

## 6. 时序逻辑电路的分析与设计

[6.1 时序逻辑电路的基本概念](#)

[6.2 同步 时序逻辑电路的分析](#)

[6.3 同步 时序逻辑电路的设计](#)

[\\*6.4 异步 时序逻辑电路的分析](#)

[6.5 若干典型的时序逻辑集成电路](#)

1

### 教学基本要求

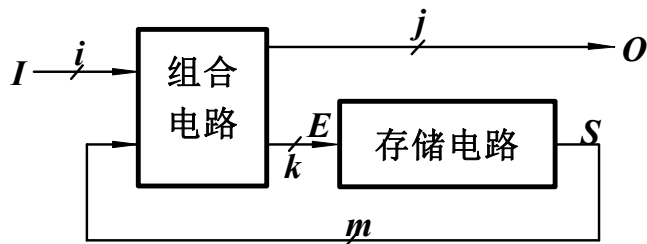
- 1、熟练掌握时序逻辑电路的描述方式及其相互转换。
- 2、熟练掌握时序逻辑电路的分析方法
- 3、熟练掌握时序逻辑电路的设计方法
- 4、熟练掌握典型时序逻辑电路计数器、寄存器、移位寄存器的逻辑功能及其应用。

2

## 6.1 时序逻辑电路的基本概念

### 6.1.1 时序逻辑电路的模型与分类

#### 1. 时序电路的一般化模型



结构特征： \*电路由组合电路和存储电路组成。

\*电路存在反馈。

3

输出方程:  $O = f_1(I, S)$

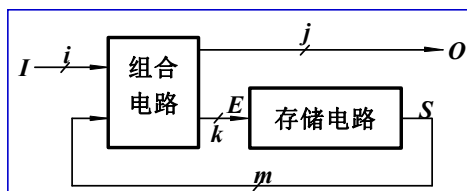
表达输出信号与输入信号、状态变量的关系式

激励方程:  $E = f_2(I, S)$

表达了激励信号与输入信号、状态变量的关系式

状态方程(转换方程):  $S^{n+1} = f_3(E, S^n)$

表达存储电路从现态到次态的转换关系式

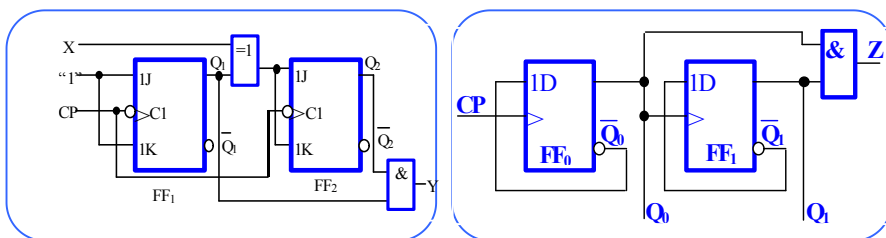


4

## 2、异步时序电路与同步时序电路

时序电路

- 同步： 存储电路里所有触发器有一个统一的时钟源，它们的状态在同一时刻更新。
- 异步： 没有统一的时钟脉冲或没有时钟脉冲，电路的状态更新不是同时发生的。

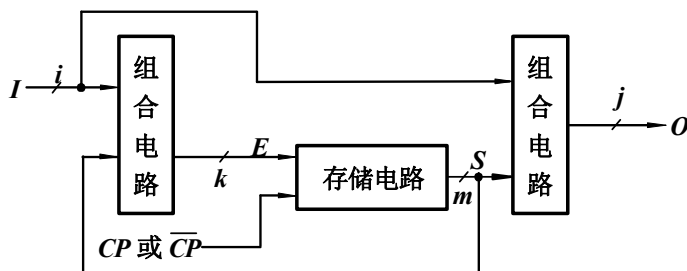


5

## 时序逻辑电路分类：米里型和穆尔型时序电路

## 米里型电路

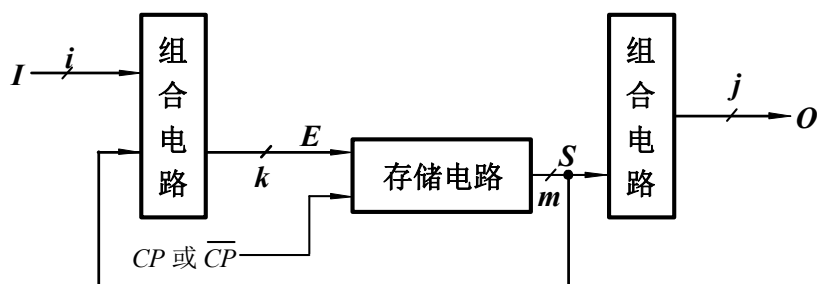
电路的输出是输入变量  $I$  及触发器输出  $Q_1$ 、 $Q_0$  等的函数，  
这类时序电路亦称为米里型电路



6

### 穆尔型电路

电路输出仅仅取决于各触发器的状态，而不受电路当时的输入信号影响或没有输入变量，这类电路称为穆尔型电路



7

## 6.2 时序逻辑电路的分析

### 1、 分析同步时序逻辑电路的一般步骤

### 2、 同步时序逻辑电路分析举例

8

## 时序逻辑电路的分析

### 时序逻辑电路分析的任务：

分析时序逻辑电路在输入信号的作用下，其状态和输出信号变化的规律，进而确定电路的逻辑功能。

### 分析同步时序逻辑电路的一般步骤：

1. 了解电路的组成：  
电路的输入、输出信号、触发器的类型等
2. 根据给定的时序电路图,写出下列各逻辑方程式：
  - (1) 输出方程；
  - (2) 各触发器的驱动方程（激励方程）；
  - (3) 状态方程: 将每个触发器的驱动方程代入其特性方程得状态方程.
3. 列出状态转换表或画出状态图和波形图；
4. 确定电路的逻辑功能.

9

## 6.2.2 同步时序逻辑电路分析举例

例1 试分析如图所示时序电路的逻辑功能。

解： 1. 了解电路组成。

电路是由两个JK触发器组成的同步时序电路。

2. 写出下列各逻辑方程式：

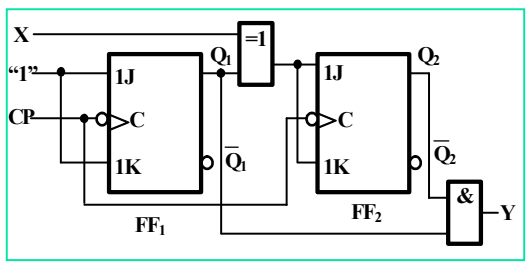
①驱动方程组

$$J_1=K_1=1$$

$$J_2=K_2=X \oplus Q_1^n$$

②输出方程

$$Y=Q_2^n Q_1^n$$



10

③将激励方程代入JK触发器的特性方程得状态方程组

$$\text{FF}_1 \quad J_1 = K_1 = 1$$



$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n$$



$$\boxed{CP \downarrow Q_1^{n+1} = 1 \cdot \bar{Q}_1^n + \bar{1} \cdot Q_1^n = \bar{Q}_1^n}$$

$$\text{FF}_2 \quad J_2 = K_2 = X \oplus Q_1^n$$



$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n$$



$$CP \downarrow Q_2^{n+1} = X \oplus Q_1^n \cdot \bar{Q}_2^n + \overline{X \oplus Q_1^n} \cdot Q_2^n$$

整理得：

$$\boxed{CP \downarrow Q_2^{n+1} = X \oplus Q_1^n \oplus Q_2^n}$$

11

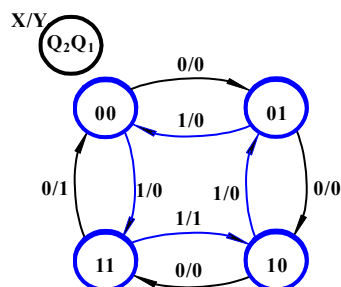
3. 列出其状态转换表，画出状态转换图和波形图

$$Q_1^{n+1} = \bar{Q}_1^n \quad Q_2^{n+1} = X \oplus Q_1^n \oplus Q_2^n \quad Y = Q_2^n Q_1^n$$

状态转换表

输入	初态		次态		输出
X	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	Y
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0

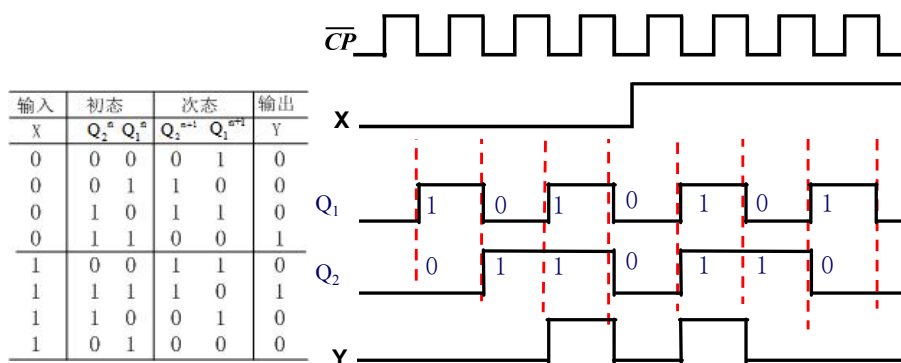
状态图



12

根据状态转换表，画出波形图。

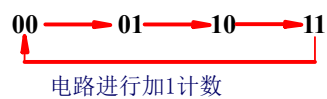
$$Q_1^{n+1} = \overline{Q_1^n} \quad Q_2^{n+1} = X \oplus Q_1^n \oplus Q_2^n \quad Y = Q_2^n Q_1^n$$



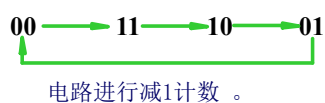
13

#### 4. 确定电路的逻辑功能.

•X=0时

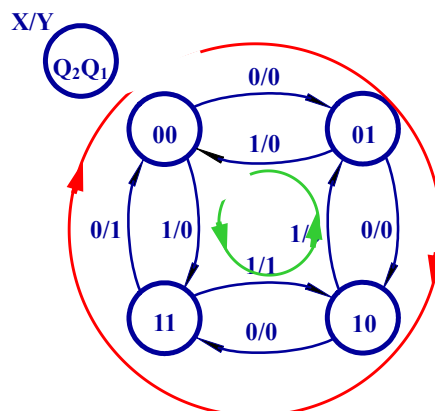


•X=1时



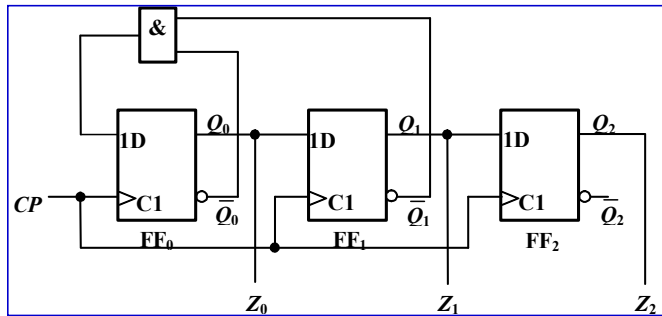
电路功能：可逆计数器

Y可理解为进位或借位端。



14

例2 分析下图所示的同步时序电路。



1.根据电路列出逻辑方程组:

输出方程组  $Z_0=Q_0 \quad Z_1=Q_1 \quad Z_2=Q_2$

驱动方程组

$$D_0 = \overline{Q_1}^n \overline{Q_0}^n$$

$$D_1 = Q_0^n$$

$$D_2 = Q_1^n$$

15

将激励方程代入D触发器的特性方程得状态方程

$$Q^{n+1} = D$$

状态表

得状态方程:  $CP \uparrow$

$$Q_0^{n+1} = D_0 = \overline{Q_1}^n \overline{Q_0}^n$$

$$Q_1^{n+1} = D_1 = Q_0^n$$

$$Q_2^{n+1} = D_2 = Q_1^n$$

2.列出其状态表






$Q_2^n Q_1^n Q_0^n$	$Q_2^{n+1} Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
0 0 0	0 0 1
0 0 1	0 1 0
0 1 0	1 0 0
1 0 0	0 0 1
0 1 1	1 1 0
1 1 0	1 0 0
1 0 1	0 1 0
1 1 1	1 1 0

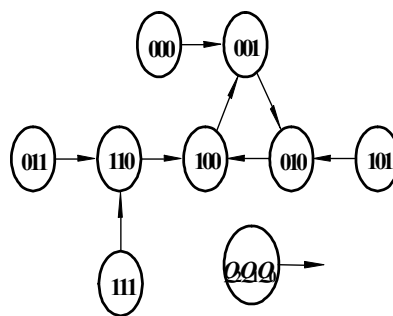
16



### 3. 画出状态图

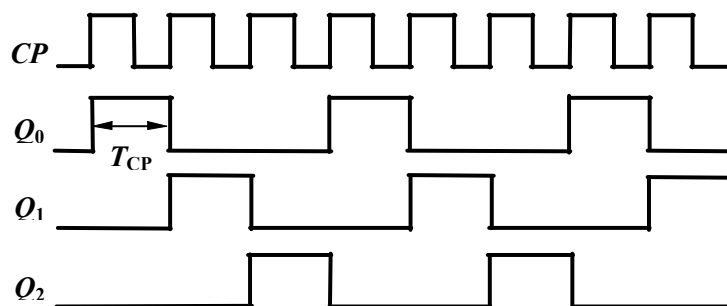
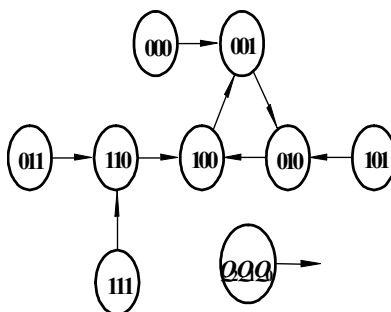
## 状态表

$\underline{Q}_2^n \underline{Q}_1^n \underline{Q}_0^n$		$\underline{Q}_2^{n+1} \underline{Q}_1^{n+1} \underline{Q}_0^{n+1}$
0 0 0		0 0 1
0 0 1		0 1 0
0 1 0		1 0 0
1 0 0		0 0 1
0 1 1		1 1 0
1 1 0		1 0 0
1 0 1		0 1 0
1 1 1		1 1 1



17

### 3. 画出时序图



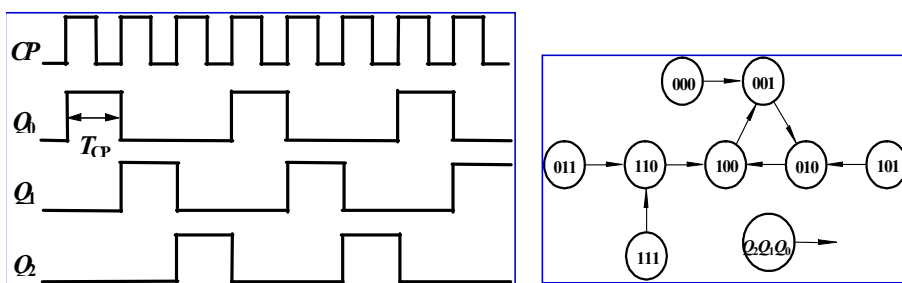
18

## 4、逻辑功能分析

由状态图可见，电路的有效状态是三位循环码。

从时序图可看出，电路正常工作时，各触发器的 $Q$ 端轮流出现

一个宽度为一个 $CP$ 周期脉冲信号,循环周期为 $3T_{CP}$ 。电路的功能为脉冲分配器或节拍脉冲产生器。



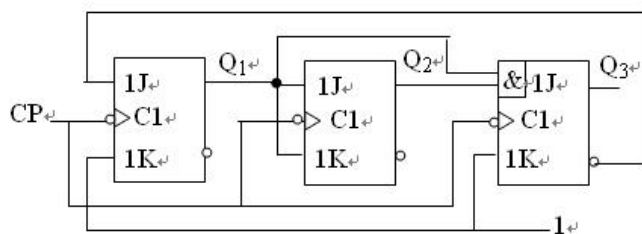
19

## 作业（0）

- 课后参考习题：
- 时序逻辑电路分析：
- 6.2（2、3、6）（6.4.2选做）

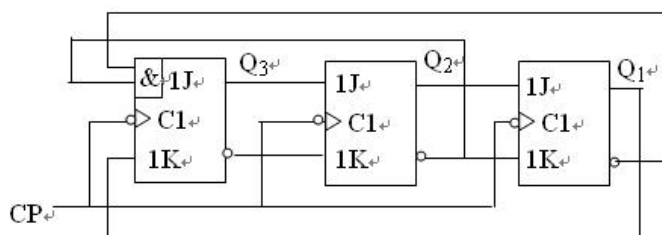
20

练习2：JK-FF组成题图所示的电路。分析该电路为几进制计数器？画出电路的状态转换图。



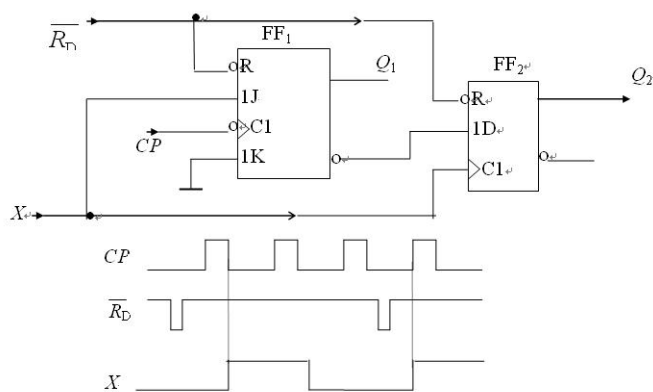
21

练习4：分析题图所示同步计数电路为几进制计数器，画出电路的状态转换图。



22

练习1 试画出图示电路在输入波形CP、及X作用下的输出波形Q1及Q2。设电路初态Q1Q2=00，且不计传输时延。

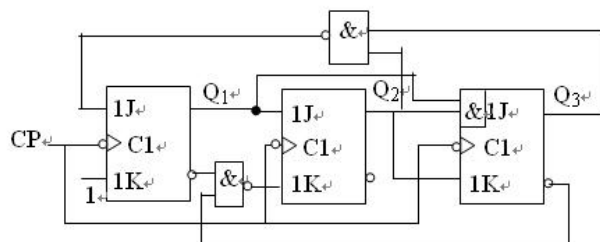


23

练习3: JK-FF组成题图所示的电路。

分析该电路为几进制计数器，画出状态转换图。

若令K3=1，电路为几进制计数器？画出其状态转换图。



24