



# 线性电路的线性特性

电路基础实验



## ■ 叠加定理

在线性电路中，当全部激励（独立电压源和独立电流源）同时作用时，线性电路的任何支路的响应（电压或电流），等于每个独立电源单独作用于线性电路时，在该支路产生的响应（电压或电流）的代数和。

$$y_1 = f(x_1), \quad y_2 = f(x_2)$$

$$y_1 + y_2 = f(x_1 + x_2)$$

1.能否直接用导线将电压源短路？

为了确定每个独立源的作用，所有的其他电源的必须“关闭”（置零）：

① 在所有其他独立电压源处用短路代替

2.能否直接把电压源置零？

（从而消除电势差，即令  $u=0$ ；理想电压源的内部阻抗为零（短路））。

② 在所有其他独立电流源处用开路代替

（从而消除电流，即令  $i=0$ ；理想的电流源的内部阻抗为无穷大（开路））。



## ■ 齐次定理

在线性电路中，当全部激励（**独立电压源和独立电流源**）**同时增大/缩小K倍**（K为任意值），其响应（支路电流或支路电压）也相应的增大/缩小K倍。

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

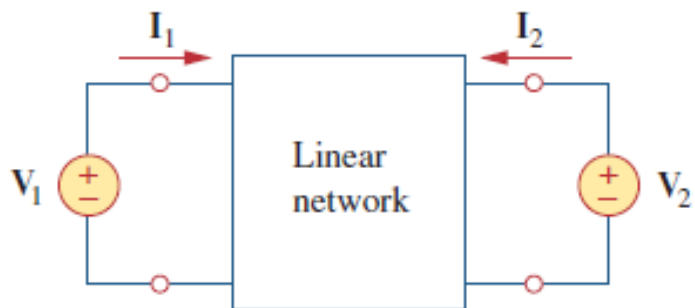
$$ky = f(kx_1, kx_2, \dots, kx_n)$$



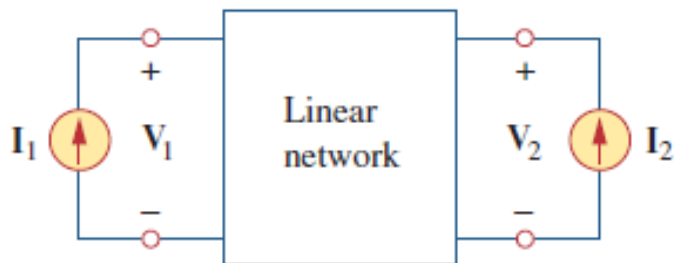
# 不成立的情况



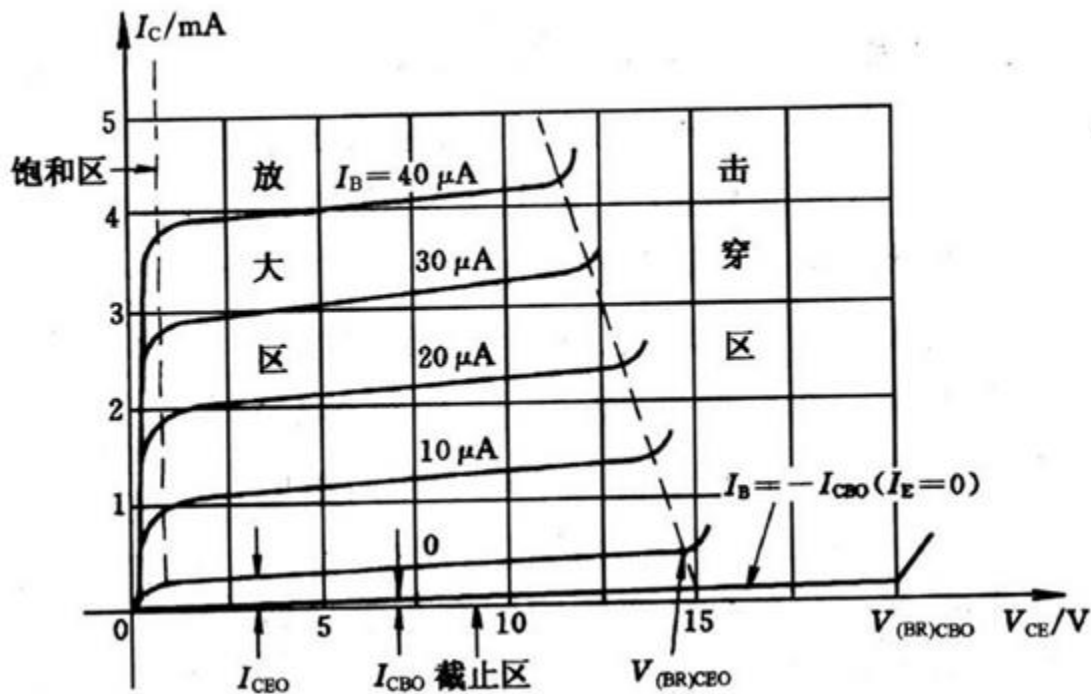
1. 多个理想电源共同作用时，单个理想电源增大/缩小2倍，其响应（支路电流或支路电压），不满足齐次定理
2. 非线性电路（如含有三极管、二极管等），不满足齐次定理



(a)

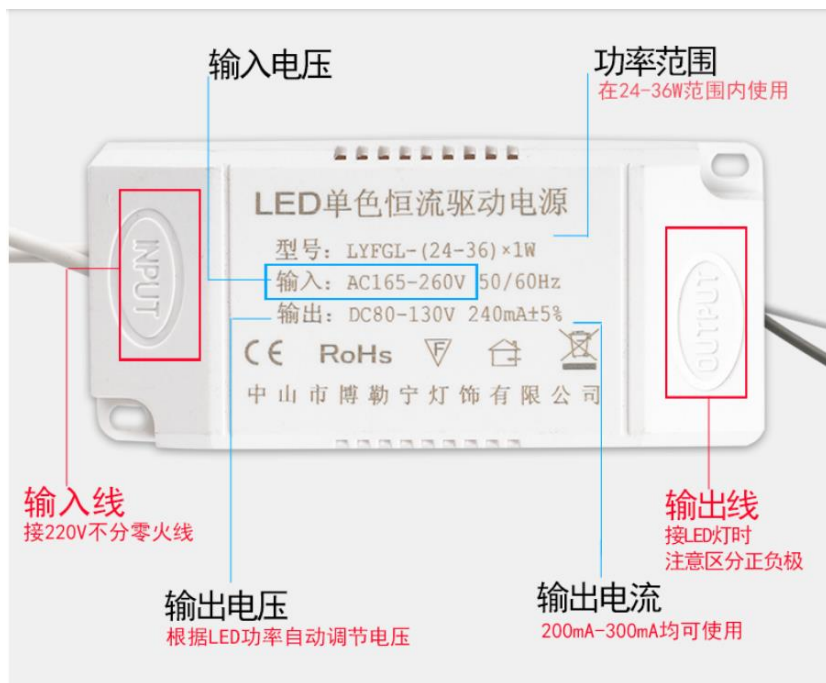


(b)



三极管的伏安特性





## LED驱动电源是恒流源

1. LED: 中文名发光二极管, 其伏安特性与二极管相似。如果用电池供电, 由于其非线性, 很小电压会引起很大电流变化, 这样LED很快就会烧坏, 即使大功率LED也是如此。
2. LED的伏安特性随温度改变, 即使供电电压恒定, 其电流却会随温度变化, 因为LED的二极管特性, 伏安特性具有负温度系数的特点。

这些特性, 决定了LED不适合用稳压电源供电。此外, 电流还会影响亮度, 因此LED需要恒流源驱动



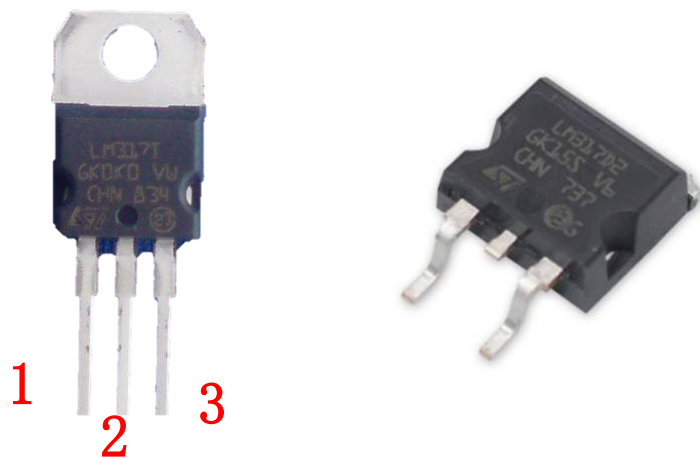
## 三端可调节正电压稳压器

LM317是可调节3-端**正电压稳压器**，在输出电压范围为1.2 伏到 37 伏时能够提供超过 1.5 安的电流。此稳压器非常易于使用，只需要两个外部电阻来设置输出电压。此外还使用内部限流、热关断和安全工作区补偿使之基本能防止烧断保险丝。

LM317服务于多种应用场合，包括局部稳压、卡上稳压。

该器件还可以用来制做一种可编程的输出稳压器，或者 通过在**调整点**和**输出**之间接一个固定电阻，LM317可用作一种**精密稳流器**。

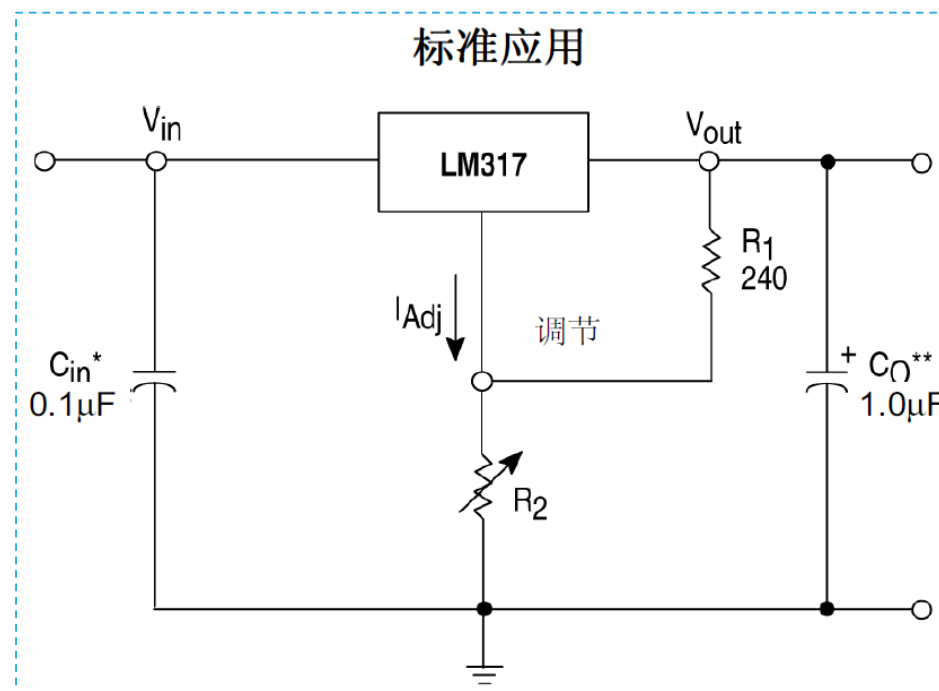
- 输出电流超过 **1.5 安**
- 输出在 **1.2 伏- 37 伏**之间可调节
- 内部热过载保护
- 不随温度变化的内部短路电流限制
- 输出晶体管安全工作区补偿
- 对高压应用浮空工作
- 表面贴装D2PAK形式，和标准3引脚晶体管封装
- 避免置备多种固定电压



(a) 直插式 (b) 贴片式

## 封装形式

管脚：1.调节  
2.Vout  
3.Vin



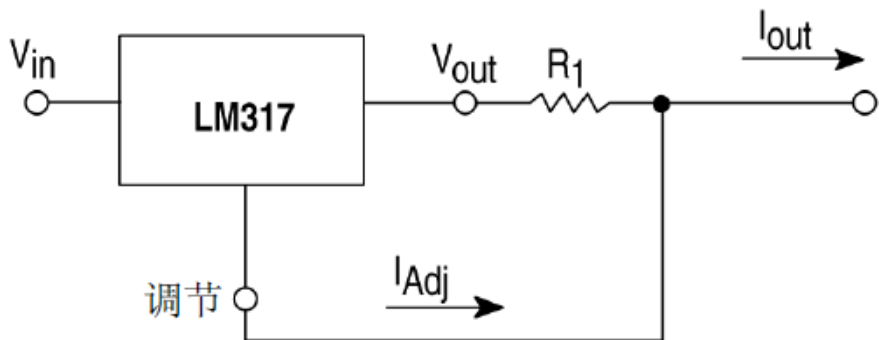
当稳压器离电源滤波器有一定距离时Cin是必需的  
Co对稳定性而言不必要，但改进瞬态响应

$$V_{out} = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{Adj} R_2$$

因为  $I_{Adj}$  控制在小于100uA, 这一项的误差在多数应用中可忽略



图 24. 电流稳压器



$$I_{out} = \left( \frac{V_{ref}}{R_1} \right) + I_{Adj}$$
$$= \frac{1.25 \text{ V}}{R_1}$$

$$10\text{mA} \leq I_{out} \leq 1.5\text{A}$$

因为调节端的电流 ( $I_{Adj}$ ) 在式中代表误差项, 所以 LM317 设计成控制  $I_{Adj}$  小于  $100\mu\text{A}$  并使之保持恒定。为达到这一点, 所有静态工作电流都返回到输出端。这样就需要最小负载电流。如果负载电流小于最小值, 输出电压会上升。

因为 LM317 是浮动稳压器, 所以只有电路两端电压差对性能是重要的, 工作在对地呈高电压也就成为可能。

最大额定值

额定值	符号	值	单位
输入输出电压差	$V_I - V_O$	40	Vdc
功耗			

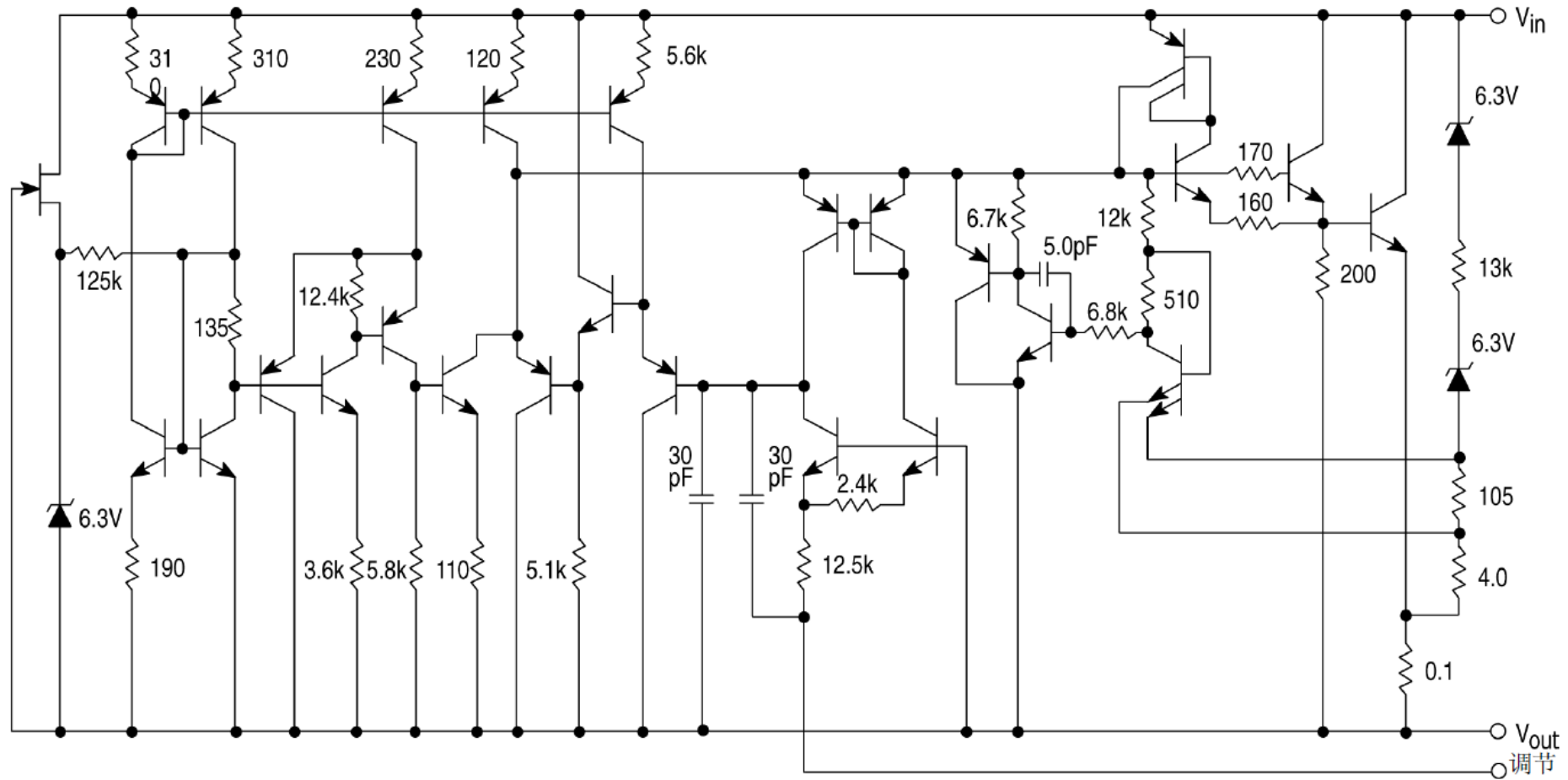
LM317

特性	图	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源调整率 (注 3) $T_A = +25^\circ\text{C}$ , $3.0\text{V} \leq V_I - V_O \leq 40\text{V}$	1	$\text{Reg}_{line}$	-	0.01	0.04	%/V
负载调整率 (注 3) $T_A = +25^\circ\text{C}$ , $10\text{mA} \leq I_O \leq I_{max}$	2	$\text{Reg}_{load}$	-	5.0	25	mV
$V_O \leq 5.0\text{V}$			-	0.1	0.5	% $V_O$
$V_O \geq 5.0\text{V}$						

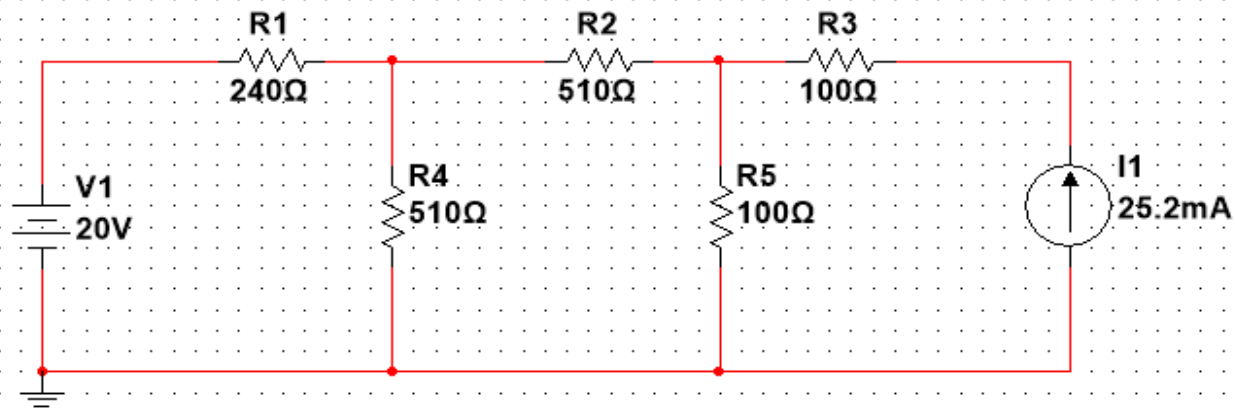




# LM317



器件含 29 个晶体管



验证此线性电路的线性特性。

要求：

- (1) 预习报告。（2分）
- (2) 利用所给芯片搭建电流源，实现25mA和12.5mA恒流输出。（3分）
- (3) 正确实现叠加性操作，记录数据。（2分）
- (4) 正确进行齐次性操作，记录数据。（2分）
- (5) 实验报告（2分）

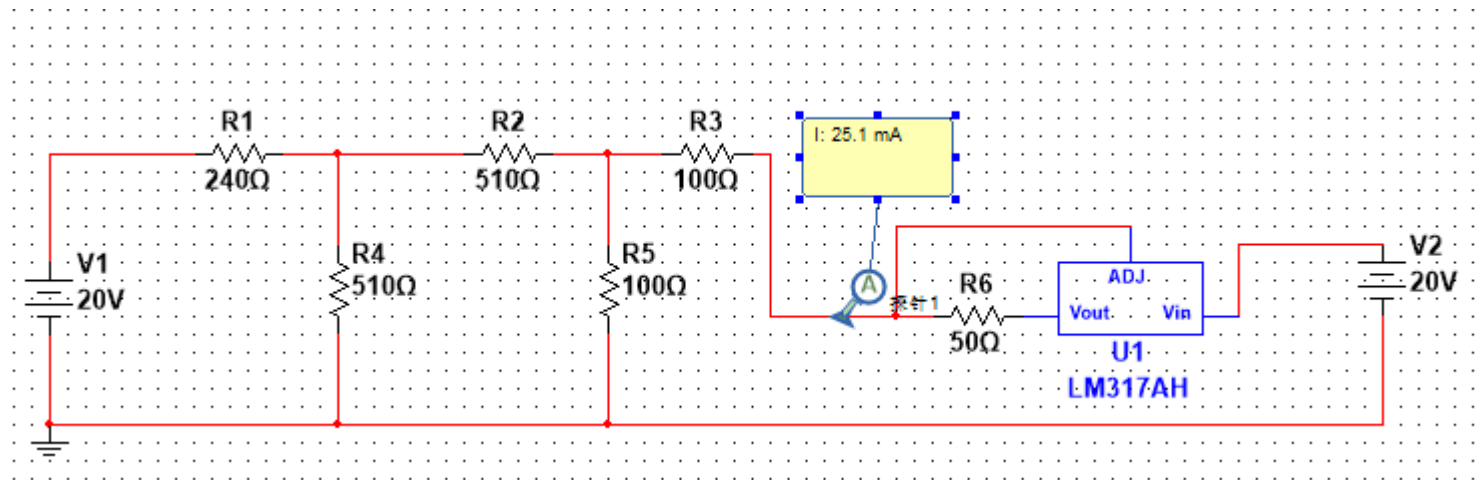


# 实验步骤

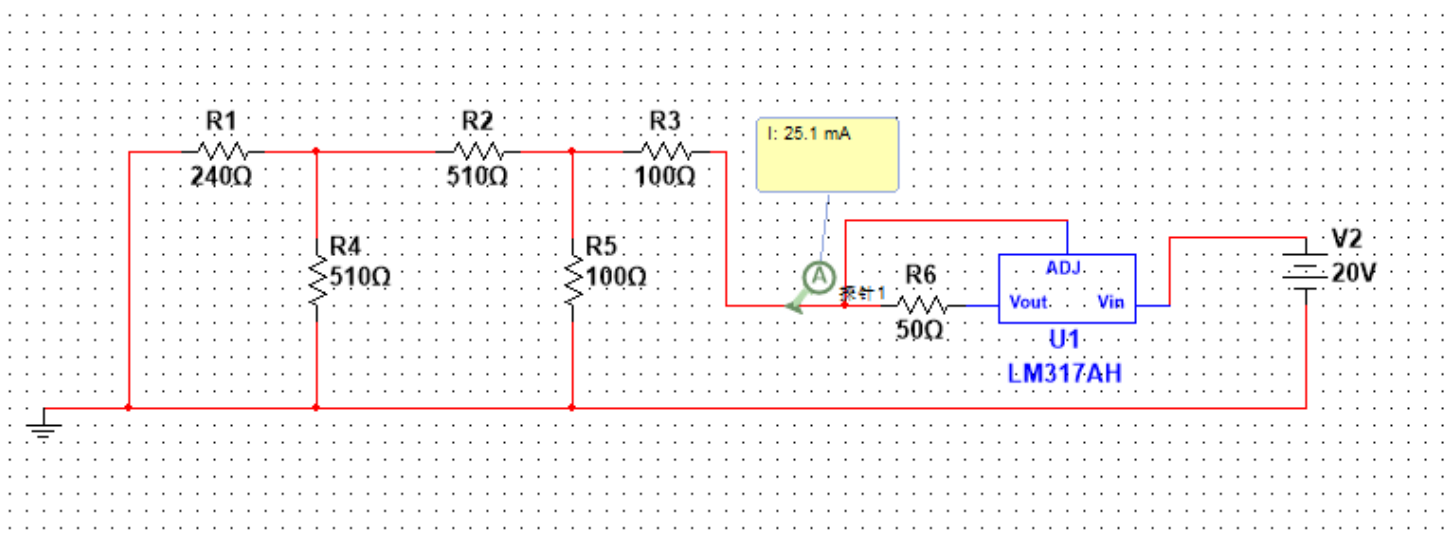


- 1、按正确方法将 LM317 芯片和电阻及电源相连，用万用表测量其输出的电流
- 2、搭建电路，连上电源
- 3、测量电压源（20V）和芯片电流源（25mA）共同工作时各电阻的电压电流
- 4、电压源用导线替代，测量芯片电流源单独工作时各电阻的电压电流
- 5、电流源断路，测量电压源单独工作时各电阻的电压电流
- 6、将电流源和电压源输出的量降低为 1/2 倍（10V 12.5mA），测量此时各电阻的电压电流
- 7、计算对比数据，得出结论

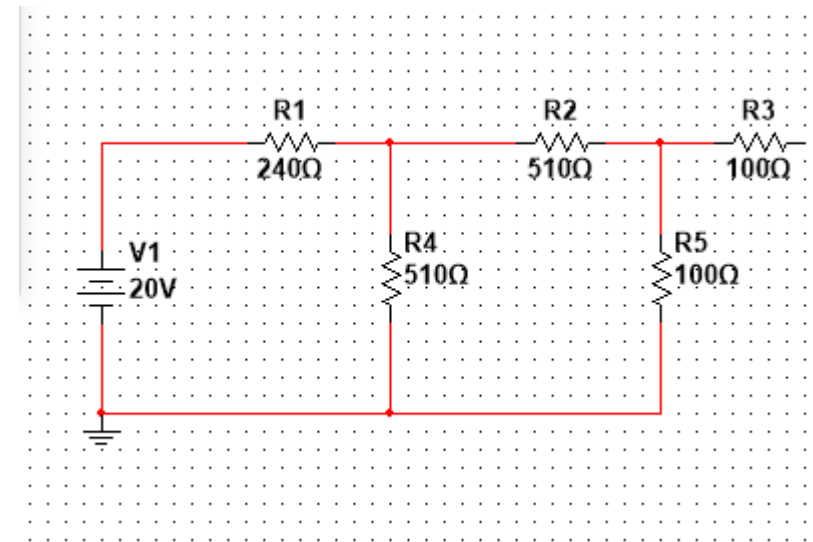
电压源	电流源	U1	U2	U3	U4	U5	I1	I3	I5	I2	I4
20V	25mA										
0V	25mA									课上完成测量加1分	
20V	0mA										
10V	12.5mA										



实验步骤三电路图



实验步骤四电路图



实验步骤五电路图





1. 求戴维南等效电路等效内阻时，可以用哪些实验方法？
2. 如何验证所得戴维南等效电路的正确性？给出实验方案步骤。
3. 自学可调电阻的使用方法。