



南京邮电大学  
Nanjing University of Posts and Telecommunications

# 电工电子实验报告

课程名称： 电工电子基础实验

实验项目： 非线性电阻的伏安特性和戴维宁定理、  
诺顿定理

学 院： 自动化学院、人工智能学院

班 级： B210416

学 号： B21080526

姓 名： 单家俊

指导教师： 陈建飞

学 期： 2022-2023 学年第 一 学期

# 非线性电阻的伏安特性和戴维宁定理、诺顿定理

（正文部分采用小四宋体）

## 一、 实验目的

非线性电阻的伏安特性：

1. 学会并熟练使用数字万用表。
2. 掌握非线性器件伏安特性的测量方法。
3. 对非线性器件有初步了解。
4. 初步掌握万用表等效电阻对被测电路的影响以及分析方法。

戴维宁定理和诺顿定理：

1. 学习几种常见的等效电源测量方法。
2. 比较各种测量方法所适用的情况。
3. 分析各种方法的误差大小及其产生的原因。

## 二、 主要仪器设备及软件

硬件：DF1731S 直流稳压电源、电流表、电压表、发光二极管、稳压二极管、实验箱、1k 欧电阻、3 个 620 欧电阻、1.2k 欧电阻

软件：无

## 三、 实验原理（或设计过程）

非线性电阻的伏安特性：

非线性器件的伏安特性反映在以电压为横坐标、电流为纵坐标的平面上，其伏安特性曲线不是一条通过坐标原点的直线，也就是说其电压与电流的比值不是常数，而是随着工作点的变动而变化的。因此，通常情况下用非线性器件的伏安特性曲线来表示其特性。线性器件和非线性器件伏安特性曲线分别如图 5.7 和图 5.8 所示。

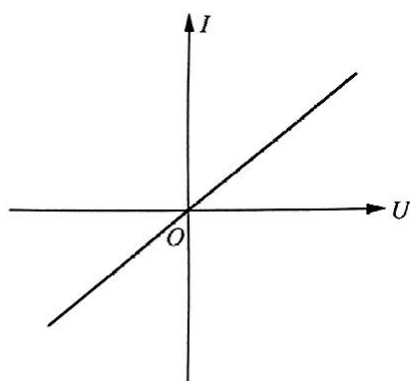


图 5.7 线性器件伏安特性曲线

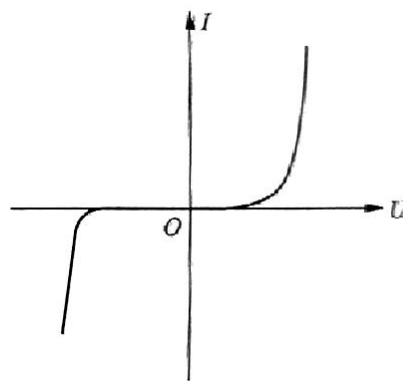


图 5.8 非线性器件伏安特性曲线

戴维宁定理和诺顿定理：

戴维宁定理指出，任何一个线性有源一端口网络如图 5.15 (a) 所示，对外部电路来说，总可以用一个理想电压源与电阻串联组合来代替，如图 5.15 (b) 所示。其理想电压源的电压等于原网络端口的开路电压  $V_{oc}$ ，电阻等于原网络中所有独立源为零值时的入端等效电阻  $R$ 。

诺顿定理是戴维宁定理的对偶形式，它指出任何一个线性有源一端口网络，对外部电路来说，总可以用一个理想电流源与电导并联组合来代替，如图 5.15 (c) 所示。其理想电流源的电流等于原网络端口的短路电流  $I_{sc}$ ，电导等于原网络中所有独立源为零值时的入端等值电导  $G$ 。( $G_0=1/R_0$ )。

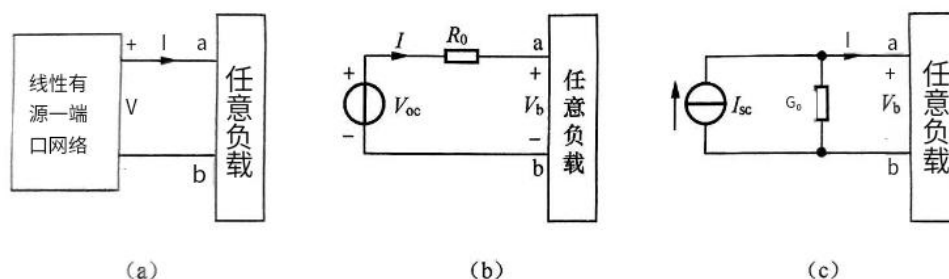
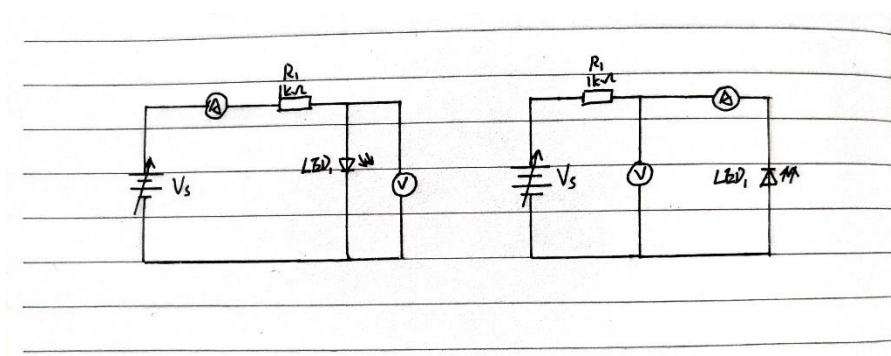
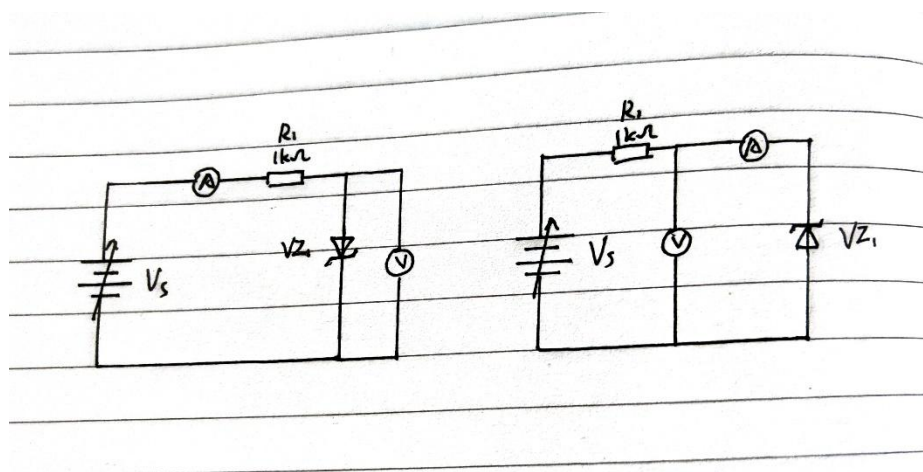


图 5.15 戴维宁定理和诺顿定理等效电路

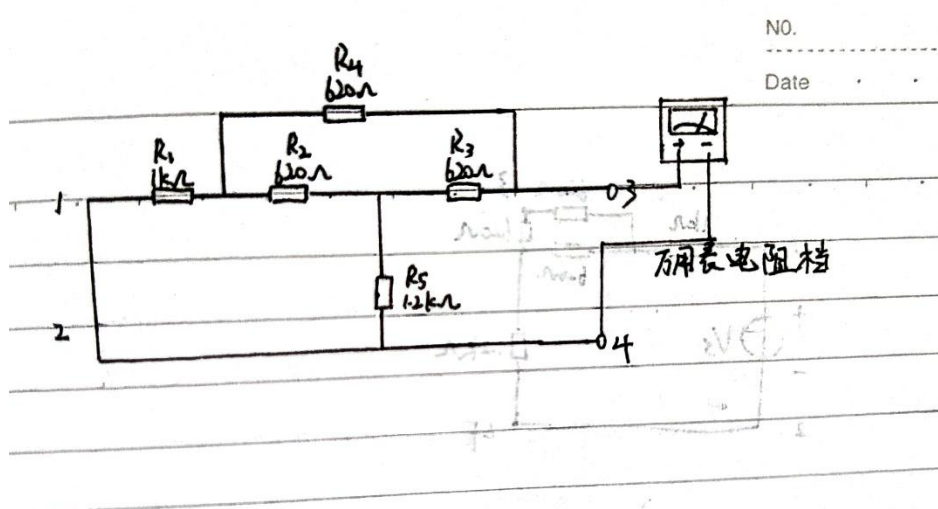
#### 四、 实验电路图



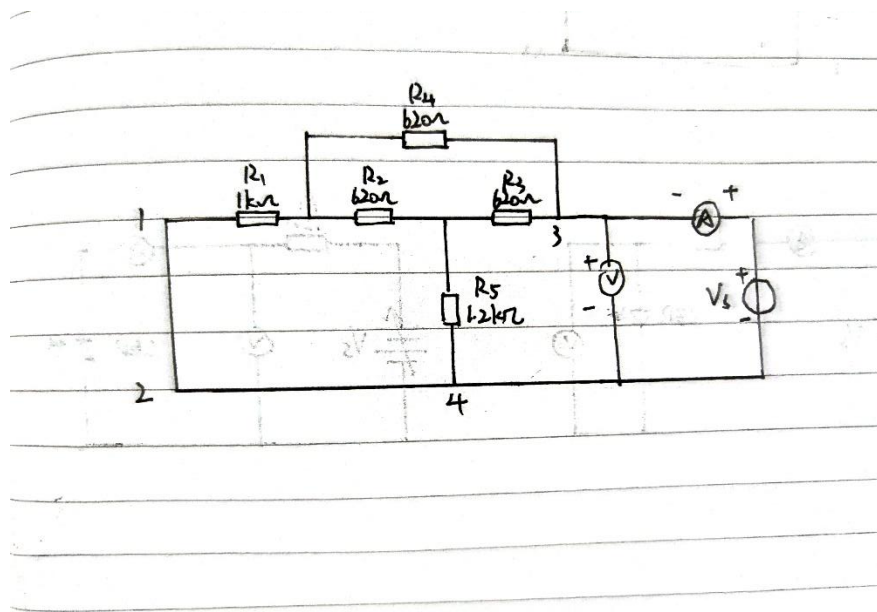
图一. 测量发光二极管正反向伏安特性



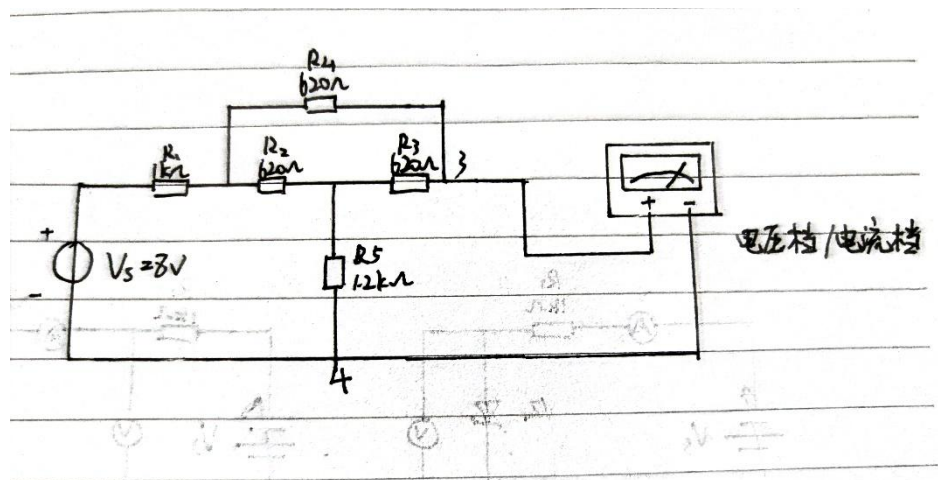
图二. 测量稳压管的伏安特性



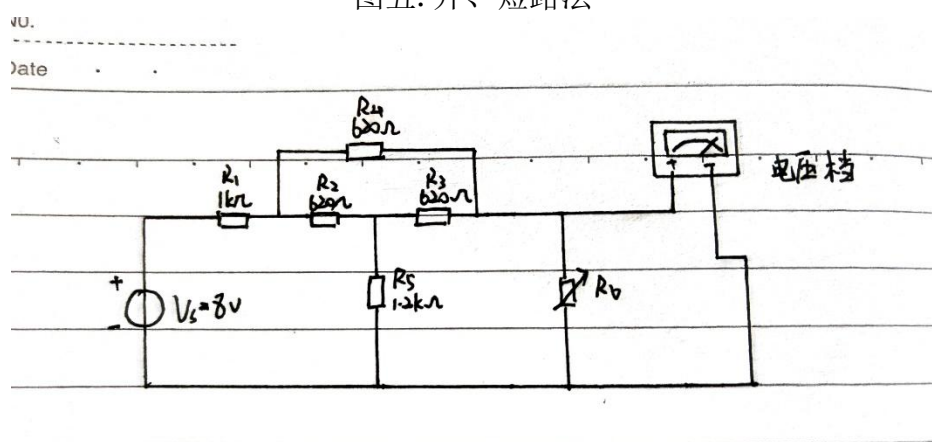
图三. 直接测量



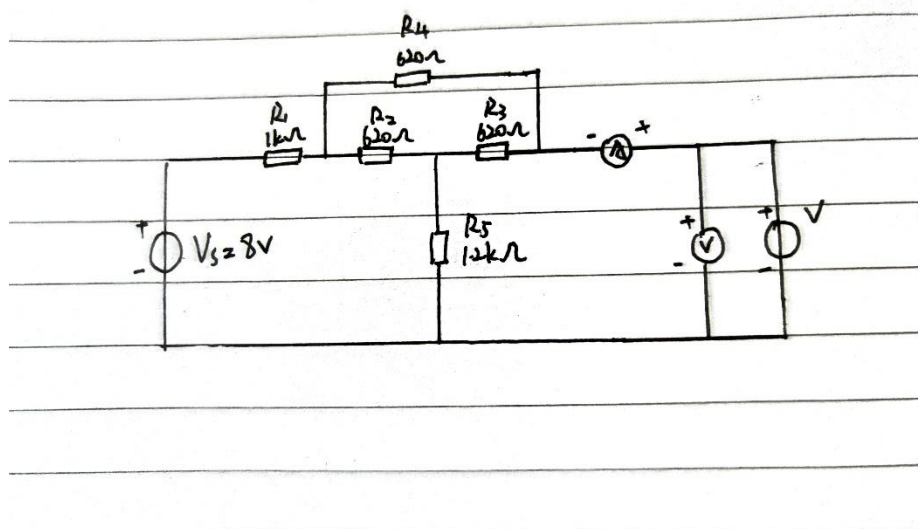
图四. 加压定流



图五. 开、短路法



图六. 半电压法



图七. 拆除 3、4 端电位器，稳压电源置双路工作方式

## 五、 实验数据分析和实验结果

实验内容：

非线性电阻的伏安特性：

### 1. 测发光二极管伏安特性

- (1) 用数字万用表判断发光二极管的正负性。
- (2) 按电路图接线，按表给定的正向电流值测量发光二极管的正向特性，电压值记录于表中。
- (3) 按电路图接线，按表给定的电压值测量发光二极管的反向特性，电流值记录于表中。

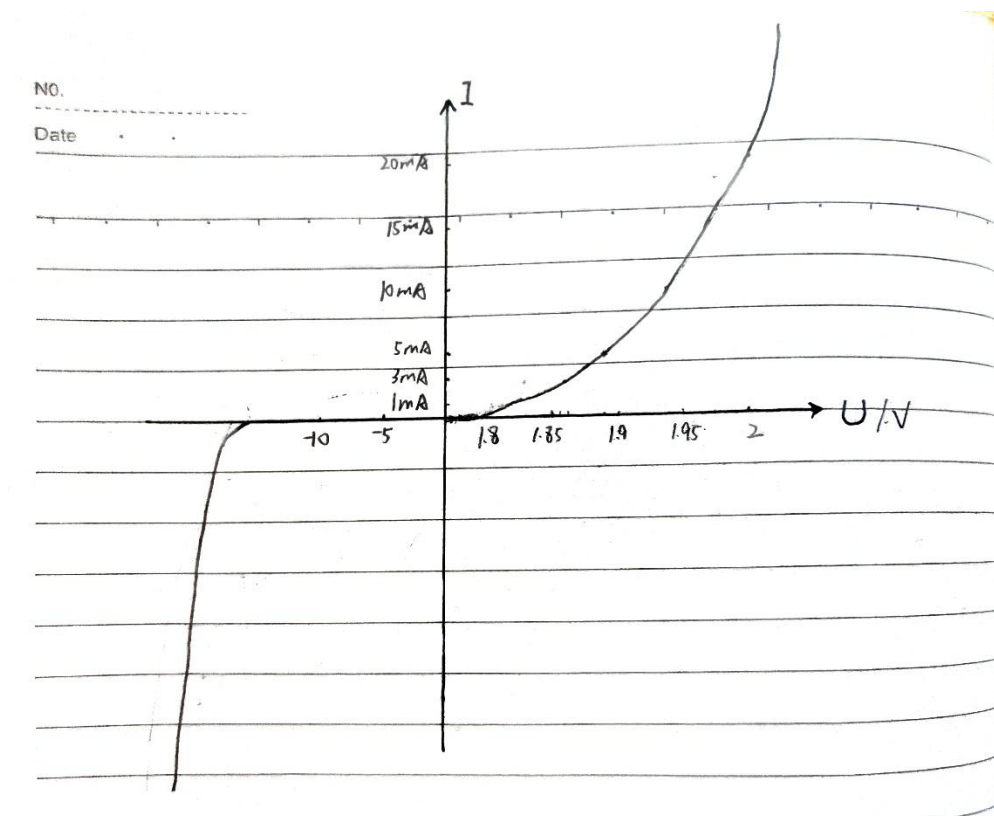
### 2. 测量稳压管的伏安特性

- (1) 用数字万用表判断稳压管的正、负极性。
- (2) 用数字万用表二极管档测量稳压管的正反情况。
- (3) 按电路图接线，根据表给定的电流值，测量稳压管的正向压降，并计算稳压管的直流电阻一并记录于表中。
- (4) 按电路图接线，先按表给定的电压值，测量稳压管的反向电流，然后按给定的电流值测量反向电压记录于表中。

戴维宁定理和诺顿定理：

1. 直接测量法：按图 1 接线，先不接电源。1、2 端用短路线连接。用万用表欧姆挡适当量程测 3、4 端电阻  $R_o$ 。
2. 加压定流法：按图 2 接线(实验板上接线不变，3、4 端接上电流表、电压表和电源)，调整电源电压，使电流表读数为 10mA。记录电压表读数  $V$  及由此计算的等效电源内阻  $R_o$ 。
3. 开、短路法：去掉 1、2 端短路线后按图 3 接线，调整  $V_S=8V$ ，测 3、4 端开路电压(用直流电压 20V 挡)和短路电流(用直流电流 20mA 挡)。
4. 半电压法：接续实验内容 3，3、4 端接上电位器，作为可变负载电阻，调整电位器，使负载上的电压等于  $V_{oca}/2$ ，此时电位器接入的阻值就等于等效电源的内阻，测得  $R_o$ 。
5. 稳压电源置双路法：拆除 3、4 端电位器，稳压电源置双路工作方式，按图 5 接线(3、4 端接上电流表、电压表和另一路直流电压  $V$ )，调整  $V$ ，使得电流表读数为零(最小量程挡)，这时电压表的读数即为开路电压  $V_{ocb}$ ，应有  $V_{oca}$  约等于  $V_{ocb}$ 。

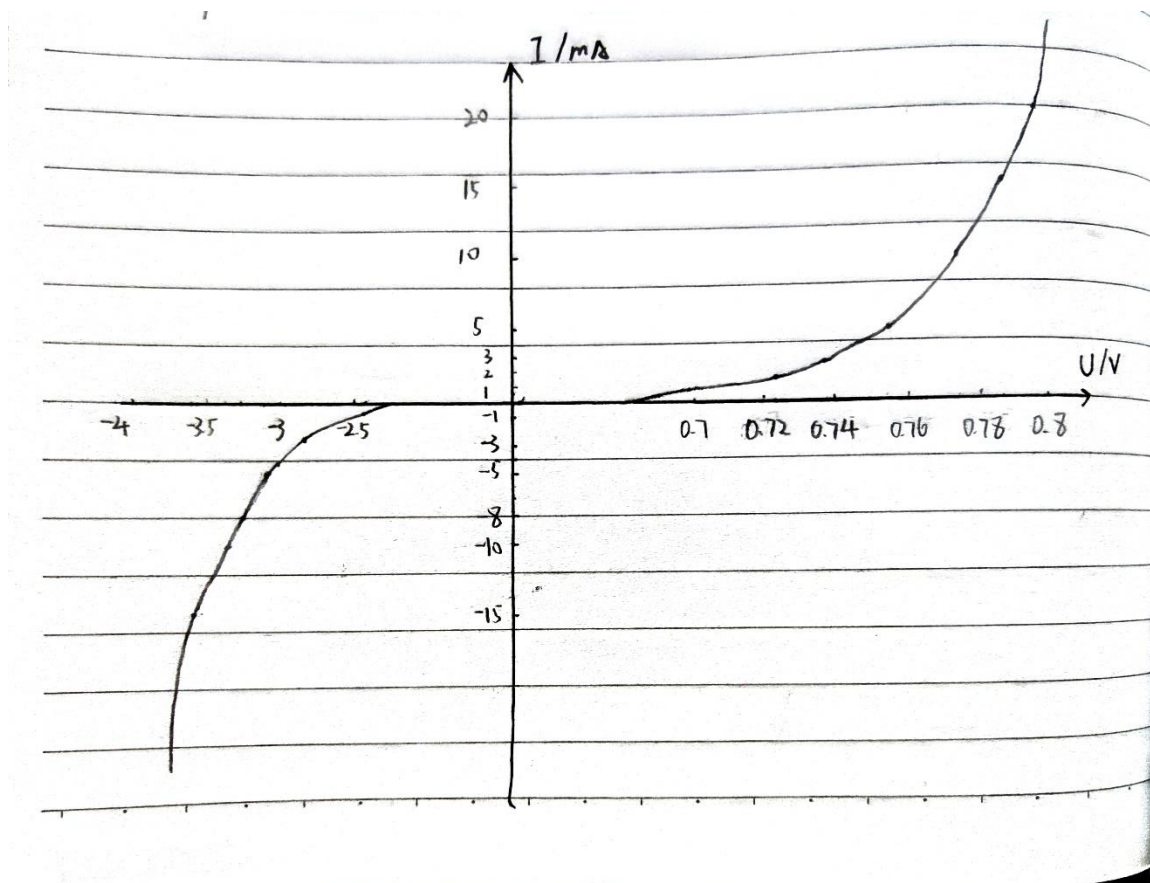
### 一. 测量发光二极管正反向伏安特性



正向 连接	$I_d/\text{mA}$	0	1	3	5	10	15	20
	$V_d/\text{V}$	0	1.80331	1.85828	1.88934	1.93961	1.97374	2.00242
反向 连接	$V_d/\text{V}$	0	-1	-2	-3	-5	-8	-10
	$I_d/\mu\text{A}$	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## 二. 测量稳压管的伏安特性





正向连接	Id/mA	0	1	2	3	5	10	15	20
	Vd/V	0	0.69840	0.72333	0.73738	0.75425	0.77432	0.78590	0.79236
RD / Ω			698.40	361.665	245.793	150.85	77.432	52.393	39.618
反向连接	Vd/V	0	-3	-2.4372	-2.8526	-3.0708	-3.2913	-3.3965	-3.6032
	Id/mA	0	-4.26	-1	-3	-5	-8	-10	-15

### 三. 戴维宁定理和诺顿定理

	1	2	3	4	5
V(V)		8.601			
Voca Vocb(V)			4.310		4.310
Isca (mA)			4.976		
Ro (Ω)	860	860.1		861.2	



## 六、 实验小结

非线性伏安特性曲线思考题：

1. 稳压管的稳压功能利用了特性曲线的哪一部分？在伏安特性曲线上标出。为什么？

利用的是反向击穿部分

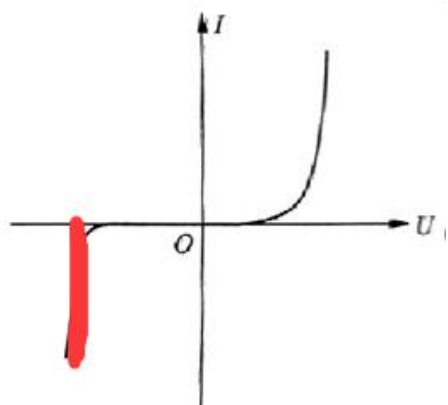
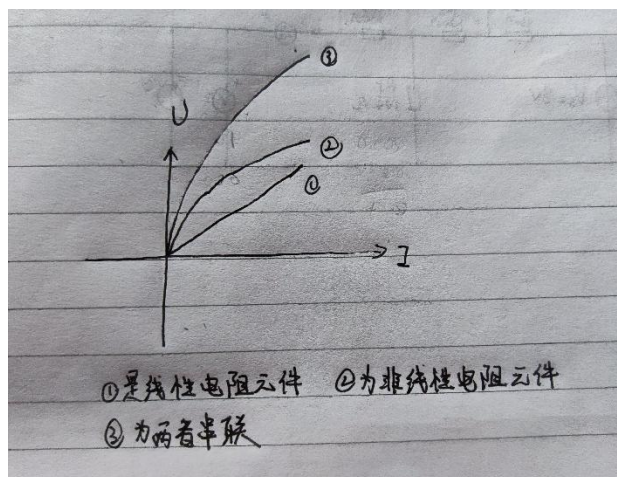


图 5.8 非线性器件伏安特性曲线

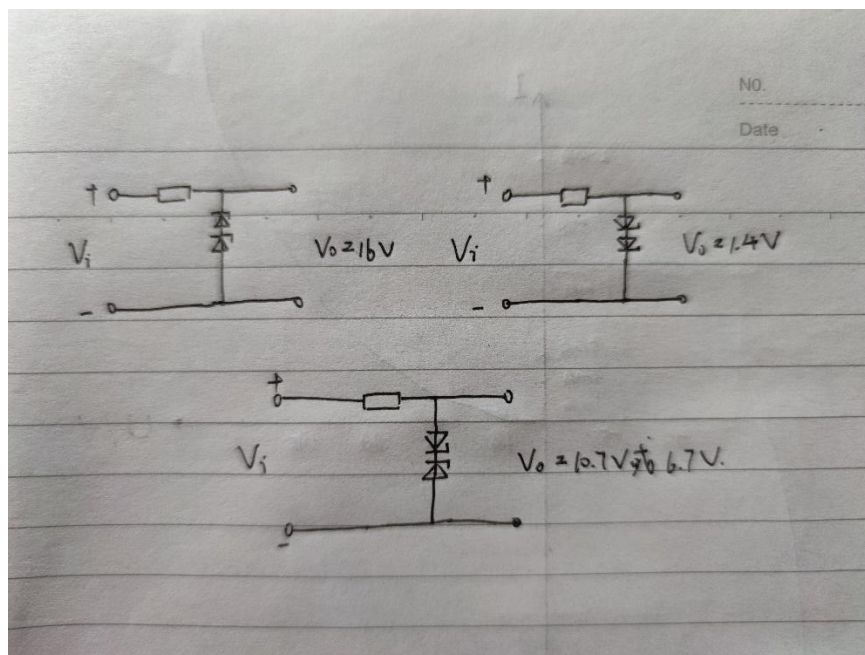
因为在这部分电流增加而电压几乎保持恒定

2. 若给出一个线性电阻元件和一个非线性二端元件的伏安特性曲线，试用图解法画出这

两个元件串联后的伏安特性曲线。

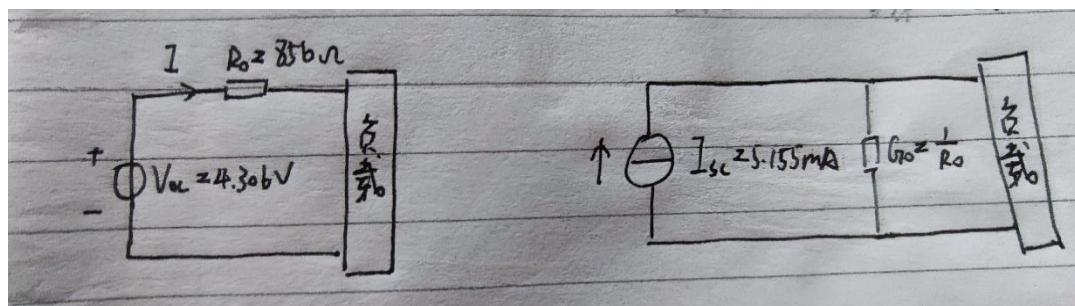


3. 有两只稳压二极管  $VZ1$ 、 $VZ2$ ，其稳定电压分别为  $U_{Z1}=6V$ 、 $U_{Z2}=10V$ ，正向导通压降均为  $0.7V$ 。如果将它们以不同方式串联后接入电路，可能得到几种不同的电压值？试画出相应的串联电路。



### 戴维宁定理和诺顿定理思考题

1. 实验内容 5 中，如果将电压表的“+”端接实验板的 3 端测电压， $V_{oc}$  结果如何？为什么？  
变大，因为电流表会分压。
2. 实验内容 5 的方法避免了电压表内阻对测量开路电压的影响。与之类似，如果电流表内阻与等效电源内阻相比较不能忽略时，仍用电流表直接测量短路电流  $I_{sc}$ ，必将产生很大的误差。为避免这种误差可采用什么方法？画出测试电路并简要说明测试方法。
3. 根据测试结果，画出代维宁等效电源电路和诺顿等效电源电路。



4. 分析实验内容 1~5 产生误差的主要原因及相对大小，核算实验数据的误差是否与分析相符。  
主要原因：电表内阻和电源内阻 误差相对较小 符合

## 七、 附录

