



南京邮电大学  
Nanjing University of Posts and Telecommunications

# 电工电子实验报告

课程名称： 电工电子实验（一）  
实验项目： 晶体管共射放大电路的设计

学 院： 贝尔英才学院  
班 级：  
学 号：  
姓 名：  
学 期： 2021-2022学年第1学期

## 晶体二极管及其基本应用

### 一、实验目的

- 1.通过实验加深对晶体管单级电压放大电路工作原理的理解,能够分析静态工作点对放大器性能的影响;
- 2.掌握晶体管单级电压放大电路的安装和调试方法;
- 3.学习并掌握晶体管单级放大器的主要性能指标的意义及其测试方法;
- 4.掌握运用EDA软件对晶体管单级放大电路进行仿真和分析的方法;
- 5.通过实验对模拟电路的技术性和工程性的特点有初步的了解。

### 二、主要仪器设备

- 1.双踪示波器;
- 2.函数信号发生器;
- 3.直流稳压电源;
- 4.交流毫伏表;
- 5.实验箱;
- 6.万用表;
- 7.阻容元件及导线若干。

### 三、实验原理

如图 5.10 所示为晶体管单级共射放大电路,其偏置电路为分压式电流负反馈形式,具有自动调节静态工作点的能力,当环境温度变化或更换晶体管时,能使工作点保持基本不变。当在放大器输入端输入一个交流低频小信号,在放大器的输出端可以得到一个与输入信号相位相反幅度被放大的不失真的输出信号,从而实现了低频小信号的电压放大。

放大器的基本任务是不失真地放大信号,它的性能与静态工作点的位置及其稳定性直接相关,所以要使放大器能够正常工作,必须设置合适的静态工作点。为了获得最大不失真的输出电压,静态工作点应该选在输出特性曲线上交流负载线中点的附近,如图 5.11 中的 Q 点。若工作点选得太高(如图 5.12 中的  $Q_1$  点),就会出现饱和失真;若工作点选得太低(如图 5.12 中的  $Q_2$  点),就会产生截止失真。放大器合适的静态工作点决定了放大器的输出信号动态范围。

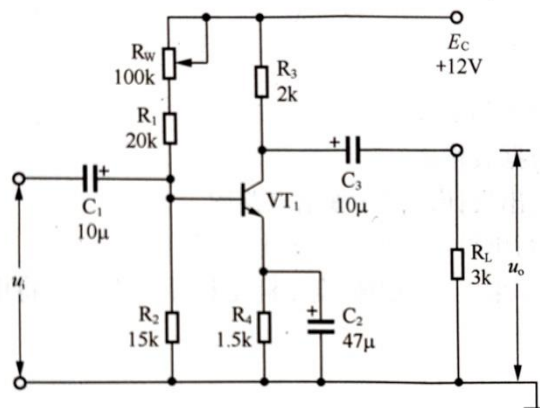


图 5.10 共射极分压式单级放大电路图

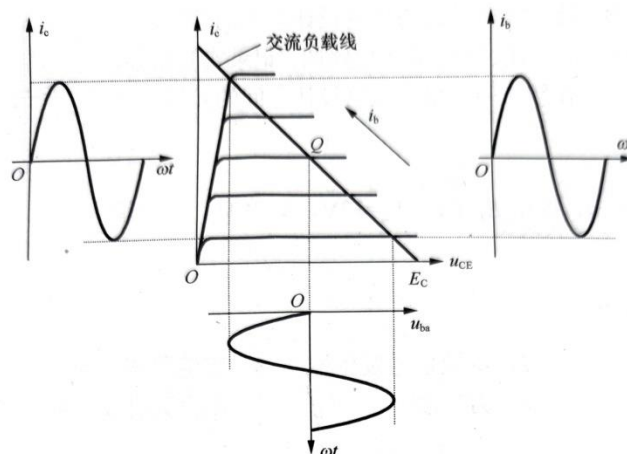


图 5.11 具有最大动态范围的静态工作点

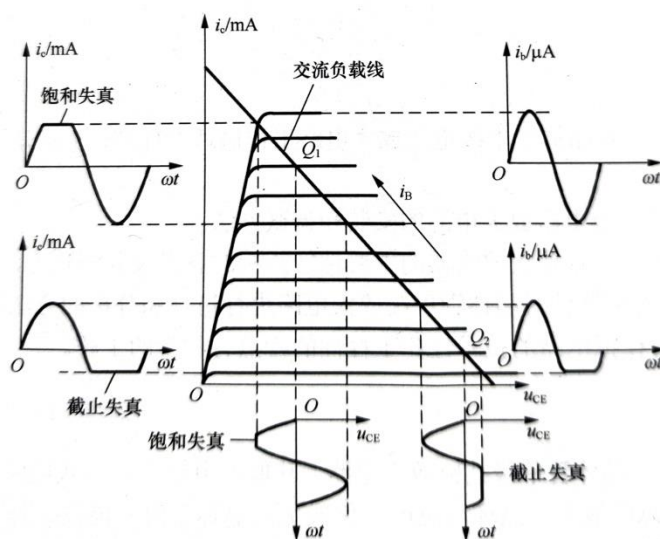


图 5.12 静态工作点设置不合适输出波形产生失真

对于小信号放大器而言,由于输出交流幅度很小,非线性失真不是主要问题,因而  $Q$  点不一定要选在交流负载线的中点,可根据其他指标要求而定。例如,在希望耗电小、噪声低、输入阻抗高时, $Q$  点就可选得低一些:对小信号放大器,一般取  $I_{CQ}=0.5\text{mA}\sim 2\text{mA}$ ,  $U_{BQ}=(0.20\sim 0.35)E_C$ 。

对于图 5.10 所示电路,静态工作点由下式估算:

$$U_{BQ} = \frac{R_2}{R + R_2} \times E_C \quad (5.2.1)$$

$R$  为  $R_1$  和  $R_W$  的阻值之和。

$$U_{EQ} = U_{BQ} - 0.7 \quad (5.2.2)$$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - 0.7}{R_4} \quad (5.2.3)$$

$$U_{CEQ} = E_C - (R_3 + R_4)I_{CQ} \quad (5.2.4)$$

该电路的动态指标可由下式估算:

$$A_v = -\frac{\beta(R_L // R_3)}{r_{be}} \quad (5.2.5)$$

$$R_i = r_{be} // R_1 // R_2 \quad (5.2.6)$$

$$R_o = R_3 \quad (5.2.7)$$

## 四、实验内容

### 1. 安装电路

(1)检测元件:用万用表测量电阻的阻值,判断电容器、三极管的好坏。

(2)安装电路:按照图5.10所示的电路,安装并用导线连接元件。要求元件排列整齐,密度匀称,避免互相重叠,按照电路图中信号传输方向顺序逐个连线,连接线应短并尽量避免交叉,对电解电容器应注意接入电路时的正、负极性;元件上的标称值字符朝外以便检查电源 $E_c$ 应接在大信号一侧。

(3)仔细检查:对照电路图检查是否存在错接、漏接或接触不良等现象。并用万用表电阻挡检查电源端与地接点之间有无短路现象,以避免烧坏电源设备。

## 2.连接仪器

用探头和接插线将信号发生器、交流毫伏表、示波器、稳压电源与实验电路的相关部分正确连接。并注意以下两点:

(1)各仪器的地线与电路的地应公共接地。

(2)稳压电源的输出电压应预先调到12V,并用万用表测量,然后再接到实验电路中。

## 3.测量结果图

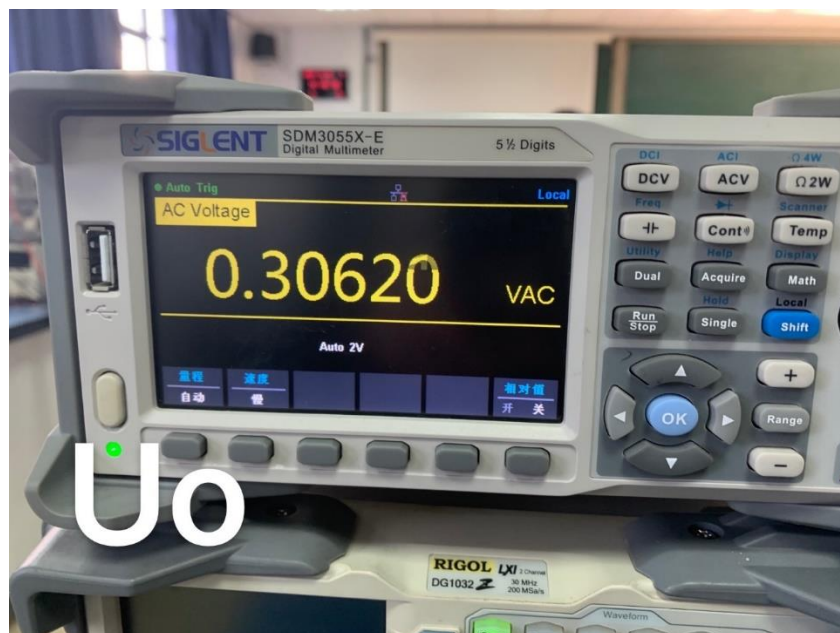


$U_i$  测量参数仪表图



$U_s$  测量参数仪表图

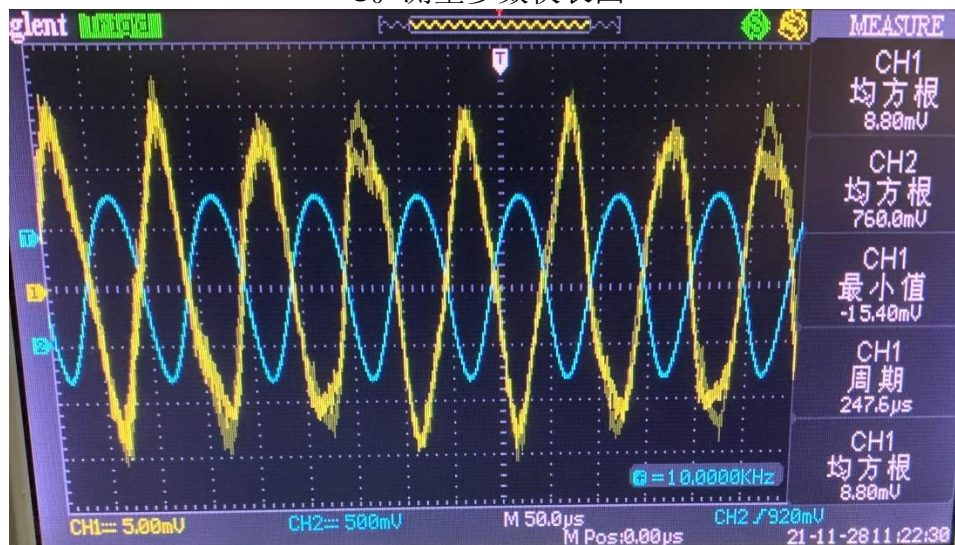




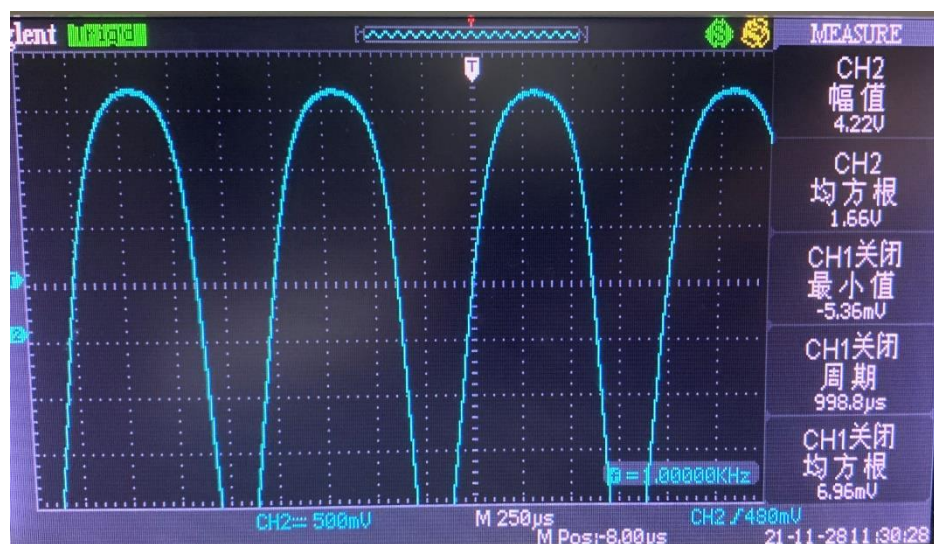
$U_o$ 测量参数仪表图



$U_o'$  测量参数仪表图



输出输入电压波形图



最大不失真波形图

#### 4.测量结果计算

三极管 $h_{fe}$ : 192

静态工作点各参数:

$$U_{BQ} = 2.89$$

$$U_{CQ} = 9.24$$

$$U_{EQ} = 2.27$$

$$U_{CEQ} = 6.98$$

$$I_{CQ} = 1.52$$

电压放大倍数:

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{760}{8.8} = 86.4$$

输入电阻:

$$R_i = \frac{U_i R}{U_s - U_i} = 3.337k\Omega$$

输出电阻:

$$R_o = \left( \frac{U_o'}{U_o} - 1 \right) R = 1.986k\Omega$$

#### 五、实验小结

运用示波器，万用表等仪器连接并测量晶体管共射放大电路，对于电路放大原理有了更深的理解，了解了电压放大倍数以及输入输出电阻的测量方法，在实际操作过程中，静态工作点的选取是否正确对于实验结果的影响很重要。