

题型及考察知识点的分布：

一、选择题（10题，2分/空，共计20分）

半导体的特性；场效应管的逻辑电路符号识别；三极管工作状态的判断；差模放大电路的放大倍数；常用的逻辑运算；根据逻辑电路分析电路；各种门电路符号及作用（开路门、三态门等）；集成运算放大电路的组成；差分放大电路的四种输入和输出模式；负反馈电路的判断（8个图，四种负反馈）。

二、填空题（10个空，2分/空，共计20分）

由TTL（反相器、与非门、或非门电路）；各种触发器的状态（置1、置0、保持、翻转）；基本共射放大电路参数变化对静态工作点的影响；多级放大电路的耦合方式及特点；三极管的输出输入特性曲线；差分放大电路涉及的概念及术语；集成运放的偏置电路（各种电流源的特点和判断）；

三、化简题（1小题，5分/题，共计5分）

卡诺图或公式法

第1章 逻辑代数基础 ◀ ▶ ⏪ ⏩

[例] 利用图形法化简函数
 $F = \sum_m(0, 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 14, 15)$

[解] ① 画函数的卡诺图
② 合并最小项：包围圈
③ 写出最简与或表达式

	CD	00	01	11	10
AB	00	1	1	1	1
01	1				
11			1	1	
10	1		1	1	1

$$Y = \overline{A} \overline{B} + AC + \overline{A} \overline{C} \overline{D} + \overline{B} \overline{D}$$

第1章 逻辑代数基础 ◀ ▶ ⏪ ⏩

三、化简举例

[例] 化简逻辑函数 $F(A, B, C, D) = \sum_m(1, 7, 8) + \sum_d(3, 5, 9, 10, 12, 14, 15)$

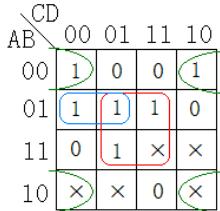
[解] 化简步骤：
① 画函数的卡诺图，顺序为：先填1 → × → 0
② 合并最小项，画圈时既可以当1，又可以当0
③ 写出最简与或表达式

	CD	00	01	11	10
AB	00	0	1	×	0
01	0	×	1	0	
11	×	0	×	×	
10	1	×	0	×	

$$Y = \overline{A} D + A \overline{D} \quad \sum_d(3, 5, 9, 10, 12, 14, 15) = 0$$

利用卡诺图化简: $Y(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 4, 5, 7, 13) + \sum d(8, 9, 10, 14, 15)$

$$\begin{cases} Y = BD + \overline{BD} + \overline{ACD} \text{ 或 } Y = BD + \overline{BD} + \overline{ABC} \\ ABC + A\overline{BC} + A\overline{CD} = 0 \end{cases}$$



四、电路设计题 (2 小题, 10 分/题, 共计 20 分)

(1) 数据选择器 (或 3-8 线译码器) 实现某个逻辑函数的电路;

第4章 **组合逻辑电路** ◀ ▶ ◀ ◀

[例] 用数据选择器实现函数 $Z = \sum_m (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14)$

[解] (1) $n = k-1 = 4-1 = 3$ 用 8 选 1 数据选择器 74LS151

(2) 函数 Z 的标准与或式

$$Z = \overline{A}\overline{B}CD + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D}$$

$$+ \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D} + \overline{ABC}\overline{D}$$

8 选 1 $Y = D_0\overline{A}_2\overline{A}_1\overline{A}_0 + D_1\overline{A}_2\overline{A}_1A_0 + \dots + D_7A_2A_1A_0$

(3) 确定输入变量和地址码的对应关系

若令 $A_2 = A, A_1 = B, A_0 = C$

$$Z = m_1 \cdot D + m_2 \cdot 1 + m_3 \cdot 1 + m_4 \cdot 1$$

$$+ m_5 \cdot \overline{D} + m_6 \cdot \overline{D} + m_7 \cdot \overline{D} + m_0 \cdot 0$$

则 $D_1 = D, D_2 = D_3 = D_4 = 1$
 $D_5 = D_6 = D_7 = \overline{D}, D_0 = 0$

(4) 画连线图

二、设计举例

[例 3.1.2] 设计一个表决电路, 要求输出信号的电平与三个输入信号中的多数电平一致。

[解] (1) 逻辑抽象

① 设定变量: 用 A, B, C 和 Y 分别表示输入和输出信号。

② 状态赋值: 用 0 和 1 分别表示低电平和高电平。

③ 列真值表: 根据题意可以列出如表 3.1.2 所示的真值表。

表 3.1.2 例 3.1.2 的真值表

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$Y_1 = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$$

$$Y_2 = \bar{A}_2\bar{A}_1\bar{A}_0D_0 + \bar{A}_2\bar{A}_1A_0D_1 + \bar{A}_2A_1\bar{A}_0D_2 + \bar{A}_2A_1A_0D_3 + A_2\bar{A}_1\bar{A}_0D_4 + A_2\bar{A}_1A_0D_5 + A_2A_1\bar{A}_0D_6 + A_2A_1A_0D_7$$

令 $A = A_2$, $B = A_1$, $C = A_0$

比较 Y_1 与 Y_2 的表达式, 两者相等的条件为:

$$D_0 = D_1 = D_2 = D_4 = 0$$

$$D_3 = D_5 = D_6 = D_7 = 1 \quad \text{即 } D_0, D_1, D_2, D_4 \text{ 接低电平, } D_3, D_5, D_6, D_7 \text{ 接高电平}$$

(2) 组合逻辑电路

第4章

组合逻辑电路

4.1.2 组合电路的基本设计方法

一、设计方法

```

    逻辑抽象 → 列真值表 → 写表达式化简或变换 → 画逻辑图
  
```

逻辑抽象:

- ① 根据因果关系确定输入、输出变量
- ② 状态赋值—用 0 和 1 表示信号的不同状态
- ③ 根据功能要求列出真值表

化简或变换:

根据所用元器件(分立元件或集成芯片)的情况将函数式进行化简或变换。

第1章

逻辑代数基础

[设计练习2]: 某工厂有 A 、 B 、 C 三个车间和一个自备电站, 站内有两台发电机 G_1 和 G_2 。 G_1 的容量是 G_2 的两倍。如果一个车间开工, 只需 G_2 运行即可满足要求; 如果两个车间开工, 只需 G_1 运行, 如果三个车间同时开工, 则 G_1 和 G_2 均需运行。试画出控制 G_1 和 G_2 运行的逻辑图。

1. 根据逻辑要求列状态表
首先假设逻辑变量、逻辑函数取“0”、“1”的含义。

设: A 、 B 、 C 分别表示三个车间的开工状态:
开工为“1”, 不开工为“0”;
 G_1 和 G_2 运行为“1”, 不运行为“0”。

2. 由状态表写出逻辑式

$$G_1 = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + AB\bar{C} + ABC$$

$$G_2 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

3. 化简逻辑式可得

$$\therefore G_1 = AB + BC + AC$$

或由卡诺图可得相同结果

		BC	00	01	11	10
		A	0			
0	1	0			1	
		1		1	1	1

A	B	C	G_1	G_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$G_2 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

由逻辑表达式画出
卡诺图，由卡诺图
可知，该函数不可
化简。

		BC	00	01	11	10
		A	0	1		1
0	1	0				
		1	1		1	

4. 用“与”门、“或”门和“异或”门构成逻辑电路

$$G_1 = AB + BC + AC$$

$$G_2 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

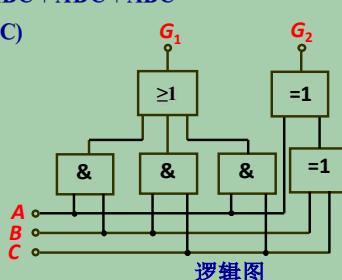
$$= \bar{A}(\bar{B}C + \bar{B}\bar{C}) + A(\bar{B}\bar{C} + BC)$$

$$= \bar{A}(B \oplus C) + A(\bar{B} \oplus C) = A \oplus (B \oplus C)$$

$$G_1 = AB + BC + AC$$

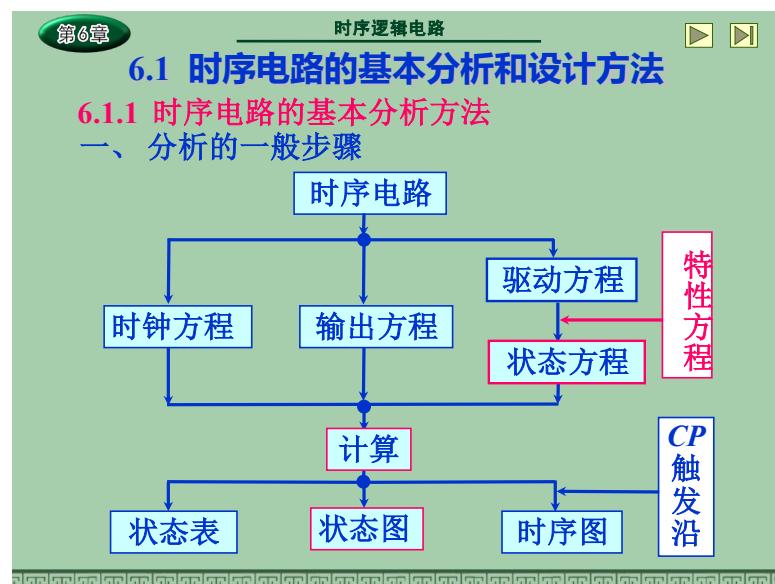
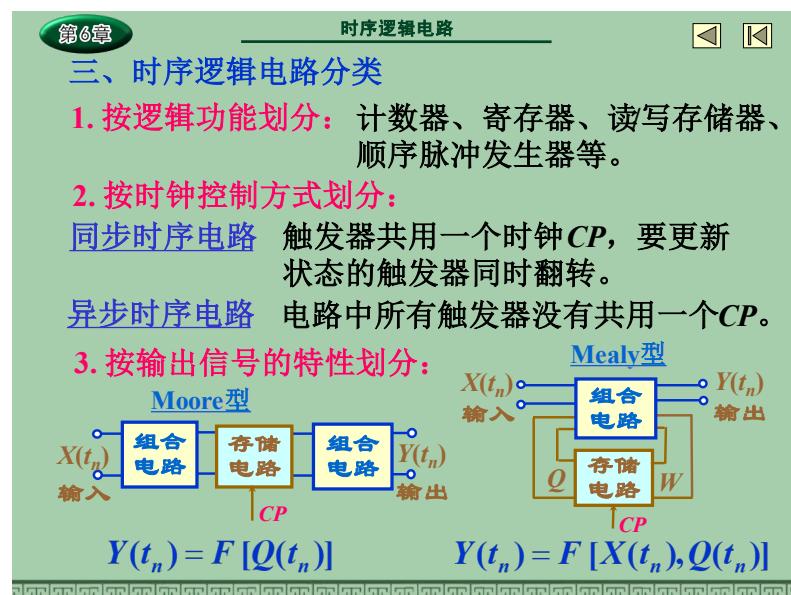
$$G_2 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

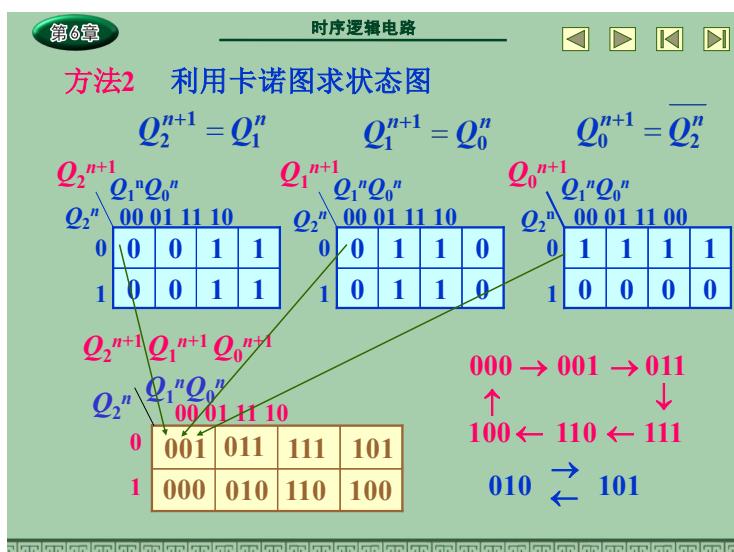
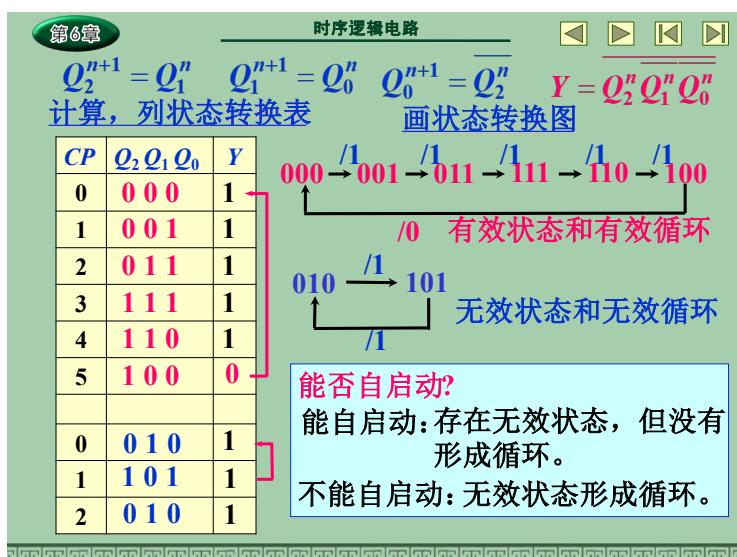
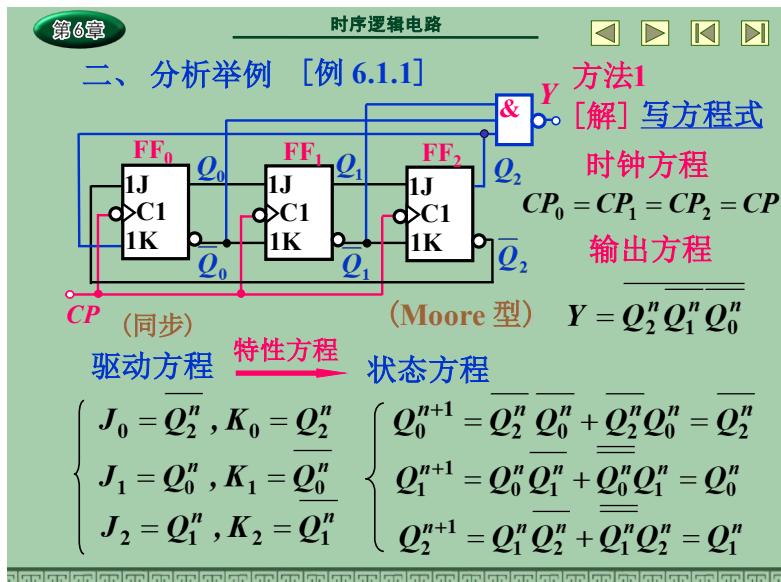
$$= A \oplus (B \oplus C)$$



五、电路分析题（1 小题，共计 15 分）

时序逻辑电路的分析（根据给定的时序逻辑电路，写驱动方程、状态方程、画状态图、判断该电路是否为自启动、判断该电路是 Moore 型还是 Mealy 型，同步）；



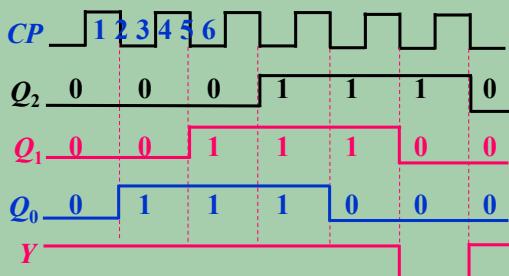


画时序图

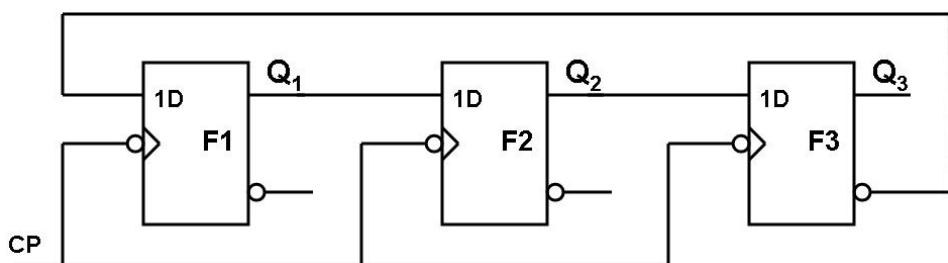
$000 \xrightarrow{/1} 001 \xrightarrow{/1} 011 \xrightarrow{/1} 111 \xrightarrow{/1} 110 \xrightarrow{/1} 100$

\uparrow
 $/0$

CP 下降沿触发



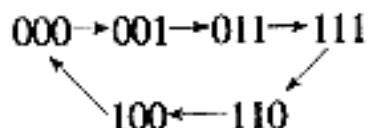
分析下面时序逻辑电路。(1) 列出驱动方程、状态方程; (2) 画出状态转换图(设初始状态为 000), 说明该电路为同步电路还是异步电路。



(1)

$$\begin{cases} D_1 = \overline{Q_3^n} \\ D_2 = Q_1^n \\ D_3 = Q_2^n \end{cases} \quad \begin{cases} Q_1^{n+1} = \overline{Q_3^n} \\ Q_2^{n+1} = Q_1^n \\ Q_3^{n+1} = Q_2^n \end{cases}$$

(2)



(3) 同步时序电路

六、计算题 (2 小题, 10 分/题, 共计 20 分)

(1) 静态工作点稳定电路的分析与计算;

第四节 静态工作点的稳定问题

二、分压式静态工作点稳定电路

仿真

图示给出了最常用的静态工作点稳定电路，

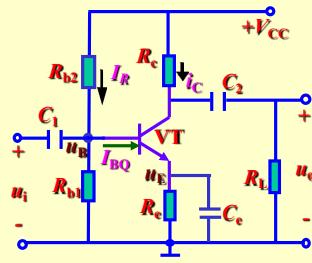
通常称为分压式工作点稳定电路。

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

U_{BQ} 基本不变

$$T \uparrow \rightarrow I_{CQ} \uparrow \rightarrow U_{EQ} \uparrow$$

$$I_{CQ} \downarrow \leftarrow I_{BQ} \downarrow \leftarrow U_{BEQ} \downarrow$$



4

上页 下页 首页

第四节 静态工作点的稳定问题

1. 静态分析

分析静态可从估算 U_{BQ} 入手

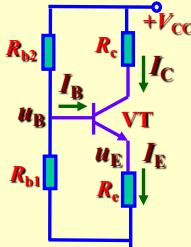
$$U_{BQ} \approx \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$I_{EQ} = \frac{U_{EQ}}{R_e} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_e}$$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_e} \quad I_{BQ} \approx \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c - I_{EQ} R_e$$

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

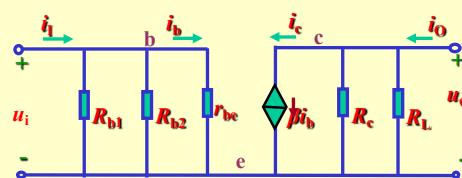
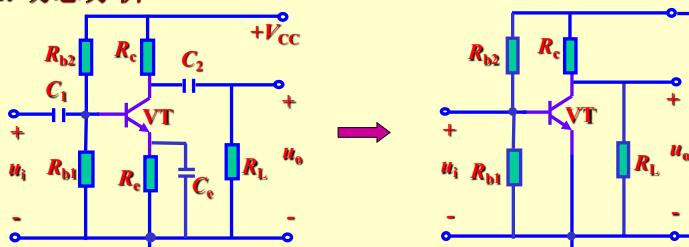


6

上页 下页 首页

第四节 静态工作点的稳定问题

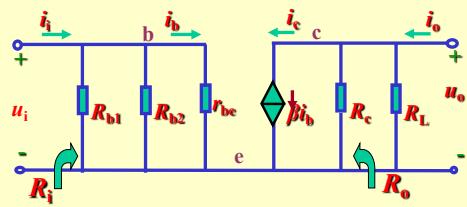
2. 动态分析



8

上页 下页 首页

第四节 静态工作点的稳定问题



$$u_i = i_b r_{be} \quad u_o = -\beta i_b R_c // R_L$$

电压放大倍数为 $A_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{-\beta R_c // R_L}{r_{be}}$

输入电阻为 $R_i = r_{be} // R_{b1} // R_{b2}$

输出电阻为 $R_o = R_c$

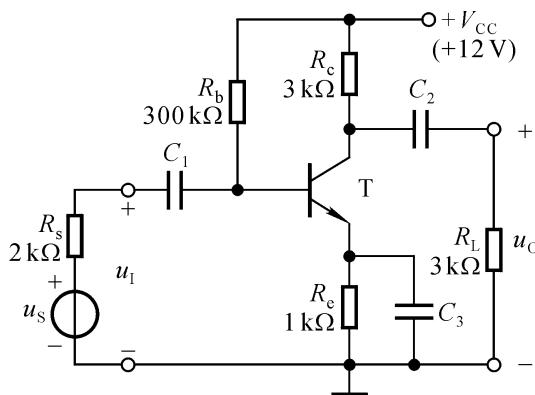
9

[上页](#) [下页](#) [首页](#)

2. 电路如下图所示，晶体管的 $\beta=60$, $r_{bb'}=100\Omega$ 。

(1) 求解 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o ;

(2) 设 $U_s = 10mV$ (有效值), 问 $U_i = ?$ $U_o = ?$



(1) Q 点：

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e} \approx 31 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.86 mA$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_e) = 4.56V$$

\dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的分析：

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 952\Omega$$

$$R_i = R_b // r_{be} \approx 952\Omega$$

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be}} \approx -95$$

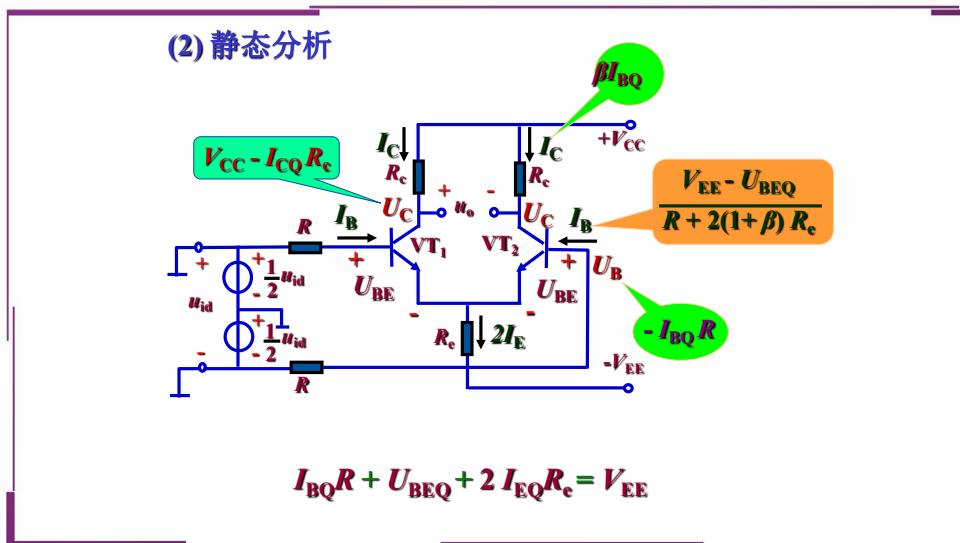
$$R_o = R_c = 3k\Omega$$

(2) 设 $U_s = 10mV$ (有效值), 则

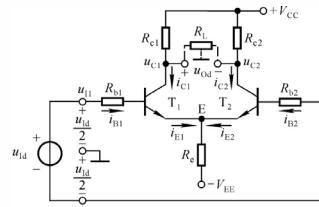
$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 3.2mV$$

$$U_o = |\dot{A}_u| U_i \approx 304mV$$

(2) 恒流源式差分放大电路的分析计算;



差模信号作用时的动态分析

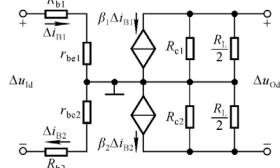


差模放大倍数

$$A_d = \frac{\Delta u_{Od}}{\Delta u_{Id}}$$

$$A_d = -\frac{\beta (R_c // \frac{R_L}{2})}{R_b + r_{be}}$$

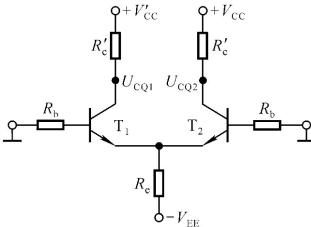
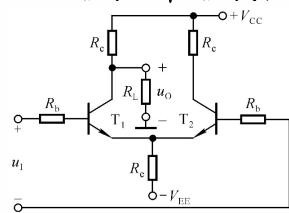
$$R_i = 2(R_b + r_{be}), \quad R_o = 2R_c$$



$$\Delta u_{Id} = \Delta i_B \cdot 2(R_b + r_{be})$$

$$\Delta u_{Od} = -\Delta i_C \cdot 2(R_c // \frac{R_L}{2})$$

1. 双端输入单端输出: Q点分析

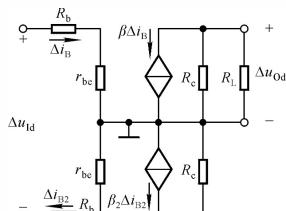
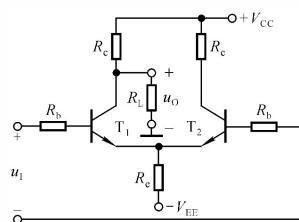


由于输入回路没有变化，所以 I_{EQ} , I_{BQ} , I_{CQ} 与双端输出时一样。但是 $U_{CEQ1} \neq U_{CEQ2}$ 。

$$U_{cQ1} = \frac{R_L}{R_c + R_L} \cdot V_{CC} - I_{cQ} (R_c // R_L)$$

$$U_{cQ2} = V_{CC} - I_{cQ} R_c$$

1. 双端输入单端输出: 差模信号作用下的分析



$$A_d = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\beta (R_c // R_L)}{R_b + r_{be}}$$

$$R_i = 2(R_b + r_{be}), \quad R_o = R_c$$

接法 性能	双端输入 双端输出	双端输入 单端输出	单端输入 双端输出	单端输入 单端输出
A_d	$-\frac{\beta \left(R_e // \frac{R_L}{2} \right)}{R + r_{be}}$	$-\frac{1}{2} \frac{\beta (R_e // R_L)}{R + r_{be}}$	$-\frac{\beta \left(R_e // \frac{R_L}{2} \right)}{R + r_{be}}$	$-\frac{1}{2} \frac{\beta (R_e // R_L)}{R + r_{be}}$
R_{id}	$2(R + r_{be})$	$2(R + r_{be})$	$\approx 2(R + r_{be})$	$\approx 2(R + r_{be})$
R_o	$2R_e$	R_e	$2R_e$	R_e

习题 5-13 设图 P5-13 电路中差分放大三极管的 $\beta = 70$, $r_{be} = 12 \text{ k}\Omega$, $V_{CC} = V_{EE} = 12 \text{ V}$, $R_{c2} = 20 \text{ k}\Omega$, $R_e = 11 \text{ k}\Omega$, $R_b = 750 \Omega$, $R = 2 \text{ k}\Omega$, 稳压管的稳压值为 4 V, 负载电阻 $R_L = 20 \text{ k}\Omega$, 试问:

① 静态时 I_{CQ1}, I_{CQ2} 等于多少 (R_L 开路时)?

② 差模放大倍数 $A_d = ?$

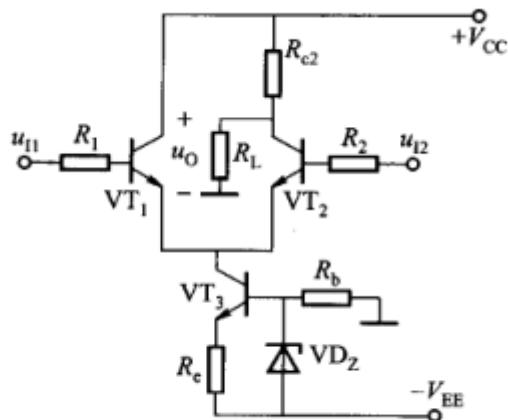


图 P5-13

(1) 求静态工作点

$$I_C = I_E = (U_{VD} - U_{BEQ}) / R_e = 0.3mA$$

$$I_{CQ1} = I_{CQ2} = 1/2 * I_C = 0.15mA$$

$$I_{BQ1} = I_{BQ2} = I_{CQ} / \beta = 2.1\mu A$$

$$U_{BQ1} = U_{BQ2} = I_{BQ} * R = 4.2mV (\text{可忽略})$$

$$U_{CEQ1} = V_{CC} - (-U_{BEQ}) = 15.7V$$

$$U_{CQ2} = R_L * V_{CC} / (R_C + R_L) - I_{(CQ)}(R_C // R_L) = 6V$$

$$U_{CEQ2} = 6.7V$$

(2) 求放大倍数和输入输出电阻

$$A_d = -\frac{1}{2} \frac{\beta(R_e // R_L)}{R + r_{be}} = -25$$

$$R_{id} = 2(R + r_{be})$$

$$R_o = R_c$$