# 数字逻辑设计

王鸿鹏

计算机科学与技术学院
wanghp@hit.edu.cn

# 利用触发器设计时序逻辑的方法

1）根据需求——> 获得原始状态图、状态表

2）最小化状态图、状态表

3）状态编码（分配）——>获得状态转移表

4）状态转移表
触发器特征
——>触发器激励表

5）卡诺图化简——>
激励（输入）函数表达式
输出函数表达式

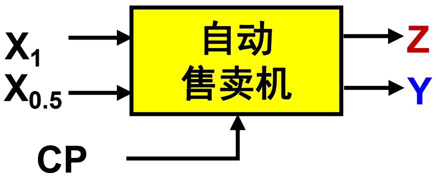
6）电路实现　　　　（7）检查无关状态

# 利用触发器设计同步时序逻辑电路—自动售卖机

## 例：利用D触发器设计一个自动售卖机

解法1：
米里型电路

- 只接收硬币： 0.5￥，1￥
- 每次投币只接收一枚硬币
- 机器收到1.5 ￥，给出一瓶饮料
- 机器收到2.0￥，给出一瓶饮料，找回0.5￥




$X_1X_{0.5}$ = 00: 0￥

$X_1X_{0.5}$ = 01: 0.5￥

$X_1X_{0.5}$ = 10: 1￥

Y=1/ 0: 给/不给 饮料

Z=1/ 0 : 找零/不找零

## 1. 原始状态图及状态表

① 状态设定

$S_0$—初始状态，无投币

$S_1$—机器收到0.5￥

$S_2$—机器收到1.0￥ （2个 0.5￥, or 1个1.0￥ ）

if （机器又收到1个0.5￥）

then Y=1,且 Z=0, 回到 $S_0$

Else If （机器又收到1个1￥）

then Y=1, 且Z=1,回到$S_0$

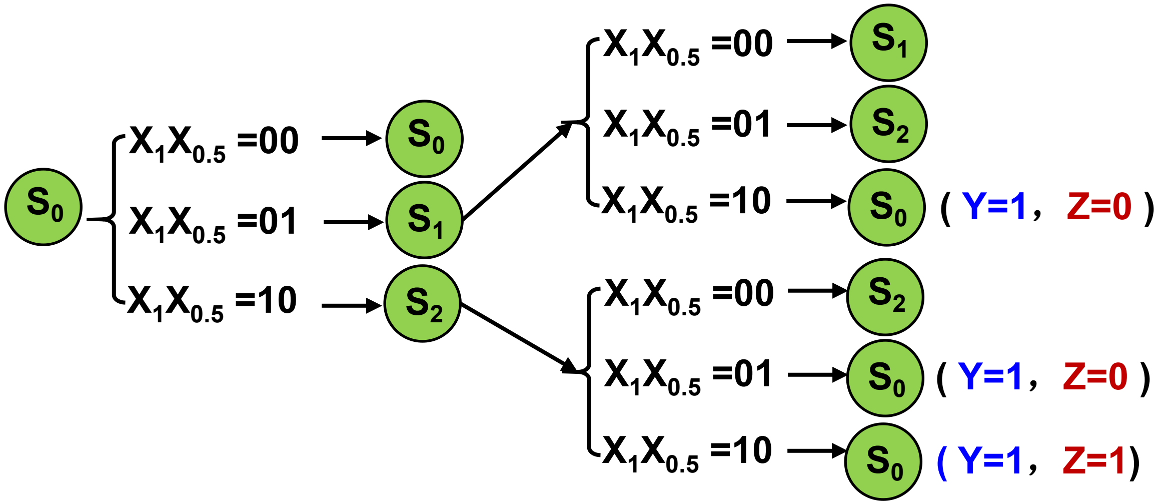
# 利用触发器设计自动售卖机——续

## ② 状态转换分析

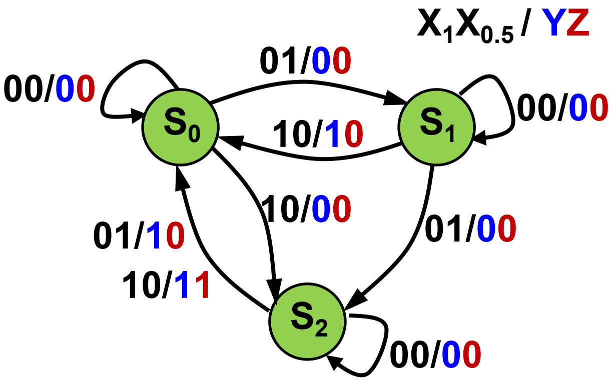
$S_0$—无投币

$S_1$—0.5￥

$S_2$—机器收到1.0￥




## ③ Mealy 状态图




## ④ 状态表

| 现态 $S^n$ | $S^{n+1}$/ Z | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $X_1X_{0.5}$=00 | $X_1X_{0.5}$=01 | $X_1X_{0.5}$=10 | $X_1X_{0.5}$=11 |
| $S_0$ | $S_0$ / 00 | $S_1$ / 00 | $S_2$ / 00 | X/ XX |
| $S_1$ | $S_1$ / 00 | $S_2$ / 00 | $S_0$ / 10 | X / XX |
| $S_2$ | $S_2$ / 00 | $S_0$ / 10 | $S_0$ / 11 | X / XX |

# 利用触发器设计自动售卖机——续

确定$D_2$：看$Q_2^{n+1}$
确定$D_1$：看$Q_1^{n+1}$

## ④ 状态表

| 现态 $S^n$ | $S^{n+1}$/ Z | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $X_1X_{0.5}$=00 | $X_1X_{0.5}$=01 | $X_1X_{0.5}$=10 | $X_1X_{0.5}$=11 |
| $S_0$ | $S_0$ / 00 | $S_1$ / 00 | $S_2$ / 00 | X/ XX |
| $S_1$ | $S_1$ / 00 | $S_2$ / 00 | $S_0$ / 10 | X / XX |
| $S_2$ | $S_2$ / 00 | $S_0$ / 10 | $S_0$ / 11 | X / XX |

## 2. 状态化简

## 3. 状态分配

$S_0$ —— 00
$S_1$ —— 01
$S_2$ —— 10

| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | $S_0$ | $S_1$ |
| 1 | $S_2$ | |

需要2个D触发器

## 4. 状态转换真值

| 输入 | | 现态 | | 次态 | | 输入 | | 输出 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | $X_{0.5}$ | $Q_2^n$ | $Q_1^n$ | $Q_2^{n+1}$ | $Q_1^{n+1}$ | $D_2$ | $D_1$ | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | X | X | X | X | X | X |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 0 | 0 | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 1 | 0 | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | X | X | X | X |

# 利用触发器设计自动售卖机——续

## 5. 卡诺图化简

| $X_1X_{0.5}$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 1 |
| 01 | 0 | 1 | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | 1 | 0 | X | 0 |

$$D_2=\overline{X}_1\overline{X}_{0.5}Q_2^n+Q_1^nX_{0.5}+X_1\overline{Q}_1^n\overline{Q}_2^n$$

| $X_1X_{0.5}$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 0 | 0 | X | 1 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | 0 | 1 | X | 1 |

$$Y=Q_2^nX_{0.5}+Q_2^nX_1+X_1Q_1^n$$

| $X_1X_{0.5}$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | X | 0 |
| 01 | 1 | 0 | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | 0 | 0 | X | 0 |

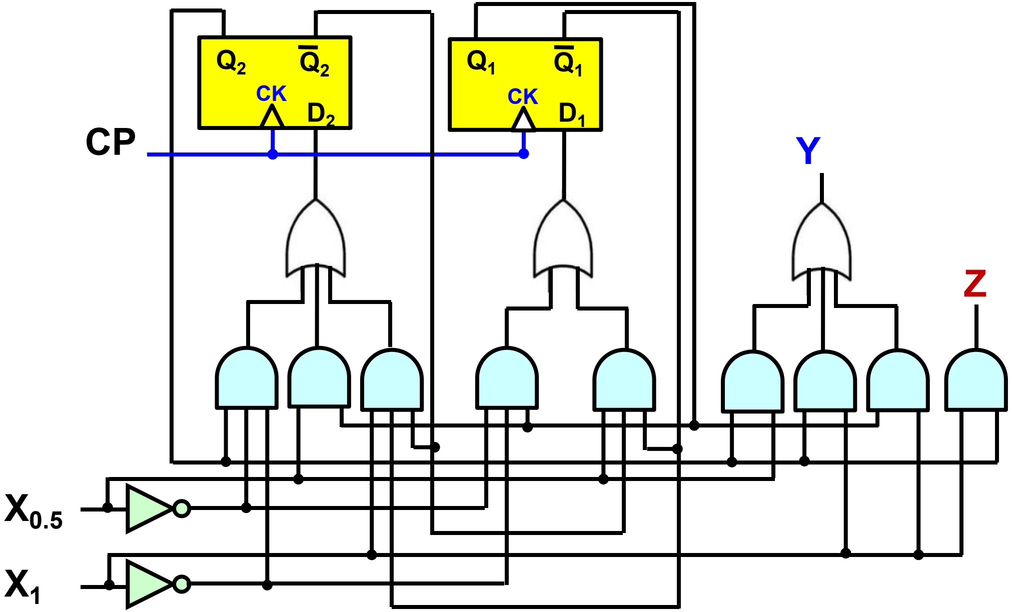
$$D_1=\overline{X}_1\overline{X}_{0.5}Q_1^n+X_{0.5}\overline{Q}_1^n\overline{Q}_2^n$$

| $X_1X_{0.5}$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 0 | 0 | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | 0 | 0 | X | 1 |

$$Z=X_1Q_2^n$$

# 利用触发器设计自动售卖机——续

## 6. 电路实现




! 电路需要预置

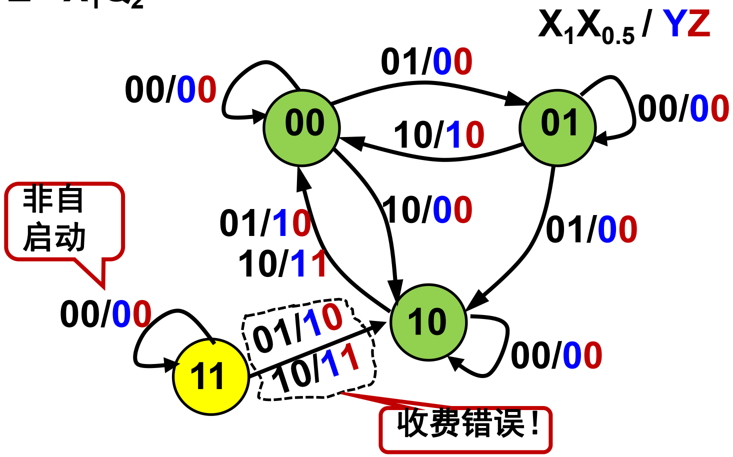
## 7. 检查无关项

无关状态：$Q_2^nQ_1^n=11$

$X_1X_{0.5}$ 分别为 00 ,01,10时，带入计算

$$\begin{cases} Q_2^{n+1}=D_2=\overline{X_1}\,\overline{X_{0.5}}Q_1^n+Q_1X_{0.5}+X_1\overline{Q_1^n}\,\overline{Q_2^n} \\ Q_1^{n+1}=D_1=\overline{X_1}\,\overline{X_{0.5}}Q_2^n+X_{0.5}\overline{Q_1^n}\,\overline{Q_2^n} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Y=Q_2^nX_{0.5}+Q_2^nX_1+X_1Q_1^n \\ Z=X_1Q_2^n \end{cases}$$



# 利用触发器设计自动售卖机——续

## 1. 原始状态图及状态表

① 状态设定（标记收到的钱数）

$S_0$—初始状态，机器收到0￥

$S_1$—机器收到0.5￥

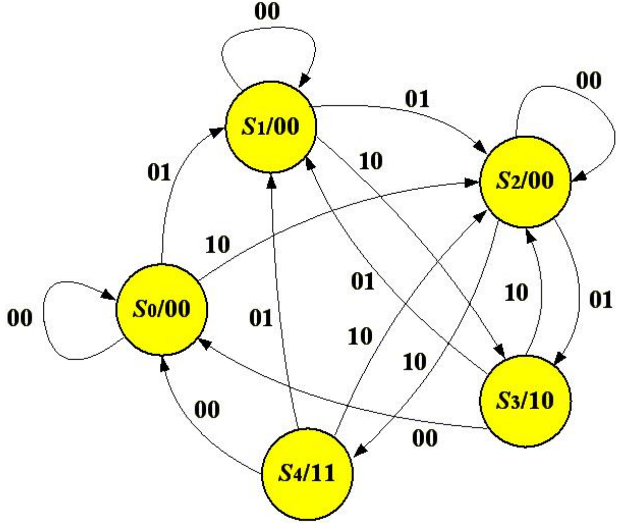
$S_2$—机器收到1.0￥

$S_3$—机器收到1.5￥

$S_4$—机器收到2.0￥

解法2:摩尔型电路

② Moor 状态图




③ 状态表

| 现态 $S_n$ | 次态 $S_{n+1}$ | | | 输出 YZ |
|---|---|---|---|---|
| | $X_1X_2$ = 00 | $X_1X_2$ = 01 | $X_1X_2$ = 10 | |
| $S_0$ | $S_0$ | $S_1$ | $S_2$ | 00 |
| $S_1$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | 00 |
| $S_2$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | 00 |
| $S_3$ | $S_0$ | $S_1$ | $S_2$ | 10 |
| $S_4$ | $S_0$ | $S_1$ | $S_2$ | 11 |

## 2. 状态化简

## 3. 状态分配

需要3个D触发器

| $Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $S_0$ | $S_3$ | | $S_1$ |
| 1 | $S_4$ | | | $S_2$ |

$S_0$ —— 000

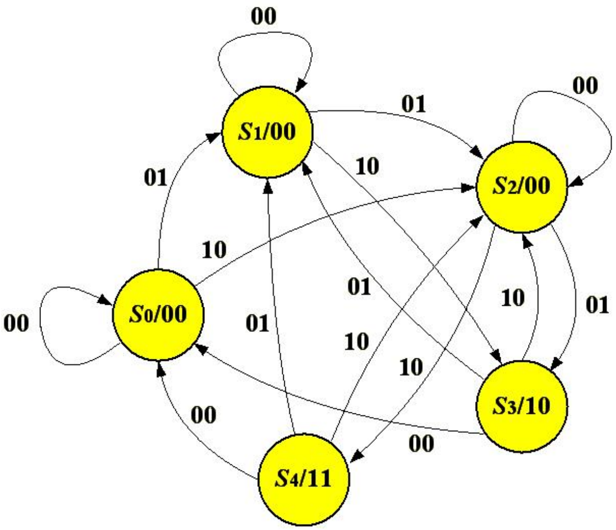
$S_1$ —— 010

$S_2$ —— 110

$S_3$ —— 001

$S_4$ —— 100

# 利用触发器设计自动售卖机——续




$S_0$ —— 000

$S_1$ —— 010

$S_2$ —— 110

$S_3$ —— 001

$S_4$ —— 100

## 4. 状态转换真值表

| 输入 | | 现态 | | | 次态 | | | 输入 | | | 输出 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | $X_{0.5}$ | $Q_3^n$ | $Q_2^n$ | $Q_1^n$ | $Q_3^{n+1}$ | $Q_2^{n+1}$ | $Q_1^{n+1}$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

# 利用触发器设计自动售卖机——续

## 5. 卡诺图化简

$X_1=0$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 0 | X | X | 1 |
| 11 | 0 | X | X | 0 |
| 10 | 0 | 0 | X | 1 |

$X_1=1$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 1 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | X | X | X | X |

$$D_3=\overline{X}_{0.5}Q_3^nQ_2^n+\overline{Q}_3^n X_{0.5}Q_2^n+X_1\overline{Q}_2^n$$

$X_1=0$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 1 |
| 01 | 0 | X | X | 1 |
| 11 | 1 | X | X | 0 |
| 10 | 1 | 1 | X | 1 |

$X_1=1$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | X | X | X | X |

$$D_2=\overline{X}_{0.5}Q_3^n+\overline{Q}_2^n X_{0.5}+X_1\overline{Q}_2^n+\overline{X}_1\overline{X}_{0.5}Q_2^n$$

$X_1=0$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 0 | X | X | 0 |
| 11 | 0 | X | X | 1 |
| 10 | 0 | 0 | X | 0 |

$X_1=1$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 1 |
| 01 | 0 | X | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | X | X | X | X |

$$D_1=X_{0.5}Q_3^nQ_2^n+\overline{Q}_3^n X_1Q_2^n$$

# 利用触发器设计自动售卖机——续

$X_1=0$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 0 |
| 11 | 1 | X | X | 0 |
| 10 | 0 | 1 | X | 1 |

$X_1=1$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | X | X | X | X |

$$Y = \overline{Q}_2^nQ_3^n + Q_1^n$$

$X_1=0$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 0 |
| 11 | 1 | X | X | 0 |
| 10 | 0 | 0 | X | 0 |

$X_1=1$

| $X_{0.5}Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | X | 0 |
| 01 | 1 | X | X | 0 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | X | X | X | X |

$$Z = \overline{Q}_2^nQ_3^n$$

$$\begin{cases} D_3 = \overline{X}_{0.5}Q_3^nQ_2^n + \overline{Q}_3^nX_{0.5}Q_2^n + X_1\overline{Q}_2^n \\ D_2 = \overline{X}_{0.5}Q_3^n + \overline{Q}_2^nX_{0.5} + X_1\overline{Q}_2^n + \overline{X}_1\overline{X}_{0.5}Q_2^n \\ D_1 = X_{0.5}Q_3^nQ_2^n + \overline{Q}_3^nX_1Q_2^n \\ Y = \overline{Q}_2^nQ_3^n + Q_1^n \\ Z = \overline{Q}_2^nQ_3^n \end{cases}$$

## 6. 电路实现(略)

## 7. 检查无关项（略）

**Moore型电路与Mealy型电路比较**

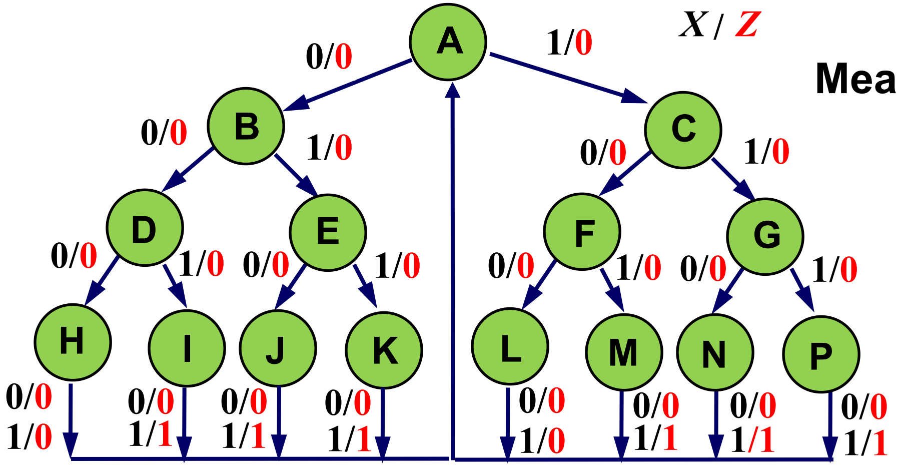
- Moore型电路中的状态总数相对要多一些，需要使用较多的触发器资源。
- Moore型电路的输出只与状态有关，输出没有毛刺。

# 利用触发器设计8421BCD码检测器

例：用D触发器设计一个串行输入8421BCD码误码检测器。要求：

- 8421BCD码低位在前、高位在后串行地加到检测器的输入端。
- 电路每接收一组代码，即在收到第4位代码时判断。若是错误代码，则输出为1，否则输出为0，电路又回到初始状态并开始接收下一组代码。

## 1. 原始状态图及状态表


Mealy 状态图

# 利用触发器设计8421BCD码检测器

## 2. 状态化简

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | C / 0 |
| B | D / 0 | E / 0 |
| C | F / 0 | G / 0 |
| D | H / 0 | I / 0 |
| E | J / 0 | K / 0 |
| F | L / 0 | M / 0 |
| G | N / 0 | P / 0 |
| ~~H~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 0~~ |
| ~~I~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |
| ~~J~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |
| ~~K~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |
| ~~L~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 0~~ |
| ~~M~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |
| ~~N~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |
| ~~P~~ | ~~A / 0~~ | ~~A / 1~~ |

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | C / 0 |
| B | D / 0 | E / 0 |
| C | F / 0 | G / 0 |
| ~~D~~ | ~~H / 0~~ | ~~I / 0~~ |
| ~~E~~ | ~~I / 0~~ | ~~I / 0~~ |
| ~~F~~ | ~~H / 0~~ | ~~I / 0~~ |
| ~~G~~ | ~~I / 0~~ | ~~I / 0~~ |
| H | A / 0 | A / 0 |
| I | A / 0 | A / 1 |

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | C / 0 |
| ~~B~~ | ~~D / 0~~ | ~~E / 0~~ |
| ~~C~~ | ~~D / 0~~ | ~~E / 0~~ |
| D | H / 0 | I / 0 |
| E | I / 0 | I / 0 |
| H | A / 0 | A / 0 |
| I | A / 0 | A / 1 |

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | B / 0 |
| B | D / 0 | E / 0 |
| D | H / 0 | I / 0 |
| E | I / 0 | I / 0 |
| H | A / 0 | A / 0 |
| I | A / 0 | A / 1 |

# 利用触发器设计8421BCD码检测器

## 2. 状态化简

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | B / 0 |
| B | D / 0 | E / 0 |
| D | H / 0 | I / 0 |
| E | I / 0 | I / 0 |
| H | A / 0 | A / 0 |
| I | A / 0 | A / 1 |

## 3. 状态分配

规则1：次态相同，现态编码应相邻

HI, DE 应相邻

规则2：同一现态对应的次态应给予相邻编码

DE, HI 应相邻

规则3：输出相同，现态编码应相邻

ABDEH应相邻

| $Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | A | B | D | I |
| 1 | | | E | H |

A: 000;　B: 001

D: 011;　I: 010

E: 111;　H: 110

## 4. 状态转换真值表

确定$D_3$：看$Q_3^{n+1}$
确定$D_2$：看$Q_2^{n+1}$
确定$D_1$：看$Q_1^{n+1}$

| $Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | A | B | D | I |
| 1 | | | E | H |

| 现态 $Q^n$ | $Q^{n+1}$/ Z | |
|---|---|---|
| | X=0 | X=1 |
| A | B / 0 | B / 0 |
| B | D / 0 | E / 0 |
| D | H / 0 | I / 0 |
| E | I / 0 | I / 0 |
| H | A / 0 | A / 0 |
| I | A / 0 | A / 1 |

| 输入及现态 | | | | 次态 | | | 输入 | | | 输出 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | $Q_3^n$ | $Q_2^n$ | $Q_1^n$ | $Q_3^{n+1}$ | $Q_2^{n+1}$ | $Q_1^{n+1}$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | X | X | X | X | X | X | X |
| 0 | 1 | 0 | 1 | X | X | X | X | X | X | X |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | X | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | X | X | X | X | X |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

# 利用触发器设计8421BCD码检测器

## 5. 卡诺图化简

| $XQ_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | X | X | 0 | 0 |
| 11 | X | X | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |

$$D_3 = \overline{Q_3^n} Q_2^n Q_1^n \overline{X} + X \overline{Q_2^n} Q_1^n$$

| $XQ_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | X | X | 1 | 0 |
| 11 | x | x | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 |

$$D_2 = Q_1^n$$

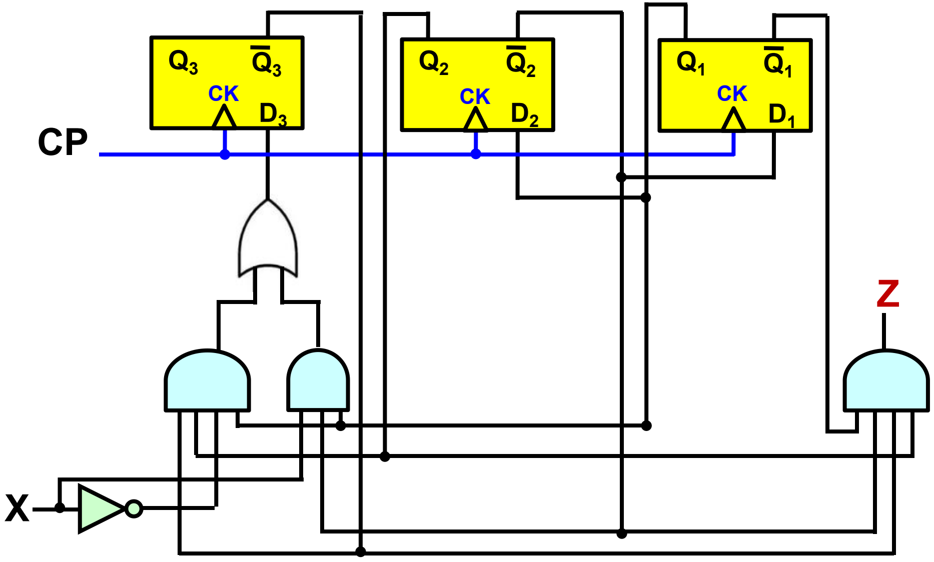
| $XQ_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 01 | x | x | 0 | 0 |
| 11 | x | x | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 0 |

$$D_1 = \overline{Q_2^n}$$

| $XQ_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | x | x | 0 | 0 |
| 11 | x | x | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |

$$Z = X \overline{Q_3^n} Q_2^n \overline{Q_1^n}$$

## 6. 电路实现

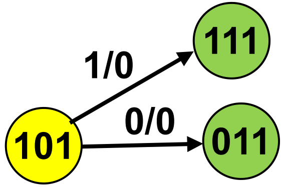


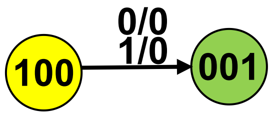
# 利用触发器设计8421BCD码检测器

## 7. 无关项检查

| $Q_3^n$ \ $Q_2^nQ_1^n$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | A | B | D | I |
| 1 | | | E | H |

将无关状态$Q_3^nQ_2^nQ_1^n$=101和100分别代入次态方程和输出方程计算




电路可以自启动

$$
\begin{cases}
Q_i^{n+1} = D_i \\
D_3 = \overline{Q_3^n} Q_2^n Q_1^n \overline{X} + X \overline{Q_2^n} Q_1^n \\
D_2 = Q_1^n \\
D_1 = \overline{Q_2^n} \\
Z = X \overline{Q_3^n} Q_2^n \overline{Q_1^n}
\end{cases}
$$