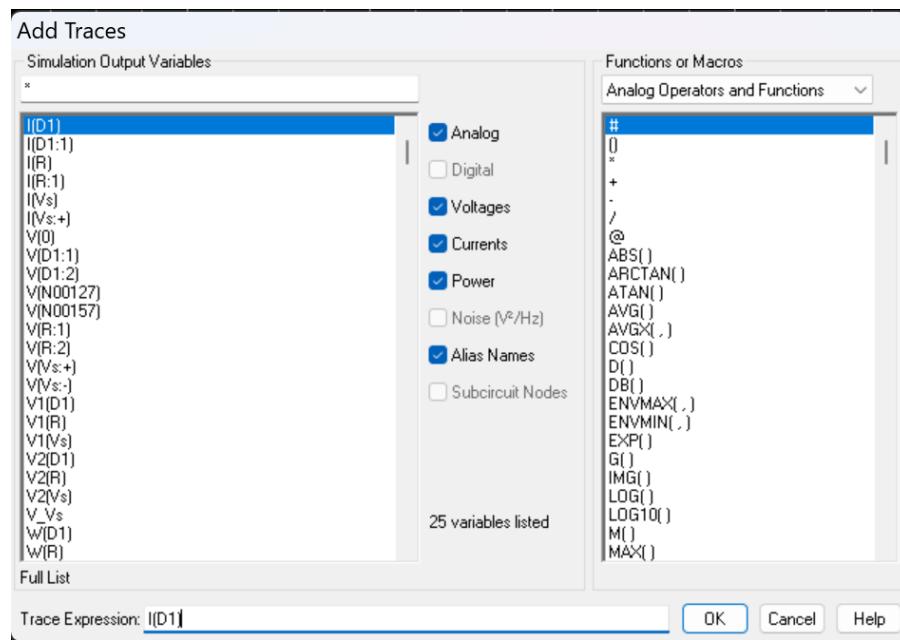


图 3: 二极管 Id-Vs 图像轨迹设置

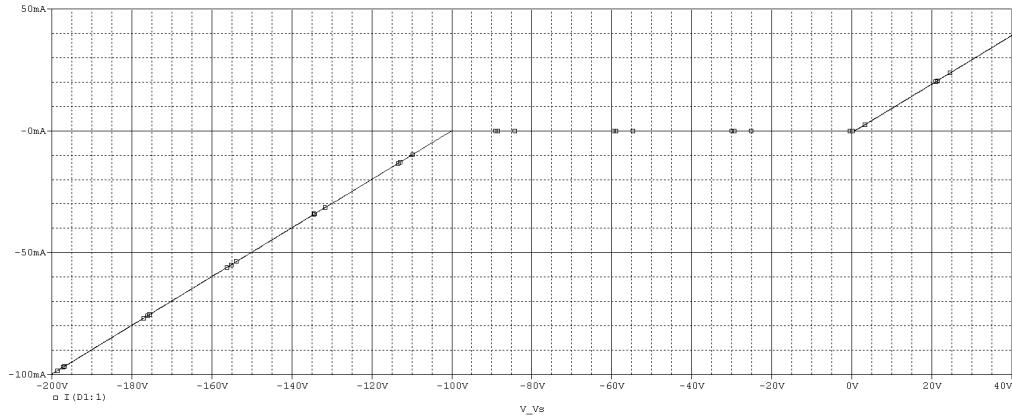


图 4: 二极管电流 $I(D)$ 与电压源 V_s 关系曲线

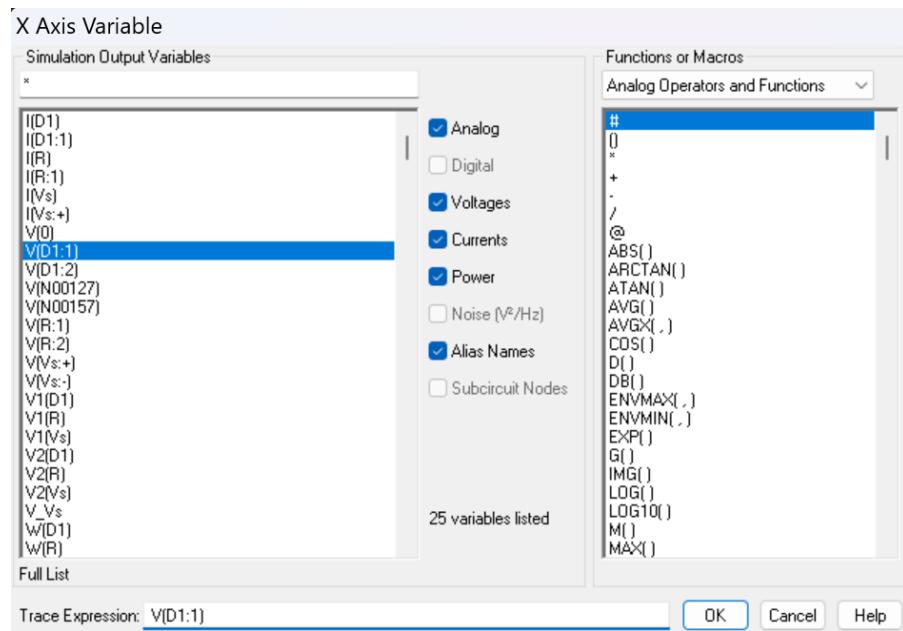


图 5: 伏安特性曲线横坐标设置

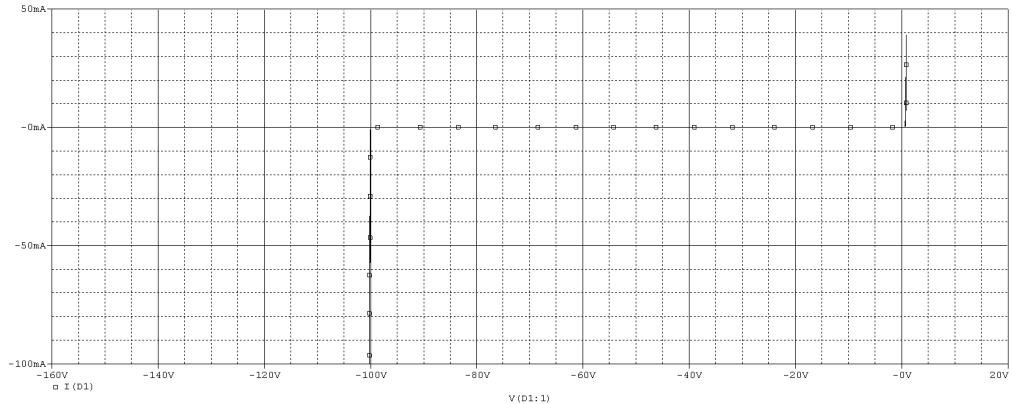


图 6: 二极管伏安特性曲线

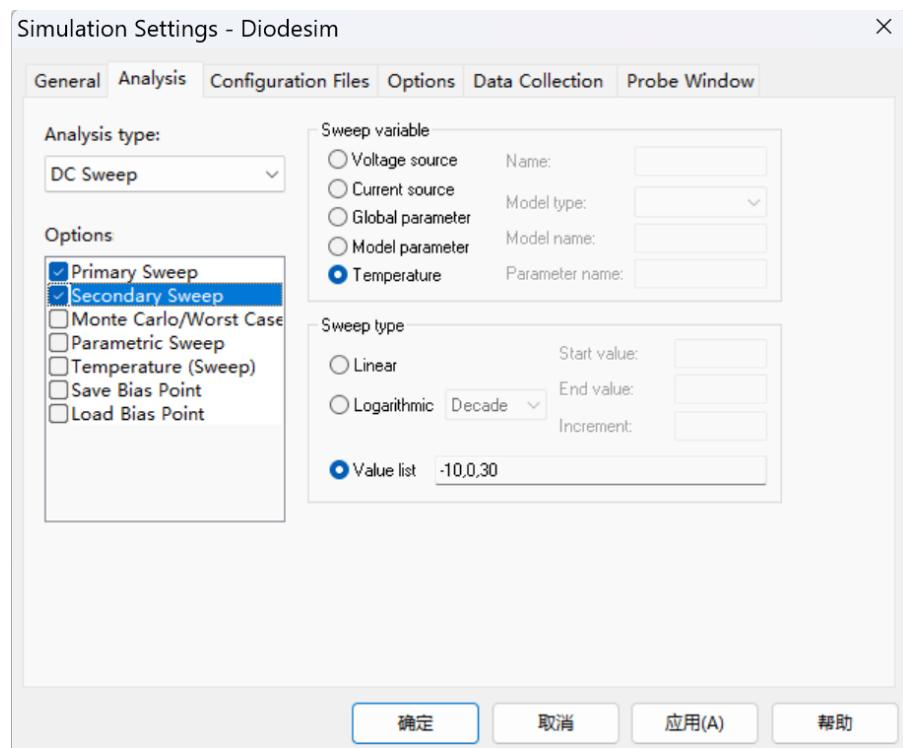


图 7: 温度扫描参数设置

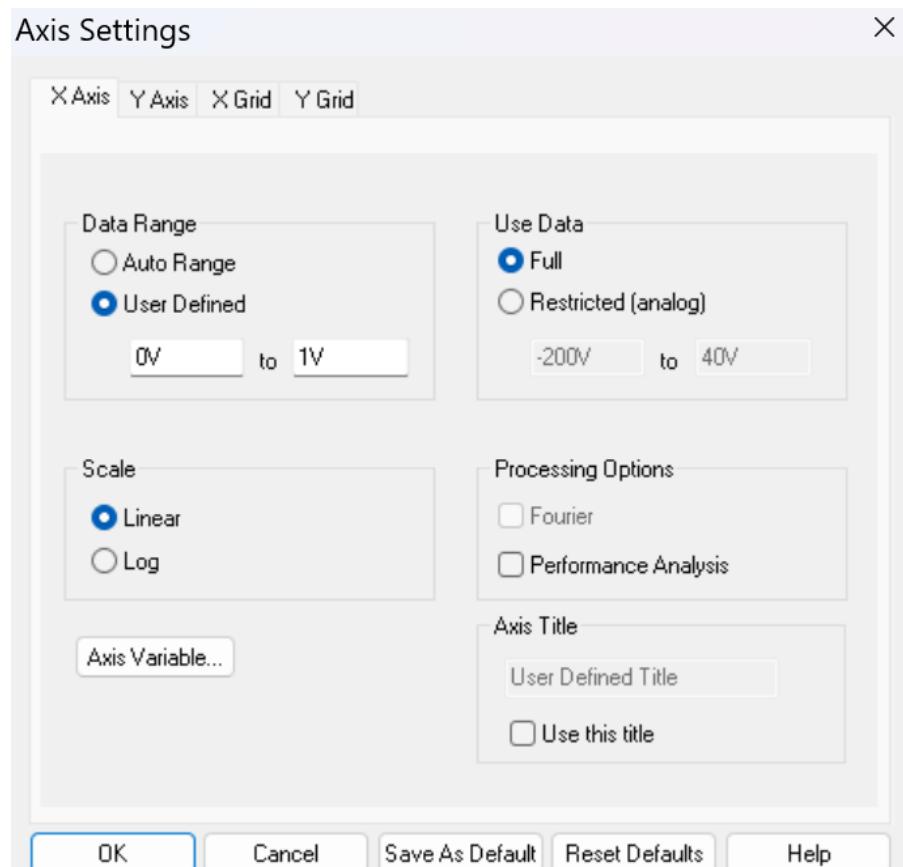


图 8: X 轴坐标范围设置 (0-1V)

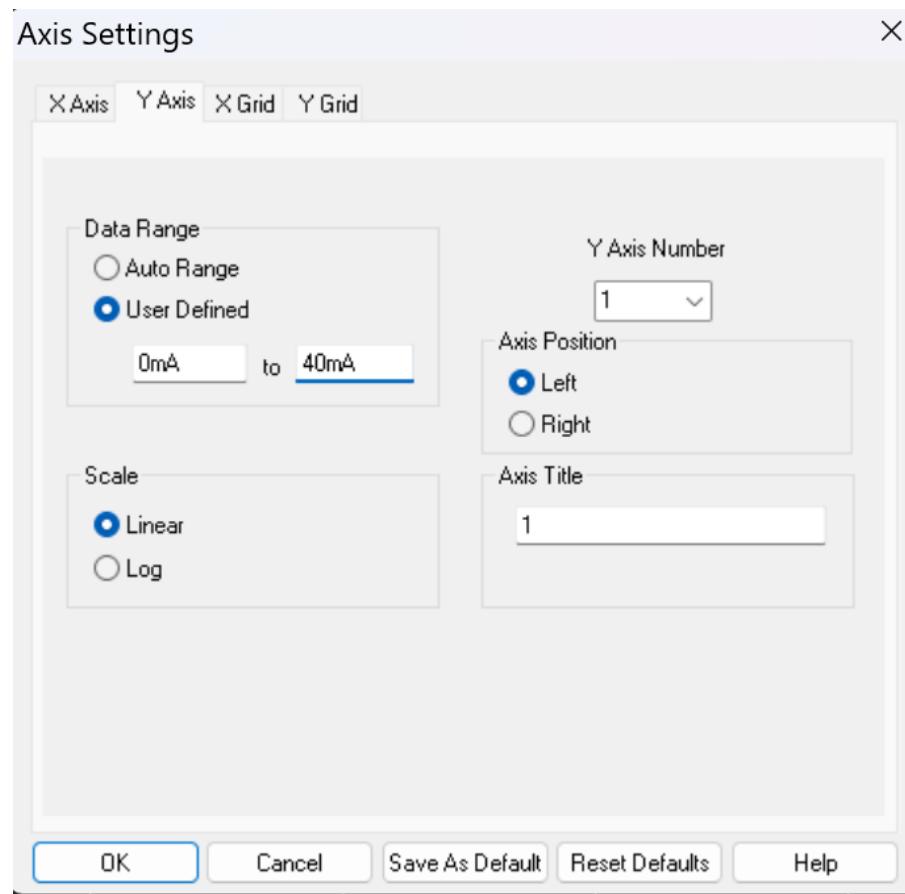


图 9: Y 轴坐标范围设置 (0-40mA)

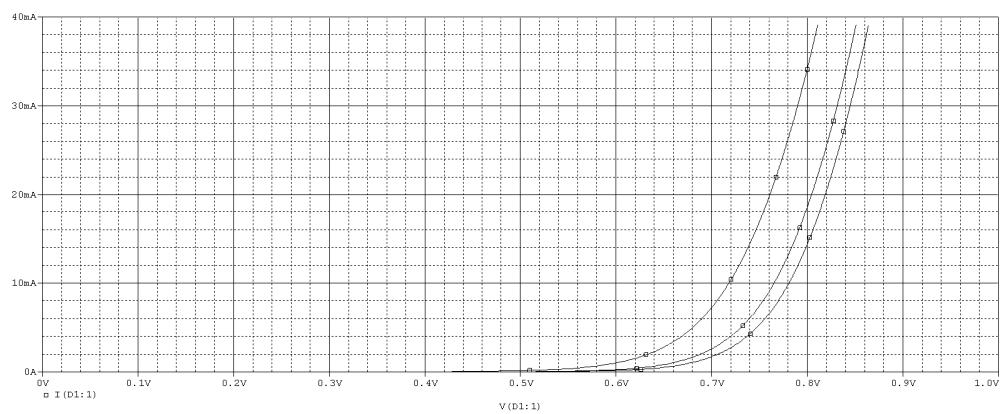


图 10: 不同温度下的二极管伏安特性曲线

6.3 二极管两端电压波形仿真

电路图绘制

1. 将直流电压源替换为 VSIN 瞬态电源
2. 设置参数：VOFF=0, VAMPL=10V, FREQ=1kHz

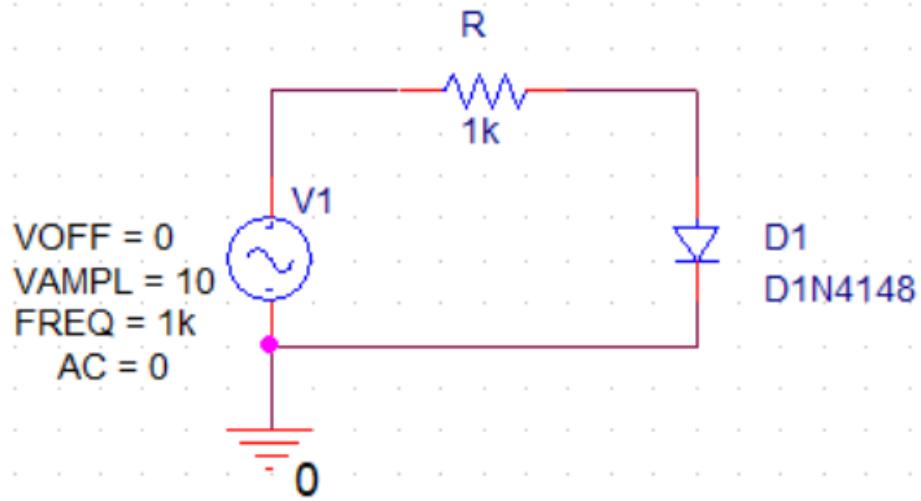


图 11: 二极管电压波形仿真电路

瞬态分析设置

设置瞬态分析参数，运行时间 2ms, 最大步长时间 0.01ms

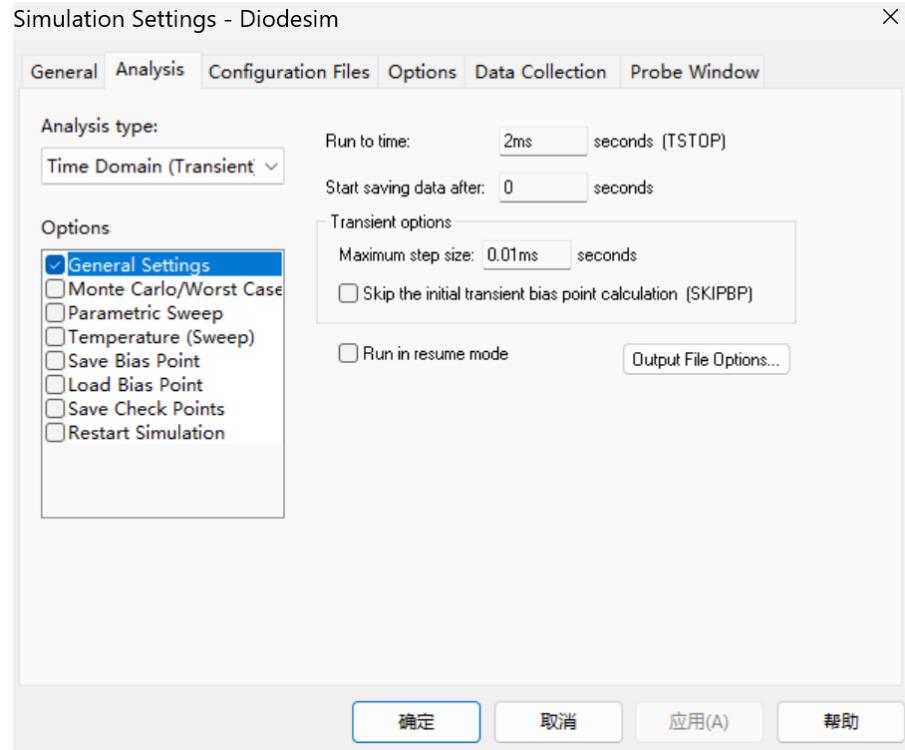


图 12: 瞬态分析参数设置

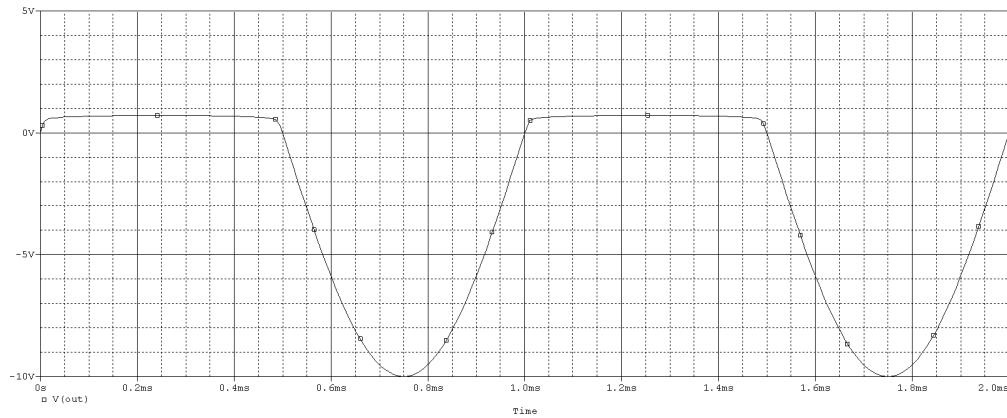


图 13: 二极管两端电压波形

6.4 桥式整流电路仿真

电路原理图绘制

1. 使用四个 D1N4148 二极管搭建全桥电路
2. 设置正弦电压源参数：频率 50 Hz，幅值 12 V
3. 连接负载电阻（这里设置 $R = 1 \text{ k}$ ）

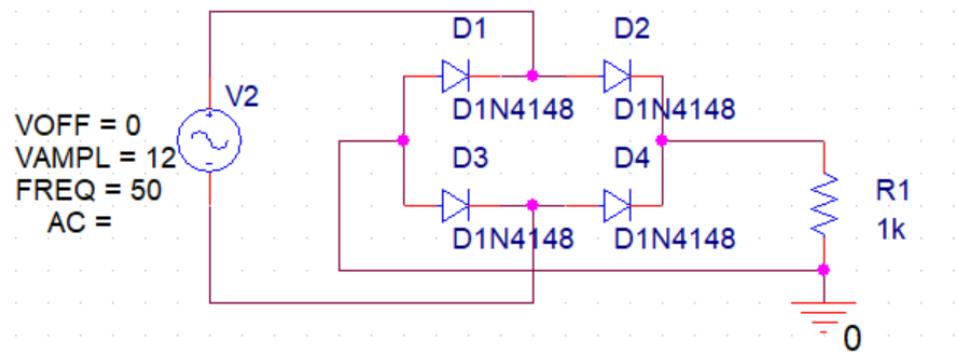


图 14: 桥式整流电路原理图

瞬态分析设置

设置仿真参数, 取运行时间为三个周期 (0.06s), 最大步长 2ms

观察波形：

6.5 稳压二极管电路仿真

电路图绘制

1. 使用 D1N750 稳压二极管
2. 设置正弦输入：50 Hz, 9 V
3. 配置合适的分压电阻, $R_1 = 5 \text{ k}$, $R_2 = 10 \text{ k}$

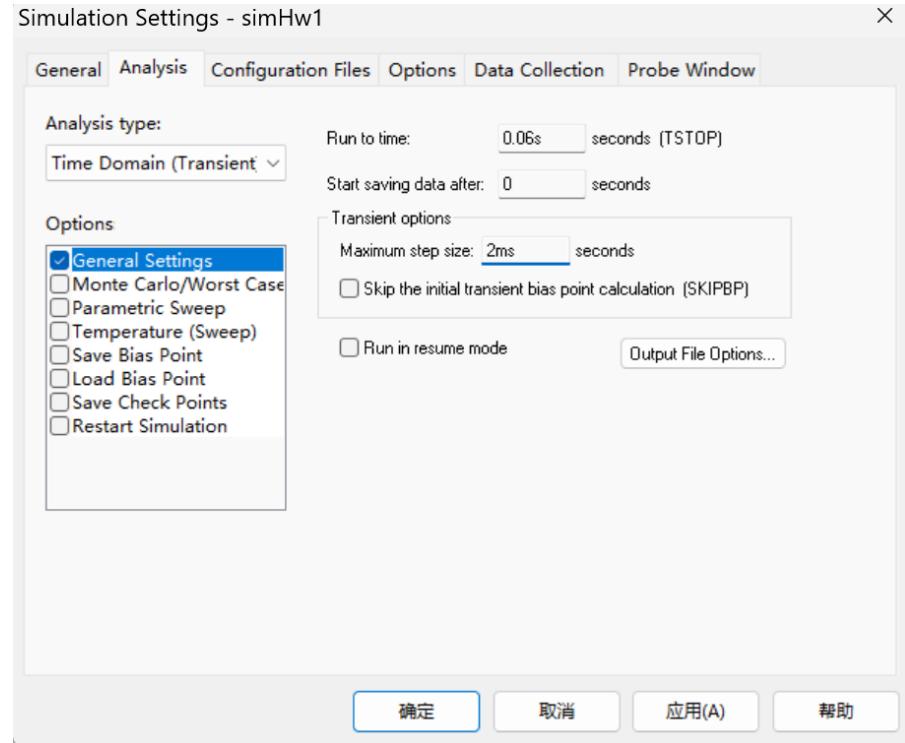


图 15: 桥式整流电路扫描参数设置

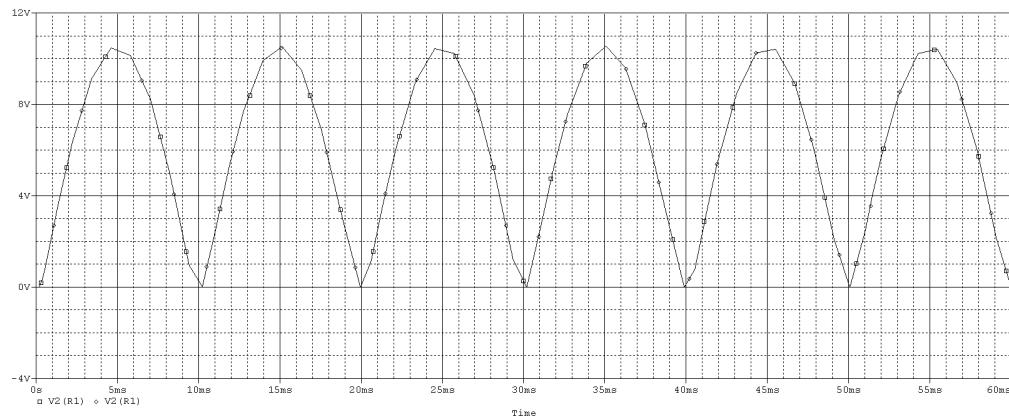


图 16: 桥式整流电路输出波形

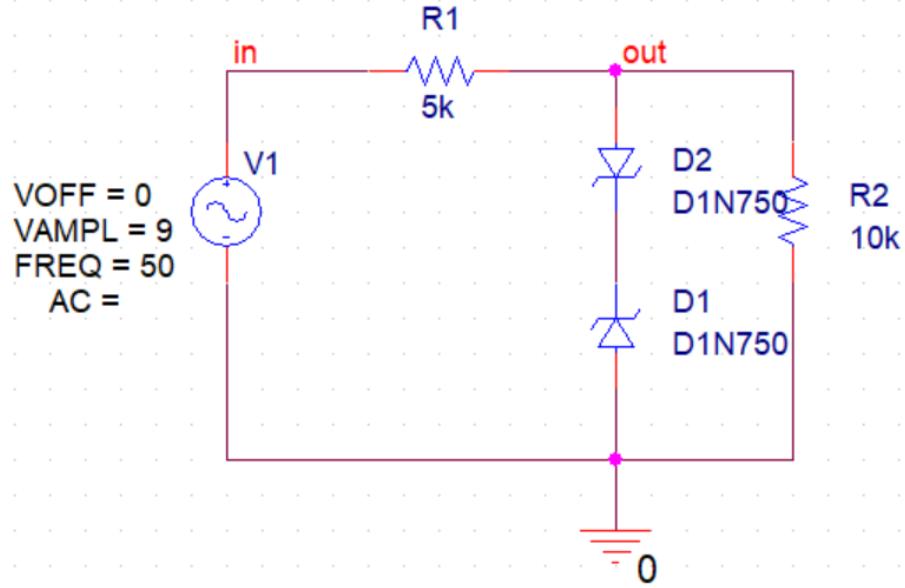


图 17: 稳压二极管电路原理图

参数设置与仿真

1. 设置仿真参数, 取运行时间为三个周期 (0.06s), 最大步长 2ms
2. 观察电阻两端电压波形
3. 对比分析稳压效果, V_{out} 输出为电阻两端值, 最大被钳制在 4.7176 V ; 输入电压 V_{in} 最大值为 8.9135 V

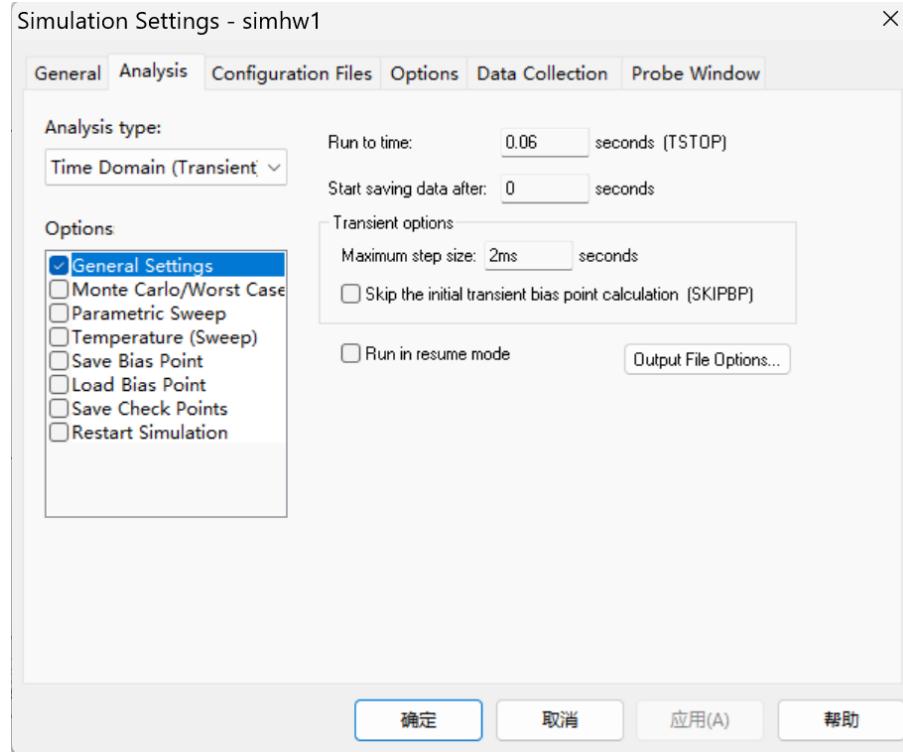


图 18: 稳压电路扫描参数设置

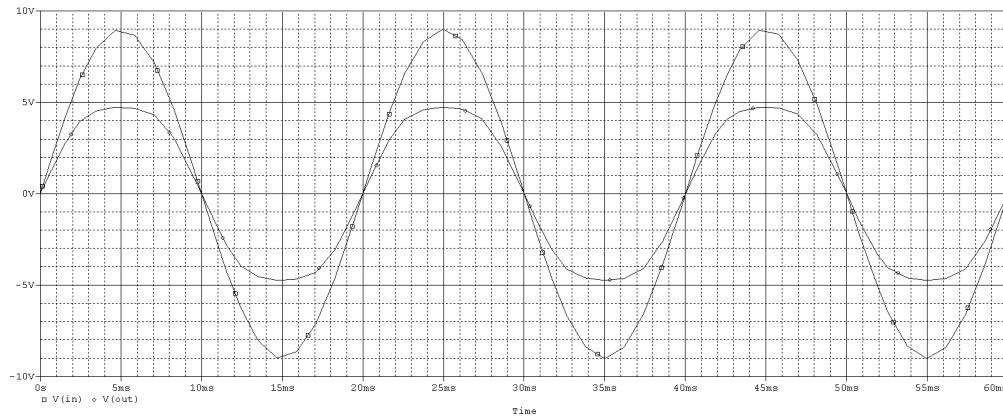


图 19: 稳压电路电阻两端电压波形

	Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2		Y1(Curs)
		X Values	44.585m	0.000	44.585m		Y1 - Y1(Curs)
	CURSOR 1,2	V(in)	8.9135	33.929m	8.8796		0.000
		V(out)	4.7176	22.081m	4.6955		-4.1959

图 20: 稳压值与输入电压对比

七、数据分析与讨论

通过本次实验的仿真分析，我们获得了关于半导体器件特性的丰富数据。从二极管的伏安特性曲线可以清晰观察到其单向导电性：在正向偏置时，当电压超过约 0.6V 后电流迅速增大；在反向偏置时，电流极小，基本处于截止状态；当反向电压达到击穿电压时，电流急剧增大。

温度对二极管特性的影响十分显著。从不同温度下的伏安特性曲线可以看出，温度升高时，相同的正向电压下电流增大，特性曲线向左移动。这表明温度升高降低了二极管的导通电压，这一现象与半导体物理理论完全吻合。

桥式整流电路的仿真结果显示，输入的正弦交流信号被成功转换为脉动直流信号。输出波形呈现出典型的全波整流特征，验证了二极管桥式结构的正确性。在负载电阻上观察到的电压波形平滑度良好，说明整流效果理想。

稳压二极管电路的仿真数据表明，当输入电压超过稳压管的击穿电压（4.7V）时，输出电压被有效钳位在 4.7V 附近。通过 cursor 测量得到的具体数值为 4.7176V，与理论值 4.7V 的相对误差仅为 0.37%，证明了稳压二极管良好的稳压特性。

八、结论

本实验通过 OrCAD 软件成功完成了对二极管特性、桥式整流电路和稳压二极管电路的仿真分析，主要得出以下结论：

- 1. 二极管特性验证：**实验数据证实了二极管的单向导电性和非线性伏安特性，温度升高会导致正向导通电压减小，反向饱和电流增大。
- 2. 整流电路仿真：**桥式整流电路能够有效将交流信号转换为直流信号，输出波形符合理论预期，整流效率良好。
- 3. 稳压电路验证：**稳压二极管在反向击穿区表现出优异的稳压特性，输出电压稳定在 4.7V 附近，误差范围控制在合理区间内。

九、心得与体会

通过本次 ORCAD 软件使用练习实验，我深刻体会到仿真工具在现代电子设计中的重要性。实验过程中，我不仅学会了 OrCAD Capture 软件的基本电路图绘制方法，还掌握了

PSpice 进行电路仿真的关键技巧。

印象最深的是通过温度扫描功能观察二极管特性变化的过程，这让我直观理解了温度对半导体器件性能的影响。在桥式整流和稳压电路仿真中，通过对输入输出波形，我加深了对这些基本电路工作原理的理解。

十、思考题

1. OrCAD 软件在电路分析及设计过程中起什么作用？

答：OrCAD 软件提供完整的电子设计自动化（EDA）工具，其中 Capture 用于电路原理图设计和编辑，PSpice 用于电路仿真分析，帮助设计者验证电路性能、优化设计，减少实际制作成本和时间。

2. 用 OrCAD 软件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？

答：不是每个节点都必须有标号，但设置节点标号有助于在仿真中识别和测量特定节点的电压或电流，方便结果查看和分析，尤其对于复杂电路能提高仿真效率。

3. 用 OrCAD 的 PSpice A/D 中的 Probe 图形后处理程序查看图形时，对于不同的分析设置，其缺省的横坐标是哪个变量？

答：缺省横坐标变量取决于分析类型：瞬态分析（Transient）为时间变量，直流扫描（DC Sweep）为扫描变量（如电压源），交流扫描（AC Sweep）为频率变量。

4. 在仿真分析二极管特性测试电路的电压波形时，若瞬态分析不设置 Maximum step size 参数，则结果会出现什么情况？

答：若不设置 Maximum step size，仿真可能采用自动步长，导致步长过大，波形不光滑、丢失细节，或出现仿真不稳定、收敛困难等问题。

5. 若要仿真分析三极管特性测试电路的输入特性，应如何设置扫描分析方式和参数？

答：通常使用直流扫描（DC Sweep）分析，扫描基极-发射极电压 V_{BE} （如从 0V 到 1V，步长 0.01V），同时固定集电极-发射极电压 V_{CE} ，观察基极电流 I_B 变化。