

# 实验一：电路元件伏安特性的分析测试

独立完成，如发现雷同则重做或无成绩！图纸要求见实验内容，可将多张图纸拼接成一张或多张 A4 纸打印，打印图必须可以看清楚！下文中的图纸仅供参考，非标准答案！

## 一、目的

1. 了解线性电阻元件和非线性二端元件的伏安特性；
2. 学习元件伏安特性的测量方法；
3. 初步熟悉、掌握用 Pspice 软件建立电路，辅助分析电路的方法。

## 二、原理

### 1. 元件的伏安特性曲线

任一二端电阻元件的特性可用该元件上的端电压  $U$  与通过该元件的电流  $I$  之间的函数关系  $U=f(I)$  来表示，即用  $U-I$  平面上的一条曲线来表征，这条曲线称为该电阻元件的伏安特性曲线。

根据伏安特性的不同，电阻元件分两大类：线性电阻和非线性电阻。线性电阻元件的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线，如图 1-1 中 (a) 所示，该直线的斜率只由电阻元件的电阻值  $R$  决定，其阻值为常数，与元件两端的电压  $U$  和通过该元件的电流  $I$  无关；非线性电阻元件的伏安特性是一条经过坐标原点的曲线，其阻值  $R$  不是常数，即在不同的电压作用下，电阻值是不同的，常见的非线性电阻如白炽灯丝、普通二极管、稳压二极管等，它们的伏安特性如图 1-1 中 (b)、(c)、(d)。在图 1-1 中， $U>0$  的部分为正向特性， $U<0$  的部分为反向特性。

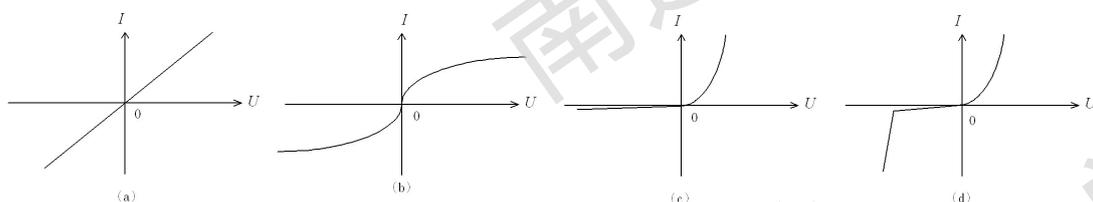


图 1-1 伏安特性曲线

### 2. 伏安特性的测量方法

绘制伏安特性曲线通常采用逐点测试法，即在不同的端电压作用下，测量出相应的电流，然后逐点绘制出伏安特性曲线，根据伏安特性曲线便可计算其电阻值。

### 三、内容

#### 1. 测定线性电阻的伏安特性

测试电路如图 1-2(a)所示。预习要求，通过理论计算填写表 1-1，并绘制电阻  $R_{1k}$  和  $R_{3k}$  的伏安特性曲线  $I=f(U_{1k})$ 和  $I=f(U_{3k})$ 。

表 1-1 线性电阻伏安特性

$U$ (V)	0	2	4	6	8	10
$I$ (mA)						
$U_{1k}$ (V)						
$U_{3k}$ (V)						

1) 根据该测试电路创建仿真模型 (图 1-2(b))。

其中，电源为库 SOURCE 中的 VDC；电阻为库 ANALOG 库中的 R；参考地为 Place Ground 中的 0/CAPSYM；放置分析结点 N1、N2 为 Place net alias。

1-2 (b) 测量电路 班级\_学号\_姓名

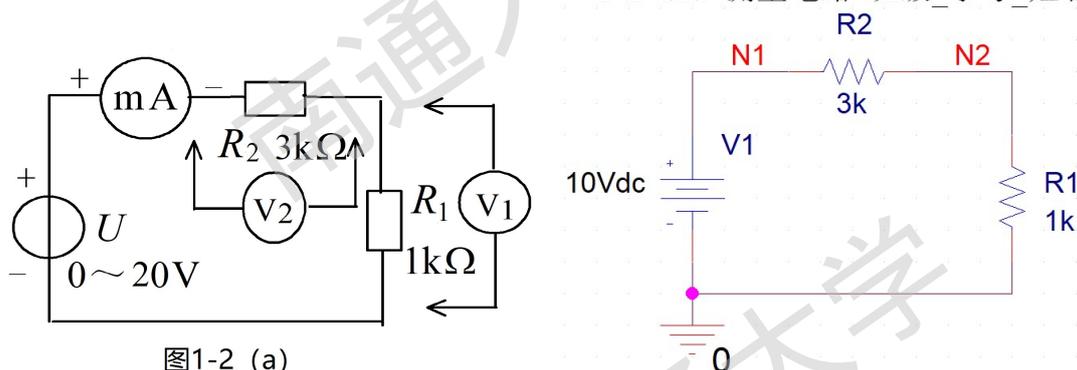
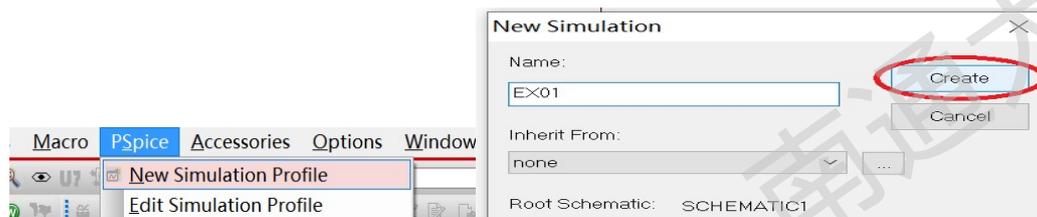


图1-2 (a)

**注意：仿真模型 (图 1-2(b)所示) 在撰写报告时要求打印，图注为 Place-Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的班级\_学号\_姓名。**

2) 新建仿真文件，设置仿真类型。(参考教材 P42-46)

绘制好电路原理图后，选择 File 菜单下的 Save 命令进行保存。通过直流扫描分析测量伏安特性曲线。如图 1-3 所示在 Pspice 菜单中新建仿真文件并设置仿真参数。



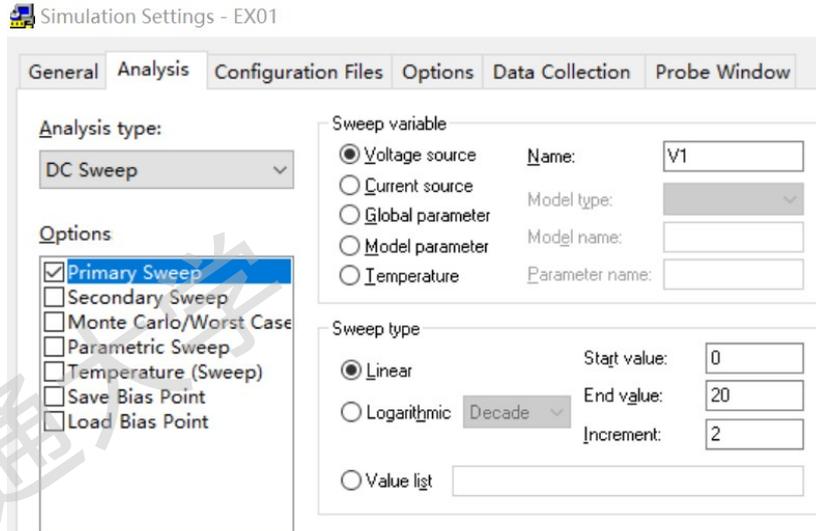


图 1-3 设置仿真文件

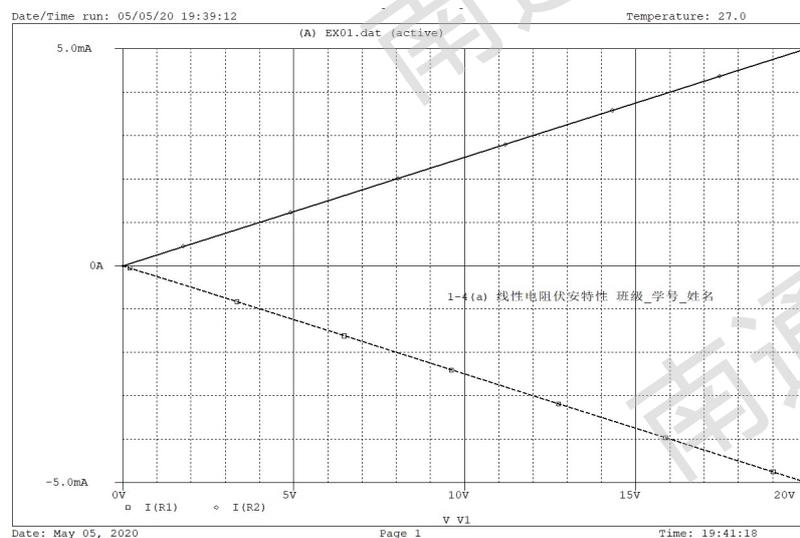
### 3) 执行 Pspice 仿真程序

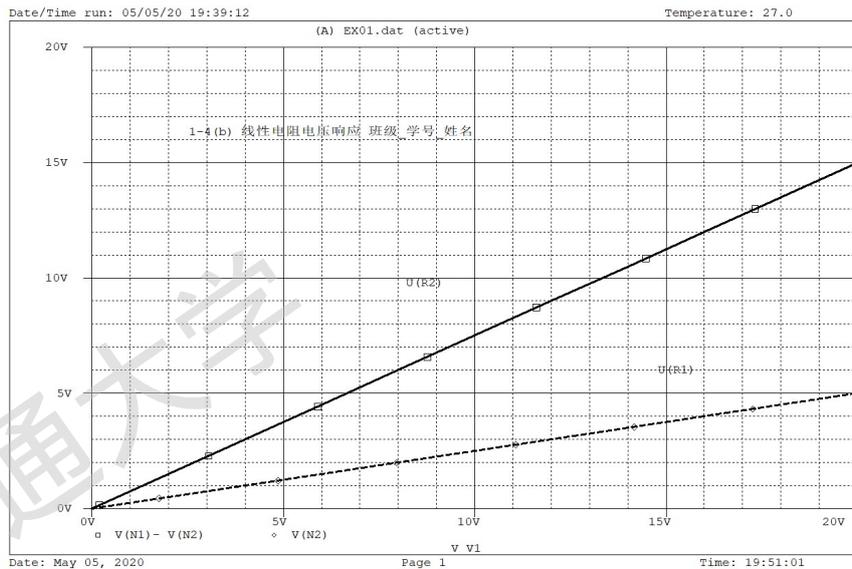
选择 Pspice 菜单下的 Run 命令，开始运行仿真分析。

### 4) 查看并分析仿真结果，测量线性电阻的伏安特性曲线

仿真结束后，在弹出的波形显示窗口中，选择 Trace（迹线）菜单下的 Add trace 绘制曲线。PSpice 仿真输出变量主要有电流（I）、电压（V）和功率（W），由于软件将元件默认标注的端口 1 作为参考方向的正端，分析方便起见，同时给出了流入该端口的电流，例如 I(V1:+)、I(R1:1)，仿真输出的电压变量还包括自定义的结点电压 V(N1) 和 V(N2)。

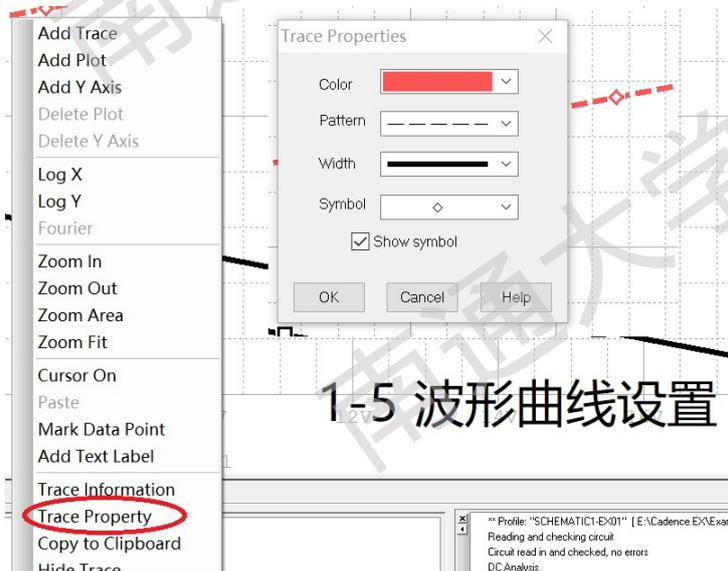
测量绘制两个线性电阻的伏安特性曲线  $I=f(U)$ ，和电压变化曲线。在 Add trace 弹窗中选择输出变量 I(R1)、I(R2)，显示在 Trace Expression 栏中，输出电流仿真波形，如图 1-4 (a) 所示。电压变化曲线如图 1-4 (b) 所示。





注意：本图在撰写报告时要求打印，图注要如图中所示通过 Place-Text 的方式放置在波形图上，并标注本人的班级\_学号\_姓名，打印图纸中背景为白色，曲线和坐标要清楚可见，黑白打印即可（通过线型区分曲线），图中要保留日期和时间。

修改波形格式方法如下，右键点击波形曲线，在如图 1-5 左图所示菜单中选择 Trace property。弹窗为波形格式设置，如 1-5 右图所示。



## 2. 测定非线性电阻（半导体二极管）的伏安特性

测试电路如图 1-6(a)所示。

注意：仿真模型（图 1-6(b)所示）在撰写报告时要求打印，图注为 Place-Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的班级\_学号\_姓名。

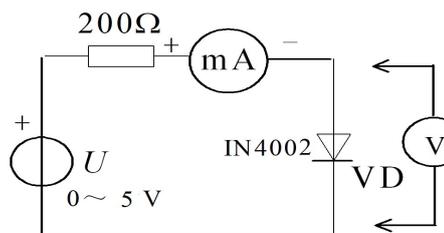
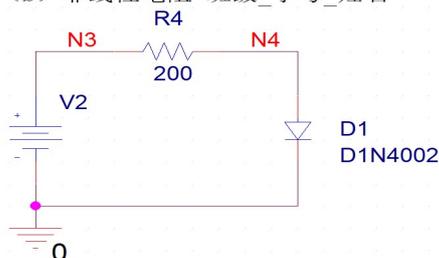
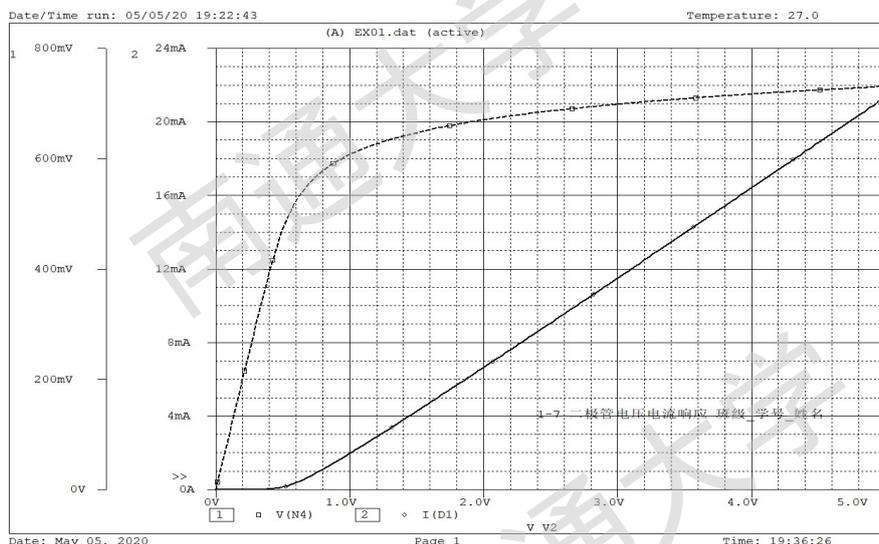


图1-6 (a) 非线性电阻伏安特性测量电路

1-6 (b) 非线性电阻 班级\_学号\_姓名



- 1) 根据该测试电路创建仿真模型(图 1-6(b))。其中,二极管为 EVAL 库中的 DIN4002。
- 2) 如上述方法设置仿真参数,通过直流扫描分析测量伏安特性曲线,电压取值范围如图 1-6 (a) 中所示,注意电压递增幅度的设置,过大将无法得到平滑曲线。输出电流仿真波形和二极管两端电压变化,如图 1-7 所示,图中可以看出二极管的导通条件。要求采用双坐标的方式展示二极管两端电压和电流随电源电压的变化(轴 1 为电压,轴 2 为电流),第二个纵轴可以通过右键点击页面空白处,点击弹出菜单中的 Add Y Axis 添加。



**注意: 本图在撰写报告时要求打印, 图注要如图中所示通过 Place-Text 的方式放置在波形图上, 并标注本人的班级\_学号\_姓名, 打印图纸中背景为白色, 曲线和坐标要清楚可见, 黑白打印即可(通过线型区分曲线), 图中要保留日期和时间。**

#### 四、报告要求

1. 根据实验内容中的要求绘制并打印电路原理图和仿真波形图。
2. 通过仿真实验验证预习中的理论计算结果。

#### 五、思考题

1. 为什么同一个回路, 但图 1-4 (a) 所示两个线型电阻中电流波形一正一负?
2. 试通过观察图 1-7 所示二极管两端电压和电流随电源电压的变化, 发现二极管导通条件。