

晶体管放大电路

模块一 共发射极放大电路原理

模块二 多级放大电路的原理及应用

模块三 功率放大电路的原理及应用

模块一 共发射极放大电路原理

【学习目标】

- ✉ 1. 了解共发射极放大电路的结构形式以及组成电路各部分的作用
- ✉ 2. 了解放大电路静态工作点的意义及确定方法
- ✉ 3. 掌握分压式偏置放大电路的结构形式，掌握其静态工作点稳定原理和工作方法。

【能力目标】

- ◆ 1. 能识读基本共射放大电路、分压式偏置共射放大电路原理图
- ◆ 2. 能用晶体管等元件组成放大电路的方法
- ◆ 3. 能够安装与调试基本共射放大电路。

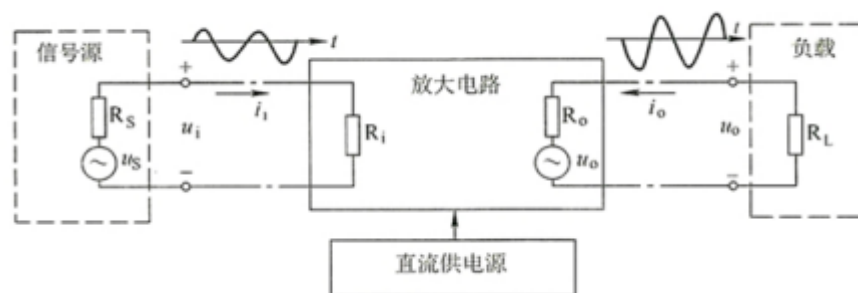


模块一 共发射极放大电路原理

【知识探究】

1. 概述

放大电路是电子设备中最常用的一种基本单元电路。它是在微弱输入信号作用下，把直流电源提供的电能转换为较大能量的电信号，并保持原输入信号的形状（称为不失真）。图所示为放大器的基本结构图，其中输入端接欲放大的信号源，输出端接负载。



模块一 共发射极放大电路原理

2. 电路组成及工作原理

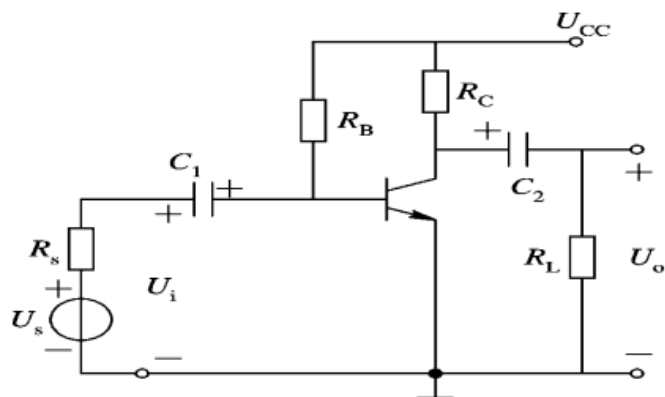
电路组成

用晶体管组成放大器时，根据公共端(电路中各点电位的参考点)的不同，有三种基本连接方法，即共发射极接法、共集电极接法和共基极接法，分别称为共发射极放大电路、共集电极放大电路和共基极放大电路。



模块一 共发射极放大电路原理

共发射极放大电路组成



图中各元器件的作用是：

VT——晶体管，工作在放大状态，起电流或电压放大作用。

$+U_{CC}$ ——放大电路直流电源，给晶体管提供偏置电压(发射结正向偏压，集电结反向偏压)，同时为输出号提供能量。

R_B ——基极偏置电阻，电源 $+U_{CC}$ 通过 R_B 向基极提供合适的偏置电流 I_B 。

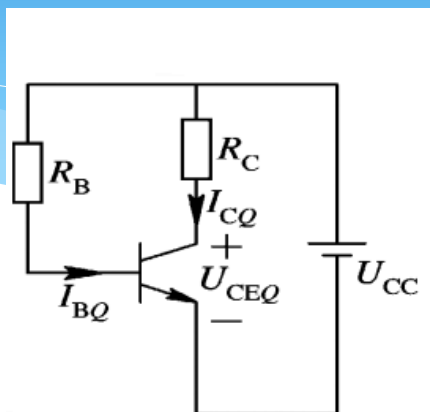
R_C ——集电极偏置电阻，将晶体管电流的变化量转化电压的变化量。

C_1 、 C_2 ——分别是输入、输出耦合电容，起“通交隔直”作用。

模块一 共发射极放大电路原理

静态:

指将交流信号视为零，
直流信号所流经的通路。
利用电容的“通交隔直”作用。

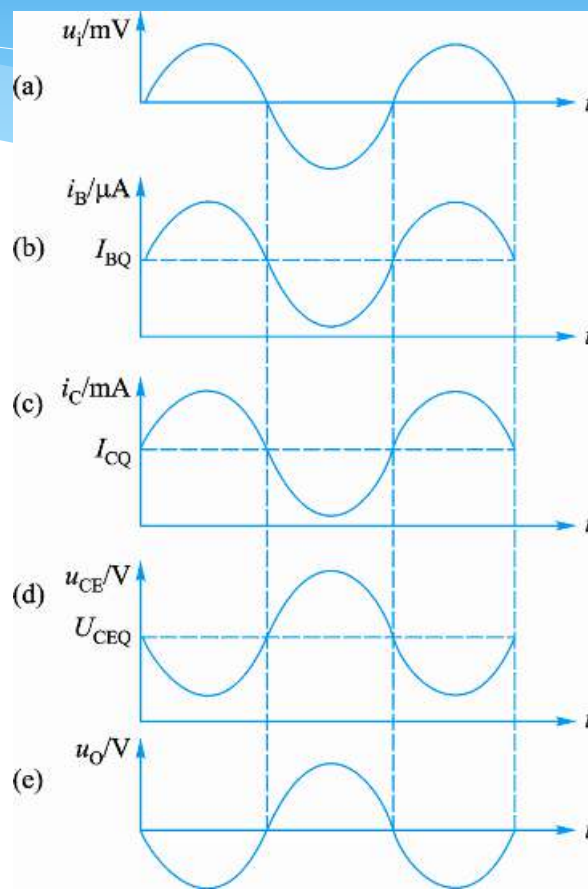


项目序号	静态工作点 (I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 U_{CEQ})		备注
1	静态基极电流 I_{BQ}	$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b} \approx \frac{V_{CC}}{R_b}$	U_{BEQ} 比较小 (硅管约0.7V , 锗管约 0.3V)
2	静态集电极电 流 I_{CQ}	$I_{CQ} \approx \beta I_{BQ}$	电流放大作用
3	静态集-射电 压 U_{CEQ}	$U_{CEQ} = U_{CC} - I_{CQ} R_C$	回路电压方程

模块一 共发射极放大电路原理

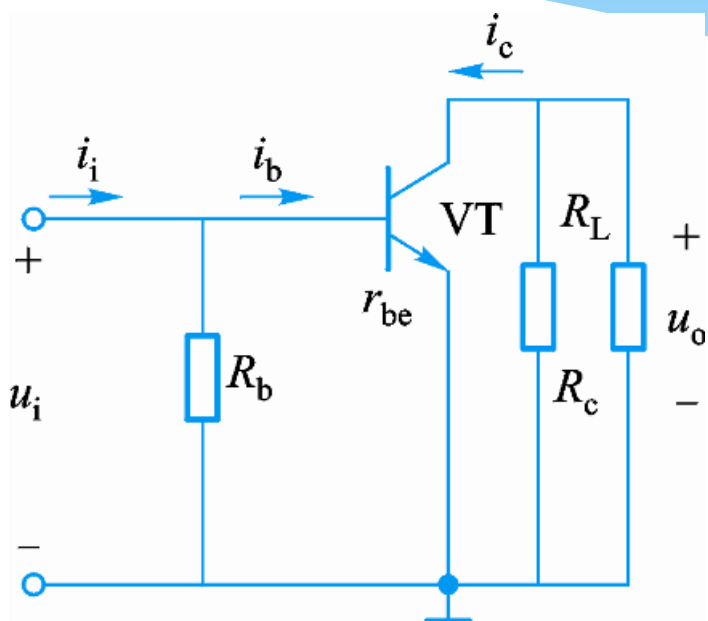
动态

放大过程是晶体管在输入信号的整个周期内始终工作在放大状态时，才得以实现的。否则，输出电压就会产生波形失真，电路的放大作用也就失去了意义。所以，放大电路不仅要能放大信号，而且要基本上不产生失真。



模块一 共发射极放大电路原理

交流通路



指交流信号所流经的通路，此时直流电压源看作短路，耦合电容由于其容抗很小也可看成短路。

基本共射放大电路交流通路

模块一 共发射极放大电路原理

动态性能指标

①电压放大倍数 A_u 定义为输出电压有效值与输入电压有效值之比。

定义式为: $A_u = \frac{U_o}{U_i}$

基本共射放大电路 $A_u = \frac{U_o}{U_i} = -\frac{(R_c // R_L) I_c}{r_{be} I_b} = -\frac{R'_L \beta I_b}{r_{be} I_b} = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$

②输入电阻 r_i 定义为从放大电路输入端看进去的等效电阻,

定义式为 $r_i = \frac{U_i}{I_i}$

基本共射放大电路 $r_i = R_b // r_{be} \approx r_{be}$

③输出电阻 r_o 定义为输入信号为零, 负载开路的情况下, 从放大电路输出端看进去的等效电阻

基本共射放大电路 $r_o = R_c$



模块一 共发射极放大电路原理

例8.1: 在基本共射放大电路中, 设 $U_{CC}=12\text{ V}$, $R_B=300\text{ k}\Omega$, $R_C=2\text{ k}\Omega$, $\beta=50$, $R_L=2\text{ k}\Omega$ 。试求静态工作点、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 及空载与带载两种情况下的电压放大倍数。

解 (1) 静态工作点

静态偏置电流:

$$I_{BQ} \approx \frac{U_{CC}}{R_B} = \frac{12}{300 \times 10^3} = 0.04\text{ mA} = 40\mu\text{A}$$

静态集电极电流:

$$I_{CQ} \approx \beta I_{BQ} = 50 \times 0.04 = 2\text{ mA}$$

静态集电极电压:

$$U_{CEQ} = U_{CC} - I_{CQ} R_C = 12 - 2 \times 2 = 8\text{ V}$$

模块一 共发射极放大电路原理

晶体管的交流输入电阻： $r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}} = 300 + (1 + 50) \frac{26}{2}$
 $= 963 \Omega \approx 0.96 \text{K}\Omega$

放大器的输入电阻 $R_i \approx r_{be} = 0.96 \text{K}\Omega$

放大器的输出电阻 $R_o \approx R_C = 2 \text{K}\Omega$

空载时，放大器的电压放大倍数 $A_u = -\beta R_C / r_{be} = -50 \times 2 / 0.96 \approx -104$

有负载 R_L 时，等效负载电阻

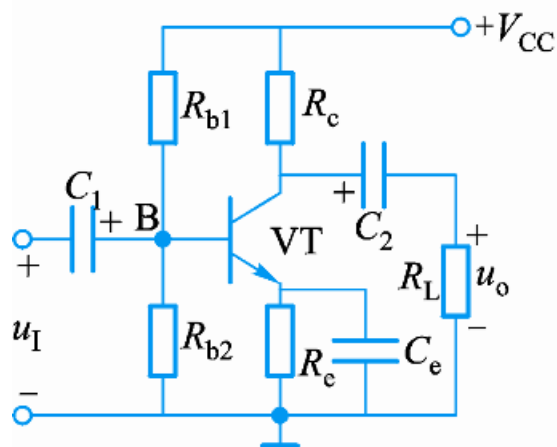
$$R'_L = R_L // R_C = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = 1 \text{K}$$

放大器的电压放大倍数 $A_u = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}} = -50 \times \frac{1}{0.96} = -51.9$

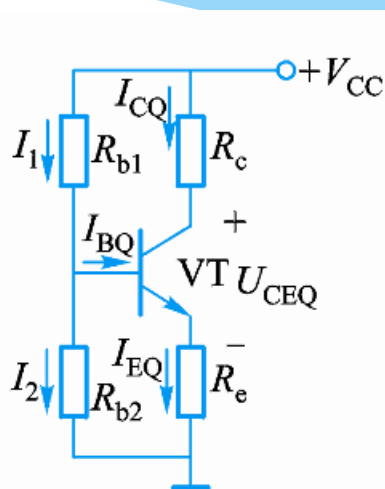
可知，基本共射放大电路的偏置电流 I_B 只与 V_{CC} 和 R_B 有关，一般是固定的，因而具有这种偏置特点的电路称为固定偏置电路。

模块一 共发射极放大电路原理

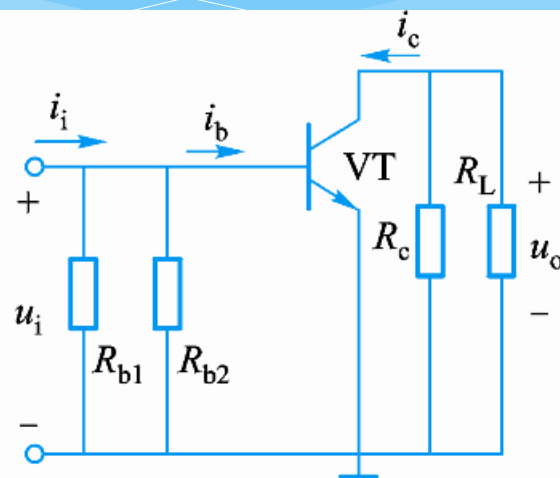
分压式偏置放大电路结构



(a) 电路



(b) 直流通路

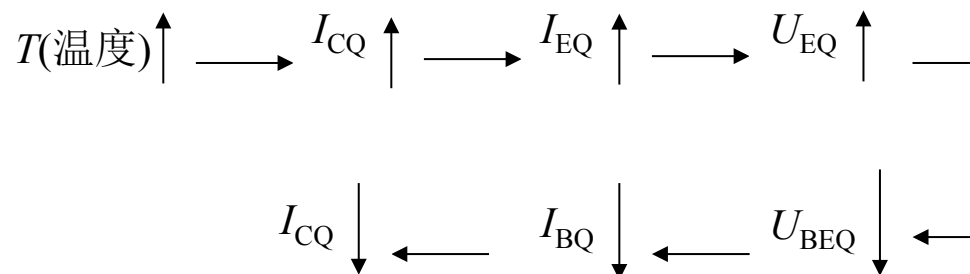


(c) 交流通路

R_{b1} 、 R_{b2} ——基极上、下偏置电阻，串联分压使静态时晶体管的基极电位固定；
 R_e ——发射极电阻，起到稳定静态电流的作用；
 C_e ——旁路电容，可使发射极交流接地，使电阻 R_e 电路交流工作无影响。

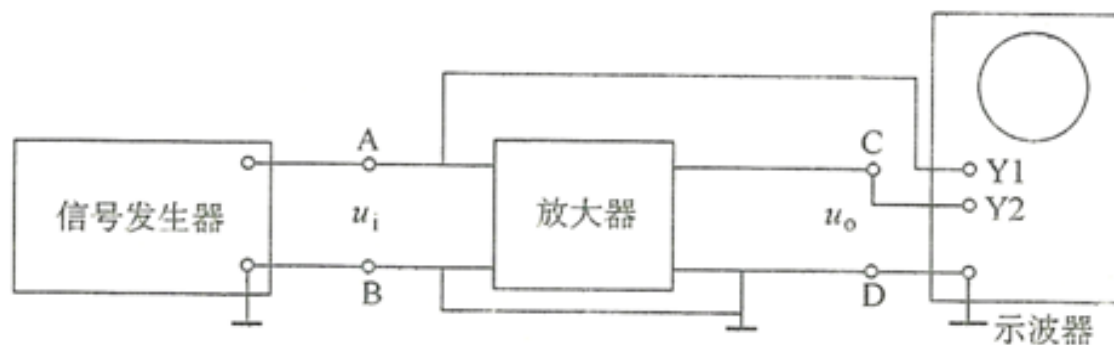
模块一 共发射极放大电路原理

稳定过程



模块一 共发射极放大电路原理

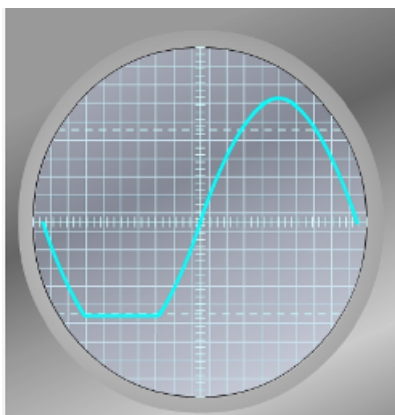
3. 观察与实验



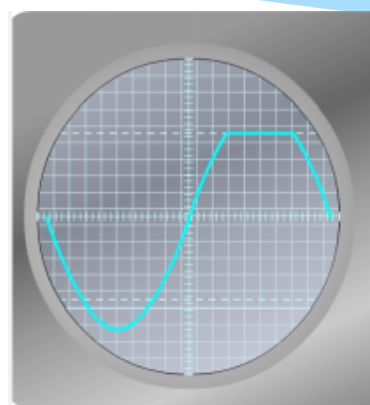
当输出信号波形负半周被部分削平，这一现象叫“饱和失真”。产生饱和失真的原因是由于Q点偏高。输入信号的正半周有一部分进入饱和区，使输出信号的负半周被部分削平。

消除失真的方法是适当增大偏置电阻 R_B ，减小 I_{BQ} ，使Q点适当下移。

模块一 共发射极放大电路原理



a)饱和失真波形



b)截止失真波形

模块一 共发射极放大电路原理

【课堂小结】

- (1) 晶体管是构成放大电路的核心器件。
- (2) 基本共射放大电路、分压式偏置放大电路是常用的单管放大电路。它们的组成原则是：直流通路必须保证三极管有合适的静态工作点，以使交流信号在工作过程中始终处于管子的放大区；交流通路必须保证输入信号传送到放大管输入回路，同时保证放大后的信号传送到电路的输出端。
- (3) 静态工作点不合适，会出现饱和失真、截止失真和双向失真。

晶体管放大电路

模块一 共发射极放大电路原理

模块二 多级放大电路的原理及应用

模块三 功率放大电路的原理及应用

模块二 多级放大电路的原理及应用

【学习目标】

- ✉ 1. 掌握多级放大电路动态参数的计算方法
- ✉ 2. 了解多级放大电路的耦合方式

【能力目标】

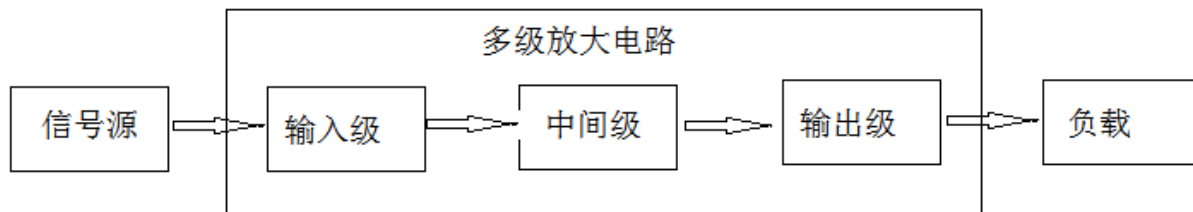
- ◆ 1. 能判断多级放大电路的耦合方式
- ◆ 2. 能对多级放大电路进行综合的分析
- ◆ 3. 能用分离元件组装、调试多级放大电路。

模块二 多级放大电路的原理及应用

【知识探究】

在实际应用中，单管的基本共射放大电路往往不能满足工程实际对电路性能的要求，在信号很微弱时，为得到较大的输出信号电压，必须将若干个单级电压放大电路级联起来，进行多级放大，以得到足够大的电压放大倍数。

多级放大电路就是由若干个单级放大器组成的，其组成框图如图所示。一般地，多级放大电路由输入级、中间级及输出级三部分组成



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/378123123060007012>