

图 8-10 截止失真

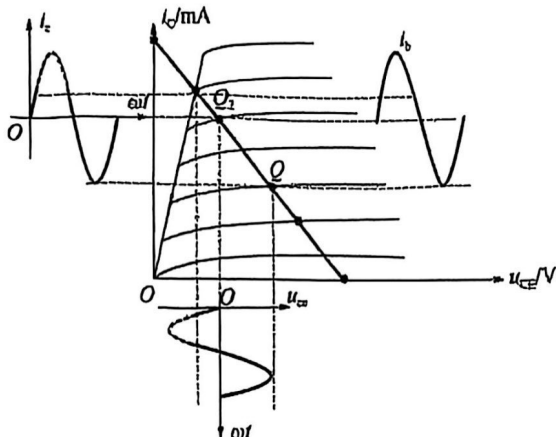


图 8-11 饱和失真

8.1.3 静态工作点的稳定

从上面的分析可以看出, 放大器要正常放大信号, 必须要设置合理的静态工作点, 否则将会引起非线性失真。对于基本放大电路, 虽然电路简单, 但是有一个很大的缺点, 就是它的静态工作点难以保持稳定。引起静态工作点不稳定的原因很多, 如电源电压的波动、电路参数的变化、管子老化等, 但影响最大的是温度的变化。当环境温度升高后, 晶体管的穿透电流 I_{CEO} 增大, 电流放大系数 β 增大, 发射结电压 U_{BE} 下降。总之, 温度上升, 静态工作点会升高, 将产生饱和失真; 反之, 将产生截止失真。

为了解决这些问题, 人们设计出了静态工作点较为稳定的分压式偏置放大电路, 如图 8-12 所示。

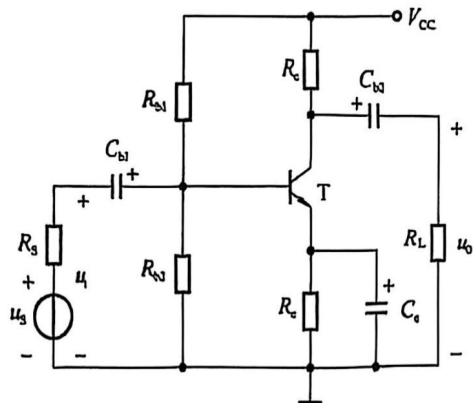


图 8-12 分压式偏置放大电路

分压式偏置放大电路稳定静态工作点的原理是: 随着温度 T 的升高, 集电极电流 I_C 升高, 由于 $I_E \approx I_C$, 从而使发射极的电阻 R_E 上的电压 U_E 增大, 即发射极电位 V_E 升高, 由于分压式偏置放大电路合理地选择了 R_{b1} 和 R_{b2} , 使基极电位 V_B 基本保持不变, 那么 V_E 升高后, 晶体管基极和发射极间的实际偏压 $U_{BE} = V_B - V_E$ 将减小, 进而 I_B 减小, 限制了 I_C 的增大。这个变化过程可表示为

$$\text{温度 } T \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow I_E \uparrow \rightarrow V_E \uparrow \rightarrow U_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \downarrow \rightarrow I_C \downarrow$$

从以上的分析可以看出, 分压式偏置放大电路之所以能稳定静态工作点, 其主要原因有两点: 第一, 利用 R_{b1} 和 R_{b2} 的分压使基极的电位 V_B 基本与晶体管参数无关, 保持恒定; 第二, 使电流 I_C 通过

R_E 产生 V_E , 来抵消一部分基极和发射极之间的实际偏电压 U_{BE} 。这种方法本质就是将输出量引回到输入端来达到稳定的目的, 其实就是应用了负反馈的原理, 关于反馈的知识将在后面详细介绍。

【例 8-2】 在图 8-13 中, 已知三极管 $\beta=50$, $U_{BE}=0.7\text{ V}$, 电路其他参数如图 8-13 所示。试计算:

- (1) 放大电路的静态工作点;
- (2) 电压放大倍数 A_u 、输入电阻 r_i 和输出电阻 r_o 。

【解】 (1) 计算静态工作点。

$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \left(12 \times \frac{10}{20 + 10} \right) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - U_{BE} = (4 - 0.7) \text{ V} = 3.3 \text{ V}$$

$$I_C \approx I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{3.3}{2} \text{ mA} = 1.65 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 0.033 \text{ mA}$$

$$U_{CE} \approx V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = [12 - 1.65 \times (2 + 2)] \text{ V} = 5.4 \text{ V}$$

- (2) 计算 A_u , r_i , r_o 。

$$r_{be} = 300 \Omega + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \left(300 + 51 \times \frac{26}{1.65} \right) \Omega \approx 1.1 \text{ k}\Omega$$

$$R'_L = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} \approx 1.33 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} = -\frac{50 \times 1.33}{1.1} \approx -60.5$$

$$r_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} = 0.94 \text{ k}\Omega$$

$$r_o \approx R_C = 2 \text{ k}\Omega$$

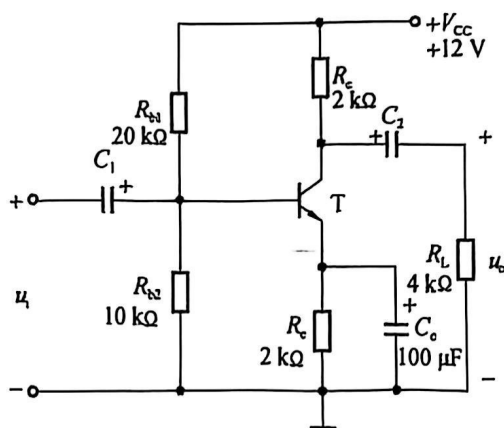


图 8-13 分压式偏置放大电路参数

8.1.4 多级放大器

在实际工作中, 为了放大非常微弱的信号, 需要把若干个基本放大电路连接起来, 组成多级放大电路, 以获得更高的放大倍数和功率输出。多级放大电路内部各级之间的连接方式称为耦合方式。常用的

