

电路原理实验报告

实验名称 三端变阻器

班 号 计 51

实验日期 2016年9月26日

实验者 金瑾

同 组 人 张耀楠

成绩评定: 92

多思考、多总结

教师签名:

李

评阅日期:

10.17



实验一：三端变阻器

- 实验目的：
1. 以三端变阻器的调节特性为例，了解在使用变阻器时如何进行综合考虑。
 2. 用实验的方法研究三端变阻器的分压特性。
 3. 学习分析和处理实验数据的方法。
 4. 学习画实验曲线。

实验说明：1. 三端变阻器的技术规格。

(1) 阻值 R 。

(2) 电流容量 I 或允许功率 P 。

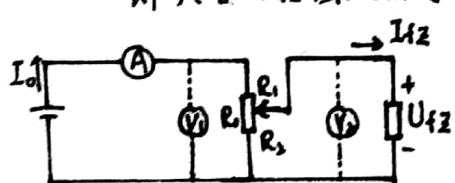
允许功率 P 和电流容量 I 与阻值 R 之间有下列关系。

$$I^2 R = P \quad \text{或} \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

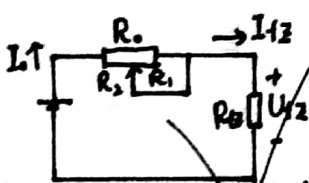
2. 三端变阻器的连接方式。

(1) 如果电源是电压源，常采用 (a) 接法或 (b) 接法，即分压器式和变阻器式。

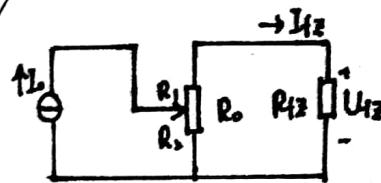
(2) 如果电源是电流源，则常用 (c) 接法，由图有 $I_{f2} = \frac{R_2}{R_{f2} + R_0} I$ ，即只要 R_{f2} 固定，则 I_{f2} 与 R_2 成正比关系，可线性调节负载电流值。



(a) 分压器式



(b) 变阻器式



(c) 电流源接法

3. 三端变阻器采用分压器接法时的技术要求。

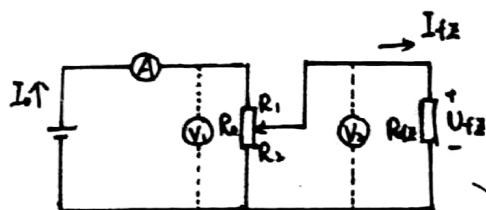
(1) 通过调节 R_2 ，可容易地调出某一所需 U_{f2} ，应避免 R_0 与 R_{f2} 的阻值配置不当。

(2) 变阻器要经济耐用，务使变阻器的任何部分在任何情况下所通过的电流不超过允许值。

(3) 电源输出的电流必须比较小， R_0 要选得尽可能大一些。



实验电路图:



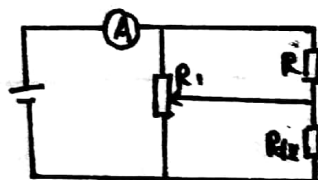
实验任务: 1. 对于上图, 令 $R_0 = 10 \times 100 \Omega$, 电源电压 $U_s = 2V$. 取四种不同负载情况下的数据 (即改变变阻器的可动端, 记下负载电压 U_{L2}) 填入下列数据表格. 四种负载情况分别为 $R_{L2} = \infty, 10k\Omega, 1k\Omega, 100\Omega$. 实验时 U_{L2} 为电压表 V_2 的读数 (实验时电压表 V_1, V_2 为同一块表). 电流表用以监视电流 I .

$R_0 = 10 \times 100 \Omega, U_s = 2V$ (用电压表 V_1 保持).

2. 在上图电阻 R_1 上并联固定电阻 R .

令 $R = R_{L2} = 100 \Omega, U_s = 2V$. 记录 U_{L2} 随 R_0 变化的数值.

电路如右图所示:



实验设备:

变阻器 $10 \times 100 \Omega, 0.1A$

负载电阻 $100 \Omega, 1W$

$1000 \Omega, 10000 \Omega, 1W$

稳压电源

电压表、电流表 (数字多用表)

1个

2个

1台

各1块.

实验数据及处理状况.

任务1.2

$R_0 = 10 \times 100 \Omega$.

$U = 2.00V$.



$R_1(Q)$ $R_2(Q)$ $U_{R2}(V)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
∞	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
10k	0.00	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.17	1.37	1.57	1.78	2.00
1k	0.00	0.18	0.35	0.50	0.65	0.80	0.97	1.16	1.38	1.65	2.00
100	0.00	0.10	0.15	0.19	0.24	0.28	0.35	0.45	0.61	0.95	2.00
100(改进)	0.00	0.12	0.26	0.43	0.63	0.91	1.04	1.08	1.14	1.29	2.00

画通用曲线数据处理表

$R_0 = 10 \times 100 \Omega$ $U = 2.00V$

R_2/R_0 U_{R2}/U	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
∞	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
10k	0.00	0.10	0.20	0.30	0.39	0.49	0.59	0.69	0.79	0.89	1.00
1k	0.00	0.09	0.18	0.25	0.33	0.40	0.49	0.58	0.69	0.83	1.00
100	0.00	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.23	0.31	0.48	1.00
100(改进)	0.00	0.36	0.43	0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	0.57	0.65	1.00

“实验报告要求”中的问题

1. 为使调压特性 $R_2/R_0 = 0.5$ 时能有 $U_{R2}/U \geq 0.4$ ，比值 R_{R2}/R_0 应在 1 以上。
在本图中， R_{R2}/R_0 可以是 10 或 ∞ 。

2. 串联前电路。

$$U_{R2} = \frac{R_{R2} R_0}{R_0 (R_0 + R_0) - R_0^2} U \quad \therefore K = \frac{R_{R2}}{R_0} = 0.1, \quad \therefore \frac{U_{R2}}{U} = \frac{R_0}{R_0}$$

$$\therefore \gamma = \frac{U_{R2}}{U} = \frac{R_{R2} R_0}{R_0 (R_0 + R_0) - R_0^2} = \frac{k \alpha}{\alpha + k - \alpha^2} \quad \therefore \frac{d\gamma}{d\alpha} = \frac{k(\alpha + k)}{(\alpha + k - \alpha^2)^2}$$



并联后电路.

$$U_{12} = \frac{R_1 R_{12} / (R_2 + R_{12})}{R(R_2 - R_2) / (R_2 - R_2 + R) + R_1 R_{12} (R_2 + R_{12})} U$$

$$y_2 = \frac{U_{12}}{U} = \frac{x(1-x+k)}{k+2x-2x^2}$$

$$\frac{dy_2}{dx} = \frac{2xk(x-1)+k^2+k}{(k+2x-2x^2)^2}$$

x	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
$\frac{dy_2}{dx}$	1.00	0.30	0.21	0.20	0.22	0.29	0.40	0.61	1.09	2.52	11.0
$\frac{dy_1}{dx}$	11.00	1.17	0.44	0.25	0.18	0.17	0.18	0.25	0.44	1.17	11.0

[由表格可见,开始时,未改进方案的斜率较小,改进后方案斜率较大. 随后,前者斜率减小.]

由表格与图像可见,未改进方案开始斜率较小,后逐渐增大.在中间部分,与 $R_{12}/R_2 = \infty$ 曲线偏离较大.改进方案开始斜率较大,后逐渐减小,再逐渐增大.在中间部分,与 $R_{12}/R_2 = \infty$ 曲线偏离较小.而在前端与后端,偏离较大.因此,改进后方案的优点是,在 $0.3 < R_2/R_1 < 1$ 时.

调压特性较好.在 $0 < R_2/R_1 \leq 0.3$ 时,调压特性比未改进时差.符合线性地符合线性或 $0.9 \leq R_2/R_1 < 1$ 时.

实验应注意的地方

- (1) 合理安排接线与元器件位置.否则,很容易造成线路混乱,难以检查电路问题.
- (2) 先接支路,后接电源
- (3) 实验时,要始终注意保证 $U_s = 2V$.很容易因电阻的改变导致 U_s 的改变.在每一次实验记录数据之前都要核实
- (4) 要保证线路良好接触.否则电表示数会大幅波动.



实验结论:

1. 未并联电阻 (未改进) 时:

随着 R_{12}/R_0 值的改变, 电路有着不同的调压特性. 当 $R_{12}/R_0 = \infty$ 时, 调压特性最好, 最符合线性. 随着 R_{12}/R_0 的减小, 调压特性越来越不符合线性. 尤其是 $R_{12}/R_0 = 0.1$ 时, 在 $R_2/R_0 \in (0.90, 1.00)$ 时变化极大, 极难校准. 因此, 每次进行此类实验时, 必须要认真校准, 否则会出现极大误差.

为使调压特性 $R_2/R_0 = 0.5$ 时能有 $U_{12}/U_s > 0.4$, R_{12}/R_0 应 > 1 (或 ≥ 1.0).

为得到实用调压特性, R_{12}/R_0 应 ≥ 1 .

2. 改进后.

具体分析已在上文讨论过. 改进后电路在 $R_2/R_0 \in (0.00, 0.30) \cup (0.90, 1.00)$ 时, 调压特性比未改进时要差. 在 $R_2/R_0 \in (0.30, 0.90)$ 时, 调压特性比未改进时要好.

实验误差:

随机误差: ① 电表读数的误差

② U_s 的误差

③ 接触不良导致的误差

系统误差

① 实验电阻阻值的准确度, 装置的精确度

② 电表自身的波动.

以 R_2/R_0 为自变量, U_{12}/U 为参变量做图. 努力图做出平整光滑的曲线.

若有实验数据偏差过大, 应将这些点舍去或重测.



思考题:

1. 分析改进前后的电路优缺点.

具体分析见上文

2. 对于 1.2(a) 电路, 试说明为了得到实用的调压特性, 应如何选取 R_{f2}/R_0 的值?

由图像得 $\frac{R_{f2}}{R_0} \gg 1$, 才能得到较好的调压特性.

3. 为什么在 R_{f2}/R_0 较小时, 曲线变化极大?

(由 $\frac{dy}{dx} = \frac{R_{f2}/R_0}{(x+R_{f2}/R_0)^2}$ 可得)

设 $R_{f2}/R_0 = x$, $U_{f2}/U = y$

设 $R_{f2}/R_0 = x$, $U_{f2}/U = y$, $R_2/R_0 = k$

$$\therefore y = \frac{x}{x+1-k}$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = \frac{1-k^2}{(x+1-k)^2}$$

$$\therefore 1-k^2 > 0$$

\therefore 可知, 当 x 减小时, 在 $x \in ($

设 $R_{f2}/R_0 = x$, $U_{f2}/U = y$, $R_2/R_0 = k$

$$\therefore y = \frac{kx}{x+k-k^2} \quad k \in (0, 1)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{k^2-k^3}{(x+k-k^2)^2}$$

\therefore 可知, 当 k 接近 1 时, x 越小,

y 越大.

\therefore 曲线变化极大.

4. 随着 R_{f2} 不断减小, 电压表测得 U_s 的值会改变, 应如何调节 U_s , 才能使电压表示数始终为 2V?

随着 R_{f2} 减小, 路端电阻减小, 电源内阻分压增大, 反之同理. 因此, 在将 R_{f2} 减小过程中, 要加大 U_s 输出值.

当然, 我们也可以知道, 在 R 由 0 变为 R_0 过程中, 应先增大 U_s 输出, 再减小 U_s 输出, 才能保证电压表示数始终为 2V.

(3, 4 题为自行思考的题目).



实验表格

$R_{fz}(\Omega) \backslash R_2(\Omega)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$U_{fz}(V)$											
∞	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
10k	0.00	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.17	1.37	1.57	1.78	2.00
1k	0.00	0.18	0.35	0.50	0.65	0.80	0.97	1.16	1.38	1.65	2.00
100	0.00	0.10	0.15	0.19	0.24	0.28	0.35	0.45	0.61	0.95	2.00
100(改进)	0.00	0.72	0.86	0.93	0.97	1.00	1.04	1.08	1.14	1.29	2.00

桌号: A16

仪器编号: 电路实验箱: 11029498

电源: 15033980

电流表: 15028065

电压表: 15021546

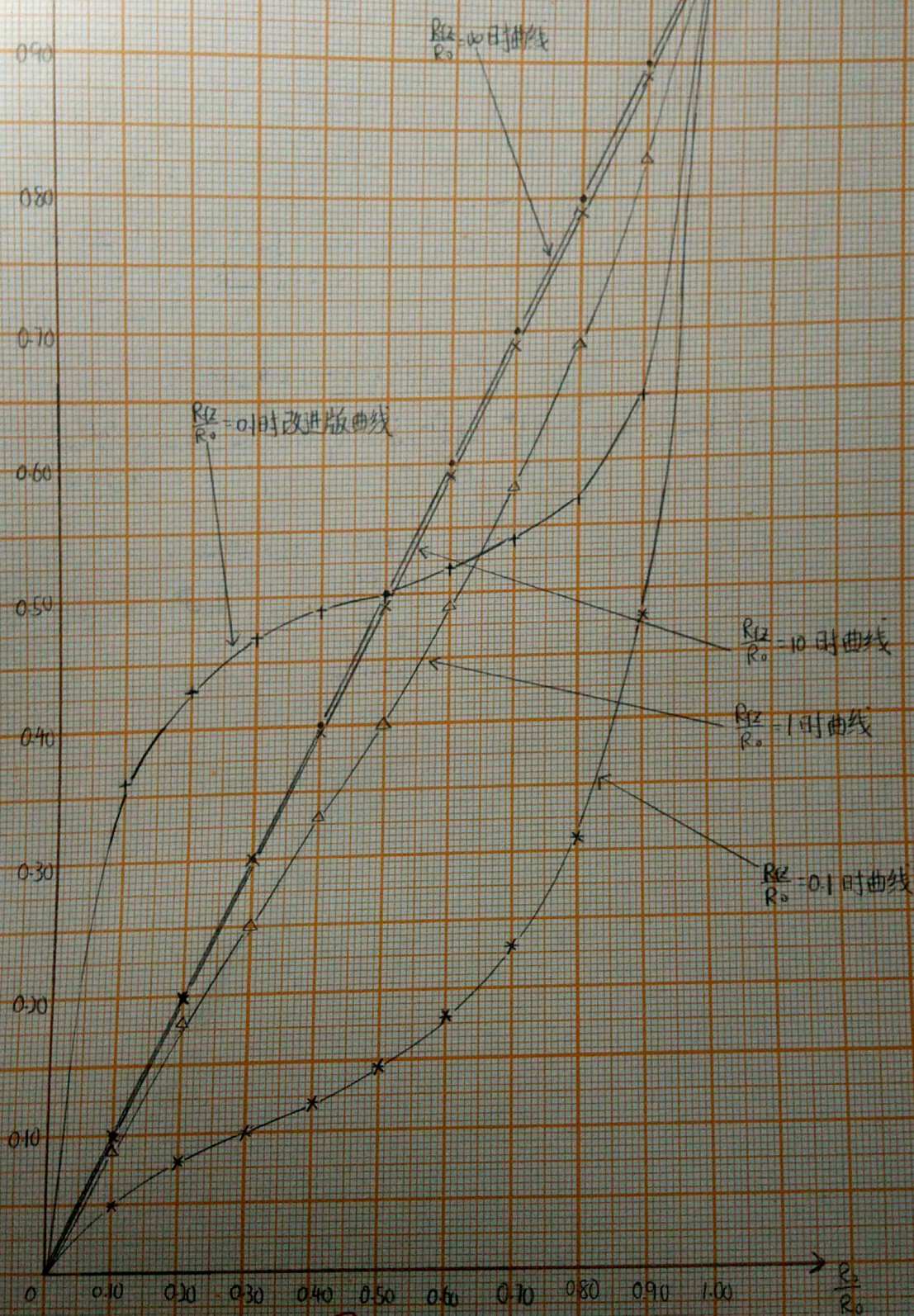
学号: 2015011379



分压器调压特性图

作图人 全子强

2016年9月29日



周子强

