

电 子 学 实 验 指 导 书

无 锡 轻 工 业 学 院

一 九 八 二 年 五 月

目 录

实验一. 半波整流及示波器的使用

实验二. 桥式整流电路

实验三. 三极管简易测试

实验四. 晶体三极管特性测试

附: 用万用表测试晶体三极管的方法

实验五. 电子继电器

实验六. 单管低频放大器

实验七. 推挽功率放大器

附: XD7型音频讯号发生器输出电压表读数法.
毫伏计使用注意事项.

实验八. RC移相式振荡器

附: 利用示波器测频率的方法简介.

实验九. 串联式晶体管直流稳压电源

实验十. 单结晶体管触发电路及可控硅调压电路

实验十一. 双稳态触发电路

实验十二. 单稳态触发电路

实验十三. 自激多谐振荡器

附录一. 阴极射线示波器用法简介

附录二. XD7型低频信号发生器使用说明

附录三. 音频——1甲音频信号发生器使用说明

附录四. 真空管电压表用法简介

附录五. SR8二踪示波器用法简介

实验一 半波整流及示波器的使用

一、目的：

1. 学习示波器的使用方法。
2. 学习用万用表 Ω 档判断二极管的极性和好坏。
3. 学习电子电路的焊接技术。
4. 熟悉半波整流和电容滤波的作用原理。

二 器材：

二极管 2Cp10 $\times 1$

$\frac{1}{8}W$ 电阻 $100\Omega \times 1$

$5.1K\Omega \times 1$

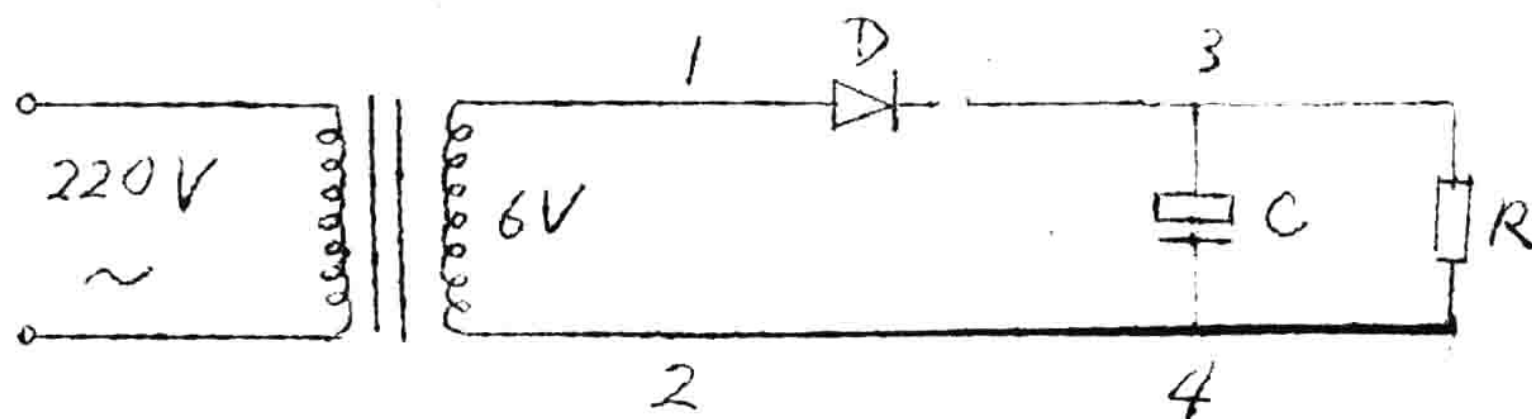
电解电容 $100\mu F/15V \times 1$

电源变压器 $220V/6V$

万用表 MF—30.

示波器 SB—14

三 实验电路：



实验1 电路图

四 实验任务与步骤：

1. 示波器使用：（以SB—14为例）
 - (i). 开机前各旋钮应放在合适的位置，即：
i). “Y轴移位” “X轴移位” “辉度” “聚焦” “Y轴增幅” “X轴增幅” 诸旋钮宜旋到中间位置。
 - ii). “Y轴衰减” 视被观测信号的幅值而定，一般情况可旋到“10”或“100”。

实验二. 桥式整流电路

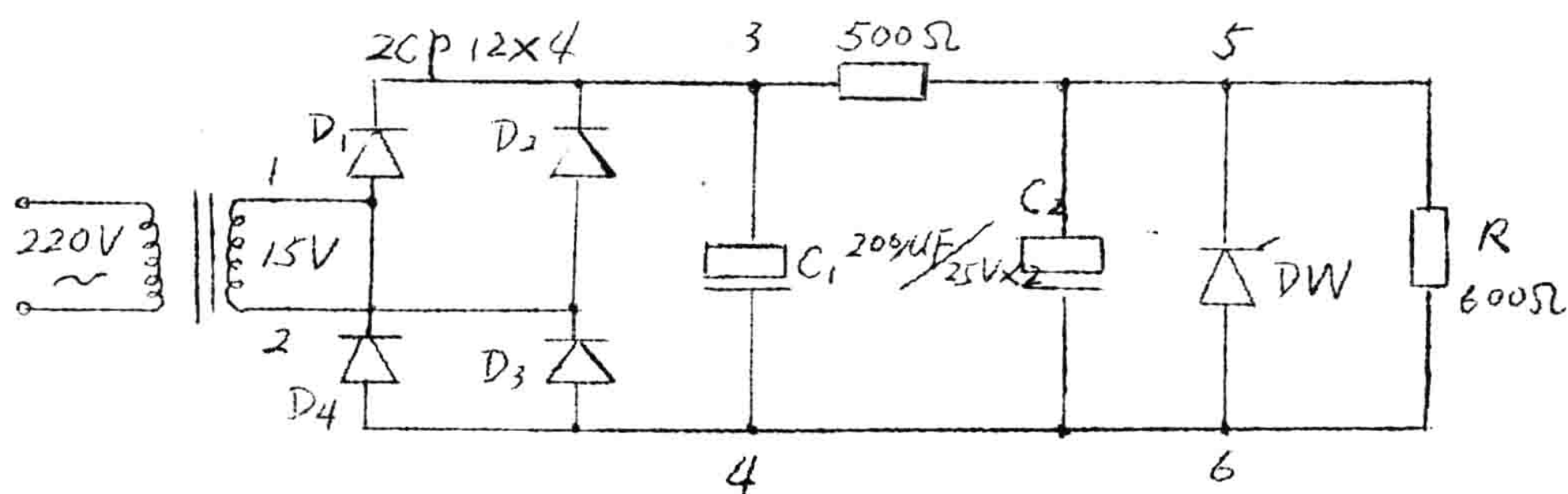
一. 目的

1. 了解桥式整流和 π 型滤波的作用原理.
2. 了解稳压管的稳压作用.

二. 器材

二极管 $2CP10 \times 4$ 稳压管 $2CW6 \times 1$ $1/8W$ 电阻 $300\Omega \times 1$ $600\Omega \times 1$ $1/2W$ $500\Omega \times 1$ 电介电容 $200\mu F/25V \times 2$ 电流变压 $220/15V$ 万用表 $MF-30 \times 1$ 示波 $SB-14 \times 1$

三. 实验电路图



实验2 电路图.

四. 实验任务与步骤:

1. 检查元件好坏.
2. 按图焊接线, 经教师检查后通电实验.
3. 断开 C_1, C_2 和 DW .

(1). 用万用表分别测量

U_{12} 交 = _____ 伏

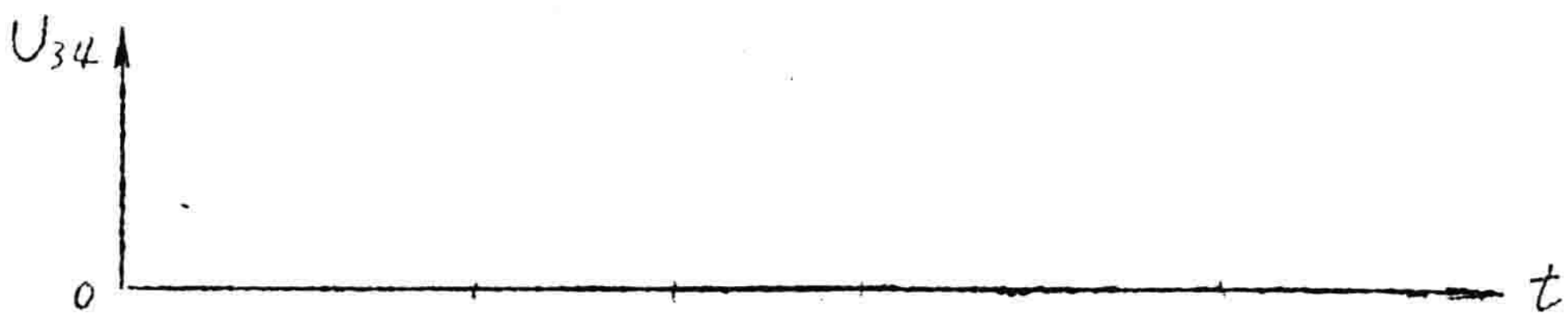
U_{34} 直 = _____ 伏

U_{56} 直 = _____ 伏.

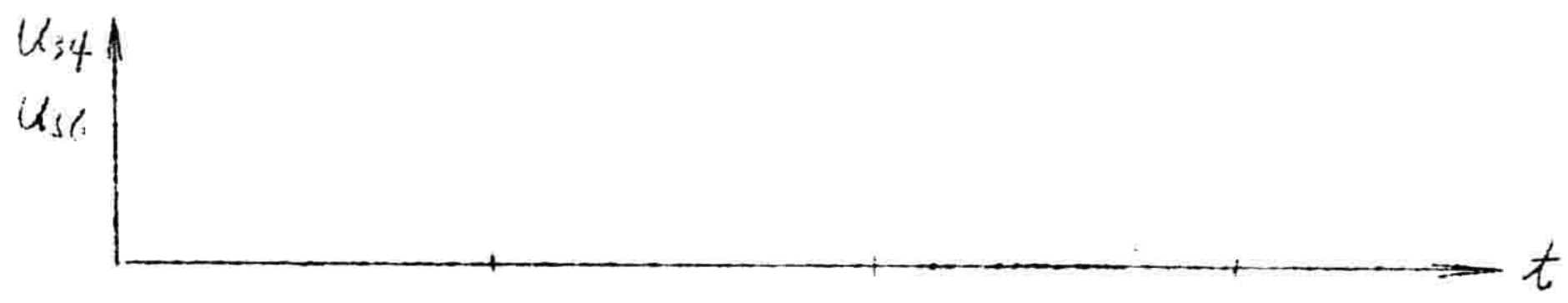
(2). 用示波器观察 1. 2 两点和 3. 4 两点和 5. 6 两点

~3~

的电压波形，并画下来。



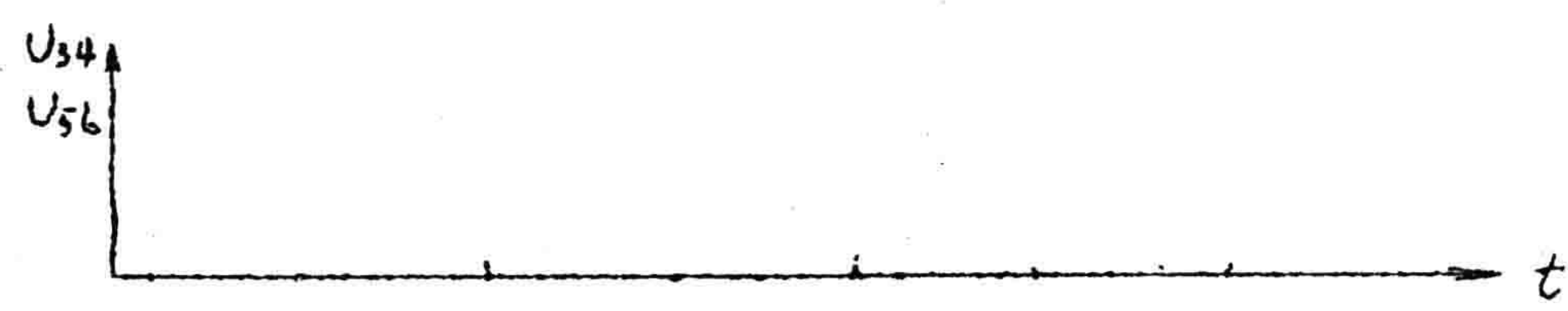
4. 接入DW 用示波田观察3、4两点和5、6两点的电压波形并画下来。



5. 脱开DW、接入C₁

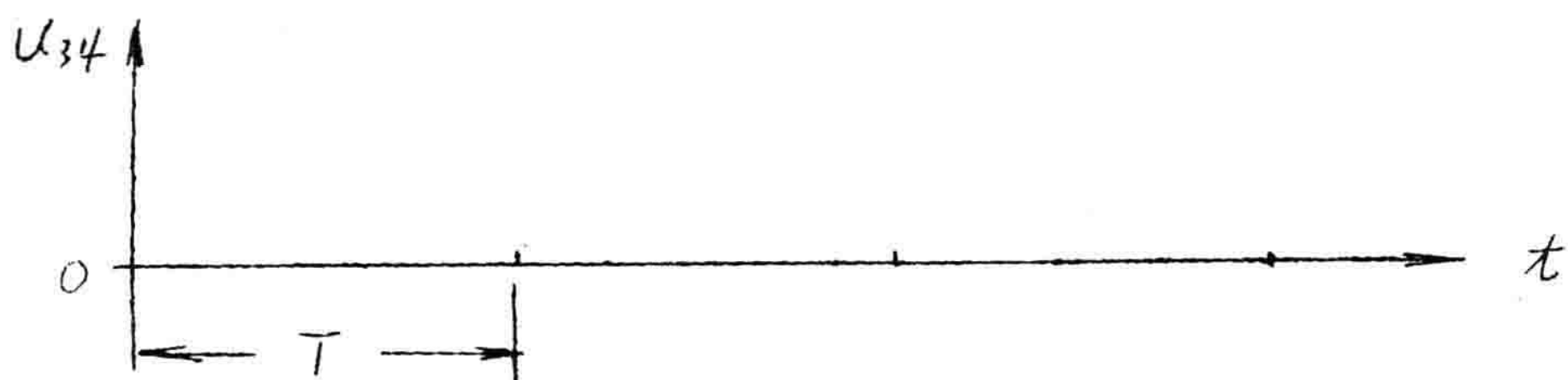
- (1). 用万用表分别测量 U_{34} 直=_____伏
 U_{56} 直=_____伏

(2). 用示波田观察3、4两点和5、6两点的波形，并画下来

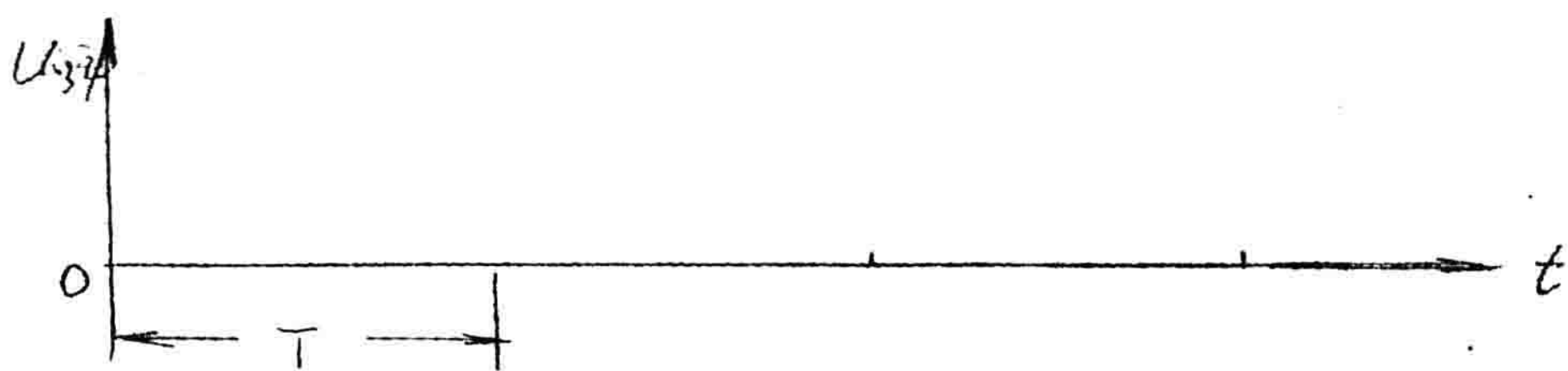


注意：以上各试验比较交流信号幅度时，必须保持Y轴增幅不变。

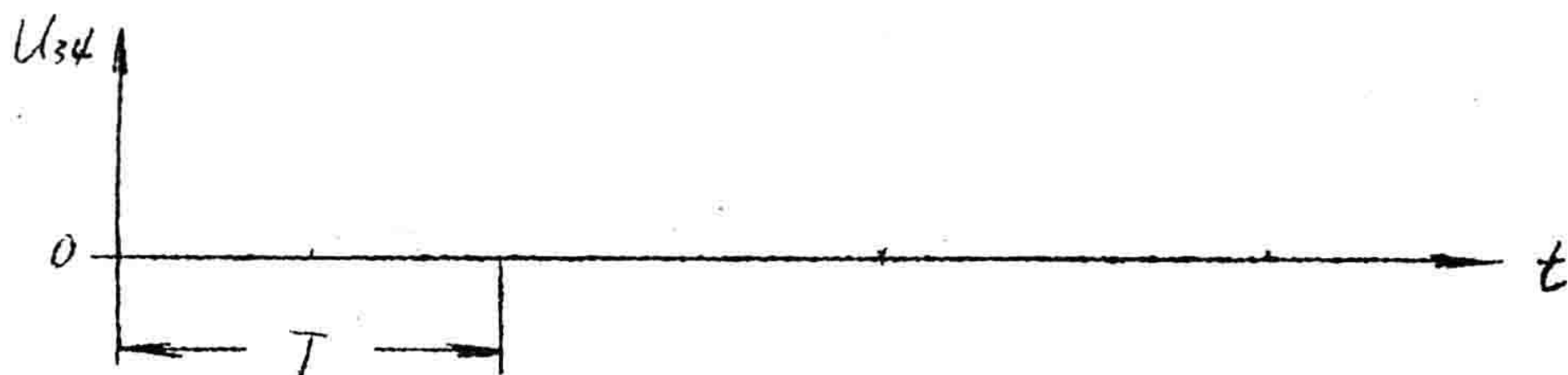
6. 接入C₁、C₂ 测量 $U_{5.6}$ =_____伏
~4~



(2). $R = 100\Omega$ $C = 10\mu F/15V$ 画出 3、4 两端的波形图。



(3). $R = 100\Omega$ $C = 100\mu F/15V$ 画出 3、4 两端的波形图。



(4). 将 R 换成 $5.1K\Omega$ 后, 分别看 $C = 10\mu F$ $C = 100\mu F$ 的波形。

i). 分别与上述 (2) (3) 比较, 有何不同?

ii). $R = \infty$ 时 $C = 100\mu F$ 或 $10\mu F$ 皆可。

测量直流 $U_{34} =$ 伏。

五. 分析讨论。

1. R 和 C 的大小对滤波效果和输出电压的大小有什么影响?

2. 经电容滤波后一般的直流输出电压范围是多少?

3. 电解电容极性接反了会怎样?

iii) “X轴衰减”旋到“连续”(即扫描)位置

iv) “扫描范围Hz”旋到大致与被测信号电压频率相接近的一挡。

v) “扫描微调”和“全步增幅”旋至最小位置(最左边)。

vi) “全步选择”旋到“内”

(2). 通电预热3—5分钟后, 荧光屏上出现一条水平的亮线, 即为时间基线的显示。这时可调节“X轴移位”、“X轴增幅”、“Y轴移位”、“辉度”及“聚焦”使之成一条长度约占荧光屏直径的五分之四、位于中央、清晰可见的水平线。线条不宜太亮。

(3). 观测电流电压的波形。

将“Y轴衰减”旋至“50~”, 即机内将电流电压(50Hz正弦波)接入Y轴进行放大。将“扫描范围Hz”旋到“15”或“100”, 调“扫描微调”使稳定地出现2—3个完整的正弦波为止。然后再体会一下各按钮的作用。

(4). 将“Y轴衰减”旋至“10”或“100”准备观测从Y轴输入的波形。

(5). 注意事项:

i). 切忌让一点光点长时间停留在荧光屏上不动, 否则会损坏荧光屏。

ii). 若示波面暂时不用, 可将“辉度”旋到最小不必切断电源。若切断电源后不要立刻再接通电源, 否则易损坏。

2. 万用表使用*

(1). 用 Ω 档 $R \times 1K$ (也可用 $R \times 100$) 对二极管进行测试判断正负极及好坏。

正向电阻 R 约为
管的极。

反向电阻 R 约为

Ω , 这时黑表棒相接的是二极

Ω , 这时黑表棒相接的是二极

管的

极。

(2). 测量电阻, 看是否与电阻上的标定值相符合。

(3). 测量电介电容量可用 $R \times 1K$ 档。黑表棒接电容量正根红表棒接负极。开始表针偏转(容量大, 偏转大), 然后又慢速返回原位者, 表示该电容量好, 漏电小。

* 万用电表 Ω 档使用前必须调至零位。可调节表上的“调零旋钮”。

3. 按线路图焊接线:

(1). 焊接要求:

i). 二个元件被焊处要分别先刮光涂上锡。然后再焊接, 否则要虚焊。

ii). 焊接时, 烙铁要沾上锡和松香。然后加到被焊处使焊点熔化即把烙铁拿掉。待冷后再试一下是否焊牢。

iii). 对被焊元件, 尤其是晶体管, 二极管由于受热过多会损坏。为此要用尖咀钳夹住被焊元件的脚。以便带走一些热量。同时焊接时间不宜过长。

(2). 实验电路焊好后需经教师检查方可通电试验。

4. 测试:

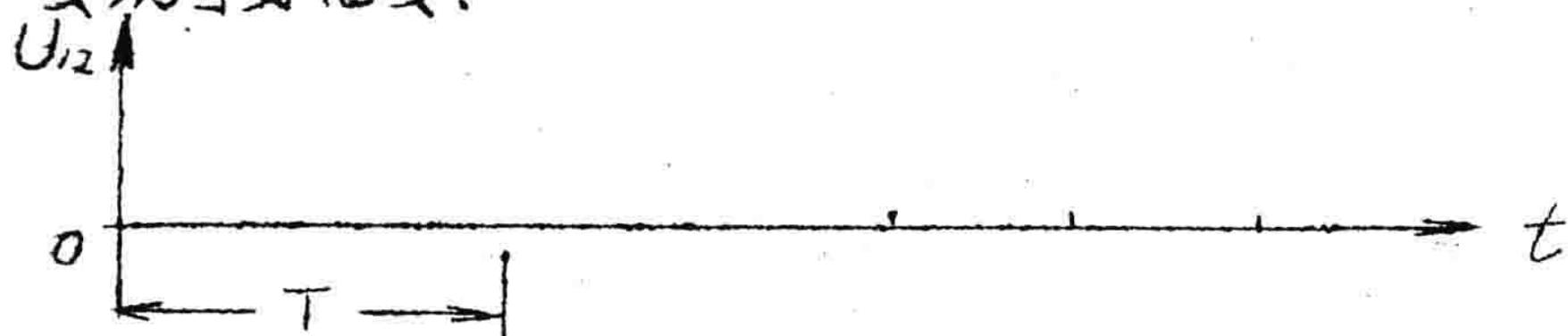
(1) $R = 100 \Omega$ 脱开 C。

i). 用万用表测交流 $U_{12} \sim =$ _____ 伏

直流 $U_{34} =$ _____ 伏

ii). 用示波器观察 1、2 两点和 3、4 两点的电压波形并画波形:

将 Y 轴增幅调到适当位置, 以后就保持不动, 以便于比较交流与直流幅度。



7. 接入 C_1 、 C_2 DW 测量 $U_{5.6} =$ 伏
8. 脱开 60Ω 测量 $U_{5.6} =$ 伏
9. 接入 $R = 300\Omega$ 测量 $U_{5.6} =$ 伏

五. 讨论分析

1. 桥式整流, π 型滤波和稳压电路三者的作用各是什么?
2. 桥式整流电路中 D_1 开路、短路和反接会产生什么问题?
3. 稳压管 DW 接反了会产生什么问题?

实验三 三极管简易测试

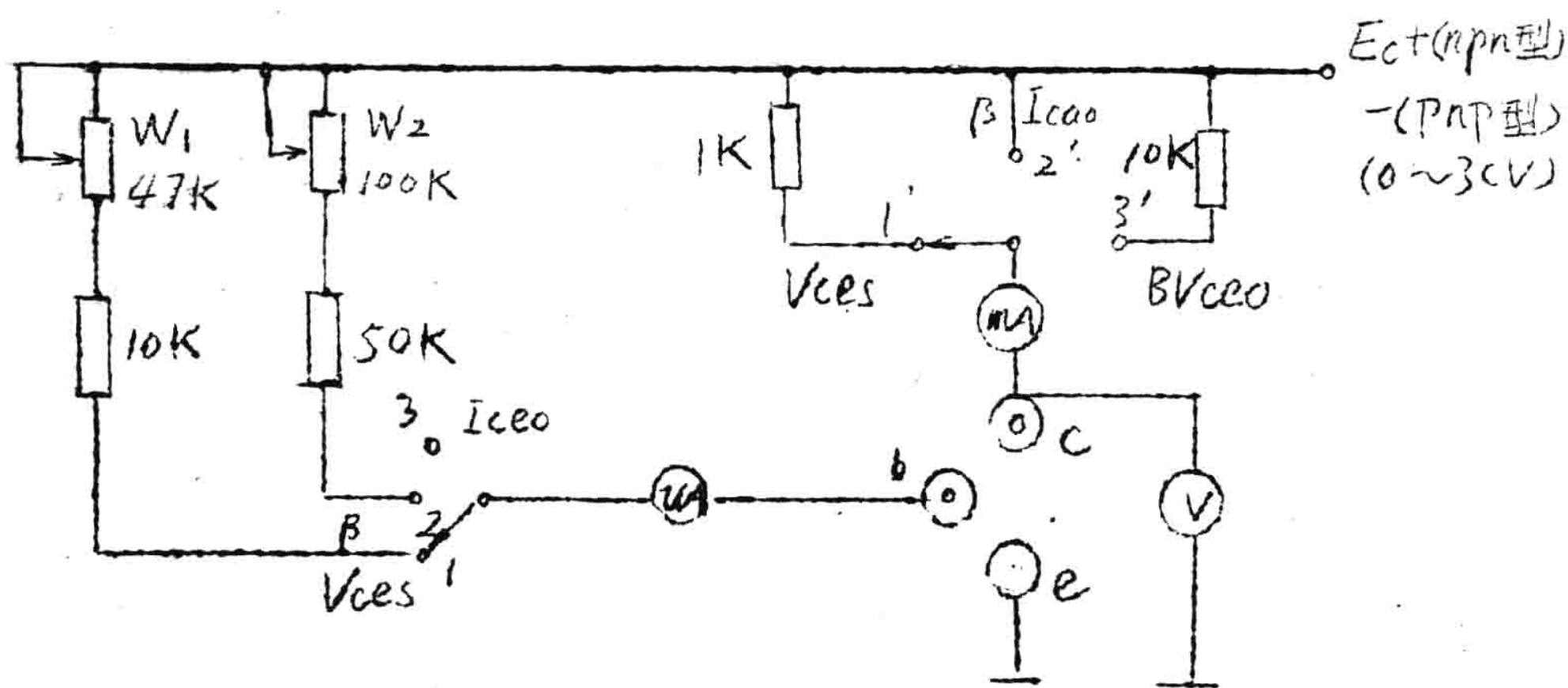
一、目的：

1. 学习用万用表判别三极管的管型和管脚。
2. 学习测量中小功率三极管参数 (β , I_{ceo} , BV_{ces}) 方法。
3. 学习使用直流稳压电源。

二、器材：

三极管 3DG 6X1 3AX31X1 电位器 47KX1
 100KX1 电阻 1/8W 10KX2 50KX1
 1KX1 万用表X1 直流稳压电源X1

三、实验电路图



实验3 电路图

四、实验任务与步骤：注意事项：

本实验中要用的 Ω 表 μA 表 $\otimes$ mA 表 V 表可能只有一只万用表，因此每测一次都要注意放在什么档什么量程，千万不可大意，尤其不可将电流档去测电压，否则会损坏表的。

1. 检查元件好坏.

2. 用万用表 Ω 档 $\times 1K$ (或 $\times 100$)档判别三极管类型和管脚 e, b, c (注意小心不使管脚折断).

3. 按点焊接线. 并学习直流耐压电流的使用办法 (注意切勿将表头二头相碰. 否则就造成短路事故).

4. 先测pnp型参数. 并说明电流加的极性. 请教师检查同意后再通电测试.

(1). β 值 (电流放大倍数) 的测定: 将 b 极接2档. c 极接2'档调节 W_2 使 $I_b = 50 \mu A$ 这时 $I_c = \underline{\hspace{1cm}} mA$ $\beta = \frac{I_c}{I_b}$

若 $I_b = 25 \mu A$ 这时 $I_c = \underline{\hspace{1cm}} mA$ $\beta = \frac{I_c}{I_b}$

(2). I_{ceo} 值 (穿透电流) 的测定.

将 b 极断开, 即接空档3档. c 极仍接2'档. 调节 $E_c = 6V$ 这时 $I_b = 0$ $I_c = I_{ceo} = \underline{\hspace{1cm}} \mu A$

(3). V_{ces} 值 (饱和压降) 的测定: 将 b 极接1档. 将 c 极接1'档调节 W_1 使 I_b 逐渐增加. I_c 按比例跟着增加. 当最后 I_c 不再跟 I_b 增加而增加时, 这时的管压降即为饱和压降.

$V_{ces} = \underline{\hspace{1cm}}$ 伏.

(4). BV_{ceo} 值 (耐压) 的测定: 将 b, c 分别接到3, 3'档逐渐增加电流电压. 这时 I_{ceo} 会相应增加 (制造厂测试条件 $U_{ce} = -6V$ 时, $3A \times 31A \leq 1000 \mu A$) 为了方便. 我们称 $I_{ceo} = 1000 \mu A$ 当渐增电流电压而发现 I_{ceo} 激增时应立即停止增加. 并将电流电压退减到使 I_{ceo} 刚恢复正常值 ($1000 \mu A$). 测此电流电压. 即为 BV_{ceo} .

5. 再测npn型管参数. 重复4步骤. 注意电流 性与上述相反. 测量结果填入下表:

型号 \ 参数	β	I_{ceo} μA	V_{ces} mV	BV_{ceo} V
3AX31				
3DG6				

五、分析讨论：

1. 硅管和锗管有什么相同点和不同点？
2. 晶体管的 β 、 I_{ceo} 、 V_{ces} 和 BV_{ceo} 等参数分别表示什么意思？有什么用处？

实验四 晶体管特性测试

一、目的要求

学习测定晶体管输入、输出特性的方法并通过对晶体管特性曲线的测试，进一步了介晶体管、三极管的输入特性、输出特性和电流放大作用。

2). 从输入、输出特性曲线上求出晶体管三极管的输入电阻 r_{be} 及电流放大系数 β 。

3). 了介用万用电表判断晶体管三极管的类别和管脚的方法。

4). 观察 R_c 的作用。

5). 参观测试晶体管特性的使用方法。

二、预习要求

1). 理介晶体管三极管的工作原理及输入、输出特性的意义。

2). 理解晶体管三极管的参数 r_{be} ； β ； I_{ceo} 的物理意义。

3). 理解电路中各元件 (W_I 、 W_{II} 、 R_b 、 R_c) 的作用。

4). 预习附录：关于用万用电表测试晶体管三极管的原理。

5). 熟悉实验步骤及注意事项，并绘制测试数据表格。

三、器材：

实验电路板 一块

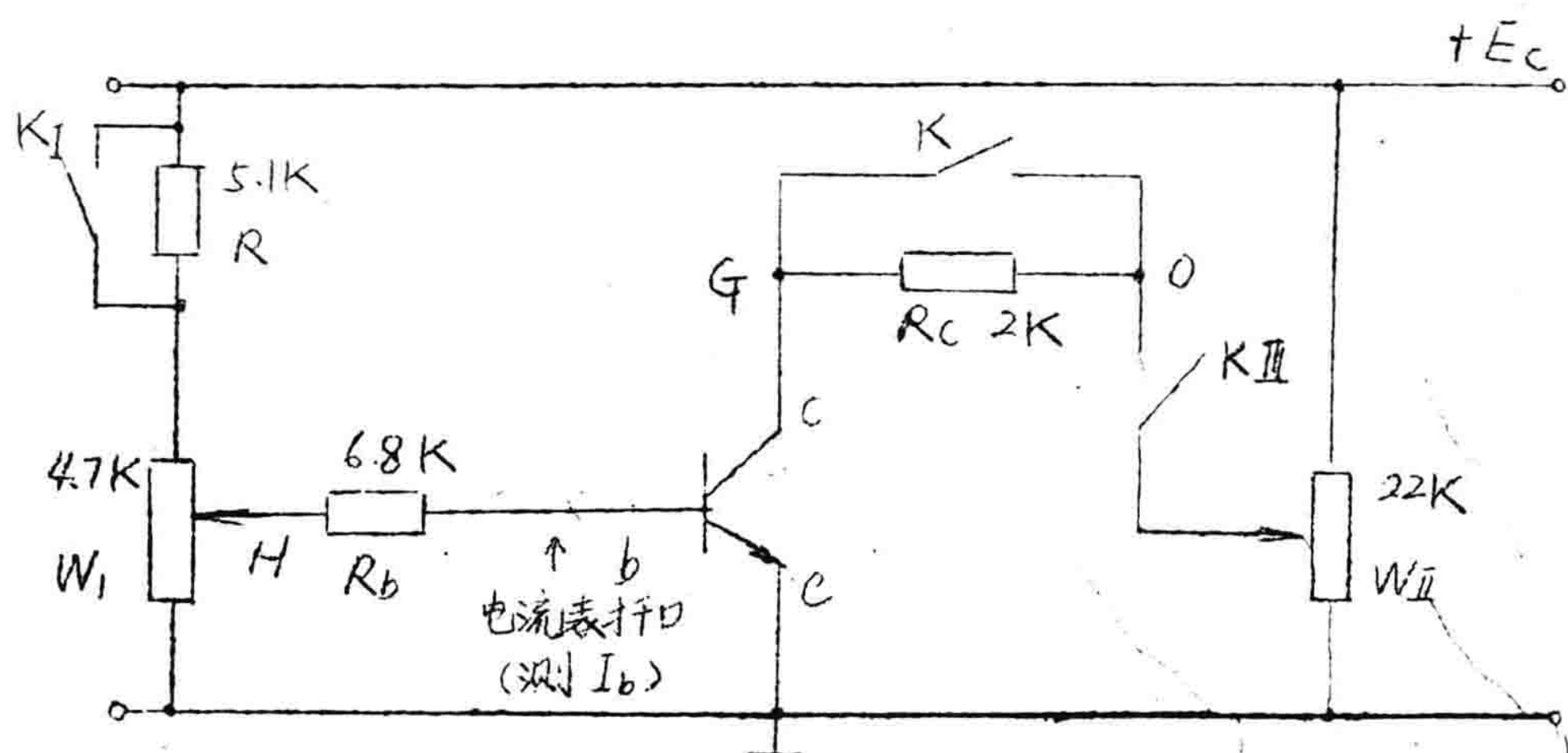
万用电表 一块

直流稳压电源 一台

晶体管 NPN 型 1 只

“ ” PNP 型 1 只

四、实验电路图



实验4 电路五

五. 实验任务与步骤

1). 用万用电表判别两只晶体管类型 (PNP 或 NPN) 和管脚极性 (e、b、c)。

2). 测输入特性曲线:

$$I_b = f(U_b) \quad V_{ce} = \text{常数}$$

(1). 将直流稳压电源输出调节旋钮, (粗) 放置在 "1" 档, 然后进行中细微调, 使 E_c 为 2V。

(2). 测死区电压:

闭合 K_I (向上) 使 R 短路, 断开 K_{II} (向下) 保证 $V_{ce} = 0$ 。调节电位器 W_I 为最小值 (即 $V_{be} = 0$)。此时电路板上接上直流电源后, 调节电位器 W_I 使 V_{be} 逐渐增大, 观察电流插口上的基极电流表, 开始有读数时 (在 $1\mu A$ 以下), 记下 V_{be} 值此值即为死区电压, 并将数据记入表 1 中。

注: 测死区电压最好用真空管 (晶体管) 万用表测量, 用普通万用表测量时, 由于万用表输入电阻不够大, 约有 50% 的误差想看看测得的死区电压比实际值大还是小? 为了提高准确度, 可改测 H 、 e 两点之间电压, 为什么?

(3). 继续调节 W_I (即增大 V_{He}) 再分别测得 I_b 为 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 μA 时的基极电压 V_{be} , 并将数据记入表 1 中.

(4). 将 K_I, K_{II}, K_{III} 全部闭合, 调节电位器 W_I , 使 $U_{He} = 0$, 调节电位器 W_{II} (使 $V_{ce} = 2V$) 为最大值, 重复上述实验并将数据记入表 1.

(3). 测输出特性曲线.

$I_c = f(V_{ce})$ $I_b = \text{常数}$.

(1). 首先断开 K_I (向下), K_{II} (向左), K_{III} 闭合 (向上), 将 W_I, W_{II} 调至最小 (反时针旋转到底), 这一步骤必须仔细检查, 否则可能烧坏晶体管.

(2). 经检查 K_I, K_{II} 确已断开, W_I, W_{II} 也确已调至最小然后将稳压电源输出调节旋钮放在 "3" 的位置, 并进行中细微调使 $E_c = 24V$.

(3). 由于 W_I 调至最小, 使 $I_b = 0$, 然后调节 W_{II} 使集电极电压 V_{ce} 从零变化到最大 ($24V$), 观测 I_c 值变化, 并将数据记入表 2.

(4). 调节 W_I 使 $I_b = 20 \mu A$, 再调节 W_{II} 使集电极电压 V_{ce} 从 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 10V, 分别测得在以上各值时的集电极电流 I_c , 并记入表 2.

(5). 调节 W_I 使 $I_b = 40, 60, 80 \mu A$ 时重复上述步骤 (4) 并将数据记入表 2.

4). R_c 在电路中的作用.

(1). 将电源电压调至 4V, 电位器 W_I 调至最小, 然后闭合 K_I, K_{II} (即 R_c 被短路), 慢慢调大 W_I , 使 I_b 分别为 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 μA , 同时测得 I_b 在以上各值的 I_c, V_e 和 V_R , 并将数据记入自己绘制的表格内, V_R 为 G, D 两点之间的电压.

(2). K_I 断开 (即接入电阻 R_C) 重复以上试验. 并将数据记入自己绘制的数据表格内.

绘制表格要求记录在 $R_C = 0$ 和 $R_C = 2k$ 时分别测 I_b 、 I_c 、 V_c 、 V_R 值. 可参照表1表2绘制.

六. 分析讨论:

1). 在方格纸上绘制输入特性曲线 (2条) 和输出特性曲线 (3条)

2). 计算输入电路 V_{be} 电流放大系数 β .

3). 通过实验数据分析简述 R_C 的作用.

4). 心得体会.

七. 注意事项

1). 要特别注意电表量程. 在本实验中仅用一只万用电表既要测基极电流 (I_b) 用的是微安档. 又要测集电极电流 (I_c) 用的是毫安档. 又要测电压用的是直流电压档. 三者经常交替使用. 稍不注意 很容易损坏万用电表. 因此. 每次测量时必须注意万用电表是否放在正确量程的位置上.

2). K_I 与 W_I 操作不当将会损坏三极管. 这是为什么? 弄清其原因. 并在实验操作时随时注意.

3). 测试三极管时. 勿将管脚齐根弯曲. 并尽量减少弯曲次数. 以免折断管脚.