

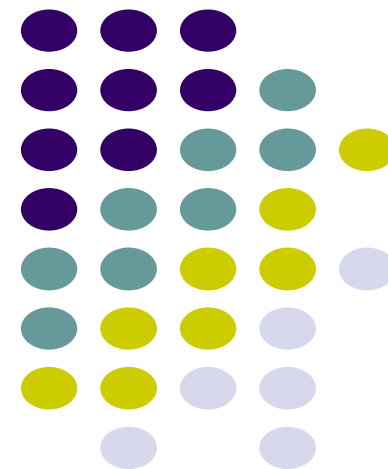
《模拟电子技术》 期末复习

Updated: Dec 15, 2019

姚恒

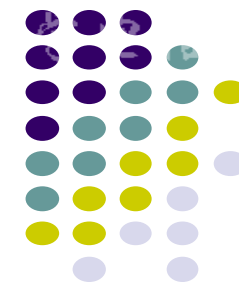
hyao@usst.edu.cn

Office: 光电楼911室

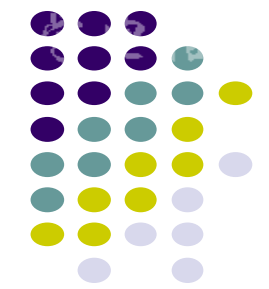




考试题型



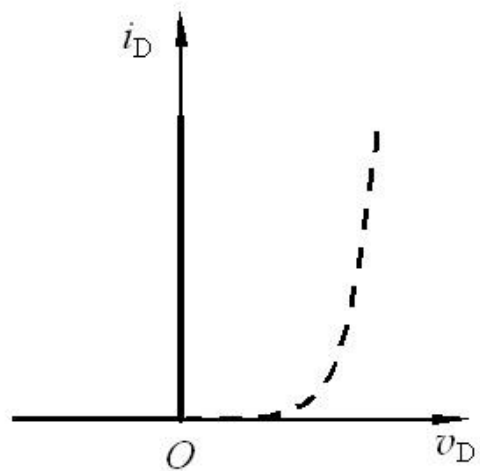
1. 判断题 6道
2. 填空计算题 3道
3. 选择题 3道
4. 负反馈类型判别 2道
5. 计算大题 4道 涵盖内容：BJT 共射/共集，差分电路+电流源电路，运算放大电路、电压比较器



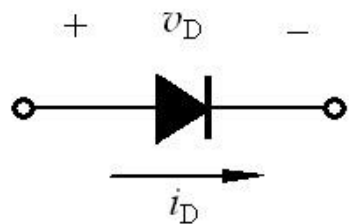
1. 二极管 (限幅电路/开关电路)

- 二极管的等效模型

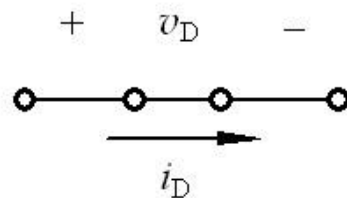
(1) 理想模型



(a)

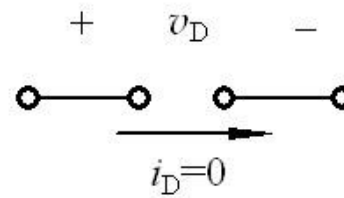


(b)



($i_D > 0, v_D = 0$)

(c)



($v_D < 0, i_D = 0$)

(d)

(a) $V-I$ 特性

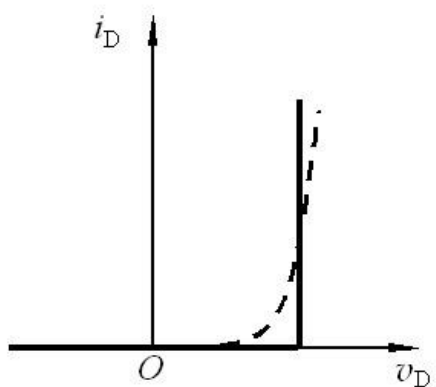
(b) 代表符号

(c) 正向偏置时的电路模型

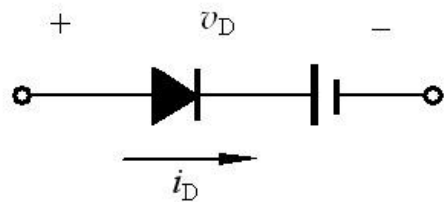
(d) 反向偏置时的电路模型

1. 二极管 (限幅电路/开关电路)

(2) 恒压降模型



(a)



(b)

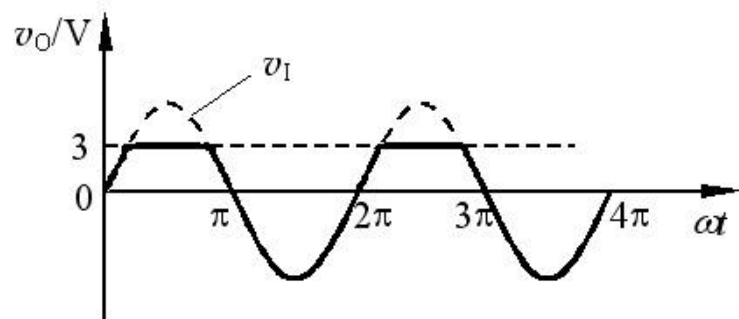
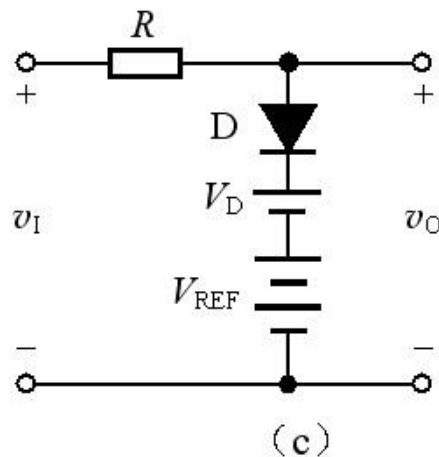
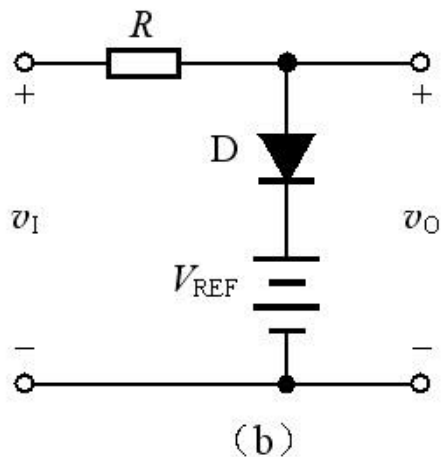
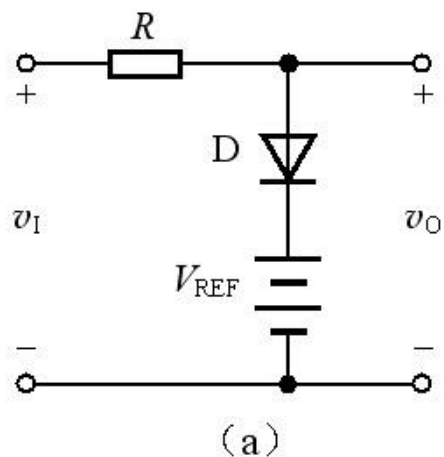
此处注意电压源方向

(a) V - I 特性 (b) 电路模型

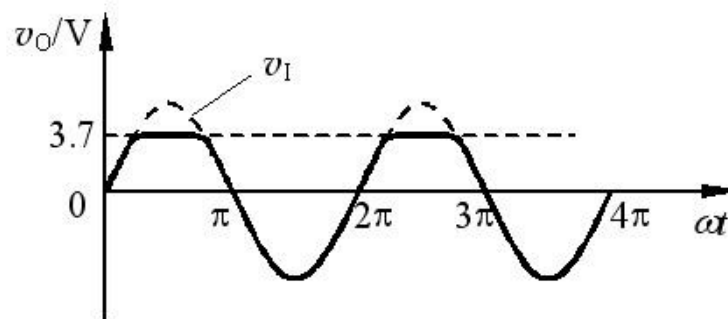
1. 二极管 (限幅电路/开关电路)

单向限幅电路

电路如图, $R = 1\text{k}\Omega$, $V_{\text{REF}} = 3\text{V}$, 二极管为硅二极管。分别用理想模型和恒压降模型求解, 当 $v_{\text{I}} = 6\sin\omega t$ V时, 绘出相应的输出电压 v_{O} 的波形。



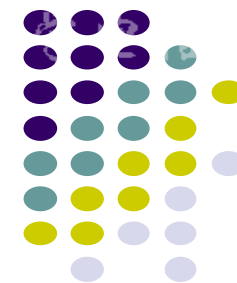
(d)



(e)

习题： 3.4.7 P97

单向限幅电路



1. 二极管 (限幅电路/开关电路)

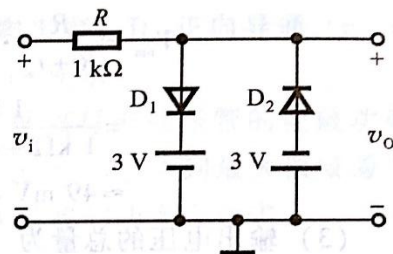
双向限幅电路 P97 习题3.4.9

3.4.9 电路如图题 3.4.9 所示, D_1 、 D_2 为硅二极管, 当 $v_i = 6\sin \omega t(V)$

时, 试用恒压降模型分析电路, 绘出输出电压 v_o 的波形。

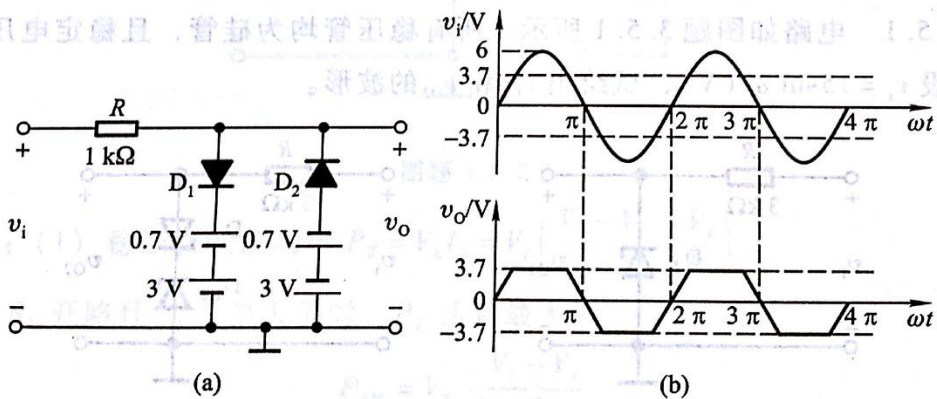
解: 图题 3.4.9 电路的恒压降等效电路如图解 3.4.9a 所示。

$v_i \geq 3.7 V$ 时, D_1 导通, D_2 截止, $v_o = 3.7 V$;
 $v_i \leq -3.7 V$ 时, D_2 导通, D_1 截止, $v_o = -3.7 V$;
 $-3.7 V < v_i < 3.7 V$ 时, D_1 和 D_2 均截止, $v_o = v_i$ 。
 v_o 波形如图解 3.4.9b 所示。

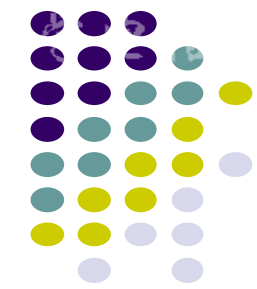


图题 3.4.9

3.4.10 电路如图题 3.4.10 所示, D 为硅二极管, $V_{DD} = 2 V$, $R = 1 k\Omega$,



图解 3.4.9



1. 二极管 (限幅电路/开关电路)

开关电路 关键判断电路中二极管的导通截止状态 **P81**

首先假设二极管截止, 得到其两端电压, 判断其是否服从假设
一般采用恒压降模型

例 3.4.5 二极管开关电路如图 3.4.11 所示。利用二极管理想模型求解: 当 v_{i1} 和 v_{i2} 为 0 V 或 5 V 时, 求 v_{i1} 和 v_{i2} 的值不同组合情况下, 输出电压 v_o 的值。

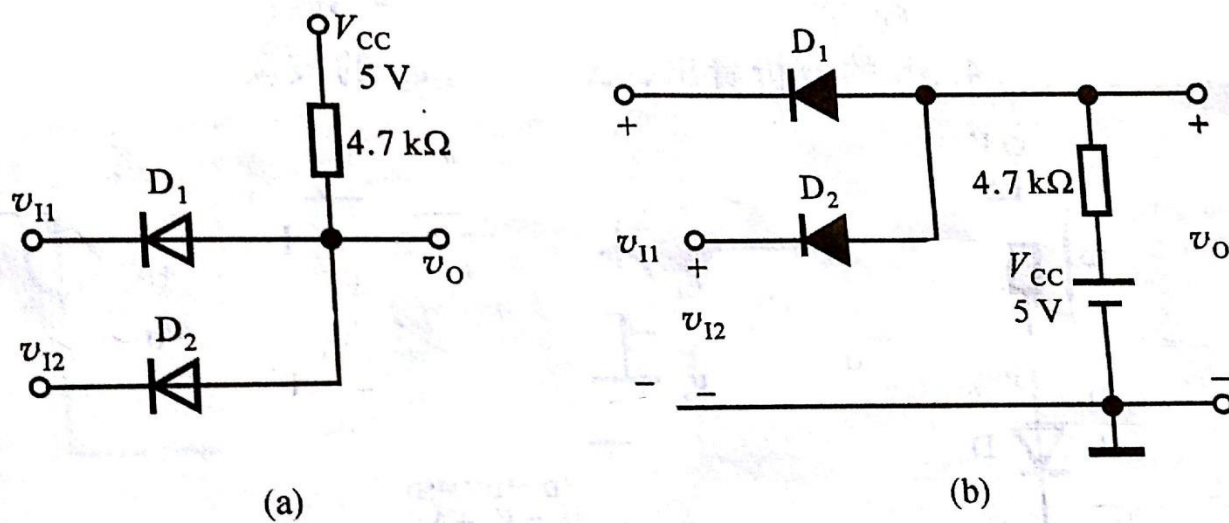
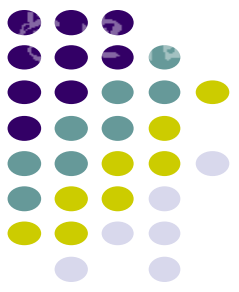


图 3.4.11 开关电路

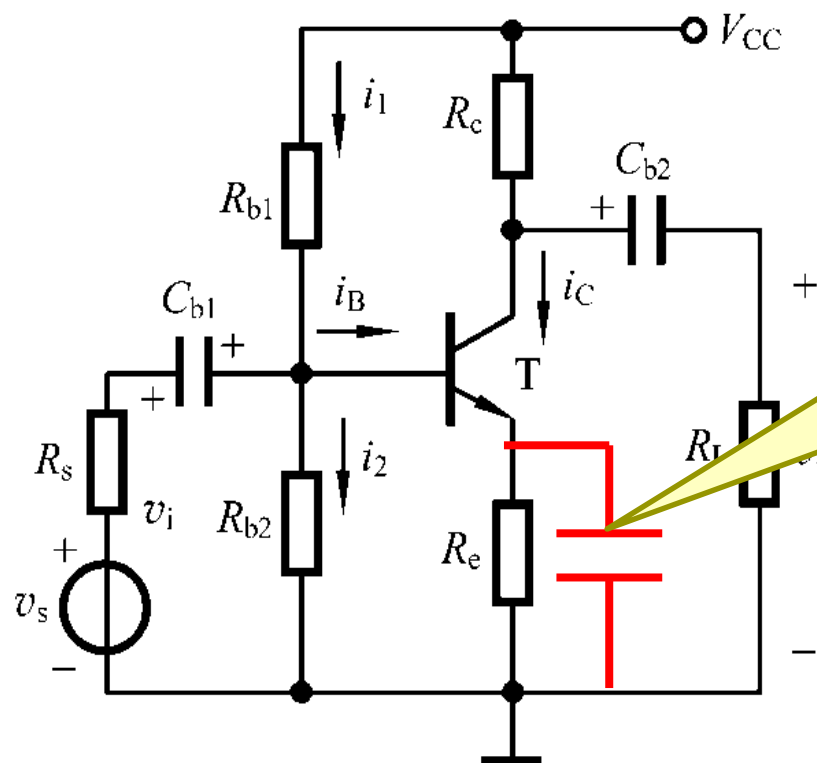
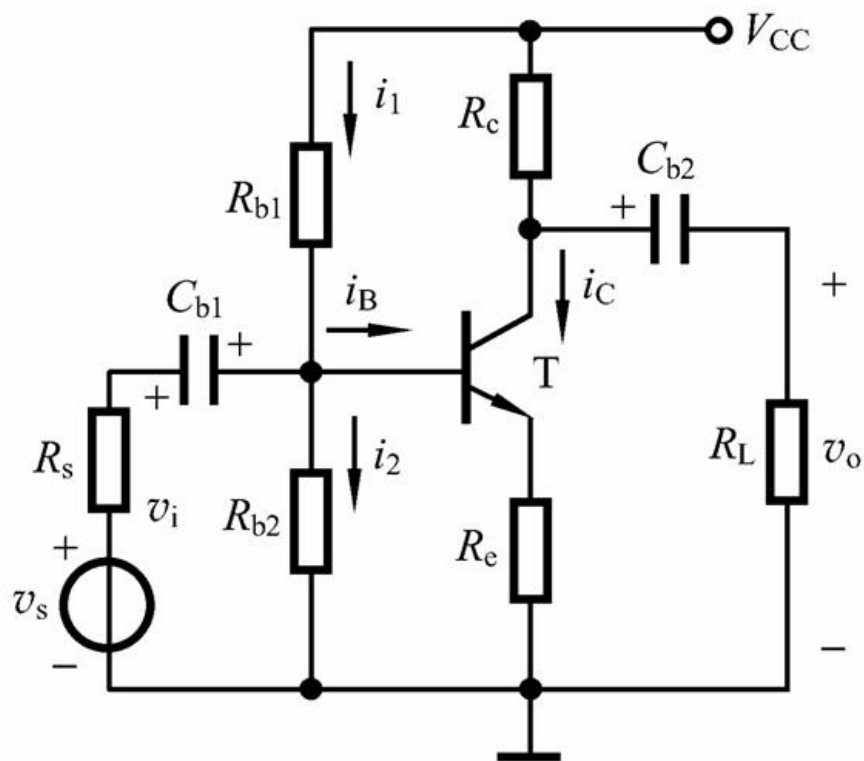
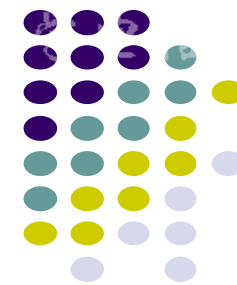
(a) 习惯画法 (b) 开关电路的理想模型



2. 三极管 (基极分压射极偏置电路(有/无射极旁路电容), 基本共射放大电路(计算法/图解法), 射极输出器)

- 基极分压射极偏置电路无旁路电容
- 基极分压射极偏置电路有旁路电容
- 基本共射放大电路计算法求解
- 基本共射放大电路图解法求解
- 共集电极放大电路-射极输出器

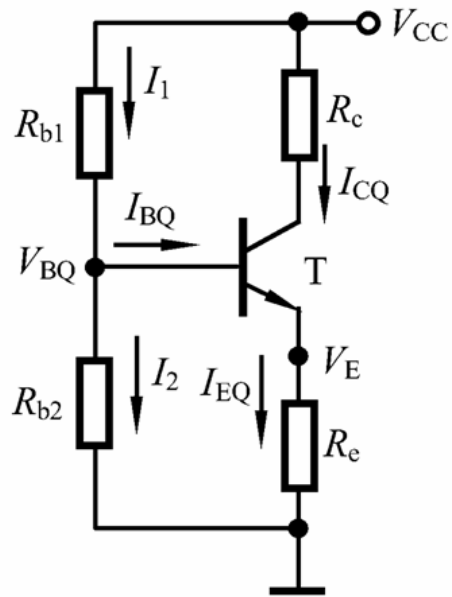
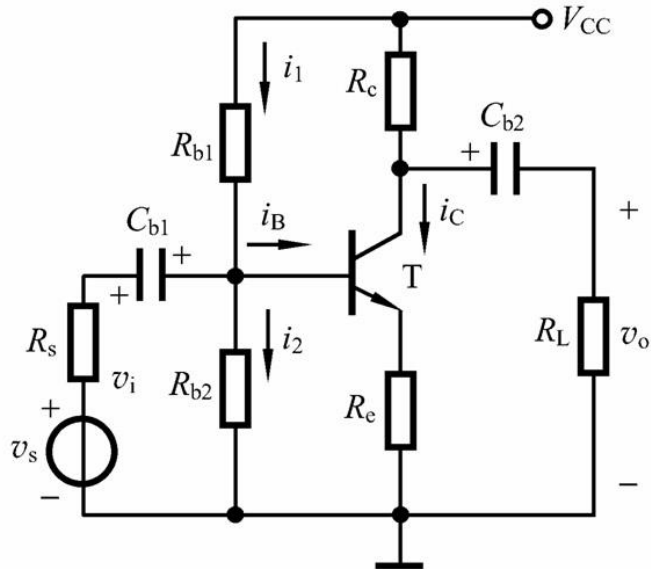
第四章重要电路1——基极分压射极偏置电路



注意：并联旁路电容
-直流分析时 **断路**
-交流小信号分析时 **短路**

两图直流分析一模一样
但交流分析不同

基极分压射极偏置电路



(b) 直流通路

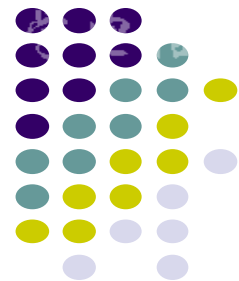
(1) 直流分析

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

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{V_{BQ} - V_{BEQ}}{R_e}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_c - I_{EQ}R_e \approx V_{CC} - I_{CQ}(R_c + R_e)$$

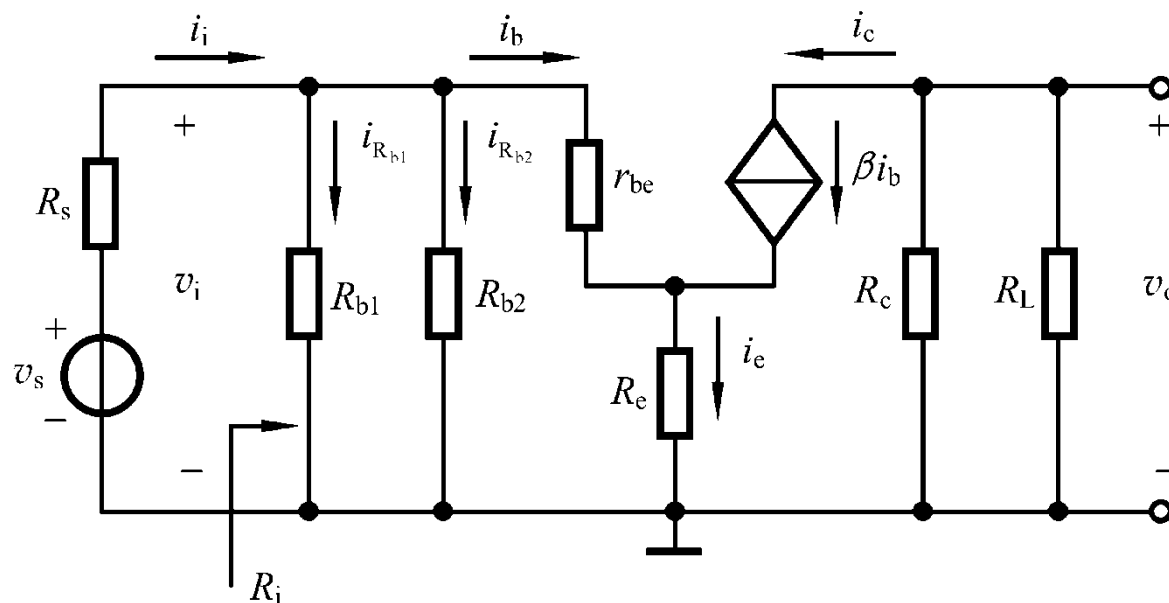
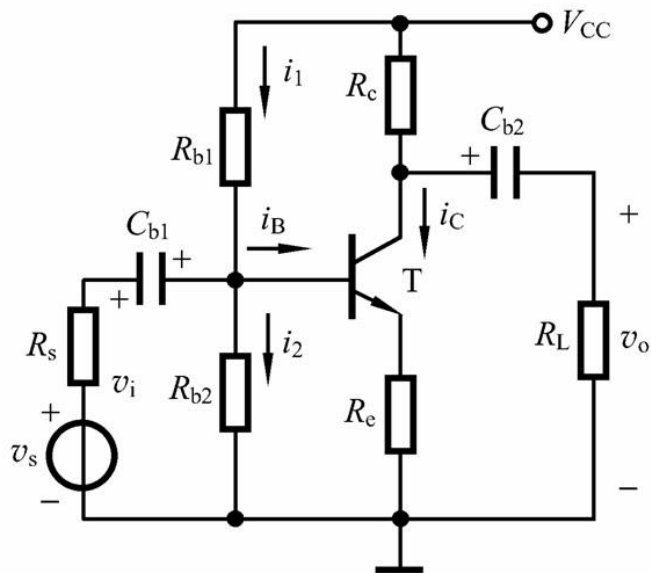
$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$





(2) 交流分析

基极分压射极偏置电路



小信号模型

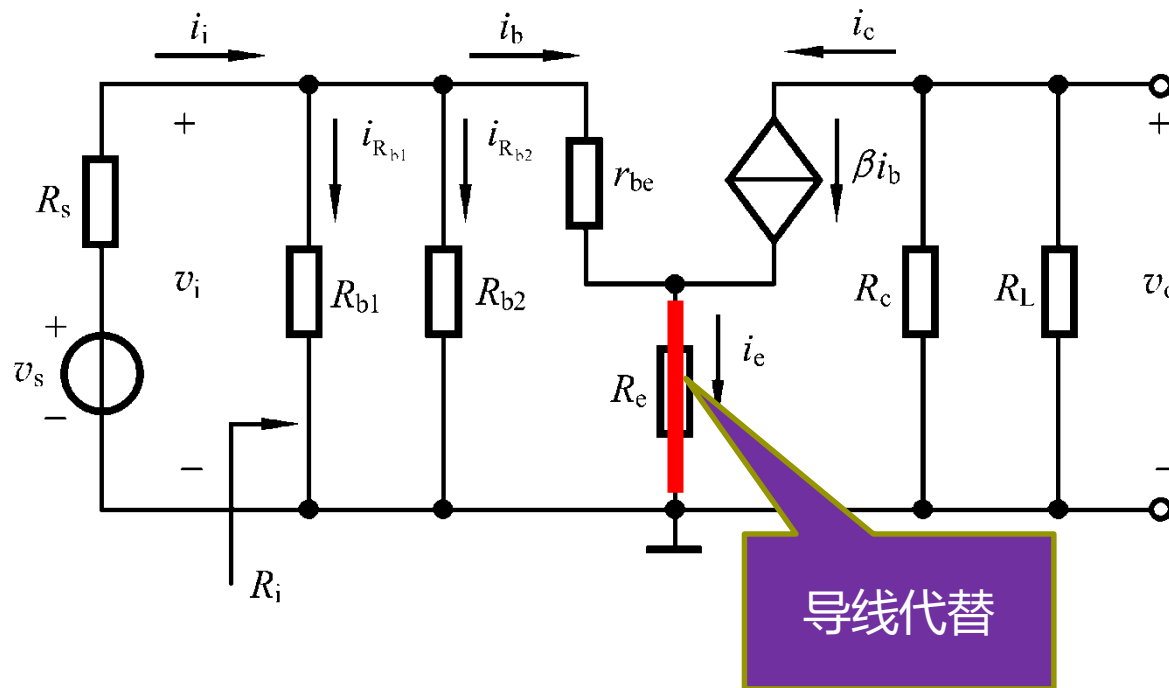
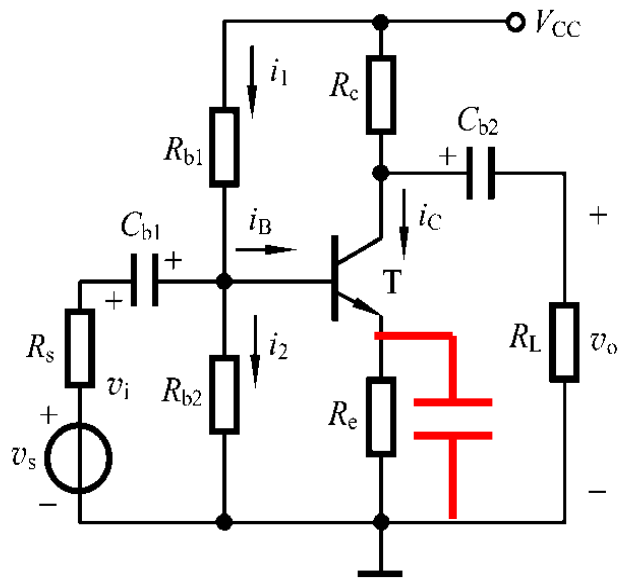
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-\beta \cdot i_b (R_c // R_L)}{i_b [r_{be} + (1 + \beta) R_e]} = -\frac{\beta \cdot (R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) R_e}$$

$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{1}{\frac{1}{r_{be} + (1 + \beta) R_e} + \frac{1}{R_{b1}} + \frac{1}{R_{b2}}}$$

$$R_o \approx R_c$$

基极分压射极偏置电路

(2) 交流分析



小信号模型

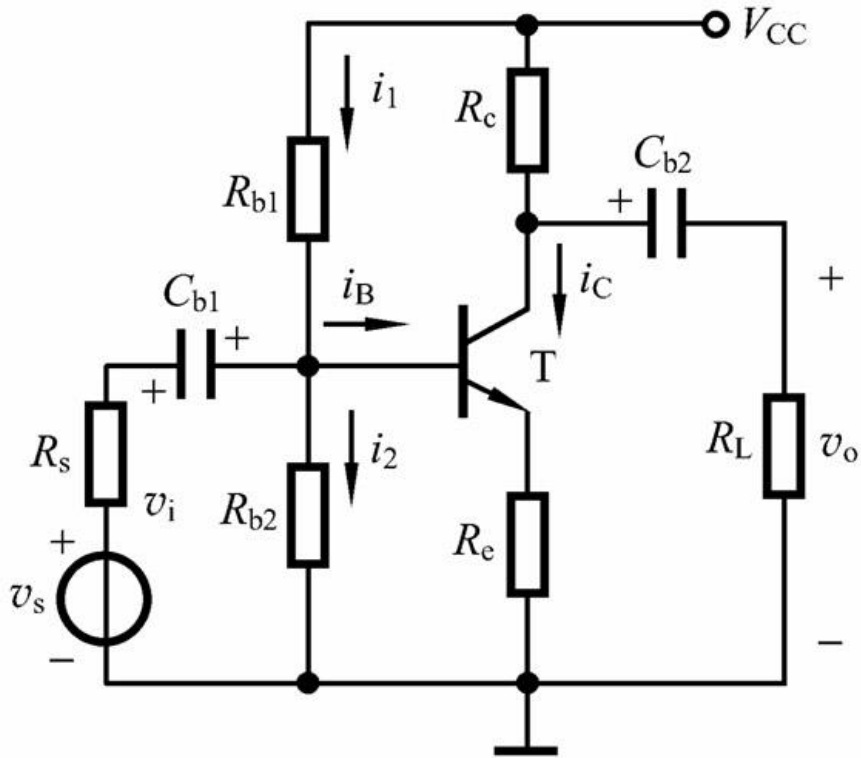
导线代替

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-\beta \cdot i_b (R_c // R_L)}{i_b r_{be}} = -\frac{\beta \cdot (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{1}{\frac{1}{r_{be}} + \frac{1}{R_{b1}} + \frac{1}{R_{b2}}}$$

$$R_o \approx R_c$$

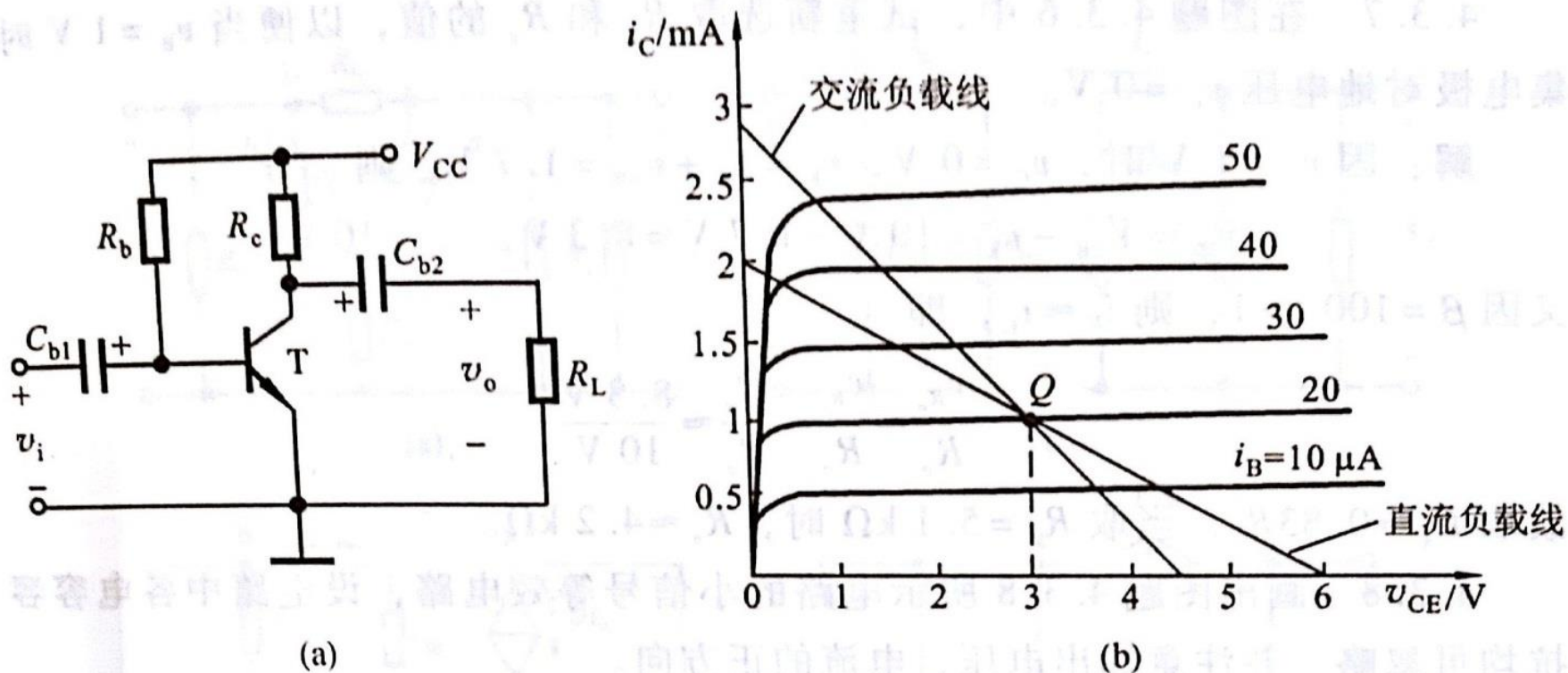
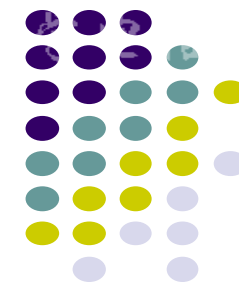
基极分压射极偏置电路



- 要点1: 注意基极分压电路的静态工作点求法
先算 V_B 再算 V_E 再算 I_E 最后算 V_{CE}
- 要点2: 注意旁路电容的影响
静态工作点计算不受影响
交流分析受影响

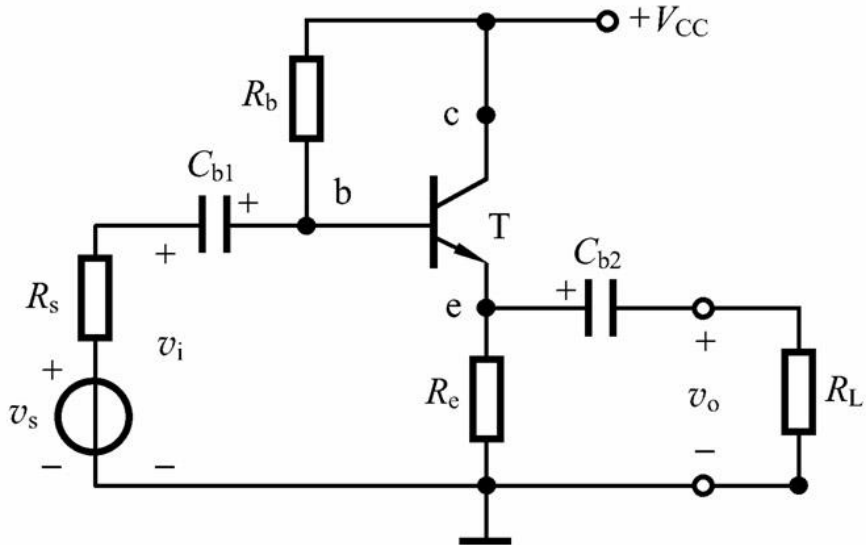
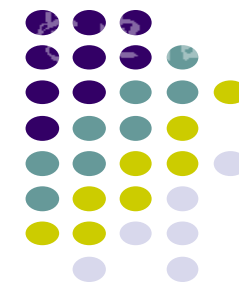
参考 P137 例4.4.1

第四章重要电路2——基本共射放大电路



难点在图解法：了解直流负载线和交流负载线画法 (P123 例4.3.1 习题 P188 4.3.5)
静态工作点和小信号模型求解 见 P131 例4.3.2

第四章重要电路3——基本共集电极放大电路

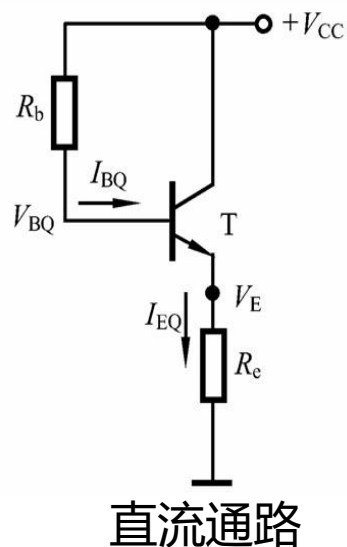


1. 静态分析

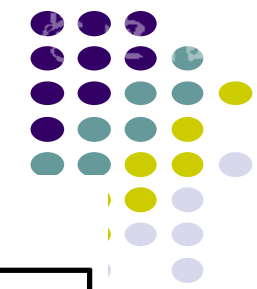
由
$$\begin{cases} V_{CC} = I_{BQ} R_b + V_{BEQ} + I_{EQ} R_e \\ I_{EQ} = (1 + \beta) I_{BQ} \end{cases}$$

得
$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} \quad I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ}$$

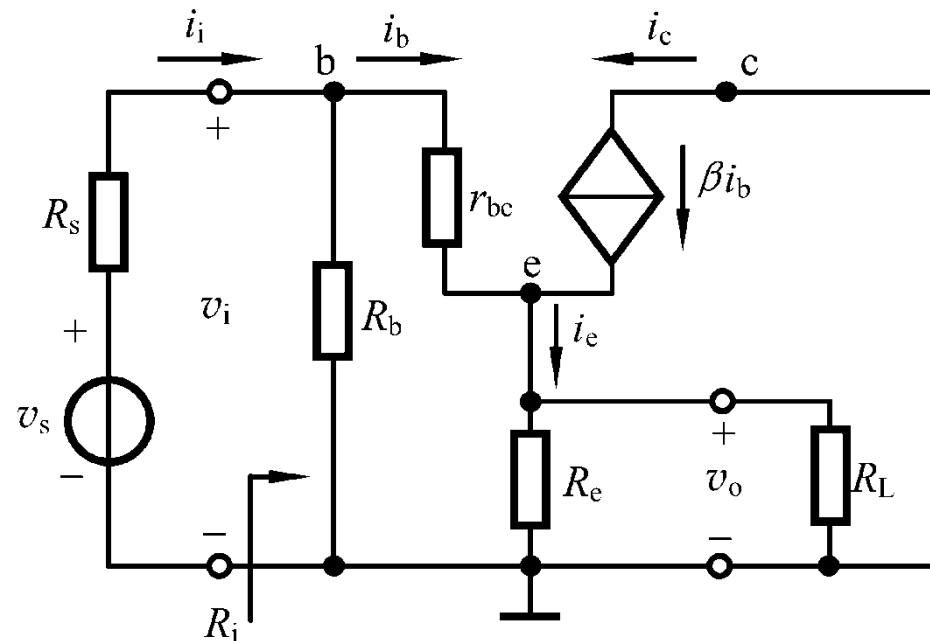
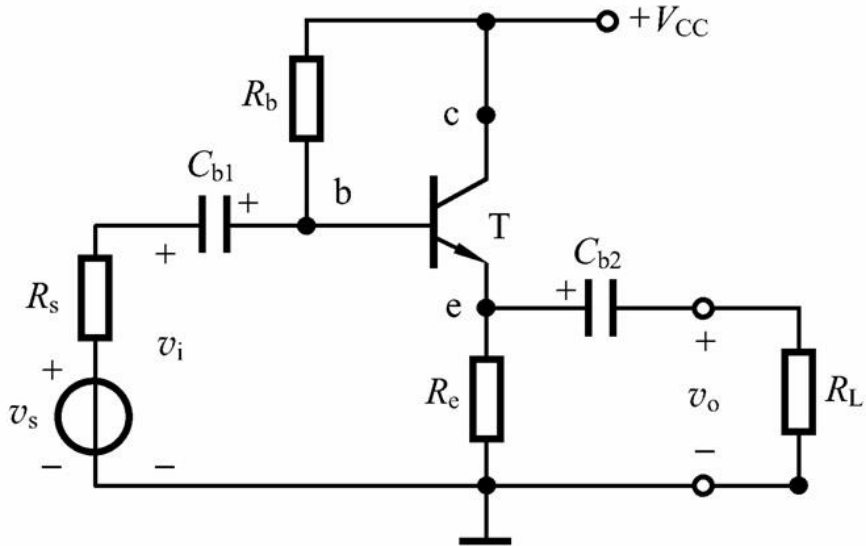
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e \approx V_{CC} - I_{CQ} R_e$$



第四章重要电路3——基本共集电极放大电路



2.动态分析



电压增益:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_b(1+\beta)R'_L}{i_b[r_{be} + (1+\beta)R'_L]} = \frac{(1+\beta)R'_L}{r_{be} + (1+\beta)R'_L} \approx \frac{\beta \cdot R'_L}{r_{be} + \beta \cdot R'_L} < 1$$

电压增益接近于1

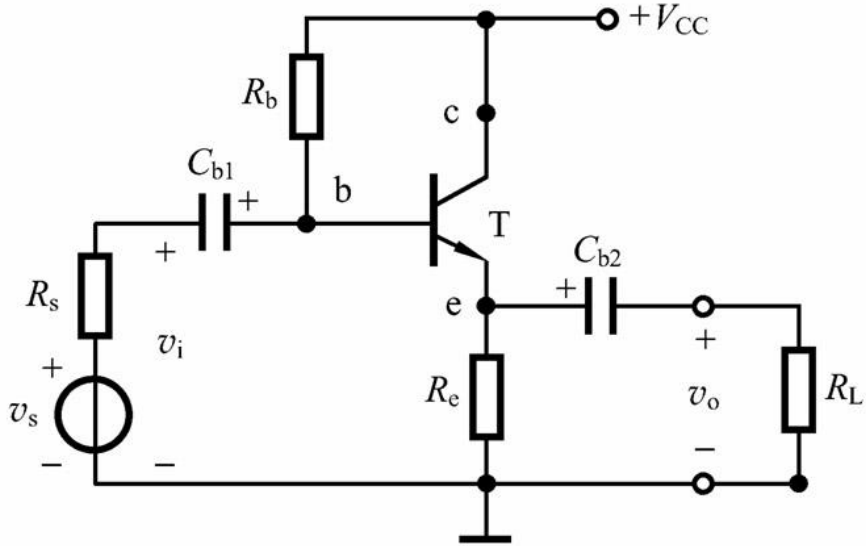
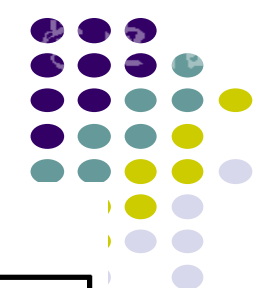
电压跟随器

v_o 与 v_i 同相

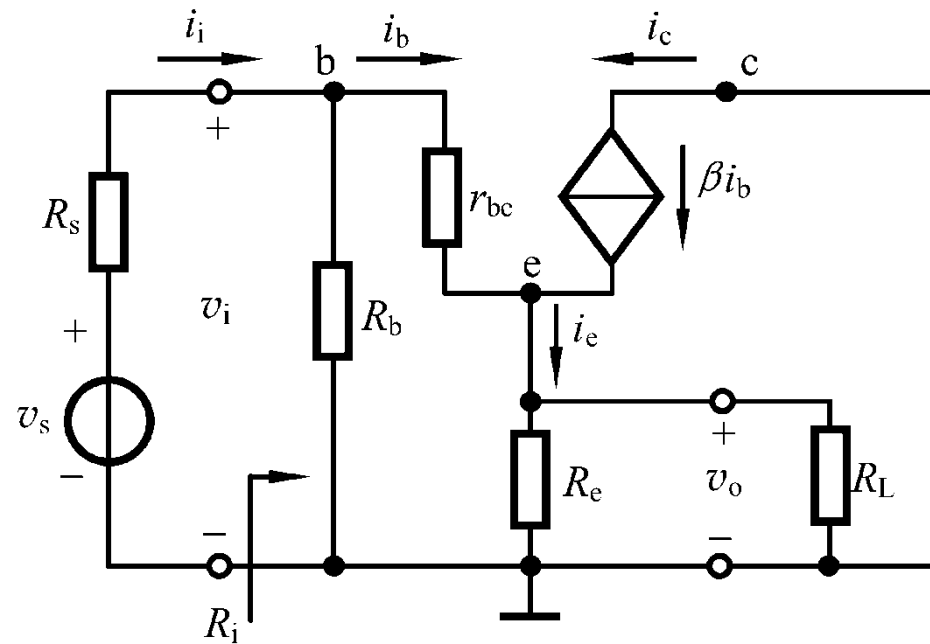
输入电阻

$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{\frac{v_i}{R_b} + \frac{v_i}{r_{be} + (1+\beta)R'_L}} = R_b \parallel [r_{be} + (1+\beta)R'_L]$$

第四章重要电路3——基本共集电极放大电路



2.动态分析



输出电阻

由电路列出方程

$$\begin{cases} i_t = i_b + \beta i_b + i_{R_e} \\ v_t = i_b (r_{be} + R'_s) \\ v_t = i_{R_e} R_e \end{cases}$$

则输出电阻

$$R_o = \frac{v_t}{i_t} = R_e // \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta}$$

其中 $R'_s = R_s // R_b$