

数字世界精彩无限

Unit 10

—Analysis of Clocked Sequential Circuits

张彦航

School of Computer Science
Zhangyanhang@hit.edu.cn

时序逻辑电路分析

时序逻辑电路的分析方法

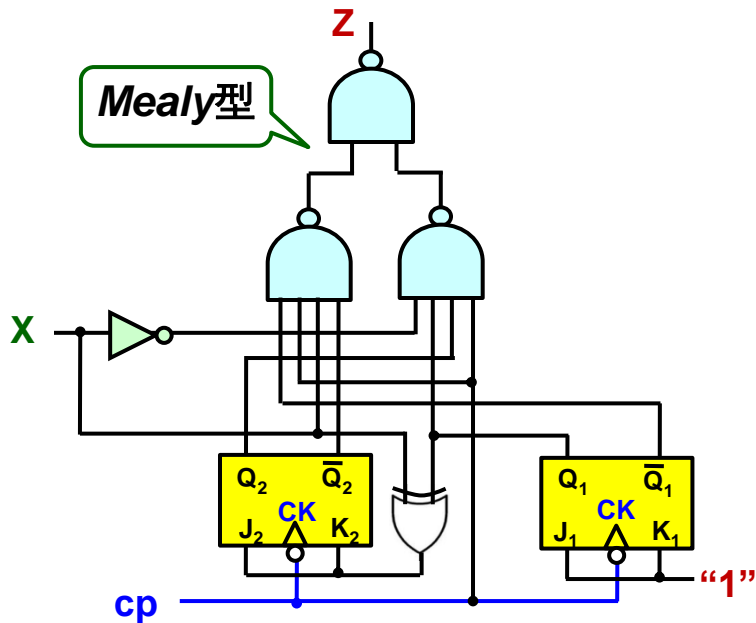
确定系统变量（输入变量、输出变量、状态变量）

- ① 列驱动方程（控制函数）
- ② 列输出方程（输出函数）
- ③ 列状态方程（次态方程）
- ④ 列写状态转换表
- ⑤ 画出状态图
- ⑥ 画出波形图（如必要）



- 同步时序电路
- 异步时序电路

时序逻辑电路分析——示例1:同步时序



① 输入方程

$$J_1 = K_1 = 1$$

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

② 次态方程

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

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

③ 输出方程

$$Z = \overline{XCPQ_2^nQ_1^n} \cdot \overline{XCPQ_2^nQ_1^n}$$

$$= XCPQ_2^nQ_1^n + \overline{XCPQ_2^nQ_1^n}$$

次态方程:

$$JK: Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n$$

$$Q_2^{n+1} = J_2\overline{Q_2^n} + \overline{K_2}Q_2^n$$

$$= (X \oplus Q_1^n)\overline{Q_2^n} + \overline{(X \oplus Q_1^n)}Q_2^n$$

$$= X \oplus Q_1^n \oplus Q_2^n$$

$$Q_1^{n+1} = J_1\overline{Q_1^n} + \overline{K_1}Q_1^n$$

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

④ 状态转换表

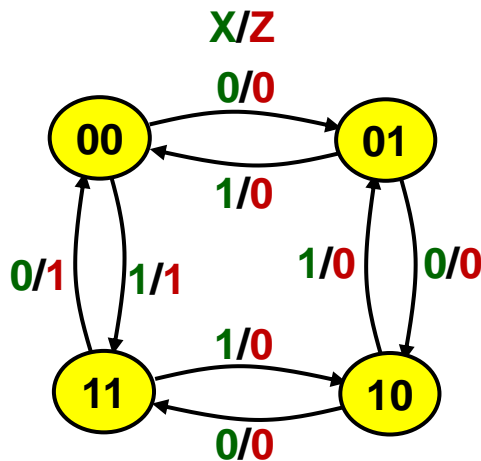
输入	现态		次态		输出
X	Q_2^n	Q_1^n	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0

时序逻辑电路分析——示例1:同步时序

④ 状态转换表

现态 $Q_2^n Q_1^n$	$Q_2^{n+1} Q_1^{n+1} / Z$	
	$X=0$	$X=1$
0 0	0 1 / 0	1 1 / 1
0 1	1 0 / 0	0 0 / 0
1 0	1 1 / 0	0 1 / 0
1 1	0 0 / 1	1 0 / 0

⑤ 状态图



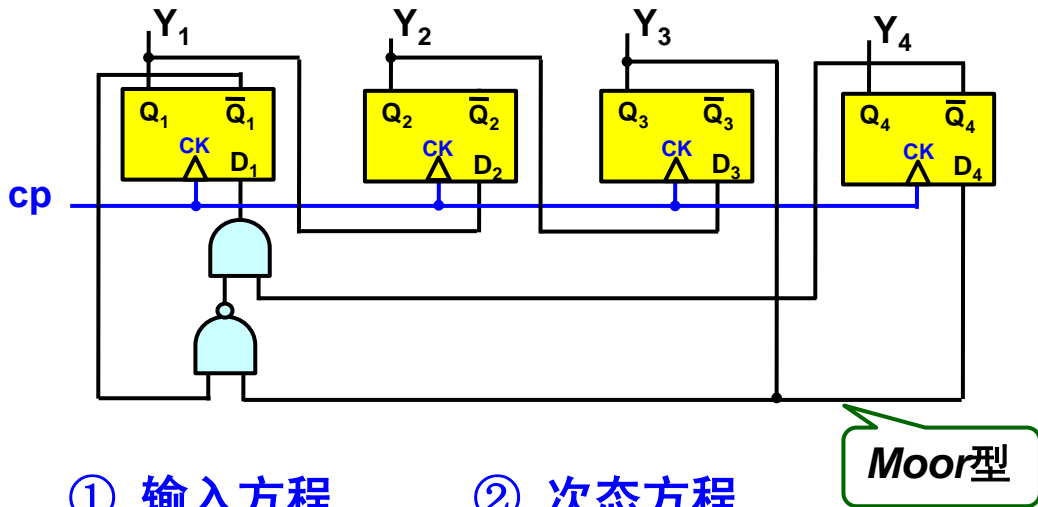
Mealy型: 输出
值画在状态图
转换线的旁边

结论: 模4可逆计数器

- $X=0$: 加计数
- $X=1$: 减计数

Z : 进位和借位输出标志

时序逻辑电路分析——示例2: 同步时序



① 输入方程

$$D_4 = Y_3^n$$

$$\mathbf{D}_3 = \mathbf{Y}_2^n$$

$$D_2 = Y_1^n$$

$$\begin{aligned} D_1 &= \overline{Y_3^n} \overline{Y_1^n} \overline{Y_4^n} \\ &= Y_1^n \overline{Y_4^n} + \overline{Y_3^n} \overline{Y_4^n} \end{aligned}$$

② 次态方程

$$Y_4^{n+1} = Y_3^n$$

$$Y_3^{n+1} = Y_2^n$$

$$Y_2^{n+1} = Y_1^n$$

$$Y_1^{n+1} = Y_1^n \overline{Y_4^n} + \overline{Y_3^n} \overline{Y_4^n}$$

③ 状态转换表

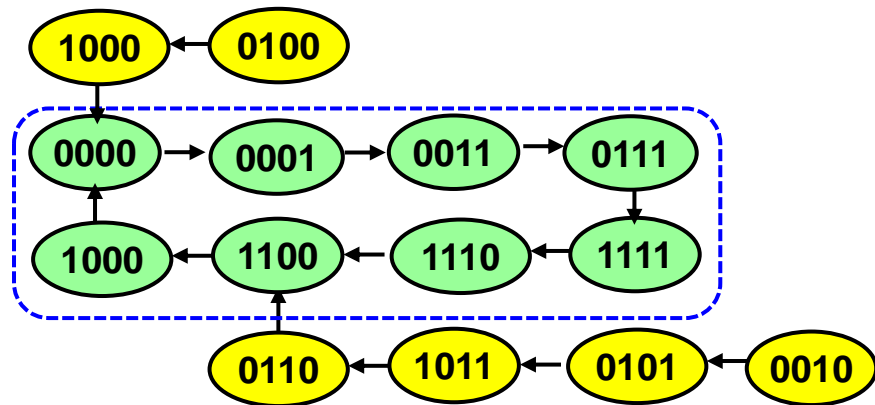
[illegible]

时序逻辑电路分析——示例2:同步时序

③ 状态转换表

现态				次态				序号
Y_4^n	Y_3^n	Y_2^n	Y_1^n	Y_4^{n+1}	Y_3^{n+1}	Y_2^{n+1}	Y_1^{n+1}	
0	0	0	0	0	0	0	1	①
0	0	0	1	0	0	1	1	②
0	0	1	0	0	1	0	1	③
0	0	1	1	0	1	1	1	
0	1	0	0	1	0	0	0	
0	1	0	1	1	0	1	1	④
0	1	1	0	1	1	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	1	
1	0	0	0	0	0	0	0	⑧
1	0	0	1	0	0	1	0	⑦
1	0	1	0	0	1	0	0	
1	0	1	1	0	1	1	0	
1	1	0	0	1	0	0	0	⑥
1	1	0	1	1	0	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	0	⑤

④ 状态图



结论:

模8计数器(格雷码输出), 能够自启动

时序逻辑电路分析——同步时序总结

同步时序逻辑电路分析方法总结

确定系统变量（输入变量、输出变量、状态变量）

① 列写三组方程：

- 驱动方程（控制函数）
- 状态方程（次态方程）
- 输出方程（输出函数）

② 列写状态转换表：

- 写出所有输入及现态的取值组合；
- 将每一种取值组合带入次态方程和输出方程，计算后的得出次态值和输出值；
- 从表中第一行开始，寻找状态转换规律；

③ 画出完整的状态图；

④ 得出电路功能，并说明能否自启动