

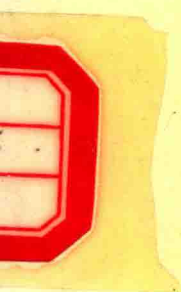
# 低 频 电 子 线 路

## 实 验 指 导 书

惠州大学电子系实验室

刘 · 晓 莉 编

一九九六年九月



# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 实验守则.....              | 1  |
| MDOS-1型模拟电路实验器说明.....  | 2  |
| 实验一、常用电子仪器的使用.....     | 3  |
| 实验二、共射单管放大器.....       | 7  |
| * 实验三、射级输出器.....       | 10 |
| 实验四、RC阻容耦合放大器.....     | 13 |
| 实验五、负反馈放大器.....        | 17 |
| 实验六、分立元件文氏电桥振荡器.....   | 22 |
| 实验七、差动放大器.....         | 25 |
| 实验八、运算放大器参数的简易测试.....  | 27 |
| 实验九、OTL功率放大电路.....     | 30 |
| * 实验十、直流稳压电源设计性实验..... | 33 |
|                        |    |
| 附录A 常用电子仪器使用简介.....    | 36 |
| 附录B 电子测量方法.....        | 51 |
| 附录C 常用阻、容元件使用知识简介..... | 57 |
| 参考文献 .....             | 63 |

## I. 目的要求

1. 通过实验达到验证、巩固和加深在课堂上学到的理论知识。
2. 熟悉电子电路常用元件,学会使用几种常用仪器(示波器,低频信号发生器,交流毫伏表,直流稳压电源等)。
3. 掌握一些最基本的测量技术(直流工作点、放大器增益,输入和输出阻抗等)。
4. 培养实践技能。对实际数据和结果,初步具有整理和分析能力,并能绘制工整的曲线和写出合乎规格的实验报告。

## II. 实验守则

1. 在实验前必须做好预习,经检查发现预习不好或没有预习者,不得参加实验。
2. 每次实验必须按时到实验室,并在规定时间内完成。
3. 实验前必须了解
  - (1) 实验的电源系统及实验电路中各元、器件的作用,
  - (2) 本实验仪器的方法,
  - (3) 本实验在操作过程中的注意事项。
4. 实验时必须保持严肃安静,实验前检查仪器是否正常,实验后仪器须经指导教师检查,验收无误方可离开实验室。
5. 接线完毕,须经教师检查同意后才能接入电源。
6. 实验任务完成后先关闭电源,并将实验结果交教师审批,经确认后才能拆实验电路。
7. 认真整理台面,实验中所用元、器件、导线等必须一一归回原插放位置才能离开实验室。
8. 实验过程中如发生事故应立即切断电源,保持现状,请教师检查。

## III. 实验报告要求

1. 实验报告应写明班级、姓名、同组者姓名。
2. 报告内容应符合实验指导书的规定,一般应包括实验数据,必要的曲线及波形,必要的计算及本次实验的结论。在结论部分,要求写出实验结果的简短结论并从理论上解释实验结果,最好有自己的心得体会。

# MDS1-1 型模拟实验说明

## 一、结构与特点

MDS1-1型插孔式模拟电路实验器是一种由多功能合式实验插孔底座三块、实验卡片近百张、原器件箱一只（内装有固定焊接在插件内的集成运放晶体管、电阻、电容器等共二百多个）三者所构成。根据需要，可灵活地组成各种分立元件和集成运放的实验电路多种。本实验器接插迅速可靠，操作使用方便。

## 二、使用方法与用途

该实验器使用当选作某一实验时只需将实验电路卡片覆盖于插孔底座上，凡需连接元器件的地方，插孔便从模卡上显示出来，与该实验无关的插孔均被模卡盖住。实验者只需把相应的元器插件插进卡片上标明的电路符号插孔内，实验电路便自动完成电气连接且实验电路中的每个原器件可方便地任意更换，形象直观灵活善变。电阻接插件用具有特殊结构的同心插头制成，不但用于电阻并联，而且为电路各点电压的测量波形观察提供了方便

## 三、可提供的实验电路范围

### 1. 分立元件部分

各种类型的偏置电路共射、共基、共集三种基本组态电路，单管电压并联和电流串联反馈电路，阻容耦合电路，各级各类负反馈电路，差动放大电路，场效应管放大电路，RC和RL振荡电路，功率放大电路整流滤波电路，稳压和稳流电路等。

### 2. 集成运算放大部分

运放参数测试电路（包括开环增益、失调电流、共模抑制比、开环输入电阻和输出电阻、共模输入电压等），运放性能扩展电路，信号运算电路（包括反相、同相、差动、积分和微分运算，对数和反对数运算等），信号处理电路（包括RC低通、高通、带通、带阻、有源滤波器、移相电路、精密二极管电路、电压比较电路等），信号产生电路（包括文氏电桥和T型选频网络正弦波振荡器、分式正弦振荡器、方波、三角波、脉冲、锯齿波发生器等），以及信号变换电路，有源校正电路等。

## 四、维护保养及注意事项

1. 每次实验后，应把原器件放回原器件箱内原来的位置上，各另部件整理后，装入手提箱内以便下次实验及他人使用。

2. 实验器经一段时间使用后，如有插脚接触不良，可用插脚整形钙针插入插脚内，将插脚作一次整形。

3. 插脚损坏时，可拆下塑料压圈，把备用插脚换上，继续使用。

4. 不要用手多次接触电子元件的标值数，以防模糊不清。

## 实验一 常用仪器的使用

### 一、实验目的

- 1、熟悉电子线路常用元件的测试及判别。
- 2、学习使用几种常用电子仪器的测量方法。

### 二、实验电子仪器框图

低频电子线路中常用的电子仪器有：

示波器、低频信号发生器、交流毫伏表、晶体管（或电子管）电压表或万用表、直流稳压电源等，它们的主要用途及相互关系见图1-1。

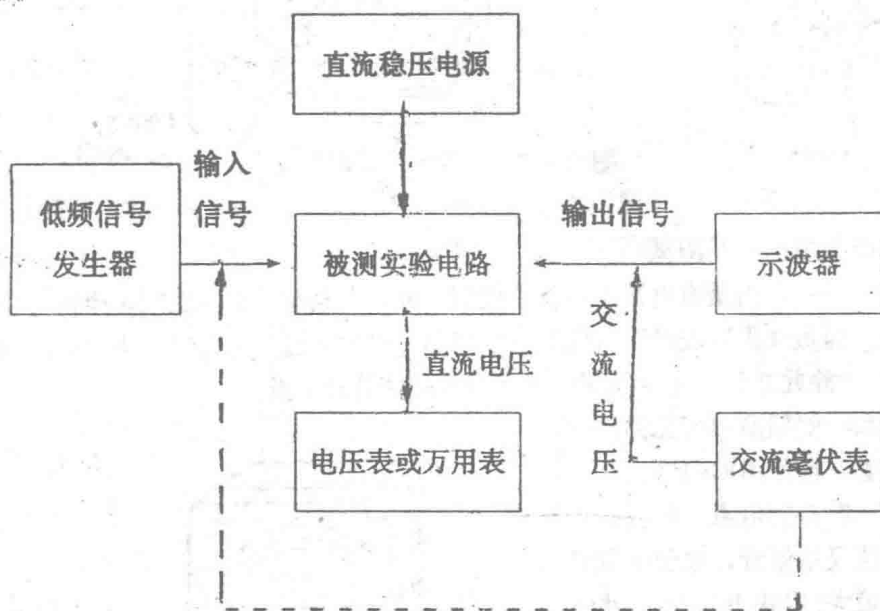


图 1-1

### 三、实验内容与方法

#### 1、利用万用表测量晶体二极管：

利用普通的万用表可以粗略地测量一下晶体二极管，确定那一端是它的正极，那一端是它的负极，并约略地看出二极管的正反向电阻值（二极管正向容易导电，所以电阻小，反向不容易导电，所以电阻很大）。我们希望这两个阻值相差越大越好。若二者相差不多，

那表明这个二极管性能不好或完全坏了。

测量时，把万用表拨到“欧姆”挡（ $R \times 100$ 或 $R \times 10000$ ），用两个测棒分别正反向测量二极管的两端，即可读到两个阻值，一个大，一个小，小的即是二极管正向电阻，大的即是二极管的反向电阻，图1-2就是测量过程。

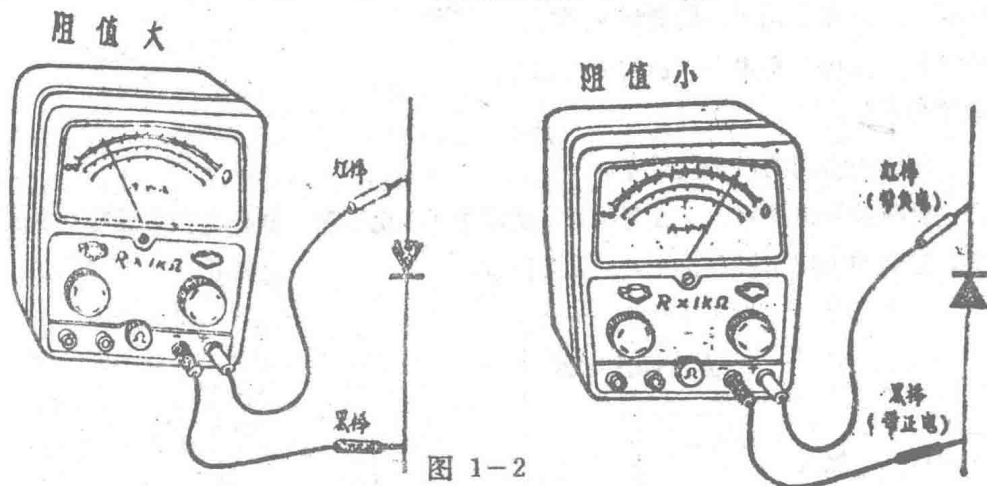


图 1-2

## 2、晶体三极管的简易测试：

我们知道：万用表内是有电池的，将它拨到“欧姆”挡时，正（红）表棒就与表内电池的负极相通，而负（黑）表棒则与电池正极相通。这样通过测电阻的方法就可以间接估计  $I_{CEO}$  和  $\beta$ ，除此之外，还可用万用表来判别晶体管三个极。

### (1) $I_{CEO}$ 和 $\beta$ 的粗测：（见图1-3）

对小功率管，应使用 $R \times 100$ 或 $R \times 10000$ 挡。测C-E极间电阻一般应在几十千欧以上，这是指锗管，硅管的数值就更大些。此值大，反映  $I_{CEO}$  小；此值小，说明  $I_{CEO}$  大，稳定性差，若阻值接近于零，则表示C-E间已穿通，管子不能用了。

再在B-C极间接上一个100K欧电阻，重测C-E极间电阻，阻值应比先前有明显减小。两次测量中阻值相差越大，反

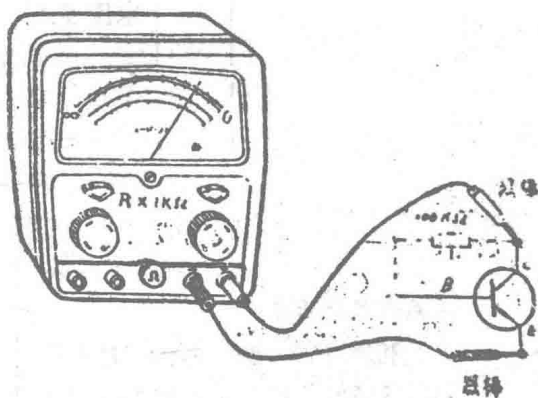


图 1-3

映管子 $\beta$  越大。

显然, 进行上面的测试, 对P-N-P管, 黑表棒应搭发射极, 红表棒应搭集电极, 对N-P-N管则相反。

## (2) 晶体管三个极的判别:

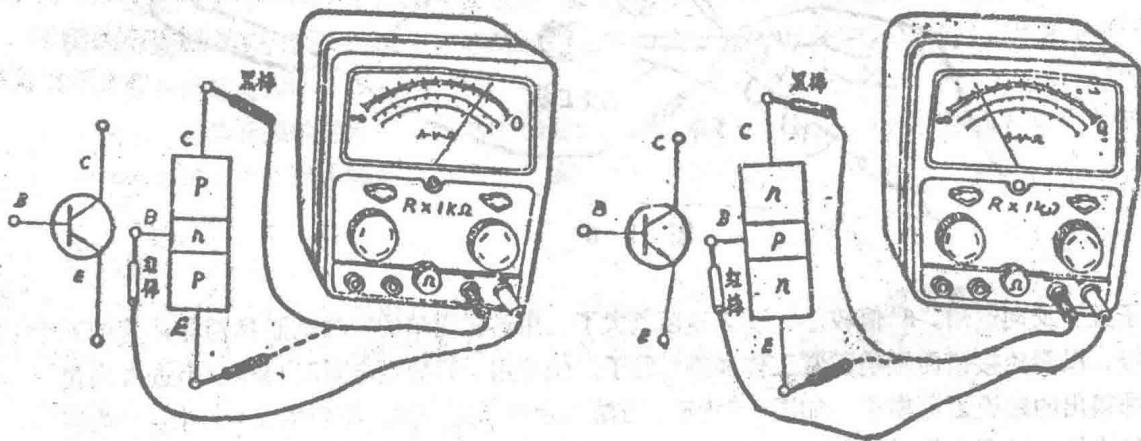
一般来说, 知道了管子的型号, 即可从手册中查到管脚排列情况, 大多数管子管脚排列都是有一定规律的。当你无法辨认三个管脚而又不知其型号时, 也楞用万用表的电阻档判别三个管脚, 方法是很简单的。

### ① 判别基极

无论PNP管还是NPN管, 内部都包含二个P-N结, 即集电结和发射结。根据P-N结的单向导电性就很容易地把基极判别出来。

以P-N-P管为例, 先假定某一管脚为基极, 以红表笔搭上, 黑表笔分别搭其余两管脚, 若阻值均较小, 再将红、黑表笔对调(即黑表笔接原先假定的基极), 重复测量一次, 若阻值均较大, 则原先假设正确, 否则假设错误。

有人也许要问, 若事先还不知道管子是P-N-P型还是N-P-N型, 那怎么办呢? 这一点其实在上面的测试中已包括了。红表笔搭假定的基极, 黑表笔分别搭其余两管脚时, 若阻值均较小, 则为P-N-P型, 反之, 若阻值均较大, 为N-P-N型, 见图1-4。将红、黑笔对调后再搭, 可进一步验证。



测P-N-P型晶体三极管

测N-P-N型晶体三极管

图 1-4

## ② 判断发射极与集电极

基极判别出来了，其余两个管脚不是发射极就是集电极，为了进一步判断它们，这里先讲一讲反向运用 $\beta$ 的问题。通常情况下，晶体管不反向运用。在反向运用，即发射极当集电极，集电极当发射极时， $\beta$ 很低（反向 $\beta$ ）。根据正反运用 $\beta$ 的明显差异就可以判断哪个是发射极，哪个是集电极。

如图1-5所示，我们假定红笔接的是集电极C，黑笔接的是发射极E，再用湿润的手指捏住B、C两极，但不能使B、C直接接触，并读出其阻值；然后再将红、黑笔对调，进行第二次测试，将其读数相比较，若第一次阻值小，则第一次假定是对的，红笔接的是集电极C。为什么呢？我们可用图1-6(a)来说明，第一次用手指捏住又不接触，就好比在基极—集电极上串接一只电阻 $R_{\text{串}}$ （相当于近百千欧），这样的线路我们一看就知道管子处于正向运用，因此 $\beta$ 较大，所以电阻小了。第二次测量可用图1-6(b)表示，这样的电路，管

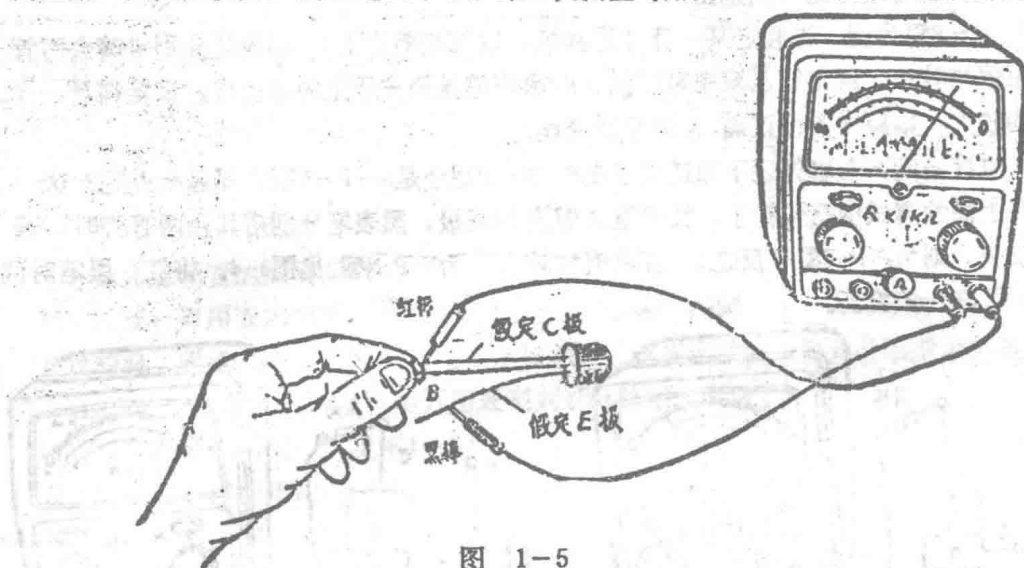
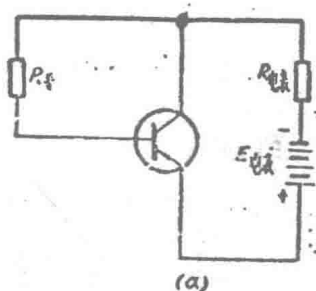
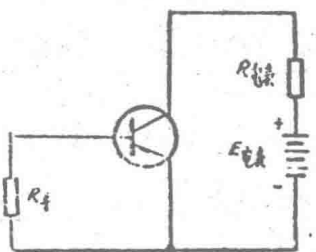


图 1-5

子处于反向运用， $\beta$ 值较小，所以电阻就大了。用这样简单的方法就能判别晶体管的三个极，以避免接错而影响正常工作和损坏管子。倘若用一只固定电阻 $R$ 代替 $R_{\text{串}}$ 串进去测量，那得出的结论更可靠了，如图1-6所示。方法与上述手捏一样，原理也完全一样，测得阻值小的一种假定是对的。



(a)



(b)

图 1-6

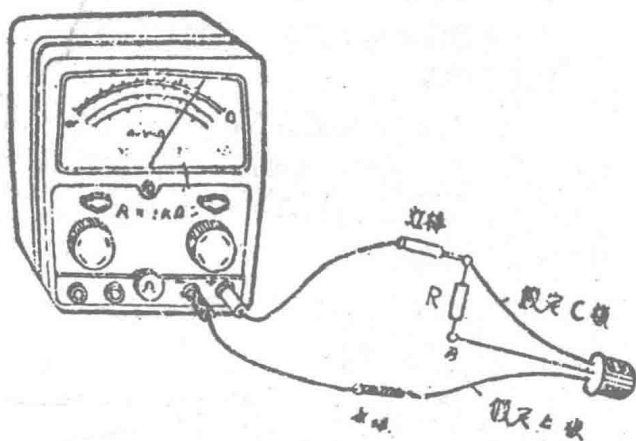


图 1-7

这里，必须着重指出，用万用表测管子时，对小功率管应使用 $R \times 100$ 或 $R \times 1000$ 档，因 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 档电流较大， $R \times 10K$ 档表内电池电压又高（15伏或22.5伏），均不宜使用。但大功率管时使用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 档。

3、调节低频信号发生器的输出信号约为1KHz；10kHz方波，1V到Y轴输入端，要显示四个周期和波形，扫描频率应为何值？操作示波器调出波形。

#### 思考题：

- 1、为什么有时候只用万用表测量一下晶体管的正反向电阻，管子就损坏了？
- 2、为什么有时候线路有电源时，晶体管的基极引线一断开管子就损坏了？

## 实验二 共射单管放大器

### 一、实验目的：

- 1、加深对共射极基本放大电路特性的理解；
- 2、学习静态工作点Q的测量，调整和电压放大倍数的测试方法；
- 3、观察静态工作点和交直流负载线对放大倍数和波形的影响；
- 4、熟悉常用电子仪器的一般使用方法。

## 二、电路及原理

图2-1电路为共射极基本放大电路，使用卡片1进行实验测试。图中 $R_b$ 为基极偏置电阻，静态基极电流 $I_B$ 由电源 $E_C$ 通过 $R_b$ 提供， $R_c$ 为集电极直流负载电阻， $R_L$ 为负载电阻。 $R_c$ 与 $R_L$ 的并联值可用 $R_L'$ 表示， $R_L'$ 为该放大器总的交流负载电阻。静态值由下列关系式确定：

$$I_B = \frac{E_C - V_{BE}}{R_b}$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CE} = E_C - I_C R_c$$

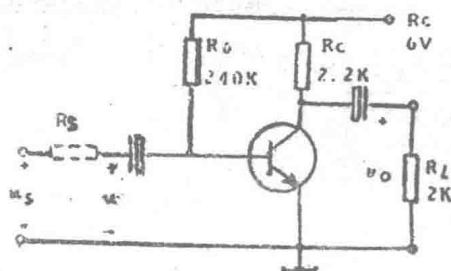


图 2-1

式中 $V_{BE}$ 对硅管一般可取0.7V，对锗管取0.3V。为晶体管的直流电流放大系数。静态工作点的设置，应考虑到在整个信号失真变化的范围内晶体管始终处于线性区工作。截止失真由静态电流取得太小引起的（即 $I_{CQ}$ 工作点偏高），对于截止失真，只能通过调节输入回路的元件参数，使 $I_B$ 值提高来解决。饱和失真是因静态电流取得太大而引起，（即 $I_{CQ}$ 工作点偏低）这同样可以通过调节输入回路参数，使 $I_B$ 值减小来解决。但因上面式子可知，饱和失真归根结底是静态电压 $V_{BE}$ 太小引起的，要避免出现饱和失真，除 $I_C$ 不能太大外，不可以通过减小集电极电阻 $R_c$ 值或增大电源电压 $E_C$ 来做到。

无论是减小 $R_c$ 值或增大 $E_C$ 的调节措施，都应注意不超过管子的耐压和功耗。这个问题，在功率放大器中更应注意。

为使静态工作点不移至饱和区和截止区，须满足

$$V_{CE} \geq V_{cem} + V_{CES}$$

$$I_C \leq \frac{E_C - V_{CE}}{R_c}$$

式中 $V_{cem}$ 为动态电压的峰值， $V_{CES}$ 为管子饱和压降。

放大器的电压放大倍数定义为输出电压有效值  $V_o$  与输入电压有效值  $V_i$  之比。即

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$$

式中  $r_{be}$  为晶体管的输入电阻，它是一项交流参数，其阻值随静态工作点的大小而变，以通过下式近似得出：

$$r_{be} = 300(\Omega) + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_E(\text{mA})}$$

### 三、内容与方法

#### 1. 静压工作点测试。

静态工作点是指放大器不加入信号时，晶体管的直流电流  $I_{BQ}$ 、 $I_{CQ}$  以及直流电压  $V_{BEQ}$ 、 $V_{CEQ}$ 。

放大器加入信号以后，晶体管各级电流、电压就要发生变化

电路参数如图2-1所示，改变  $R_b$  值分别为  $150\text{k}\Omega$ 、 $470\text{k}\Omega$ 、 $1\text{M}\Omega$ 、其它无件值按图2-1用万用表测量  $V_{CE}$  值、改变  $R_c$  值分别为  $1\text{k}\Omega$ 、 $3.3\text{k}\Omega$ 、测量  $V_{CE}$ 。

|          |               |             |               |               |               |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| $R_b$    | 2.2k $\Omega$ |             |               | 1k $\Omega$   | 3.3k $\Omega$ |
| $R_b$    | 150k $\Omega$ | 1M $\Omega$ | 470k $\Omega$ | 240k $\Omega$ |               |
| $V_{CE}$ |               |             |               |               |               |

元件参数如图2-1，改变  $E_c$  值测量  $V_{CE}$ 。

$E_c = 3\text{V}$ ， $V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}\text{V}$ ，

$E_c = 12\text{V}$ ， $V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}\text{V}$ 。

#### 2. 放大倍数的测试

元件参数如图2-1，用信号发生器输入频率为  $1\text{kHz}$ ，电压为  $5\text{mV}$  的交流信号，用示波器观察  $V_o$  的波形。在  $V_o$  不失真的条件下，取不同  $R_L$  的值，测量  $V_o$  值。

$R_L = 2\text{k}\Omega$ ， $V_o = \underline{\hspace{2cm}}\text{V}$   $A_v = V_o / V_i = \underline{\hspace{2cm}}$ ，

$R_L = 10\text{k}\Omega$ ， $V_o = \underline{\hspace{2cm}}\text{V}$   $A_v = \underline{\hspace{2cm}}$ ，

### 3. 观察Q点对输出波形的影响

电路参数为  $E_C = 6V$ ,  $R_B = 240K\Omega$ ,  $R_C = 2.2K\Omega$ ,  $R_S = 2K\Omega$ ,  $R_L$  = 分别为  $2K\Omega$  和  $10K\Omega$ , 加大输入信号电压(频率不变)直至  $V_o$  波形的正峰值要出现削波失真, 描下此时  $V_o$  的波形。

| $R_L$     | $2K\Omega$ | $10K\Omega$ |
|-----------|------------|-------------|
| $V_o$ 的波形 |            |             |

### 四、实验报告要求

1. 列出测试数据, 并与计算值相比较。
2. 通过实验数据说明Q点对放大器性能的影响。
3. 讨论在测试过程中所出现的现象及问题。

## 实验三 射极输出器

### 一、实验目的:

1. 熟悉射极输出器电路的特点;
2. 熟悉放大器输入、输出电阻的测量。

### 二、电路及原理

图3-1所示为射极输出器原理图, 对于交流信号, 集电极成为输入信号和输出信号的公共端点, 所以又称为共集电极电路, 射极输出器的输入电阻高, 输出电阻低。电压

放大倍数则接近于 1，输出电压与输入电压同相。图3-1射极输出器的基本关系式：

$$\text{静态电流} \quad I_E = \frac{(1+\beta)(E_b - V_{BE})}{R_b + (1+\beta)R_e}$$

$$\text{式中} \quad E_b = E_c \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}, \quad R_b = R_{b1} // R_{b2}$$

$$\text{电压放大倍数} \quad A_v = \frac{(1+\beta)R'_L}{r_{be} + (1+\beta)R'_L}$$

$$\text{式中} \quad R'_L = R_e // R_L$$

输入电阻

$$r_i = R_b // [r_{be} + (1+\beta)R'_L]$$

输出电阻

$$r_o = R_e // \frac{r_{be} + R_s // R_b}{1+\beta}$$

输入电阻 $r_i$ 与信号源内阻 $R_s$ 满足以下关系

$$r_i = \frac{V_1}{V_s - V_1} R_s$$

同样输出电阻 $r_o$ 与负载电阻 $R_L$ 满足以下关系

$$r_o = \frac{V_o' - V_o}{I_o} = \left( \frac{V_o'}{V_o} - 1 \right) R_L$$

根据上述关系可间接测定 $r_i$ 和 $r_o$ 的数值。

源电压放大倍数

$$A_{vs} = A_v \frac{r_i}{R_s + r_i}$$

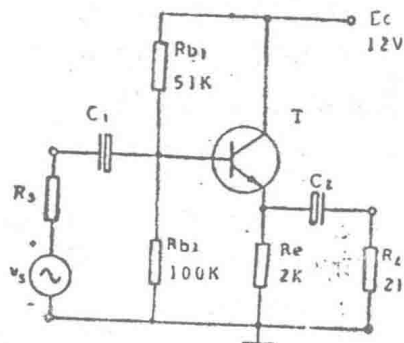


图 3-1

### 三、内容与方法

1. 测量静态工作点，并与计算值比较。
2. 测量电压放大倍数（可选 $V_i = 1\text{V}$ ， $f = 1\text{KHz}$ ）。
3. 用示波器观察输出电压与输入电压的相位。
4. 测量射极输出器的跟随范围，逐渐增大信号源电压 $V_s$ 值，直至输出电压的波形刚

要产生失真时为至。注意，用毫伏表测得的最大不失真的输入电压  $V_i$  和输出电压  $V_o$  是有效值，所以跟随范围为  $V_{op-p} = 2\sqrt{2}V_o$ ，输入信号只有小于相应的值，射极输出器才有跟随作用。测量此时的输入电压及相应的输出电压值。

#### 5. 测量放大器输入电阻的 $r_i$ 。

放大器输入电阻的大小，表示该放大器从信号源或前级放大器那里获得信号电流大小的多少，是为前级放大器的电路设计提供负载条件。测量原理如图3-2。

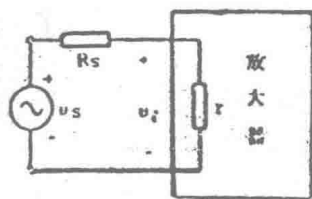


图 3-2

在输入回路（即信号源  $V_s$ ）与放大器输入端之间串入固定电阻  $R_s = (10K\Omega)$ ，然后加入信号在不失真条件下，测得  $V_s$  及相应的  $V_i$  值，算出：

$$r_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} R_s$$

#### 6. 测量放大器输入电阻的 $r_o$ 。

一个放大器输出电阻的大小，说明它带负载能力的大小，输出电阻的测量好为后级电路的设计提供条件，测量原理如图3-3所示。



图 3-3

加输入信号  $V_i$ ，在输出不失真的条件下测量出含负载电阻时的  $V_o$ ，然后断开  $R_L$ ，保持  $V_i$  不变，再测量开路时输出电压  $V_o'$ ，按公式算出：

$$r_o = \left( \frac{V_o'}{V_o} - 1 \right) R_L$$

#### 四、实验报告要求：

1. 列出实验测试数据，完成  $A_v$ 、 $A_{vs}$ 、 $r_s$ 、 $r_o$  实验值计算，并与预习计算比较。
2. 通过实验总结射极输出器的主要特点？并针对这些特点简单说明射极输出器的应用。
3. 讨论实验测量过程中所出现的问题（如由于射极输出器输入电阻高，所以不同测量方法所引起的误差不同等）。

## 实验四 RC 阻容耦合放大器

### 一、实验目的

1. 巩固前面学习的放大器主要性能（静态工作点、放大倍数、输入、输出电阻）的测试方法。实验步骤自拟。
2. 观察多级阻容耦合放大器的级间联系及相互影响。
3. 学习放大器频率特性的测试方法。

### 二、电路与原理

两级阻容耦合放大电路如图4-1所示，使用卡片25进行实验测试。

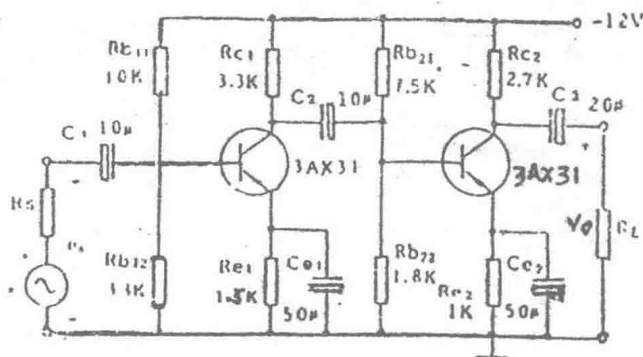


图4-1

在图4-1所示的阻容耦合放大器中，每一级都是一个共射放大电路，两级之间通过电容耦合起来。电容具有“隔直”和通交的作用，因此，各级的直流电路相互独立，每级的静态工作点互不相干，对分析和运用都带来了方便。但在需要放大缓慢变化（频率很低）的信号时，级间耦合电容会造成信号的衰减，甚至对变化极慢的信号根本无法响应，导致

阻容耦合方式应用上的局限性。

分析多级放大器，要考虑各级之间的相互影响，这就是讨论放大器级与级之间，以及放大器与信号源或负载之间的连接问题。

1. 放大器的输入电阻和输出电阻在多级放大器中的相互连接。

后级的输入电阻是前级的负载电阻：

当信号源把信号施加到放大器的输入时，放大器的输入电阻就相当于当信号源的负载电阻。对于多级放大器中任意两级的电路，后级的输入电阻构成了前级的负载电阻。后级对前级的影响可以用图4-2来表示。

前级的输出电阻是后级的信号源内阻：

在多级放大器中，前级的输出对后级来说相当于信号源，因此，前级的输出电阻便构成后级的信号源内阻。信号电压是负载开路（断开后级）时的输出电压，用  $V_{o1}'$  来表示，见图4-3来所示。后级接上后，输出电压  $V_{o1}$  与  $V_{o1}'$  的关系为：

$$V_{o1} = \frac{V_{o1}' \cdot r_{i2}}{r_{i2} + R_{c1}}$$

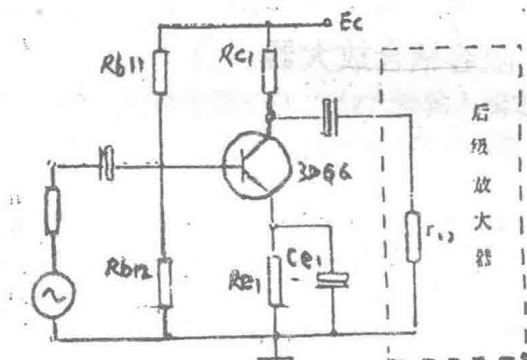


图 4-2.

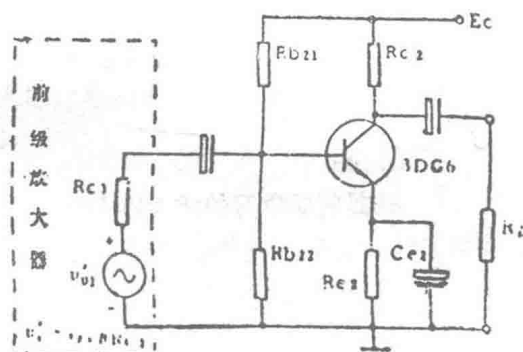


图 4-3.

2. 两级放大器中频区域放大倍数的计算式

$$\Lambda_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{o1}}{V_i} \cdot \frac{V_o}{V_{o1}} = \Lambda_{v1} \cdot \Lambda_{v2}$$

式中：

$$\Lambda_{v1} = - \frac{\beta_1 R_{L1}'}{r_{be1}}$$

$$R_{L1}' = R_{c1} // R_{b21} // R_{b22} // r_{i2}$$

$$\Lambda_{v2} = - \frac{\beta_2 \cdot R_L'}{r_{be2}}$$

$$R_L' \approx R_{c2} // R_L$$

放大器工作在低频区和高频区时，放大倍数要下降。低频区的频率特性和下限频率是由于放大电路中存在耦合电容和射极旁路电容所引起的。高频区的频率特性和上限频率是由于晶体管的高频性能（极间电容的作用）及电路的分布电容所引起的。

频率特性是表示放大器对不同频率信号实现均匀放大的能力，频率特性越好，放大器所能均匀放大的频率范围越宽，反之越窄。

点测法频率特性的要点是：在小信号工作情况下，取一个适当幅度的输入电压，并始终保持该幅度不变，改变信号频率，每改变一次，测一次输出电压，特性的高底端一直测到输出电压比中频区电压略低于0.707为止，特性的纵座标从低频端的0.707到高频端的0.707所对应的横座标频率范围，称为放大器的通频带，其边缘上的两个点， 低端叫下限频率 $f_L$ ，高端叫上限频率 $f_H$ 。

### 三、实验内容与方法：

1、自拟测量放大器各级静态工作点值以及各级电压放大倍数和总的电压放大倍数，输入、输出电阻的步骤。

①用万用表测静态工作点填下表：

|           |          |          |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $E_C=12V$ | $V_{B1}$ | $V_{E1}$ | $V_{C1}$ | $V_{B2}$ | $V_{E2}$ | $V_{C2}$ |
|           |          |          |          |          |          |          |

- ②. 测量输入电阻。
- ③. 测量输出电阻。
- ④. 测量总的电压放大倍数：

|     |           |              |           |          |          |       |
|-----|-----------|--------------|-----------|----------|----------|-------|
|     | $V_i(mV)$ | $V_{o1}(mV)$ | $V_o(mV)$ | $A_{v1}$ | $A_{v2}$ | $A_v$ |
| 实验值 |           |              |           |          |          |       |
| 计算值 |           |              |           |          |          |       |

2、观察前后级相已互影响。断开级间耦合电容 $C_2$ ，构成两个单级 放大器， 输入信