

浙江大学实验报告

专业：微电子科学与工程

姓名：wcHikaru

学号：/

日期：2025 年 11 月 25 日

地点：东四 216

课程名称：电子电路设计实验 I

指导老师：施红军、叶险峰、邓婧婧 成绩：

实验名称：ORCAD 软件使用练习

实验类型：训练型实验

同组学生姓名：/

一、实验目的

- (1) 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。
- (2) 掌握 OrCAD 中 Capture 软件的电路图输入和编辑方法。
- (3) 学习 OrCAD 中 PSpice A/D 软件的分析设置、仿真、波形查看的方法。
- (4) 学习半导体器件特性、电路特性的仿真分析方法。

二、实验原理

- (1) 二极管：二极管伏安特性是指二极管两端的电压与流过二极管的电流之间的关系，主要特点是单向导电性和非线性，并且易受温度的影响。
- (2) 桥式整流电路：
- (3) 稳压二极管：

三、实验步骤与实验数据记录

1. 二极管特性的仿真分析

(1) 输入电路图：从元件库中依次取出 VSRC、R、D1N4148、AGND 等元件放置在电路图上，并进行连线。将电阻的阻值设为 $1k\Omega$ ，电阻名称设为 R，电压源名称设为 Vs，电路图连接如下：

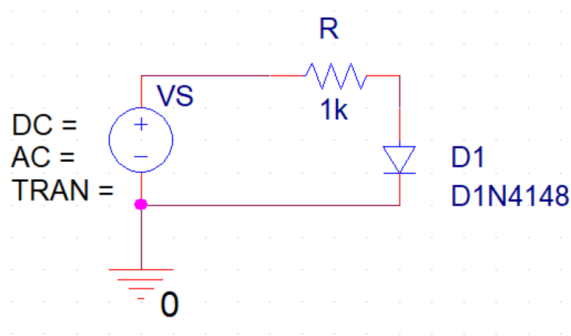


Figure 1: 二极管特性仿真电路原理图

(2) 设置分析参数：对电压源 Vs 进行直流扫描 (DC Sweep) 分析。为了仿真二极管的正向导通特性、反向特性和击穿特性，应使 Vs 的变化范围足够大。所以，二极管测试电路的直流扫描分析参数可设置为：扫描变量类型为电压源，扫描变量为 Vs，扫描类型为线性扫描，初始值为 -200V，终值为 40V，增量为 0.1V。

装订线

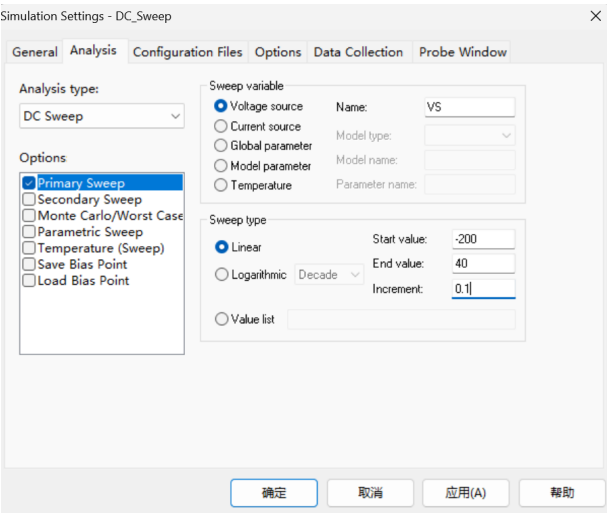


Figure 2: 设置 Primary Sweep

为了仿真分析二极管在不同温度下的伏安特性，同时设置直流扫描的次要分析。设置扫描变量类型为温度，扫描类型为列表扫描，扫描值为-10（℃），0（℃），30（℃），如下：

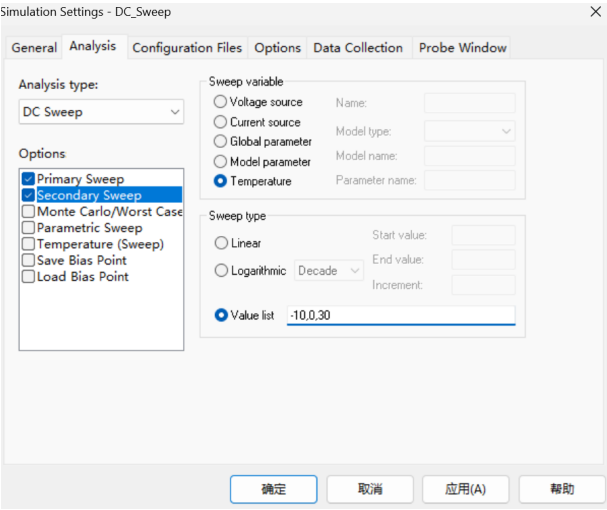


Figure 3: 设置 Secondary Sweep

(3)) 运行仿真分析程序：在 Capture 程序中按 F11 功能键或从 PSpice 主菜单中选择 Run 命令，调出 PSpice A/D 程序对所输入的二极管特性测试电路进行 直流扫描仿真分析。如下图，先显示 I(D) 曲线，得到了 I(D) 与电压源 VS 的关系：

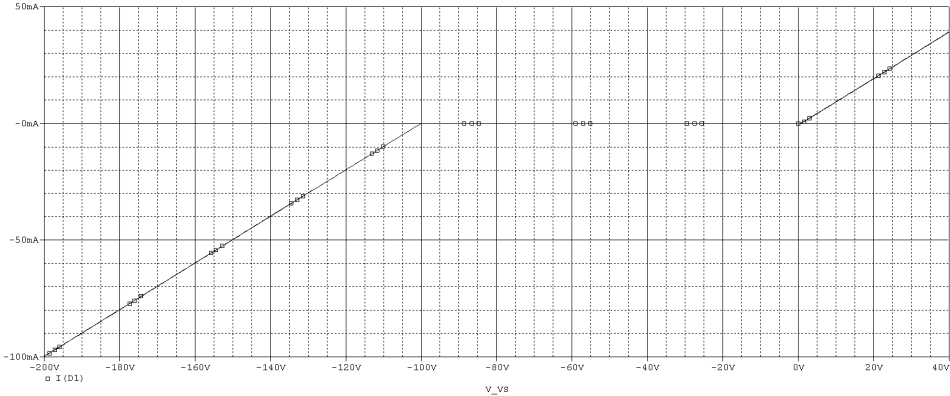


Figure 4: I(D) 与电压源 VS 之间的关系

注意：该曲线只是二极管电流与电压源之间的关系，还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，将横坐标变量改为二极管两端的电压，选择二极管电压 V(D:1) 作为 X，如图进行设置：

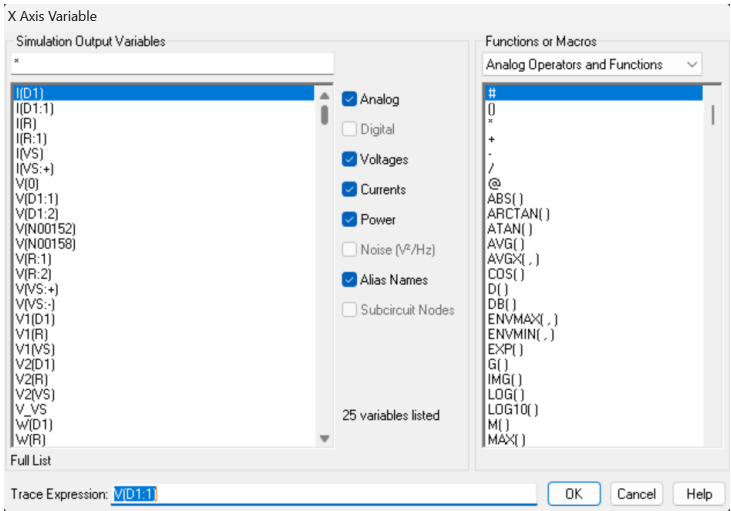


Figure 5: 改变 X 坐标

最终，得到的波形如下：

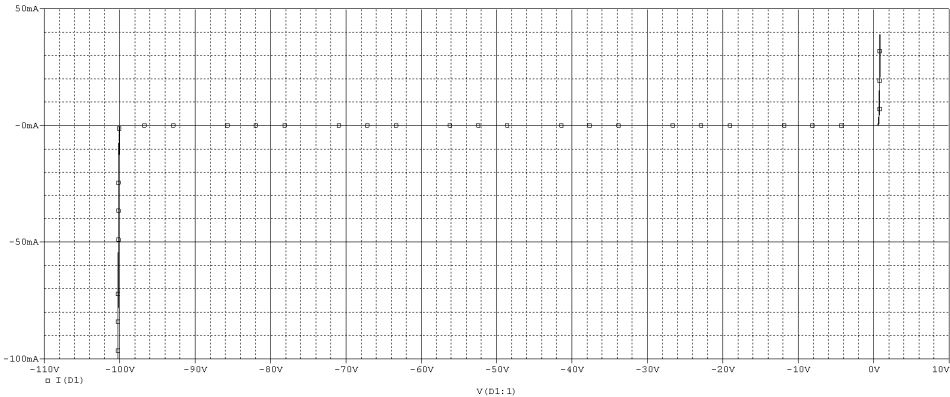


Figure 6: 二极管的伏安特性曲线

从图中可以看出二极管正偏时导通，电压近似为 0；二极管反偏时截止，电流近似为 0；当反向偏置电压过大时，则二极管处于反向击穿状态，反向电流将急剧增大。

(4) 二极管在不同温度下的正向伏安特性曲线：为了得到二极管在不同温度下的正向伏安特性曲线，需改变 X 轴和 Y 轴的坐标范围。如图，将 X 轴坐标范围设置为 0V 至 1V，将 Y 轴坐标范围设置为 0mA 至 40mA。

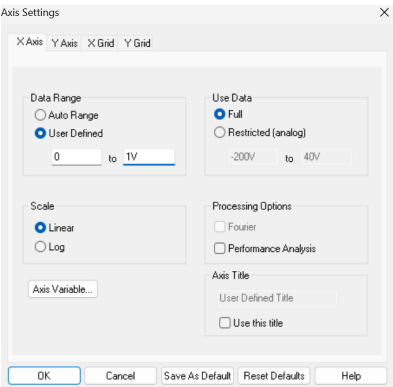


Figure 7: 改变 X 坐标范围

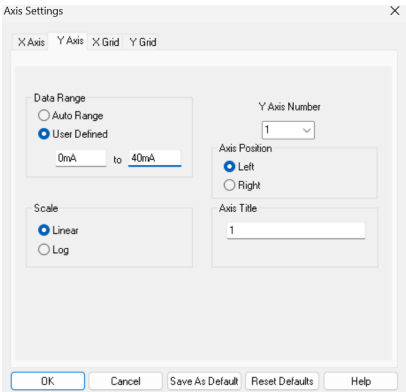


Figure 8: 改变 Y 坐标范围

得到的不同温度下的特性曲线如图所示。该图像中,最左边的特性曲线为 30°C 时的伏安特性,中间曲线是 0°C 时的伏安特性,右边曲线是 -10°C 时的伏安特性,温度升高时二极管电流增大。且能够发现 30°C 时的伏安特性曲线与 0°C 时的伏安特性曲线之间的间隔要比 0°C 时的伏安特性曲线与 -10°C 时的伏安特性曲线的间隔大。

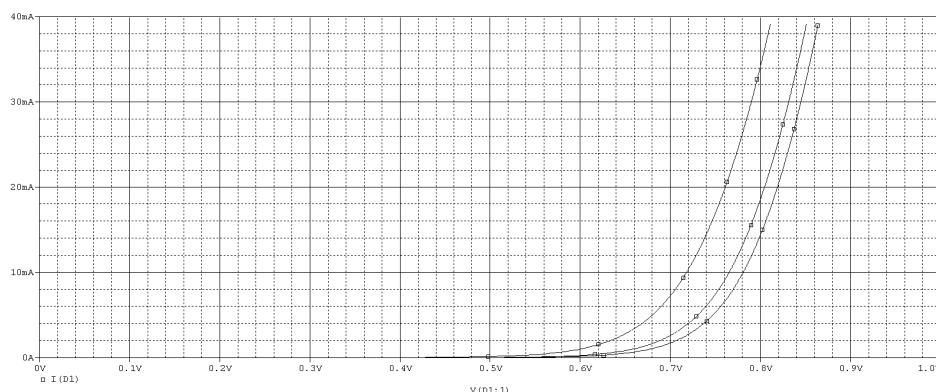


Figure 9: 二极管不同温度下的特性曲线

(5) 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。如下图,将电路中的电源 V_s 用 $VSIN$ 元件代替,并设置元件参数为 $VOFF=0$, $VAMPL=10\text{V}$, $FREQ=1\text{kHz}$ 。

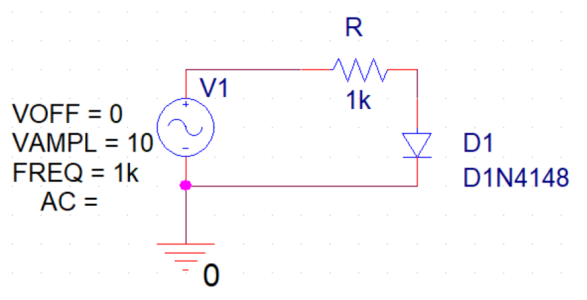


Figure 10: 用 VSIN 代替 V_s

并且,根据电源的特性,设置参数 Run to time=2ms, Maximum step size=0.01ms

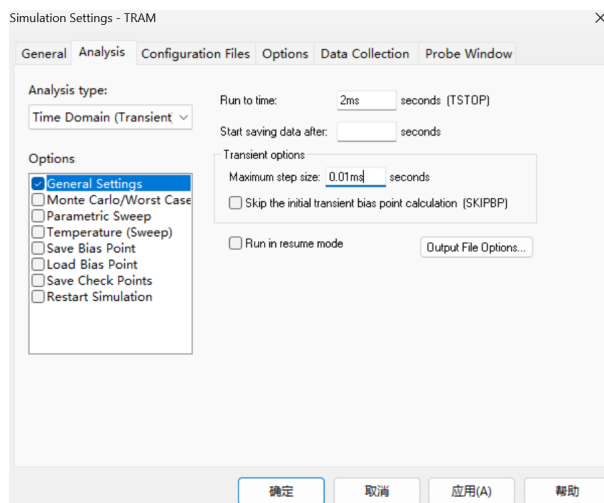


Figure 11: 瞬态分析参数设置

最终得到的二极管的波形如图所示。

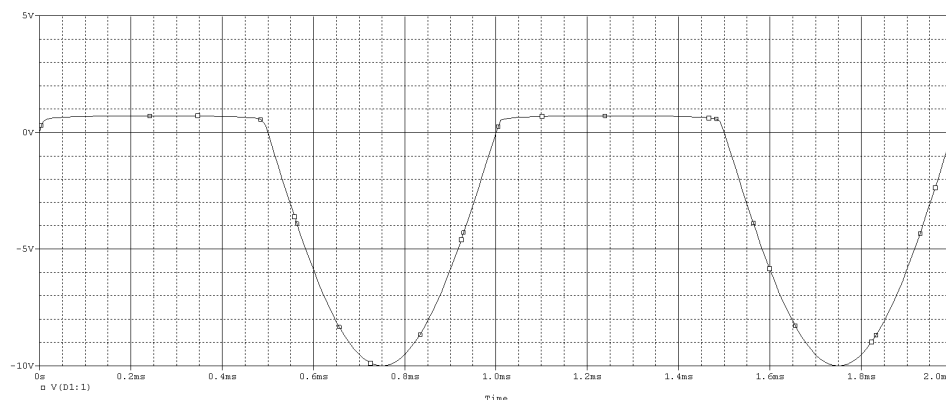


Figure 12: 二极管两端的电压波形

2. 桥式整流电路瞬态分析

(1) 实验电路

根据实验给出的理论电路图,进行原理图绘制。为了便于测量输出电压 V_{out} , 将负载电阻 R 的一端连接至地 (GND), 通过测量电阻另一端的电位来获取输出波形, 如图 14 所示。

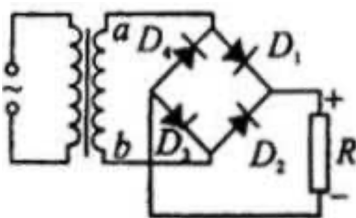


Figure 13: 桥式整流电路理论图

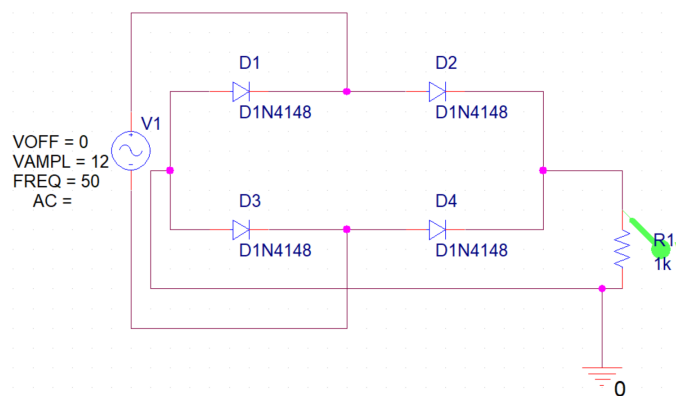


Figure 14: 桥式整流电路原理图

(2) 电压源设置

电压源 VSIN 使用正弦输入, 设置为 50Hz, 12V。参见电路原理图。

(3) 扫描参数设置

针对 12V 50Hz 的电源, 进行扫描参数设置。由于电压源为 50Hz, 设置 Run to time 为两个周期即 0.04s, maximum step size 为 2ms。

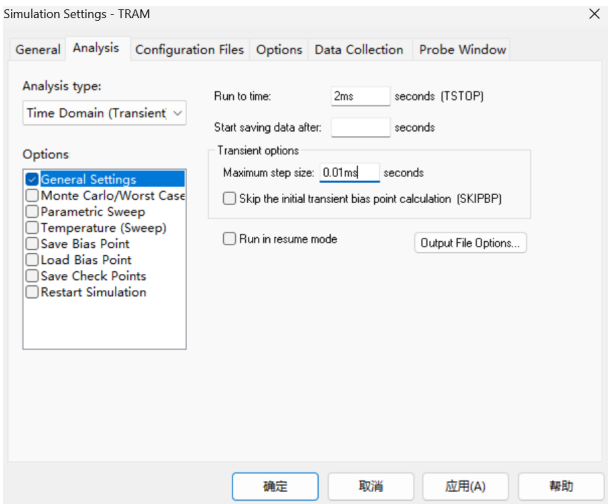


Figure 15: 桥式整流电路瞬态分析参数设置

(4) 最终实验波形如下，可知桥式整流二极管起到了整流作用。

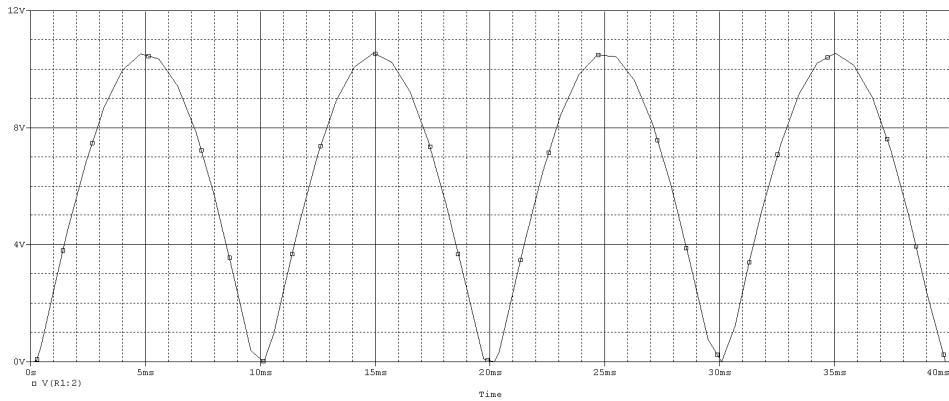


Figure 16: 电阻两端的电压波形

3. 稳压二极管电路瞬态分析

(1) 电路绘制与激励设置

依据理论电路（图 17）绘制仿真原理图（图 18）。为了对比输入与输出的差异，设置电压源 VSIN 参数为 VAMPL = 9V，FREQ = 50Hz。同时在输入端与负载电阻 R3 两端分别放置电压探针

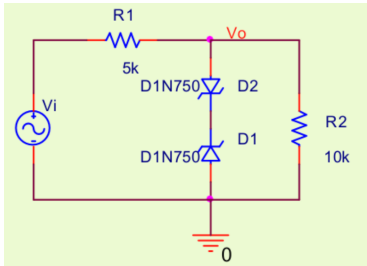


Figure 17: 稳压二极管瞬态分析理论电路图

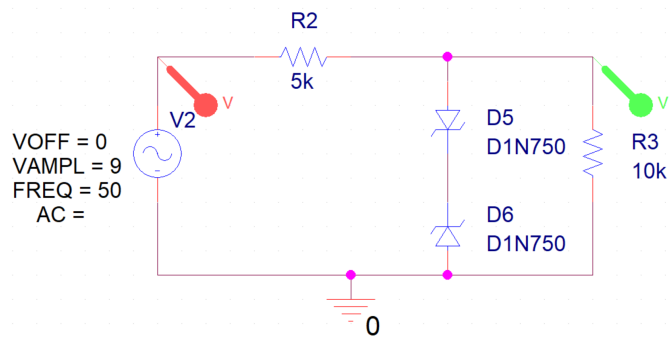


Figure 18: 稳压二极管瞬态分析电路原理图

(2) 器件模型参数确认

选中稳压二极管 D1N750，通过 Edit PSpice Model 菜单查看其 SPICE 模型参数。确认其反向击穿电压（即稳压值）参数 $B_v = 4.7V$ ，如图 19 所示

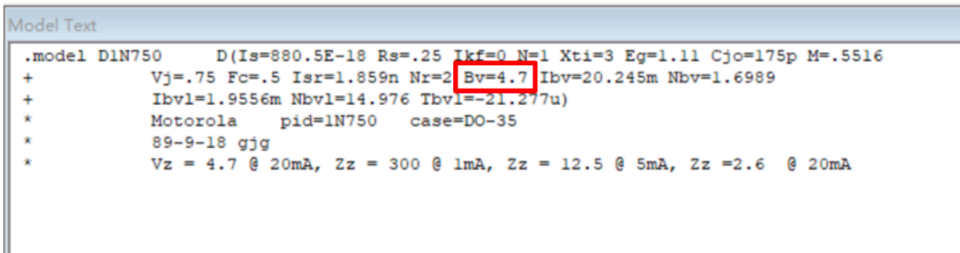


Figure 19: 稳压二极管 B_v 参数值

(3) 仿真参数设置

保持输入频率 50Hz 不变，同样设置瞬态分析时间 Run to time = 0.04s（两个周期），最大步长 Maximum step size = 2ms，以确保仿真精度。

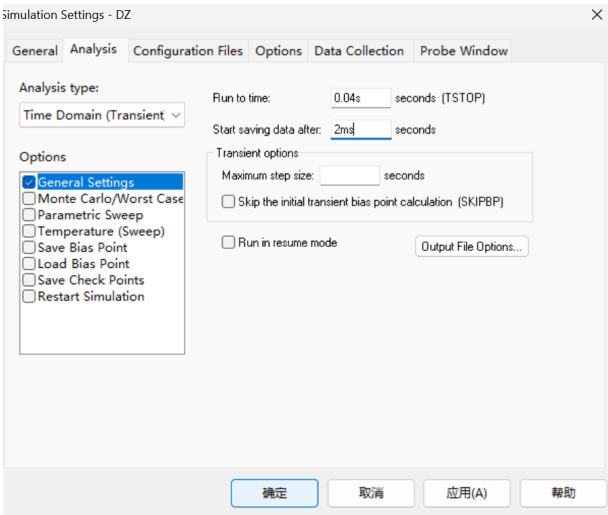


Figure 20: 稳压二极管瞬态分析参数设置

(4) 波形观察

运行仿真得到如图 21 所示波形。对比输入电压（绿色曲线）与输出电压（红色曲线）可见：当输入电压幅值超过一定范围时，负载电阻两端的电压被限制在特定幅值，不再随输入电压升高而升高，体现了稳压二极管的钳位作用。

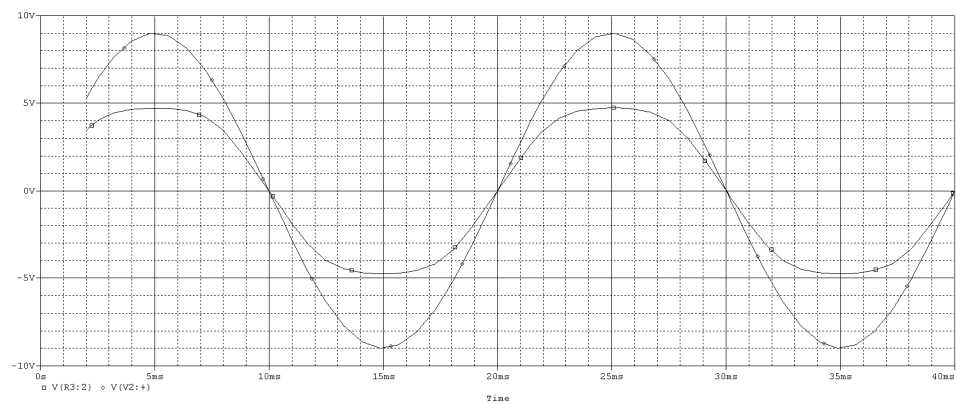


Figure 21: 稳压二极管瞬态分析的电压波形

(5) 数据测量与验证 启用 PSpice 的 Cursor（光标）功能测量输出电压 V_o 的峰值。如图 22 所示，测量结果显示输出电压被稳定在 4.71V 左右。该数值与步骤(2)中查看到的模型参数 $B_V=4.7V$ 基本一致，验证了稳压二极管的稳压特性。

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)
	X Values	5.3608m	2.0000m	3.3608m	
CURSOR 1,2	V(R3:2)	4.7125	3.4699	1.2426	0.000
	V(V2:+)	8.8829	5.3134	3.5695	4.1704

Figure 22: Cursor 电压测量结果

四、 心得体会

本次实验对我而言，是一场跨越书本理论与虚拟现实的探索之旅。以前我对二极管、整流桥和稳压管的理解，大多停留在讲义上冰冷的公式和理想化的 I-V 曲线中。而这次，通过在仿真软件中搭建电路，我仿佛获得了一双“透视眼”，看着那些抽象的电学理论在屏幕上化为具象的动态波形。

在使用 ORCAD 进行电路设计的过程中，我深刻体会到了仿真作为“工程第一现场”的强大之处。当我完成原理图的绘制，放置好虚拟探针，点击“Run”的那一刻，仿真窗口中跳出的波形图让我倍感震撼。原本在脑海中需要费力构想的桥式整流过程，现在清晰地展现在眼前：正弦波如何被“折叠”成单向脉动直流，稳压管又是如何在反向击穿区“强硬”地将电压截断并钳位。

更令我受益匪浅的是，仿真软件让我捕捉到了理论计算中容易忽略的细节。例如，在观察整流输出波形时，我清晰地看到了由于二极管存在导通压降而产生的“过零死区”。这种非理想特性的直观呈现，比任何文字描述都更具冲击力，它时刻提醒我：电路设计不能只靠理想模型，必须尊重元件的实际物理参数。

虽然没有接触物理器件，但这种纯仿真的训练反而让我排除了接触不良等外部干扰，能够更纯粹地专注于电路逻辑本身和参数的精细调试。这次经历不仅让我熟练掌握了 EDA 工具的使用，更培养了我“建模—仿真—分析”的严谨工程思维，让我明白在现代微电子与集成电路设计中，优秀的仿真验证能力往往是通向成功设计的第一步。