

实验一 制流和分压电路的研究

【实验目的】

1. 了解制流电路和分压电路的原理及应用；
2. 掌握基本电路的连接方法；
3. 学会基本仪器的使用方法。

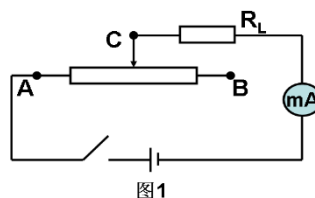
【实验原理】

1. 制流电路

制流基本电路如图 1 所示，当 AC 间电阻改变时，改变了电路中的总电阻，从而起到限制电流的作用。

$$I = \frac{E}{R_{AC} + R_L} \quad (\text{忽略电源内阻的情况下})$$

$$I_{\max} = \frac{E}{R_L}, \quad I_{\min} = \frac{E}{R_L + R_0}$$



故：制流电路不可能调节到电流为零，只能使电流在一定范围内变化。其范围为：

注：为了保证安全，在接通前，必须将 C 滑至 B 端。如果 R_L 为二极管等小功耗用电器，需与此用电器串联一个电阻作为保护电阻。

一般情况下负载 R_z 中的电流为

$$I = \frac{E}{R_L + R_{AC}} = \frac{\frac{E}{R_0}}{\frac{R_L}{R_0} + \frac{R_{AC}}{R_0}} = \frac{I_{\max} \beta}{\beta + K}, \quad \text{式中 } \beta = \frac{R_L}{R_0}, K = \frac{R_{AC}}{R_0}.$$

图 2 表示不同 β 值的制流特性曲线，从曲线可以清楚地看到制流电路有以下几个特点：

- (1) β 越大电流调节范围越小；
- (2) $\beta \geq 1$ 时调节的线性较好；
- (3) β 较小时（即 $R_0 \gg R_L$ ）， β 接近 0 时电流变化很大，细调程度较差；
- (4) 不论 R_0 大小如何，负载上通过的电流都不可能为零。

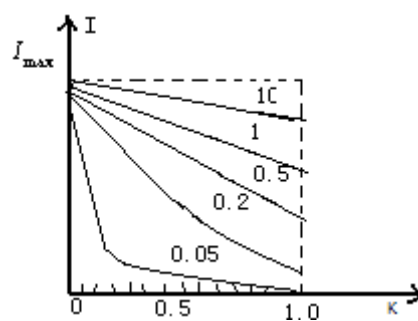


图 2

2. 分压电路

分压基本电路如图 2 所示。如果负载电阻无穷大，则可以认为负载上没有电流，则负载上的电压可以认为电阻 R_{AC} 所分配到的电压。当 C 滑到 B，则负载电阻上的电压为 E，当 C 滑到 A，则负载上的电压为零。故起电压调节范围为 0~E

定义电阻比：。

定义负载电阻与变阻器全电阻之比： $\beta = \frac{R_L}{R_0}$

定义分压电路的分压比： $Y = \frac{U_L(x)}{E}$

很容易可以推导出他们之间的关系，

$$Y = \frac{U_L(x)}{E} = \frac{K(x)\beta}{K(x)[1-K(x)] + \beta}$$

根据上式可得：不同的 β ，分压比与电阻比不同，可画出不同 β 值时的 $Y-K(x)$ 图线（如图 3）。由图线可知， β 越大，调节越均匀。但此时变阻器上消耗的电功率越大，因此在选择分压电路的滑动变阻器时，应权衡考虑。

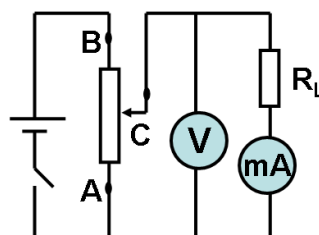


图 3

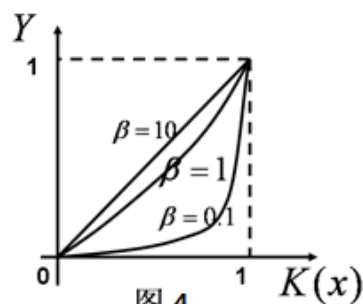


图 4

【实验仪器】

直流电源、电位器（ $1\text{k}\Omega$ 1 个）、电阻箱、多用数字电表、插件板、短路片（多片）、导线（若干根）

【实验步骤】

1. 制流电路

- （1）使用万用表欧姆档定标全电阻为 $1\text{k}\Omega$ 的电位器，记录下 a,b,c,d,e,f,g 七个点对应的具体电阻值，并计算出对应 K 值。
- （2）按如图 1 连接电路，电源先不接入电路，电位器作为限流电阻，电阻箱为负载电阻，依次调整为 $20\ \Omega$ ， $100\ \Omega$ ， $200\ \Omega$ ， $400\ \Omega$ ， $1\text{k}\Omega$ ， $2\text{k}\Omega$ 。

注意万用表红线插在 mA/uA 孔。

- （3）电位器调至最大。
- （4）调节电阻箱至（下一个）给定值，算出对应 β 值。
- （5）按下 output 键，调节电源至 1.5V ，若指示灯为红色导致电源电压升不上去，只需将 current 旋钮向右调至指示灯变为绿色即可。调整好电压，再接入电路。
- （6）将电位器由大调小，记录下 g,f,e,d,c,b,a 七个点对应的电流值。注意万用表 mA/uA 孔的额定电流为 400mA ，请在电流值接近 400mA 时，换 A 孔插入。否则可能烧坏万用表保险丝，实验成绩扣十分。
- （7）断开电源（再按一次 output 键，指示灯熄灭）。因不切断电源就开始调整电路，导致电路短路的同学，实验成绩扣十分。
- （8）跳转至步骤（3），直至所有负载电阻值都测得数据。
- （9）作出不同 β 条件下的 $I-K(X)$ 曲线图；

2. 分压电路

- （1）使用万用表欧姆档定标全电阻为 $1\text{k}\Omega$ 的电位器，记录下 a,b,c,d,e,f,g 七个点对应的具体电阻值，并计算出对应 K 值。若先做了制流实验，此步骤可不必重复。注意这里的 K 值为制流实验中的 $1-K$ 值。
- （2）按如图 2 连接电路，电源先不接入电路，电位器为分压滑动电阻，电阻箱为负载电阻，依次调整为 $20\ \Omega$ ， $100\ \Omega$ ， $200\ \Omega$ ， $400\ \Omega$ ， $1\text{k}\Omega$ ， $2\text{k}\Omega$ 。

注意测电流的万用表红线插在 mA/uA 孔，测电压的万用表红线插在 V/ Ω 孔。

- (3) 将电位器调至 g 点。
- (4) 调节电阻箱为（下一个）给定值，并算出对应 β 值。
- (5) 按下 output 键，调节电源至 1.5V，若指示灯为红色导致电源电压升不上去，只需将 current 旋钮向右调至指示灯变为绿色即可。调整好电压，再接入电路。
- (6) 将电位器由大调小，记录下 g,f,e,d,c,b,a 七个点对应的电压值。注意万用表 mA/uA 孔的额定电流为 400mA，请在电流值接近 400mA 时，换 A 孔插入。否则可能烧坏万用表保险丝，实验成绩扣十分。
- (7) 断开电源（再按一次 output 键，指示灯熄灭）。因不切断电源就开始调整电路，导致电路短路的同学，实验成绩扣十分。
- (8) 跳转至步骤（3），直至所有负载电阻值都测得数据。
- (9) 作出不同 β 条件下的 Y-K(X) 曲线图。
- (10) 做完所有实验请关闭所有电源，拔下插头，万用表调至 OFF 档，实验器材放入收纳盒中，忘记这一步的同学实验成绩扣十分。

思考题：

- 1、图 1 中，现可变电阻的 B、C 端未接一根线能起到制流的作用，若在 B、C 端上接一根线也能起到制流的作用，则两种接线方式有什么不同？对实验的过程和结果会有什么影响？
- 2、制流电路与分压电路有何相同之处，又有何不同之处？
- 3、分析制流电路或分压电路中的关系图有何作用？
- 4、如何运用分压原理，从 1.5 伏的电源电压中分出千分之一的结果？（写出实际可行的方案）