

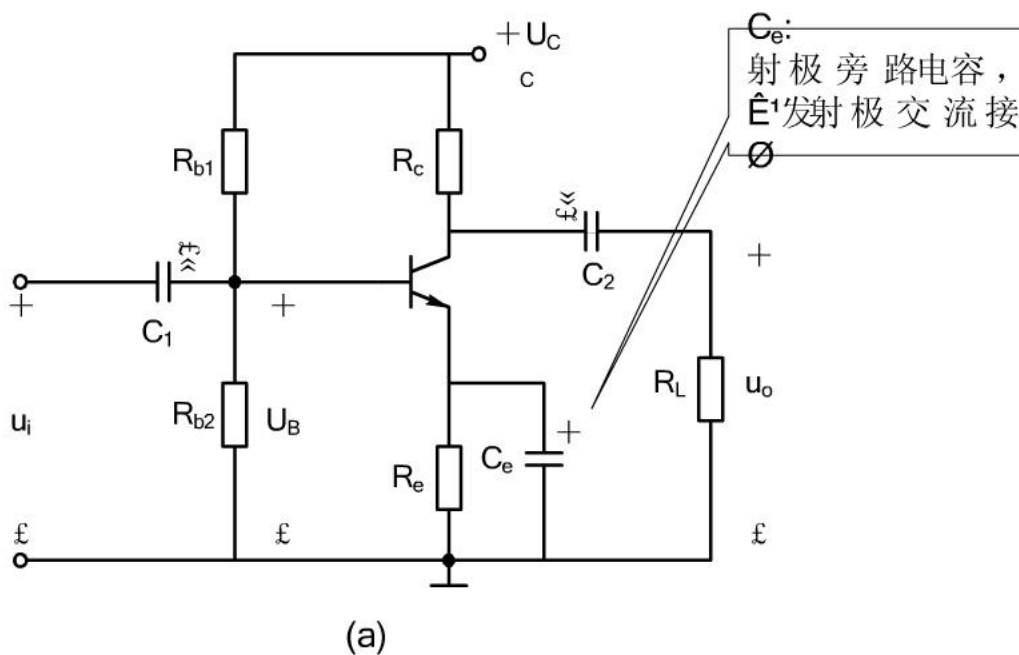


## 共发射极放大电路理论分析与计算

理论计算与分析是实现电子电路的非常好的设计手段,这方面是职业学校同学们的弱点,适当地学习一些计算与分析的方法,更能使你的动手能力如虎添翼,节约时间与成本.

### 1. 共发射极放大电路

#### 1.1 电路组成



#### 1.2 静态工作点的估算

$$U_{BQ} \approx \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} U_{CC}$$

$$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BE}}{R_E}$$

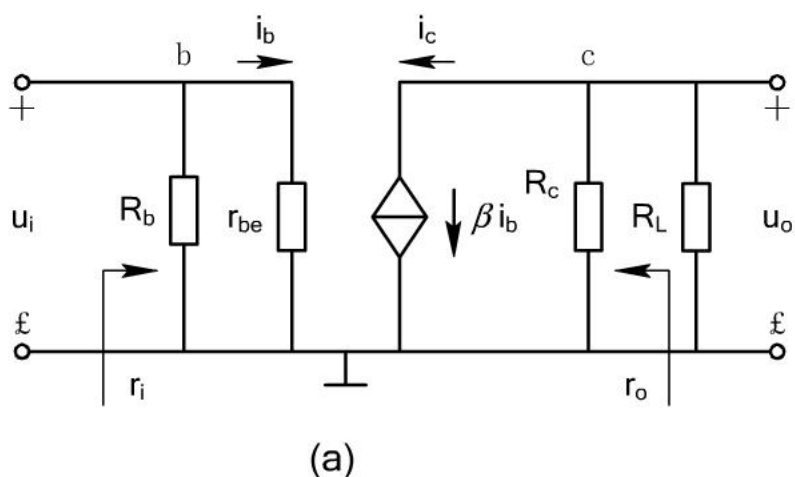
$$I_{CQ} \approx I_{EQ}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

$$U_{CEQ} \approx U_{CC} - I_{CQ}(R_c + R_e)$$

#### 1.3 动态分析

1) 画出 H 参数微变等效电路如下:



## 2) 共发射放大电路基本动态参数的估算

### (1) 电压放大倍数

$$u_o = -i_c R'_L = -\beta i_b R'_L$$

$$R'_L = R_C // R_L$$

$$u_i = i_b r_{be}$$

$$A_u = -\frac{\beta i_b R'_L}{i_b r_{be}} = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}}$$

### (2) 输入电阻 $r_i$

$$r_i = \frac{u_i}{I_i} = R_b // r_{be} \quad (R_b = R_{B1} // R_{B2})$$

### (3) 输出电阻 $r_o$

$$r_o = R_C$$

### (4) 源电压放大倍数

$$A_{us} = \frac{u_o}{u_s} = -\beta \frac{R'_L}{r_s + r_{be}}$$



下面是对图示共发射极放大电路的计算分析,可以和仿真分析进行对比;

设晶体管的 $\beta=100$ ,  $r_{bb'}=100\Omega$ 。(1) 求电路的 $Q$ 点、 $\dot{A}_u$ 、 $R_i$ 和 $R_o$ ; (2) 若电容 $C_e$ 开路,则将引起电路的哪些动态参数发生变化?如何变化?

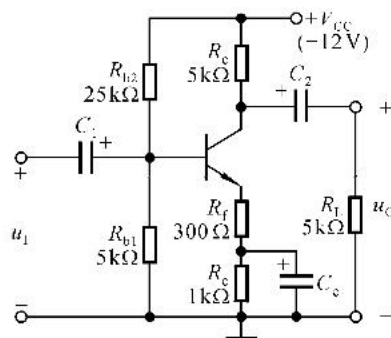
解: (1) 静态分析:

$$U_{BQ} \approx \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} \cdot V_{CC} = 2V$$

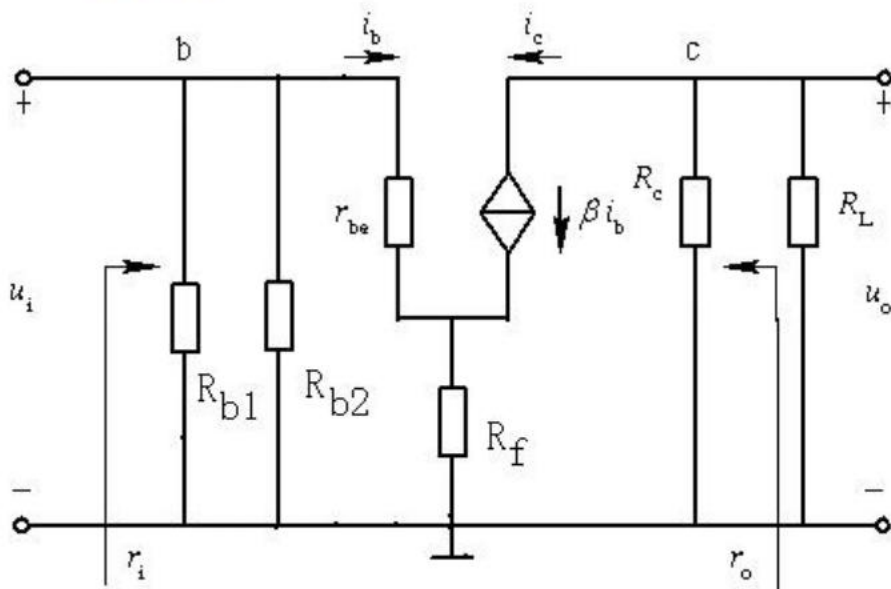
$$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_f + R_e} \approx 1mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta} \approx 10\mu A$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_f + R_e) = 5.7V$$



动态分析:



共发射极放大电路H参数微变等效电路

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 2.73k\Omega$$

$$\dot{A}_u = - \frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_f} \approx -7.7$$

$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_f] \approx 3.7k\Omega$$

$$R_o = R_c = 5k\Omega$$

(2)  $R_L$  增大,  $R_i \approx 4.1k\Omega$ ;  $|\dot{A}_u|$  减小,  $\dot{A}_u \approx - \frac{R_L'}{R_f + R_c} \approx -1.92$ .



共发射极放大电路增大放倍数的方法：

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_f} \approx -7.7$$

(1) 增大  $R_c$ 。

如果只是增大  $R_c$ ，会使三极管的静态工作电压  $U_{ce}$  电压减小，偏离放大状态。

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_f + R_e) = 5.7V$$

因而可以用恒流源代替  $R_c$ ，恒流源的特性是静态的时候提供恒定的直流电流给直流电路，交流动态的时候，恒流源开路相当于一个很大的电阻，这样静态不影响工作状态，动态可以提高放大倍数。

(2) 减小  $R_f$  和  $R_e$

减小  $R_e$  已经采用旁路电容，旁路电容作用主要是使  $R_e$  交流短路，提高放大倍数。

(3) 增大  $\beta$

很多电路采用复合三极管增大  $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$