

## 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：  
画包围圈

③ 写出最简与或表达式

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

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

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

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

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

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

$$\begin{cases} Y = BD + \overline{B}\overline{D} + \overline{A}\overline{C}\overline{D} \text{ 或 } Y = BD + \overline{B}\overline{D} + \overline{A}BC \\ ABC + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + A\overline{C}\overline{D} = 0 \end{cases}$$

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

#### 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

$$Z = \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}$$

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  $A_2 = A, A_1 = B, A_0 = C$

$$Z = m_1 \cdot D + m_2 \cdot 1 + m_3 \cdot 1 + m_4 \cdot 1 + m_5 \cdot \overline{D} + m_6 \cdot \overline{D} + m_7 \cdot \overline{D} + m_8 \cdot 0$$

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

(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<sub>1</sub>和G<sub>2</sub>。G<sub>1</sub>的容量是G<sub>2</sub>的两倍。如果一个车间开工, 只需G<sub>2</sub>运行即可满足要求; 如果两个车间开工, 只需G<sub>1</sub>运行, 如果三个车间同时开工, 则G<sub>1</sub>和G<sub>2</sub>均需运行。试画出控制G<sub>1</sub>和G<sub>2</sub>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<sub>1</sub>和G<sub>2</sub>运行为“1”, 不运行为“0”。

2. 由状态表写出逻辑式

$$G_1 = \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC\overline{C} + ABC$$

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

3. 化简逻辑式可得

$$: G_1 = AB + BC + AC$$

或由卡诺图可得相同结果

A \ BC	00	01	11	10
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

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

由逻辑表达式画出卡诺图，由卡诺图可知，该函数不可化简。

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

4. 用“与”门、“或”门和“异或”门构成逻辑电路

$$G_1 = AB + BC + AC$$

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

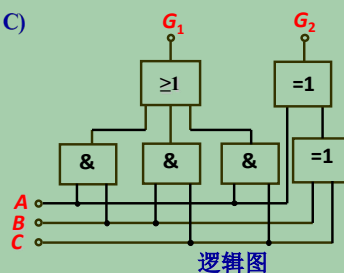
$$= \overline{A}(\overline{B}C + B\overline{C}) + A(\overline{B}\overline{C} + BC)$$

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

$$G_1 = AB + BC + AC$$

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

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



## 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）；

第6章

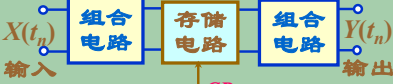
时序逻辑电路

◀ ▶

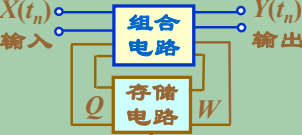
### 三、时序逻辑电路分类

- 按逻辑功能划分：**计数器、寄存器、读写存储器、顺序脉冲发生器等。
- 按时钟控制方式划分：**
  - 同步时序电路** 触发器共用一个时钟  $CP$ ，要更新状态的触发器同时翻转。
  - 异步时序电路** 电路中所有触发器没有共用一个  $CP$ 。
- 按输出信号的特性划分：**

**Moore型**


$$Y(t_n) = F[Q(t_n)]$$

**Mealy型**


$$Y(t_n) = F[X(t_n), Q(t_n)]$$

第6章

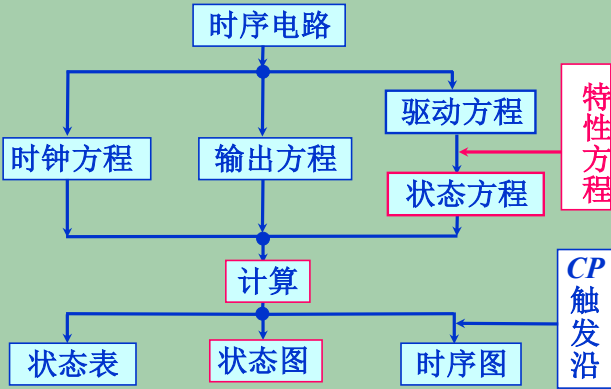
时序逻辑电路

▶ ▶

## 6.1 时序电路的基本分析和设计方法

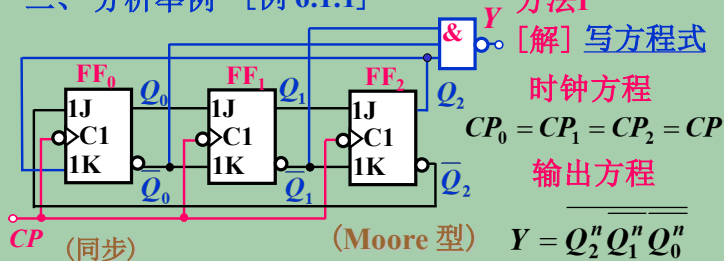
### 6.1.1 时序电路的基本分析方法

#### 一、分析的一般步骤



```
graph TD
    A[时序电路] --> B[时钟方程]
    A --> C[输出方程]
    A --> D[驱动方程]
    D --> E[状态方程]
    E --> F[特性方程]
    B --> G[计算]
    C --> G
    E --> G
    G --> H[状态表]
    G --> I[状态图]
    G --> J[时序图]
    K[CP 触发沿] --> D
    K --> E
    K --> J
```

## 二、分析举例 [例 6.1.1]



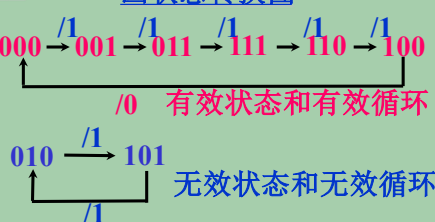
驱动方程 特性方程 状态方程

$$\begin{cases} J_0 = Q_2^n, K_0 = Q_2^n \\ J_1 = Q_0^n, K_1 = Q_0^n \\ J_2 = Q_1^n, K_2 = Q_1^n \end{cases} \begin{cases} Q_0^{n+1} = \overline{Q_2^n} Q_0^n + Q_2^n \overline{Q_0^n} = Q_2^n \\ Q_1^{n+1} = Q_0^n \overline{Q_1^n} + \overline{Q_0^n} Q_1^n = Q_0^n \\ Q_2^{n+1} = Q_1^n \overline{Q_2^n} + \overline{Q_1^n} Q_2^n = Q_1^n \end{cases}$$

$Q_2^{n+1} = Q_1^n$   $Q_1^{n+1} = Q_0^n$   $Q_0^{n+1} = \overline{Q_2^n}$   $Y = Q_2^n Q_1^n Q_0^n$

计算, 列状态转换表 画状态转换图

CP	$Q_2 Q_1 Q_0$	Y
0	0 0 0	1
1	0 0 1	1
2	0 1 1	1
3	1 1 1	1
4	1 1 0	1
5	1 0 0	0
6	0 1 0	1
7	1 0 1	1
8	0 1 0	1

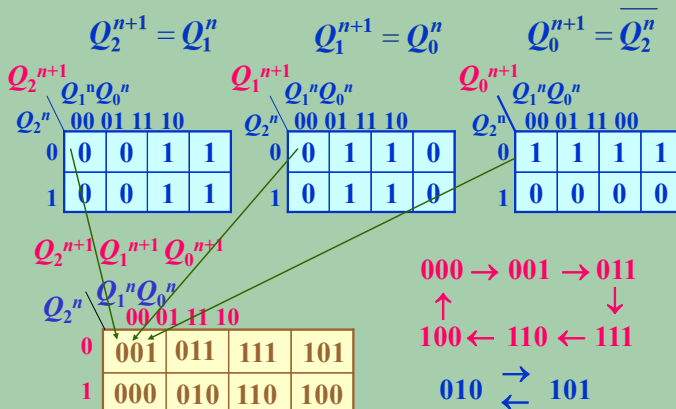


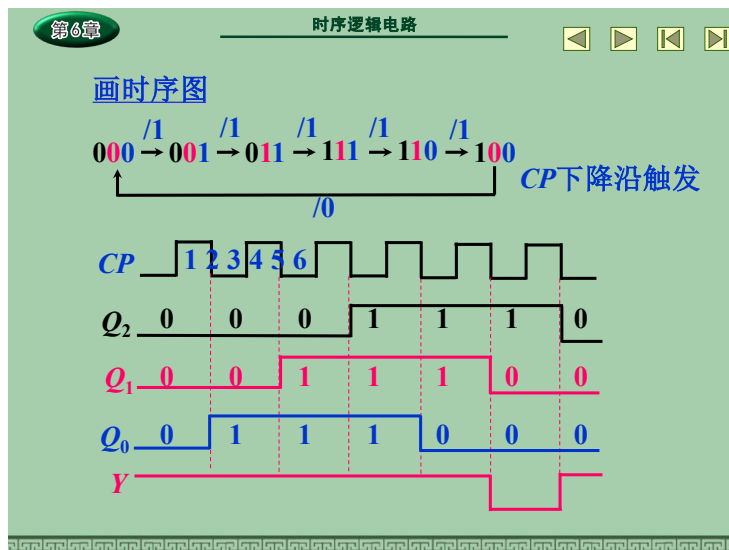
能否自启动?

能自启动: 存在无效状态, 但没有形成循环。

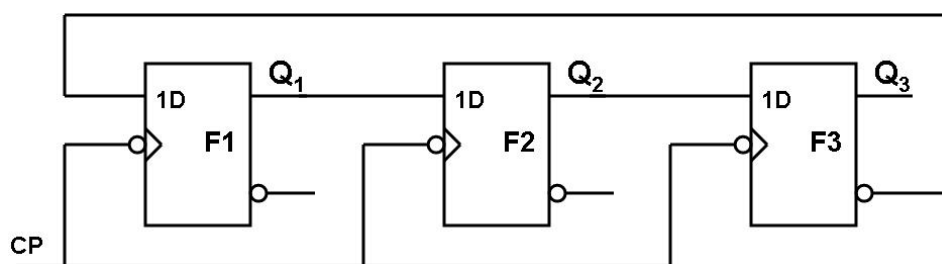
不能自启动: 无效状态形成循环。

## 方法2 利用卡诺图求状态图





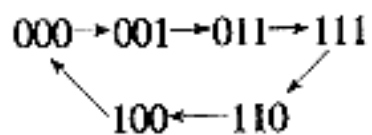
分析下面时序逻辑电路。(1) 列出驱动方程、状态方程；(2) 画出状态转换图(设初始状态为 000)，说明该电路为同步电路还是异步电路。



(1)

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

(2)



(3) 同步时序电路

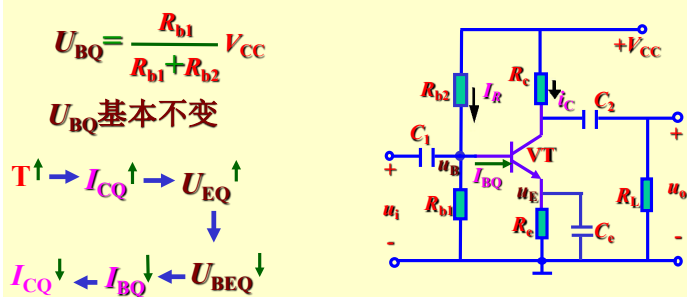
## 六、计算题 (2 小题, 10 分/题, 共计 20 分)

(1) 静态工作点稳定电路的分析与计算;

## 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。



4

上页

下页

首页

## 1. 静态分析

分析静态可从估算  $U_{BQ}$  入手

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

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

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

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

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

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

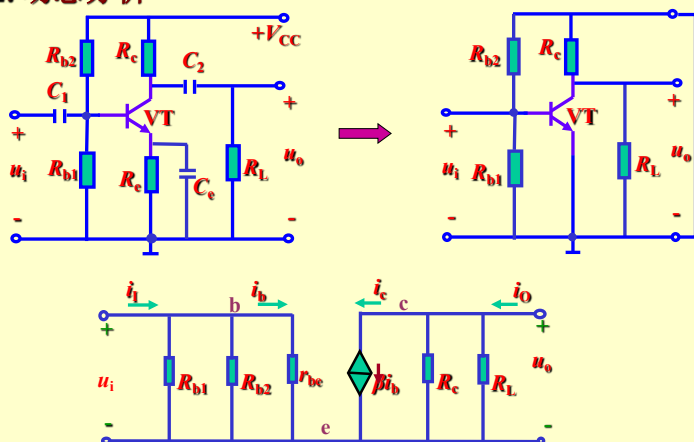
6

上页

下页

首页

## 2. 动态分析



8

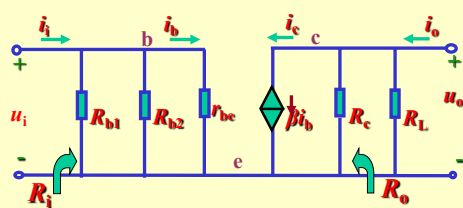
上页

下页

首页



#### 第四节 静态工作点的稳定问题



$$u_i = i_b r_{be}$$

$$u_o = -\beta i_b R_c // R_L$$

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

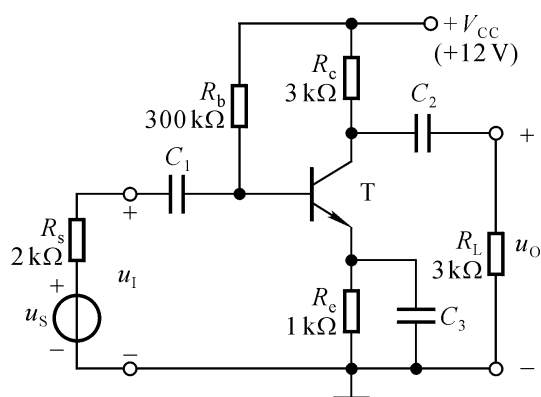
$$R_o = R_c$$

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  $U_s=10\text{mV}$  (有效值)，问  $U_i=?$   $U_o=?$



(1) Q 点：

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

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

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

$\dot{A}_u$ 、 $R_i$  和  $R_o$  的分析：

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

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

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

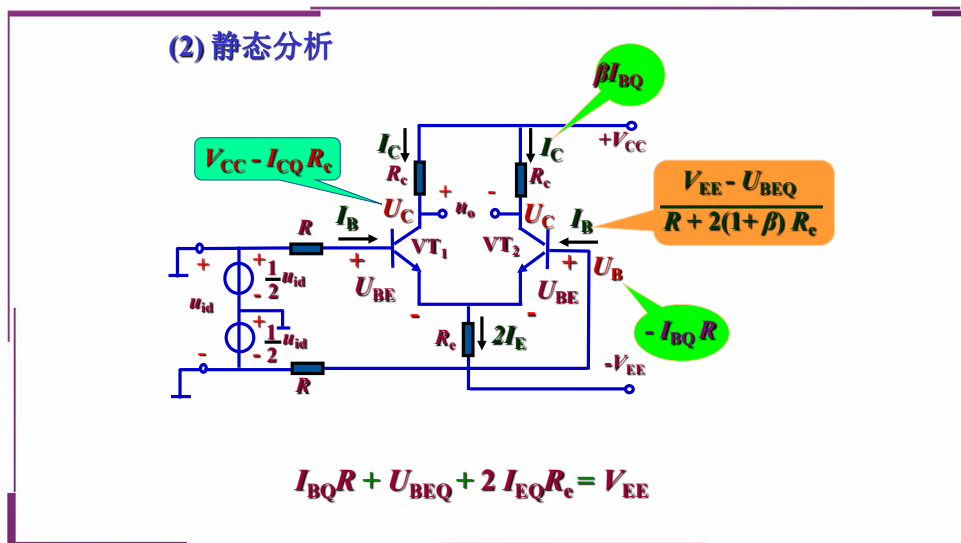
$$R_o = R_c = 3\text{k}\Omega$$

(2) 设  $U_s = 10\text{mV}$  (有效值), 则

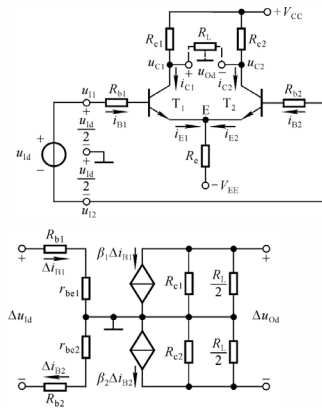
$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 3.2\text{mV}$$

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

(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

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

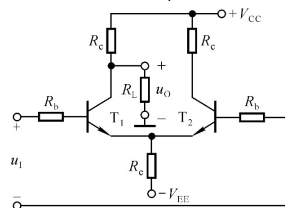
$$A_d = -\frac{\beta(R_c // \frac{R_L}{2})}{R_b + r_{be}}$$

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

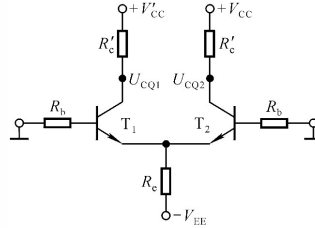
$$\Delta u_{Id} = \Delta i_B \cdot 2(R_b + r_{be})$$

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

## 1. 双端输入单端输出: Q点分析



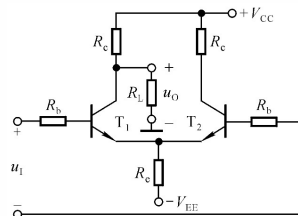
由于输入回路没有变化, 所以  $I_{EQ}$ 、 $I_{BQ}$ 、 $I_{CQ}$  与双端输出时一样。但是  $U_{CEQ1} \neq U_{CEQ2}$ 。



$$U_{CQ1} = \frac{R_L}{R_c + R_L} \cdot V_{CC} - I_{CQ}(R_c // R_L)$$

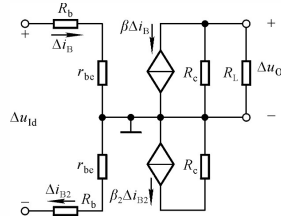
$$U_{CQ2} = V_{CC} - I_{CQ}R_c$$

## 1. 双端输入单端输出: 差模信号作用下的分析



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

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



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
$A_d$	$-\frac{\beta(R_c // \frac{R_L}{2})}{R + r_{be}}$	$-\frac{1}{2} \frac{\beta(R_c // R_L)}{R + r_{be}}$	$-\frac{\beta(R_c // \frac{R_L}{2})}{R + r_{be}}$	$-\frac{1}{2} \frac{\beta(R_c // R_L)}{R + r_{be}}$
$R_{id}$	$2(R + r_{be})$	$2(R + r_{be})$	$\approx 2(R + r_{be})$	$\approx 2(R + r_{be})$
$R_o$	$2R_c$	$R_c$	$2R_c$	$R_c$

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

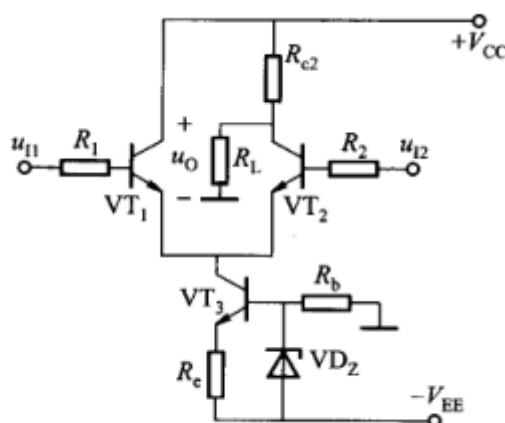


图 P5-13

(1) 求静态工作点

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

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

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

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

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

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

$$U_{CEQ2} = 6.7V$$

(2) 求放大倍数和输入输出电阻

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

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

$$R_o = R_c$$