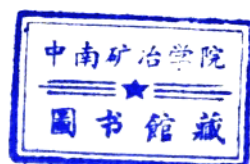


366073

# 电子线路 实验指导书

桂林无线电学校 沈述明主编



国防工业出版社



3057

# 前 言

本实验指导书，是根据陈明光老师主编的“电子线路”一书中的章节内容编写的。全书共有二十一个实验，实验内容由浅入深，每个实验包括有：实验目的，实验线路，器材与设备，实验内容与步骤，实验报告内容等项目。

本书参考了有关高等院校编写的实验指导书内容，参阅了有关仪器及整机线路，结合我校历届学生实验的资料编写而成。全部线路都经过实践验证。

本书可供无线电类专业实验之用，也可以根据专业性质不同或实验设备的能力，选用其中的一部分实验。

在编写过程中，由于时间仓促，本人水平低，有不妥之处，请读者来信批评指正。

在编写实验指导书的过程中，得到了领导的大力支持和有关老师的协助。在此表示感谢！

编 者

一九七九年五月

# 实 验 须 知

## 一、实 验 目 的:

- 1、使学生通过实验能验证、巩固和补充所学的理论知识。
- 2、通过实验能受到实验方法的训练和实验技能的培养。提高分析和解决问题的能力。

## 二、实 验 要 求:

### 1、实验前的准备:

- 1) 预习实验指导书,明确实验目的与内容。
- 2) 熟悉测试仪器,明确每次实验的测试方法。

### 2、实验过程中:

1) 每个学生在着手实验前,必须先回答好教师的提问。教师按照实验指导书所规定的内容(实验目的、步骤、线路、测试方法、原理)向学生提问。回答提问不合要求的学生不得进行实验,待预习好后再进行实验。

2) 同学互相校对线路是否接对,后经老师审查方能接通电源。

3) 按实验小组讨论具体步骤,并进行适当分工,如操作、记录等,但必须轮换。

4) 实验过程中认真做好记录,观察实验现象,如有与理论不符处,认真分析原因,多次验证。实验结果必须经老师审查,才能离开实验室。

5) 对仪器的性能,使用方法要了解清楚才能使用。未经允许不得搬动与本次实验无关的仪表。

6) 每次实验必须严肃认真地进行,严格遵守操作规程。要保持安静,不许喧哗。

7) 发生事故时,应立即去掉电源和保持现场,并向老师报告,查明事故原因,吸取教训。

8) 实验结束后,必须整理好所用仪器、设备、接线、工具等,并把工作面和室内整理清洁。

### 3、实验报告内容:

- 1) 写明测量到原始数据和观察到的波形及现象。
- 2) 数据的整理加工。
- 3) 对结果进行理论分析。
- 4) 实验的心得体会。

# 目 录

|      |                  |        |
|------|------------------|--------|
| 实验一  | 二极管伏安特性的测量       | ( 1 )  |
| 实验二  | 晶体三极管特性的测量       | ( 2 )  |
| 实验三  | 共发射极单管放大电路       | ( 8 )  |
| 实验四  | 射极跟随器            | ( 10 ) |
| 实验五  | 负反馈放大器           | ( 13 ) |
| 实验六  | 低频推挽功率放大器        | ( 15 ) |
| 实验七  | 低频功率放大器 (OTL 电路) | ( 16 ) |
| 实验八  | 差动放大器            | ( 20 ) |
| 实验九  | 稳压电源             | ( 21 ) |
| 实验十  | 单相桥式可控硅整流电路      | ( 24 ) |
| 实验十一 | 变压器耦合振荡器         | ( 27 ) |
| 实验十二 | 并联型三点式电容振荡器      | ( 29 ) |
| 实验十三 | RC 正弦振荡器         | ( 33 ) |
| 实验十四 | 晶体振荡器            | ( 36 ) |
| 实验十五 | 宽频带放大器           | ( 40 ) |
| 实验十六 | 中频放大器            | ( 41 ) |
| 实验十七 | 变频器              | ( 45 ) |
| 实验十八 | 振幅检波器            | ( 46 ) |
| 实验十九 | 电容耦合相位鉴频器        | ( 48 ) |
| 实验二十 | 场效应管阻抗变换器        | ( 50 ) |
| 实验二一 | 电子管单管功率放大器       | ( 52 ) |

# 实验一 二极管伏安特性的测量

## 一、实验目的：

- 1、学会对二极管伏安特性的测量方法。
- 2、通过对二极管伏安特性的测量加深对二极管单向导电的了解。

## 二、实验内容：

测量二极管的正向特性和反向特性。

## 三、实验线路：

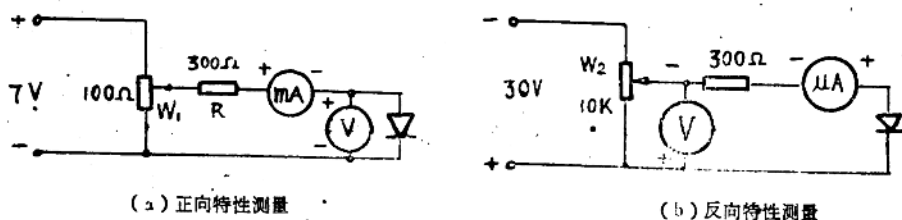


图1-1 二极管的正向和反向特性的测量

## 四、实验仪器：

500型三用表一只，DYC-5超高频电压表一台。

## 五、测量方法：

采用逐点测量。图中R为限流电阻，其阻值 $R \gg r_i$ （正向电阻）。

1、正向特性测量 如图1-1(a)所示。首先电表必须正确联接，否则会产生测量误差。因为所用500型三用表1mA挡其内阻约1kΩ左右，而二极管导通后约几十欧到几百欧。若将电流表串在电压表与二极管之间，由于电流表内阻与二极管内阻的分压，则电表所指示的电压就不是真正加到二极管两端的电压。电表正确接好后，固定输入电压不变。改变 $W_1$ 即可改变U，并可读出U值对应的i值。逐点测出正向特性的若干点，然后在坐标纸上可绘出正向特性曲线。

2、反向特性的测量 如图1-1(b)所示。考虑到二极管的反向电阻较大，为了避免电压表的分流作用，带来不应有的测量误差，而这时电流表的内阻 $\ll$ 二极管的反向电阻，故可将电流表串在二极管与电压表之间。然后进行逐点测量。改变 $W_2$ 即可改变U并读出相应的反向电流值。这样测若干点就可以绘出二极管的反向特性曲线。

## 六、实验步骤：

- 1、用逐点测量法，测量二极管的正向特性，将数据记入表中。

| U (V)  | 0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
|--------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| I (mA) |   |     |     |     |     |     |     |     |     |   |

- 2、用逐点测量法测量二极管反向特性曲线，将数据记入表中：

|              |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|----|----|----|----|----|
| U (v)        | 0 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| I ( $\mu$ A) |   |   |   |    |    |    |    |    |

### 七、实验报告内容:

- 1、在坐标纸上绘出正、反向特性曲线, (在第一象限作出正向特性在第三象限作出反向特性)。
- 2、从正、反向特性曲线, 说明二极管的单向导电性。

## 实验二 晶体三极管特性测量

### 【预习内容】:

在未做实验前, 必需了解晶体三极管三个电极的识别方法及其参数的简单测量。

### 一、利用万用表测量

1、管脚的识别 在安装和调换半导体管的时候, 如果不知道管脚可以用万用表的欧姆挡  $\times 1000$  或  $\times 100$  来识别: 对于PNP的管子,

1) 判别基极b 如图2-1所示。

根据PN结单向导电原理, 因基极到发射极、基极到集电极的正向电阻都很小, 所以, 我们在测量时用  $R \times 100$  或用  $R \times 1000$  挡。若某一管脚触万用表的红笔, 用黑笔分别接触另二个管脚时, 表上读数都很小, 则肯定与红笔接触的那个管脚便是基极; 对于NPN型半导体管, 表笔极性刚好相反, 方法与上相反。

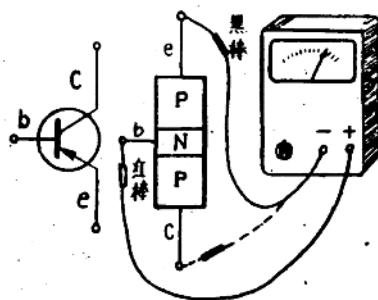


图2-1 判别基极

2) 判断e极和c极 图2-2所示

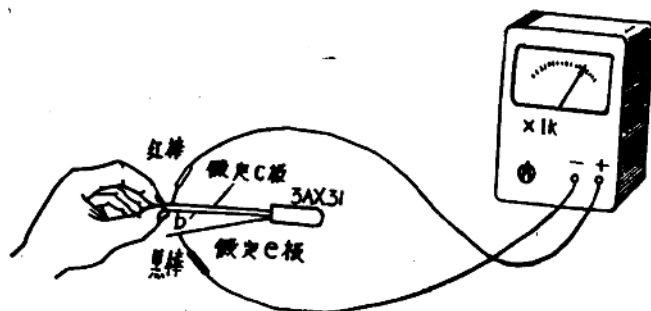


图2-2 发射极和集电极的判别

现在我们可以假定三极管的两只管脚中其中一个为集电极C，另一个为发射极e；并用万用表红笔接到假定的集电极C，黑笔接到假定的发射极e，根据半导体放大原理，用两个手指分别捏住b和C两个脚，并读出这时万表上阻值的读数。再把上述假定相反，作同样的测试，也读出这时万用表的读数，比较两次读数的大小。若前者万用表欧姆值读数较小（即偏转较大），说明前者的假定是对的，红笔接触的一只脚便是集电极C，剩下的一只脚便是发射极了。在测量NPN型管时也只要把表笔极性对换就可以了。

## 2、 $I_{CEO}$ 和 $\beta$ 的简单判断

### 1) $I_{CEO}$ 的判断（对于小功率管而言）

用万用表按图2—3测量发射极e至集电极C的电阻，当测量出的电阻值在几十千欧以上（硅管在数百千欧以上），此值越大，说明穿透电流越小；若测得的电阻值近于零，则表明管子已击穿；若测得的电阻为无穷大，则表明电极已断开了。

### 2) $\beta$ 的判别 测量电路如图2—4：

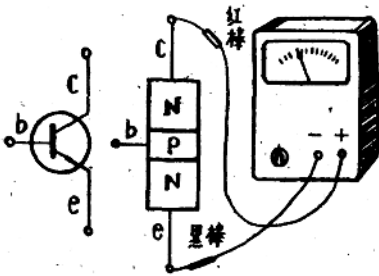


图2—3  $I_{EO}$ 的测量

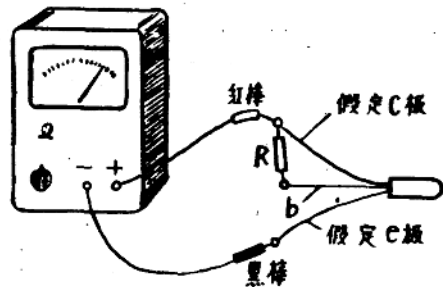


图2—4  $\beta$ 的测量

在c、b间接一固定电阻100K $\Omega$ 左右，然后测量发射极e至集电极C的电阻，当万用表摆动幅度越大，则表明 $\beta$ 越大。若万用表指针摆动很小或不动，则说明这个管子的放大能力很差或无放大能力了。

在上述测量时要注意的，万用表的极性不能接反，用时必须将万用表的量程放到 $\times 100$ 或 $\times 1000$ 挡极。若放到 $\times 10$ 挡，则表内有22.5伏高压，三极管的PN结可能被击穿，若用最低欧姆挡（ $\times 1$ ）则电流过大，三极管可能被烧坏。

## 二、用图示仪测量三极管的特性曲线

晶体管特性曲线可以用晶体管特性图示仪进行测量，由于观察全面，能够发现万用表测量不到的缺点。

表2—1列出了各种不理想的晶体管曲线，以供参考。

表 2—1

| 序号 | 图 形                                                                                 | 特 点                                             | 有 什 么 坏 处                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1  |    | 注入比较小时，几根曲线靠得很近，甚至并在一起。                         | 在小电流时，放大作用减小，容易引起信号非线性失真。                                       |
| 2  |    | 特性曲线倾斜，随注入的增加，倾斜得更厉害，而且往往伴有 $\beta$ 大和击穿电压低的特征。 | 输出阻抗低，用作讯号放大时容易引起非线性失真， $\beta$ 太大，工作不稳定，击穿电压低也是不希望的。           |
| 3  |    | 漏电流很大，注入为零时曲线也是很倾斜的。                            | 漏电流超过要求不能使用。                                                    |
| 4  |   | 管已击穿。                                           | 这是 PN 结的局部击穿，它使晶体管的有效工作电压大大降低。                                  |
| 5  |  | 饱和压降大，饱和压降大，特性曲线上升部分不陡。                         | 不适宜开关运用，作放大器时有有效动态范围小。                                          |
| 6  |  | 特性曲线起始部分有明显的弯曲。                                 | 这种管子的饱和压降比较大，并且在 $U_{CE}$ 较小时，工作线性很差，波形会严重失真。                   |
| 7  |  | 这是二次击穿，在反向击穿以后，集电极电压将下降到一个低压值，并且有很大的集电极电流。      | 二次击穿很容易引起管子的损坏，特别是大功率管出现在左图的特性曲线后，立刻就烧坏了，为了防止二次击穿，就必须降低管子的使用电压。 |

## 一、实验目的：

- 1、学会对晶体管静态特性的测量。
- 2、学会对晶体管动态特性的测量。
- 3、通过对晶体三极管特性的测量，加深对晶体管的认识。

## 二、实验内容：

- 1、对晶体三极管输入、输出特性的测量。
- 2、测量晶体三极管的输入阻抗 $r_{be}$ 和电流放大系数 $\beta$ 。

## 三、实验线路：

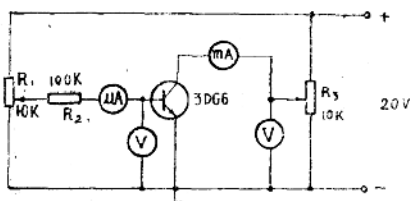


图2-5 晶体三极管静态特性的测量电路

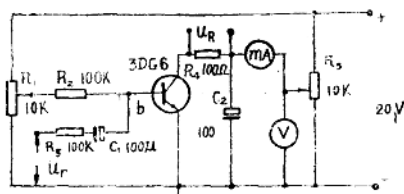


图2-6 晶体管输入阻抗

$Y_{be}$ 、电流放大倍数 $\beta$ 的测量电路

## 四、实验设备：

晶体管稳压电源一台      音频振荡器（XD2）一台  
电子管电压表（GB-9）一台      实验板二块  
直流微安表（0—100 $\mu$ A）一台

## 五、测量方法：

### 1、静态特性测量。

1) 逐点测量法 可参照二极管伏安特性的逐点测量法，在这里不再详述。

2) 图示法 因为晶体管参数与温度有关，当有电流流过PN结时，PN结的温度也会发生变化，故又会引起晶体管参数发生变化。所以逐点测量法测得的曲线往往会产生较大的误差。为了测量准确，可用图示法测量，其原理如下：

从用逐点测量法，测得的静态特性可知：

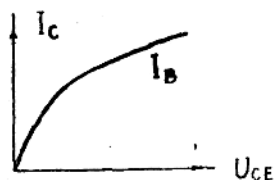


图2-7 晶体管的静态特性示意图

它的水平轴是集电极与发射极之间的电压 $U_{CE}$ ，垂直轴是集电极电流 $I_C$ 。这条曲线是在 $I_B$ 一定的情况下作出来的。如图2-7所示。为在荧光屏上显示输出特性，可按图2-8原理图进行测试：

在晶体管基极b上注入一定的电流 $i_b$ ，当集电极对发射极之间加入一个全波整流后的电压 $\bar{U}_S$ （如图2—8所示），就有集电极电流产生，并流过取样电阻 $R_{取}$ ，在它上面产生电压降 $u_{R取}$ ，此时电压降的形状和 $i_c$ 一样。这时我们同时将集电极电压 $u_{ce}$ 送入示波器的X轴，又将电压 $u_{R取}$ 送到示波器Y轴。因此示波器X轴的变化代表 $u_{ce}$ ，而Y轴的变化代表 $i_c$ ，故所描绘的曲线就是在某一 $i_b$ 下的一条 $i_c \sim u_{ce}$ 输出特性曲线。

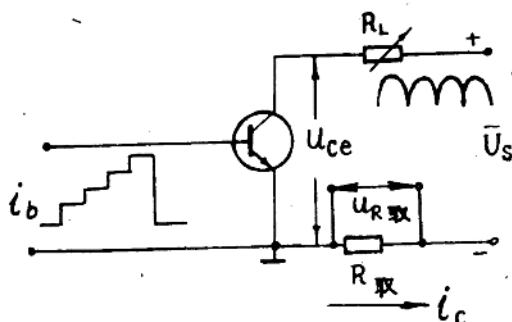


图2—8 晶体管输出特性测试电路

如果在基极和发射极之间加入的不是一固定电流，而是一阶梯电流（如图2—8所示）即基极电流在一个周期内是变化的，但每一段短时间内是恒定的，如第一阶梯电流为 $20\mu A$ ，第二阶梯电流为 $40\mu A$ ……第十阶梯为 $200\mu A$ 。每当一个阶梯电流的时间间隔与集电极电压周期相等时，示波器就可以把每一个阶梯（一定的 $i_b$ ） $i_b$ 的输出特性扫出一条曲线来，如阶梯波有10梯均匀变化的电流，示波器就可以扫出11条曲线。而晶体管图示仪就是利用这样的原理做成的。

## 2. 晶体管动态参数的测量

根据h参数的定义：

$$h_{11} = \left. \frac{\Delta u_{be}}{\Delta i_b} \right|_{u_{ce} = \text{常数}} \quad \text{及}$$

$$h_{21} = \left. \frac{\Delta i_c}{\Delta i_b} \right|_{u_{ce} = \text{常数}}$$

此两参数的测量必须保证 $u_{ce}$ 恒定，即实现输出对交流短路的条件。这个条件是容易达到的。见图2—6，输出短路是对交流而言，但不能把直流短路，这样只有电容可以承担这个任务，因此，我们在输出端并联一个电容就可以了。但这个电容器的容抗 $X_{C2} = \frac{1}{\omega C_2}$ 比晶体管的输出阻抗小得多就行了。 $R_4$ 是测量电流 $i_c$ 而串联的，当 $R_4$ 阻值很小时：

$$R_4 + \frac{1}{j\omega C_2} \ll \frac{1}{h_{21}} \quad (\text{集电极的输出阻抗})$$

这个条件成立时， $u_{ce} \approx 0$

测量时，在输入端通过标准电阻 $R_s$ 加入已校准的交流信号 $u_r$ ，同时串入一个电容 $C_1$ 作隔直流用，它的阻值 $X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1}$ ，也应小于 $R_s$ 和 $Y_{be}$ 。

由于 $R_s \gg Y_{be}$ 及 $R_s \gg Y_{be}$ （ $Y_{be}$ 为基极电阻）因此电流完全取决于 $R_s$ ，即：

$$i_b = \frac{u_r}{R_s}$$

电压 $u_b$ 、 $u_R$ 可利用电子管毫伏表测量，而电流 $i_c$ 由 $u_R$ 及 $R_4$ 来决定：

$$i_c = \frac{u_R}{R_4}$$

若取  $u_r = 1 \text{ 伏} = 10^3 \text{ 毫伏}$ ,  $R_s = 100 \text{ k}\Omega = 100 \times 10^3 \Omega$ ,  $R_4 = 100 \Omega$ , 而  $u_b$ ,  $u_R$  用毫伏作单位, 则  $h_{11}$  和  $h_{21}$  (即  $\beta$ ) 可表示如下:

$$h_{11} = \frac{u_b}{i_b} = \frac{u_r}{\frac{u_r}{R_s}} = \frac{R_s \cdot u_b}{u_r} = \frac{100 \times 10^3}{10^3} \cdot u_b = 100 u_b (\Omega)$$

$$\beta = h_{21} = \frac{i_c}{i_b} = \frac{\frac{u_R}{R_4}}{\frac{u_r}{R_s}} = \frac{R_s u_R}{R_4 u_r}$$

$$= \frac{100 \times 10^3}{100 \times 10^3} \cdot u_R = u_R (\text{倍数})$$

## 六、实验步骤:

1、用逐点测量法测量晶体管 3DG6 的输入及输出特性。

$u_{BE}-i_B$  曲线

保持  $U_{CE} = 1 \text{ 伏}$ , 改变  $U_{BE}$  读出相应的  $I_B$  值, 记入表中:

| $I_B (\mu A)$ | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 100 |
|---------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $U_{BE} (V)$  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |

$i_c-u_{ce}$  曲线, 取  $I_B = 20 \mu A$  和  $40 \mu A$  时, 将数据记入表中:

| $I_B(\mu A)$ | $U_{CE}(V)$ |   |     |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|--------------|-------------|---|-----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|              | $I_c(mA)$   | 0 | 0.5 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 20           |             |   |     |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 40           |             |   |     |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

2、用图示仪 JT-1 观察晶体管的输出特性曲线族。

3、测量 3DG6 的输入阻抗  $h_{11}$  和电流放大系数  $h_{21}$  ( $\beta$ ) 的数值:

用音频信号发生器 XD2 输入一个  $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $U_r = 1 \text{ V}$  的交流电压至晶体管的输入端, 将工作点调至  $U_{EC} = 6 \text{ V}$ ,  $I_c = 1 \text{ mA}$ , 测量  $h_{11}$  及  $h_{21}$  ( $\beta$ )。

## 七、实验报告内容:

1、在坐标纸上绘出 3DG6 的输入, 输出特性曲线 ( $I_B, I_c$  做纵坐标,  $U_{BE}, U_{CE}$  做横坐标)

2、用坐标纸描绘出用图示仪观察到的 3DG6 的输入, 输出特性曲线族, 并与用逐点测量法所测得的曲线进行比较, 得出什么结论?

3、从实验曲线上求  $I_c = 1 \text{ mA}$ ,  $U_{CE} = 6 \text{ V}$  时的电流放大系数  $h_{21}$  ( $\beta$ ) 值与实测值相比较。

## 八、思考题:

测量输入, 输出特性曲线时, 是否要考虑电表内阻所引起的误差? 为什么要考虑?

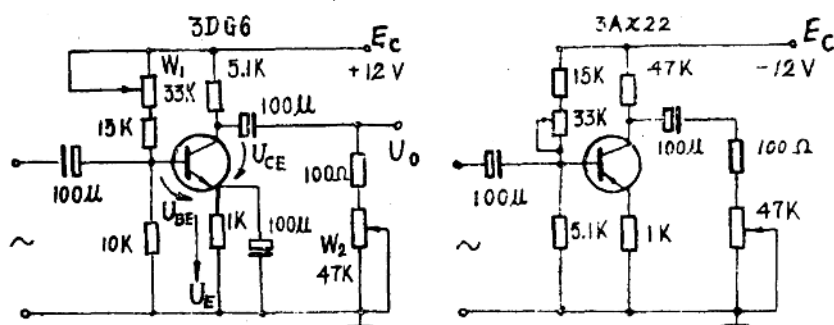
## 实验三 共发射极单管放大电路

### 一、实验目的：

- 1、学习对晶体管放大器的调整和测试方法。
- 2、研究静态工作点对非线性失真及放大数倍的影响。
- 3、研究负载对非线性失真和放大倍数的影响。

### 二、实验线路与器材和仪表：

#### 1、线路



(a) NPN型单管共射电路

(b) PNP型单管共射电路

图3-1 共射单管放大电路

#### 2、器材

如图3-1(a)所示：

RT —  $\frac{1}{8}$  — 1KΩ 1只

电阻 RT —  $\frac{1}{8}$  — 5.1KΩ 1只

RT —  $\frac{1}{8}$  — 10KΩ 1只

RT —  $\frac{1}{8}$  — 15KΩ 1只

RT —  $\frac{1}{8}$  — 100Ω 1只

电位器：33KΩ 1只，47KΩ 1只

电容器：CDX-10V-100μf 2只

晶体管：3DG6 1只

#### 3、仪表

直流稳压电源 0~30V 一台

真空管毫伏表GB-9 一台

500型三用表 一只

示波器SB-10 一台

信号源XD2 一台

### 三、实验内容与步骤

#### 1、直流工作状态的测试:

未加交流输入信号时,用三用表或电子管电压表(如DyC-5)直流电压挡测量: $E_c$ 、 $U_{BE}$ 、 $U_{CE}$ 、 $U_E$ 及电流 $I_B$ 和 $I_c$ 的值。从测得的数值怎样判断晶体管放大器的正常工作呢?如果测得的 $U_{CE} < 0.5V$ ,说明晶体管已经或接近饱和;如果测得的 $U_{CE} = E_c$ ,这说明 $I_c = 0$ ,晶体管处于截止状态。这两种情况都说明管子工作不正常。如果测得的数值接近设计值,稍有差别可调整 $W_1$ ,使各级电流,电压达到设计要求,说明管子在正常工作。本次实验以图3-1(a)为例,进行测量:

- 1) 用三用表测量 $E_c$ 是否等于 $12V$ ?若不等,则调节稳压电源使之等于 $12V$ 。
- 2) 调节 $W_1$ 使 $I_c = 1.5mA$ 时测量 $U_{BE}$ 、 $U_E$ 、 $U_{CE}$ 、 $U_o$ 的电压并记录之

| $U_{BE}$ | $U_E$ | $U_{CE}$ | $U_o$ |
|----------|-------|----------|-------|
|          |       |          |       |

#### 2、输入交流信号进行放大倍数和失真的测量:

- 1) 用示波器观察输出信号有无失真,仪器连接方块图如图3-2所示: ( $I_c = 1.5mA$ 、调节 $W_2$ 使之为 $18K\Omega$ )

由音频信号发生器输出一个( $f = 1kc$ ,  $U_i = 15mV$ )的正弦波信号加入到放大器的输入端。放大器输出端接示波器y轴,从示波器上观察波形的失真,这时应观察到失真波形,如果有失真可改变 $W_1$ 使波形无失真。

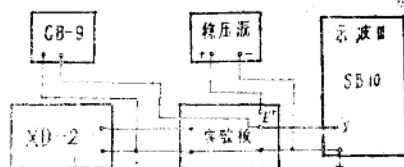


图3-2 观察放大器的波形及放大倍数测量的连线图

在保证 $I_c$ 和负载 $R_L$ 不变的情况下,用真空管毫伏表测量放大器的输入和输出电压并记录:

| $U_i$ | $U_o$ | $K_u = \frac{U_o}{U_i}$ |
|-------|-------|-------------------------|
|       |       |                         |

- 3) 保持放大器输入讯号不变,负载电阻 $R_L$ 不变,用示波器观察工作点变动时对输出波形失真的影响。并测量输出电压 $U_o$ ,计算放大倍数 $K_u$ ,记述表中。

|            |      |        |        |      |
|------------|------|--------|--------|------|
| $I_c$ (mA) | 1 mA | 1.2 mA | 1.5 mA | 2 mA |
| $K_u$      |      |        |        |      |
| 波 形        |      |        |        |      |

4) 保持放大器的工作点 ( $I_c = 1.5 \text{ mA}$ ) 不变, 输入信号不变。改变负载电阻  $R_L$ , 用示波器观察波形的失真, 并用电压表测量输出电压  $U_o$ , 并计算放大倍数  $K_u$ , 记在表中。

|       |              |                       |                       |          |
|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| $R_L$ | $100 \Omega$ | $18 \text{ K} \Omega$ | $47 \text{ K} \Omega$ | $\infty$ |
| $K_u$ |              |                       |                       |          |
| 波 形   |              |                       |                       | ●        |

#### 四、实验报告内容:

- 1、在 3 DG 6 的  $\beta = 40$ 。工作点  $I_c = 1.5 \text{ mA}$  时, 根据测量结果验算放大倍数  $K_u$  是否与实际值相符合。
- 2、分析静态工作点的变动对放大倍数  $K_u$  及波形失真有何影响?
- 3、分析负载  $R_L$  改变时对电压放大倍数  $K_u$  及波形失真有何影响?

## 实验四 射极跟随器

### 一、实 验 目 的:

- 1、通过实验进一步了解射极跟随器的特性。
- 2、学习对输入阻抗, 输出阻抗的测量方法。

### 二、实验线路及器件和仪表:

- 1、线路 如图 4—1 所示。

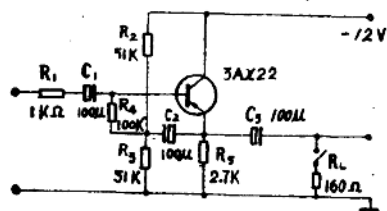


图 4—1 射极跟随器的实验电路

2、器件:  $R_T - \frac{1}{8} - 1 \text{ K} \Omega$  1 只

$R_T - \frac{1}{8} - 100 \text{ K} \Omega$  1 只

$R_T - \frac{1}{8} - 51 \text{ K} \Omega$  2 只

$R_T - \frac{1}{8} - 2.7 \text{ K} \Omega$  1 只

$R_T - \frac{1}{8} - 160 \Omega$  1 只

电容: CDX - 6 V - 100  $\mu$ f 3 只

### 3、仪 表

电子管毫伏表 GB - 9 B 一台

直流稳压源 一台

示波器一台

音频信号发生器一台

三用表 一只

### 三、实验内容与步骤

1、跟随范围及电压放大系数 $K_u$ 的测量。跟随范围，就是当射极输出器作为多级放大器的输出级来运用的时候，一般要求它有一定的输出幅度，这个幅度的大小就叫做跟随范围。根据这个定义，在测试时，改变音频信号发生器的输出电压，从0逐渐增大，用示波器观察输出端的波形，使之刚刚出现失真时为止。用真空管电压表测量这时的电压 $U_o$ 。 $U_o$ 的大小表示跟随范围的大小。注意真空管电压表测得的电压为有效值，故跟随电压的大小可按下式计算：

$$U_{om} = 2\sqrt{2} U_o$$

电压放大倍数的测量：在用真空管电压表测得最大跟随电压 $U_o$ 时，保持音频信号源的输出电压不变，测量基极到地的电压 $U_i$ ，然后可按下式计算

$$K_u = \frac{U_o}{U_i}$$

具体连线方块如图4—2所示： $f = 1\text{ KC}$



图4—2 测量放大倍数连线图

### 2、输入阻抗的测量：

方法一：如图4—3所示。接好线路。 $f = 1\text{ KC}$

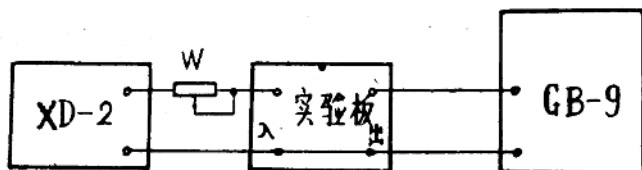


图4—3 测量输入阻抗的连线图（一）

信号源电压经一可变电阻 $W$ ，接到放大器的输入端，先将 $W$ 调至短路，调节音频信号发生器的输出电压，实验板输出电压不失真时，用真空管毫伏表测量输出电压。然后将输入信号增加一倍，调节 $W$ ，使输出电压保持不变。这时 $W$ 的大小就是放大器的输入阻抗。

方法二：测量线路如图4—4所示

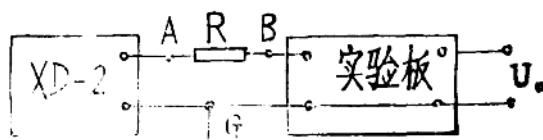


图 4-4 测量输入阻抗的连线图 (二)

因为输入阻抗  $Z_i = \frac{U_i}{I_i}$ ，只要测出输入电压  $U_i$  及输入电流  $I_i$  就可以求出输入阻抗。为了测量输入电流，在 AB 间串接一个已知电阻  $R = 1\text{ K}\Omega$ ，（即是原理图上  $R_1$ ）只要测出电阻  $R$  上的电压降  $U_{AB}$ ，则  $I_i = \frac{U_{AB}}{R}$ 。在测量时要注意两个问题：①不能直接用毫伏表测量  $U_{AB}$ ，因为毫伏表必须与被测电路有公共的接地点，否则将产生测量误差。所以测量时，分别测出  $U_{AG}$  和  $U_{BG}$ 。两个电压相减就可以得到  $U_{AB} = U_{AG} - U_{BG}$ 。②  $R$  的阻值不能太大，否则容易引入干扰。但也不能太小，否则  $U_{AB}$  的数值太小，测试结果不准确。

$$\text{计算公式: } Z_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{U_{AB}} \cdot R = \frac{U_{AG}}{U_{AG} - U_{BG}} \cdot R$$

### 3、输出阻抗的测量

测量方法如图 4-5 所示。  $f = 1\text{ KC}$

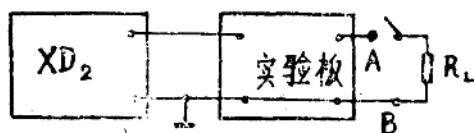


图 4-5 测量输出阻抗的连线图

首先接上负载  $R_L$ ，调节音频信号发生器，使输出电压逐渐增大，用示波器观察实验板的输出端 AB 波形，使之不失真，这时用真空管毫伏表测量 AB 两点的电压  $U_{AB}$ 。然后断开负载电阻  $R_L$ ，保持实验板的输入端电压不变，测量 AB 点间的电压为  $U'_{AB}$ 。则  $Z$  值可按下式求得：

$$Z_o = \left( \frac{U'_{AB}}{U_{AB}} - 1 \right) \cdot R_L$$

测量输出阻抗也可以采用先断开负载测量 AB 间的电压  $U'_{AB}$  后接上负载再测 AB 间的电压  $U_{AB}$  然后按照上述公式计算。但这样因开路时，放大器动态范围大，接上负载后，动态范围减少而产生波形失真，使电压表产生测量误差。（因真空管电压表对波形失真有一定的要求，一般小于 3%）。

### 4、断开实验板的自举电容 $C_2$ ，测量放大器的输入，输出阻抗：

测量方法与上面一样，将测得的结果记录，并与接上自举电容  $C_2$  测得的结果进行比较。

### 四、实验报告内容：

- 1、为什么射极跟随器比一般放大器的输入阻抗高，而输出阻抗低？
- 2、解释加自举电容后，测得的输入阻抗比未加自举电容的高。
- 3、用等效电路分析加自举电容后，偏置电阻大小对输入阻抗有何影响？

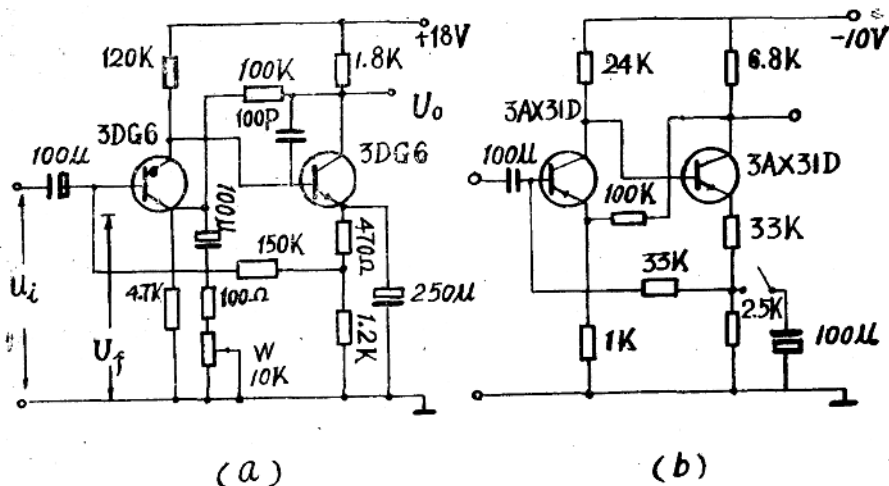
## 实验五 负反馈放大器（反馈对）

### 一、实验目的：

- 1、了解负反馈放大器的反馈量对频率响应及波形失真的影响。
- 2、学会对仪器的使用。

### 二、实验线路及器件和仪表

#### 1、线、路：



实验电路

推荐电路

图 5-1 负反馈放大器

#### 2、器 件：

##### 电阻

RT- $\frac{1}{8}$ -4.7K 1只

RT- $\frac{1}{8}$ -100Ω 1只

"-120K 1只

"-150K 1只

"-100K 1只

"-470Ω 1只

"-1.2K 1只

"-1.8K 1只

电位器 10K 1只

##### 电容

CDX-15V-100μf 2只

CDX-15V-250μf 1只

CyX-100V-100P 1只

##### 晶体管：

3DG6 2只