数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

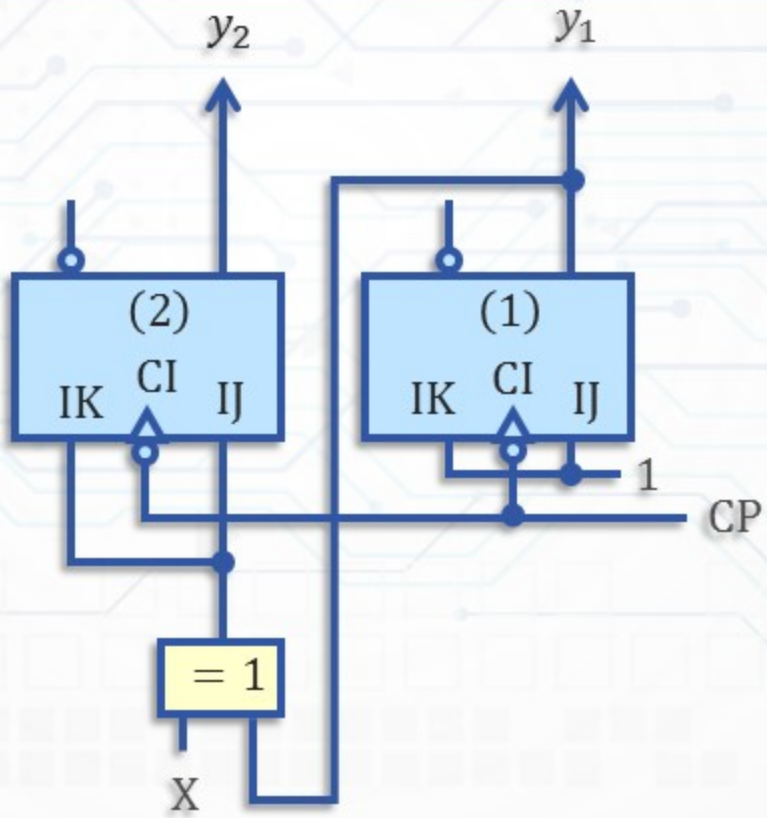
第五章 同步时序逻辑电路

主讲教师 | 赵贻竹

代数分析法

例

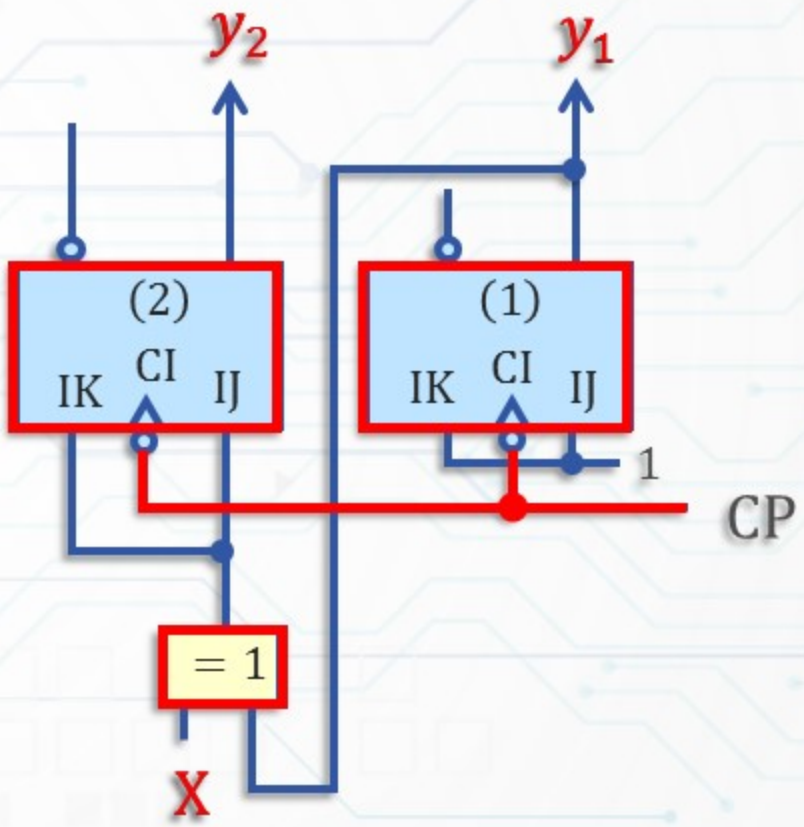
分析下图所示同步时序逻辑电路。



表格分析法

分　析

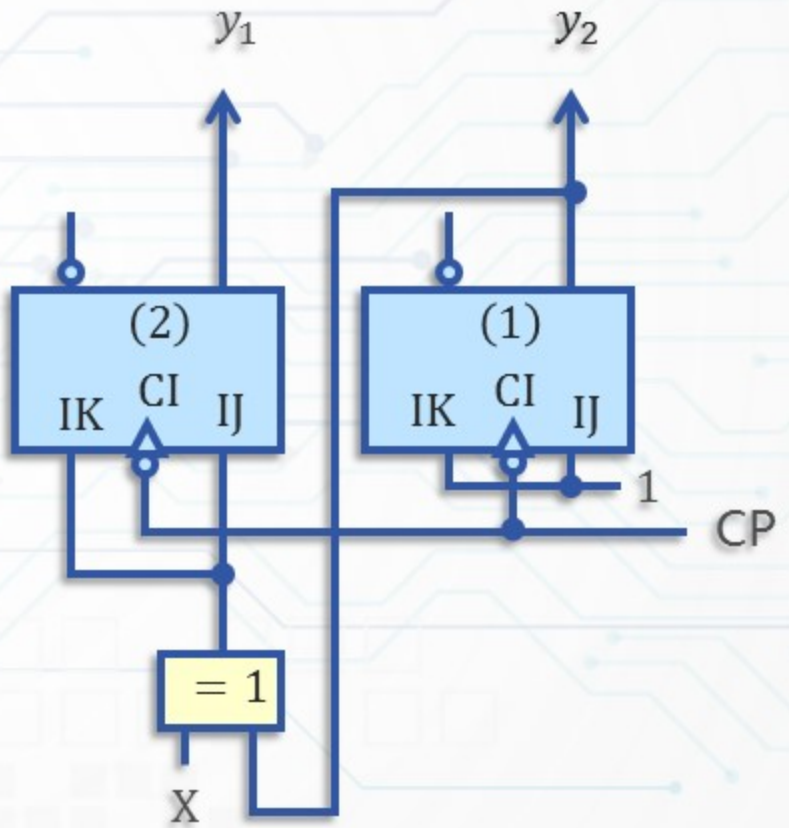
- 两个J-K触发器
  - 相同的时钟端，同步时序逻辑电路
- 一个异或门
- 输入：x
- 电路的状态：y_2、y_1
- 电路的输出：y_2、y_1
- Moore型电路



代数分析法

函数表达式

- 激励函数表达式



代数分析法

函数表达式

激励函数表达式

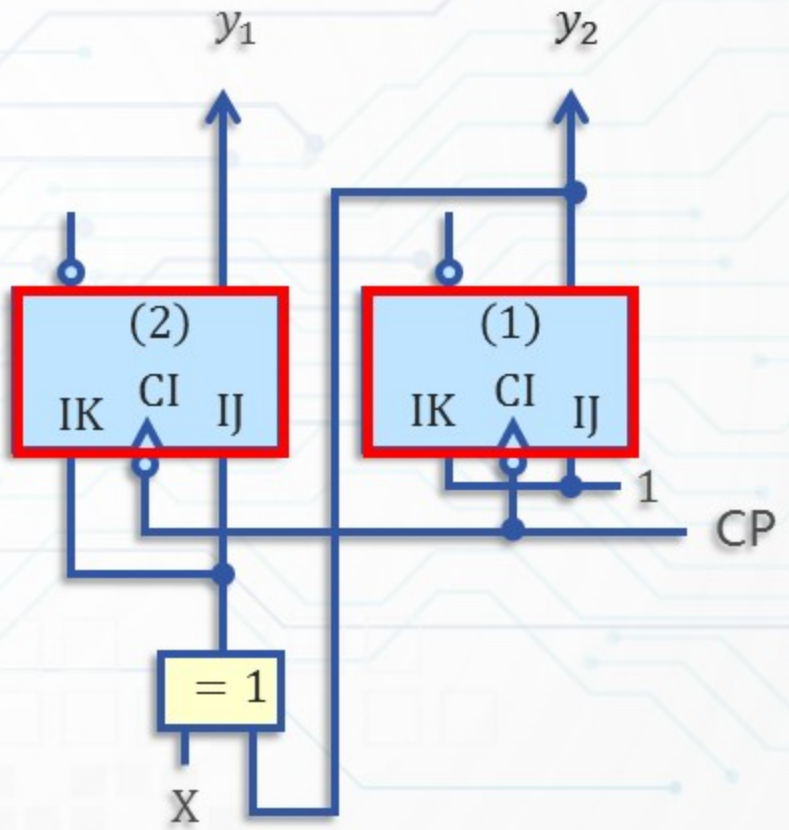
- $J_2 = K_2 = x \oplus y_1$
- $J_1 = K_1 = 1$

次态方程组

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

- $y_2^{n+1} = x \oplus y_1 \oplus y_2$
- $y_1^{n+1} = \overline{y_1}$

状态表和状态图



代数分析法

函数表达式

激励函数表达式

- $J_2 = K_2 = x \oplus y_1$
- $J_1 = K_1 = 1$

次态方程组

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

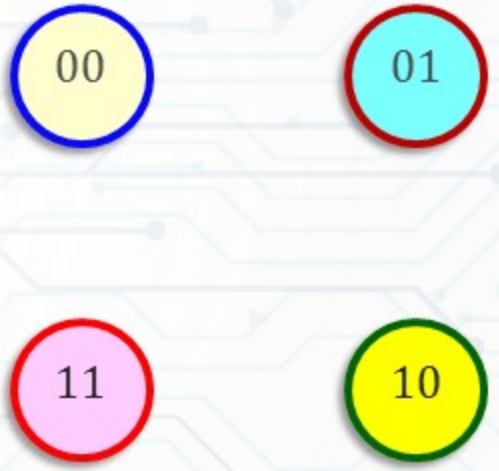
- $y_2^{n+1} = x \oplus y_1 \oplus y_2$
- $y_1^{n+1} = \overline{y_1}$

状态表和状态图

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0

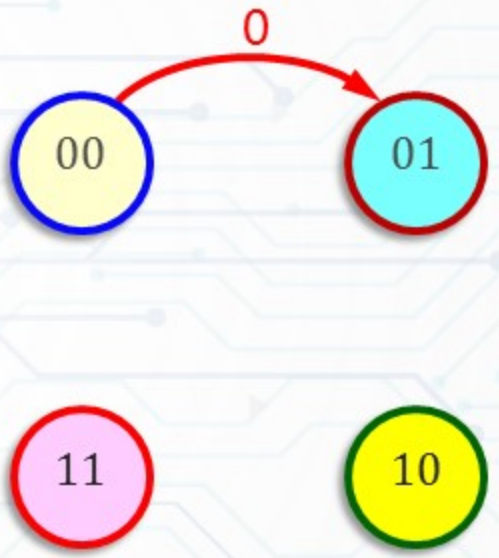
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



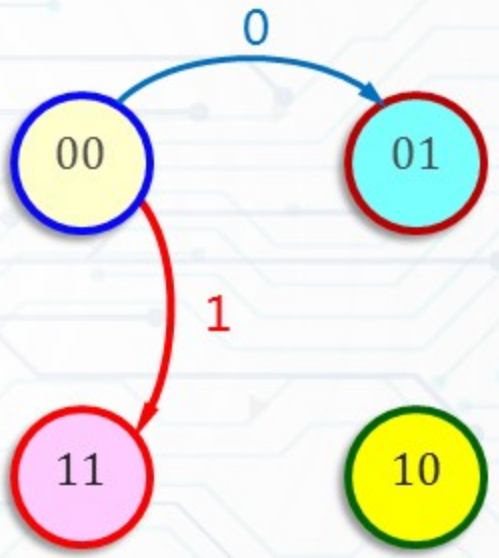
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



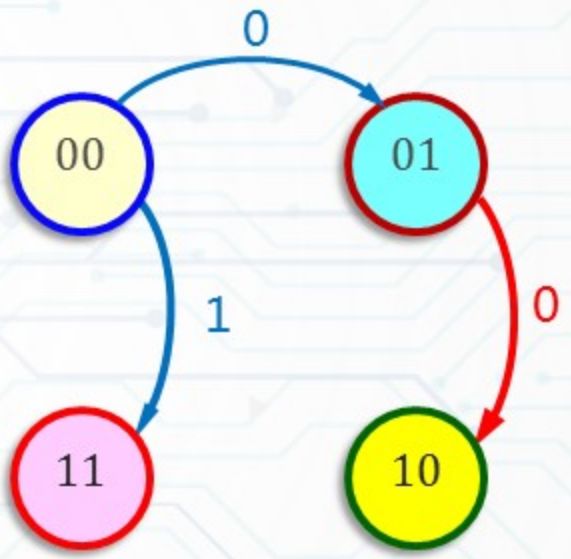
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



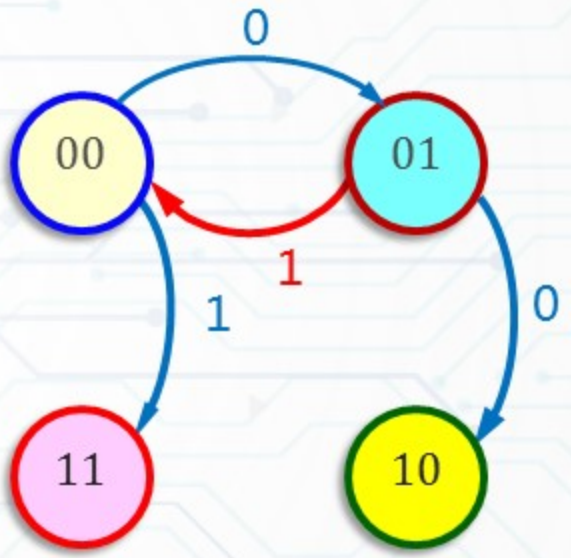
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



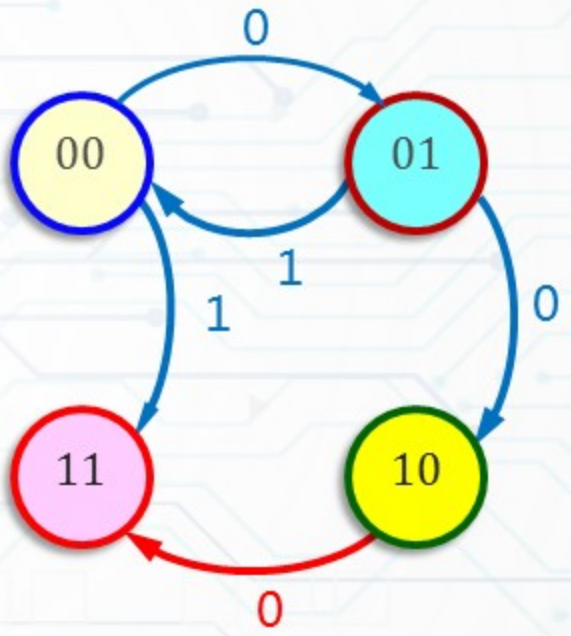
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



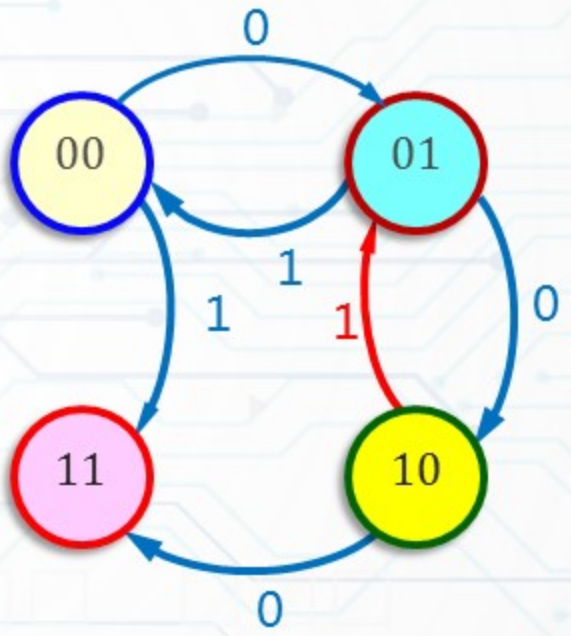
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



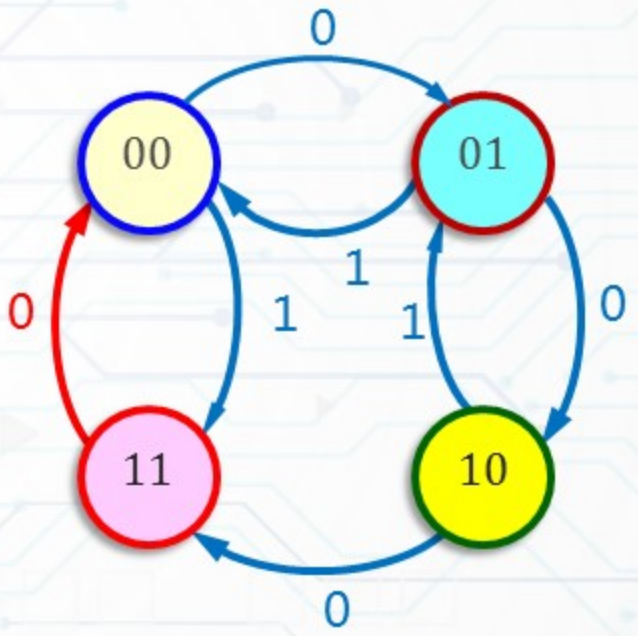
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



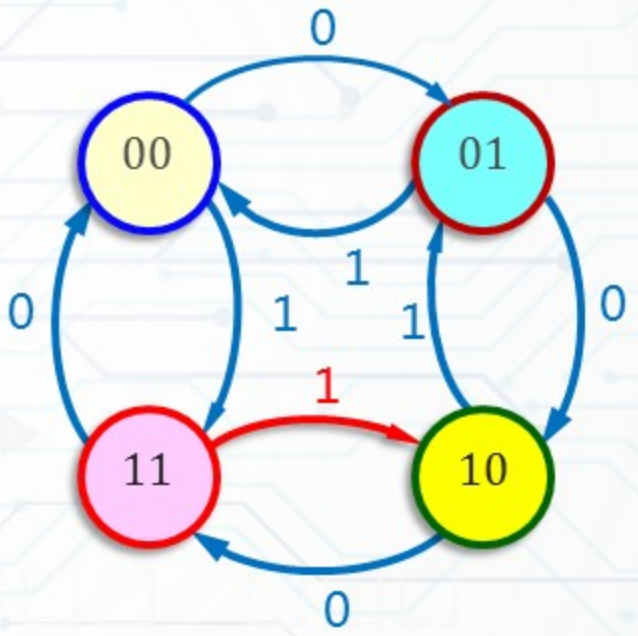
同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



同步时序逻辑电路分析

现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
y_2y_1	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



代数分析法

函数表达式

激励函数表达式

- $J_2 = K_2 = x \oplus y_1$
- $J_1 = K_1 = 1$

次态方程组

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

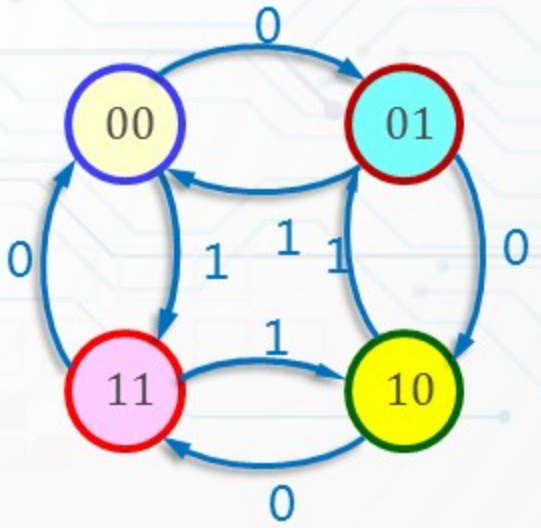
- $y_2^{n+1} = x \oplus y_1 \oplus y_2$
- $y_1^{n+1} = \overline{y_1}$

状态表和状态图

功能评述

2位二进制数可逆计数器

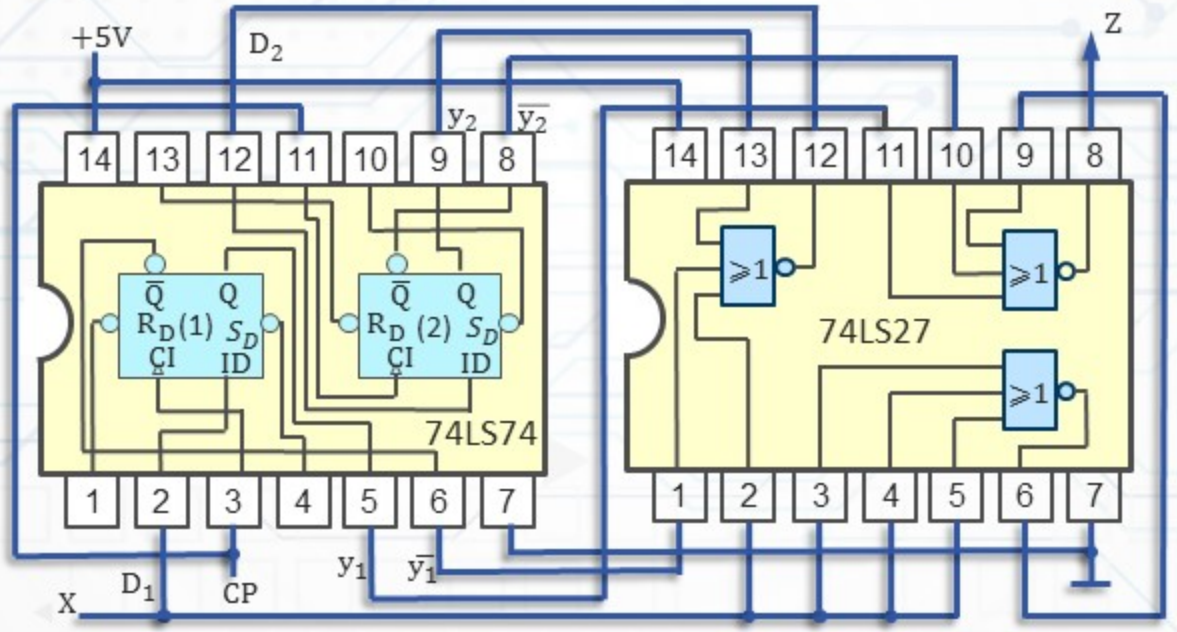
现态 y_2y_1	次态 $y_2^{n+1}y_1^{n+1}$	
	$x=0$	$x=1$
0 0	0 1	1 1
0 1	1 0	0 0
1 0	1 1	0 1
1 1	0 0	1 0



同步时序逻辑电路分析

例

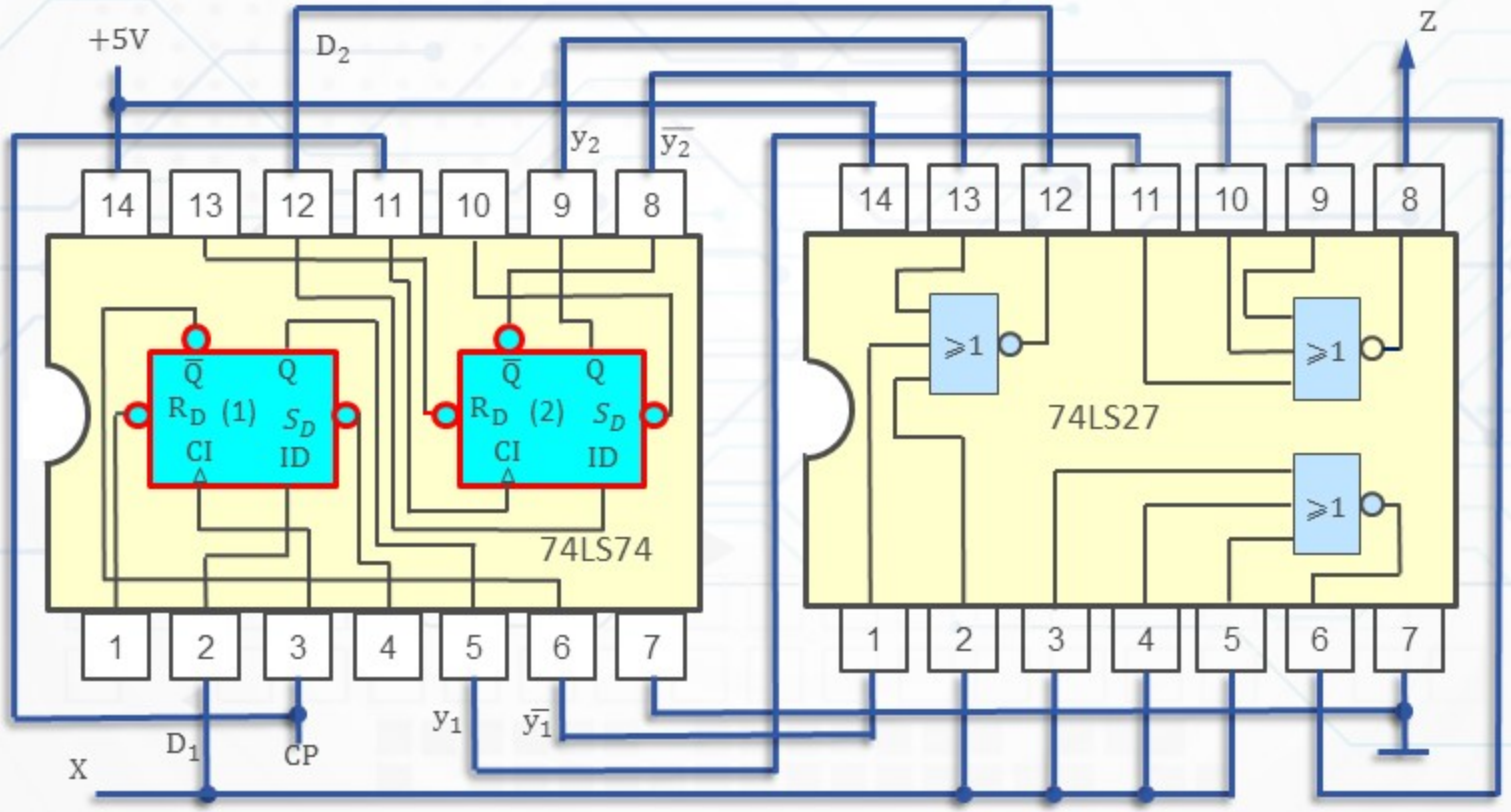
分析下图所示同步时序逻辑电路。



表格分析法

分　析

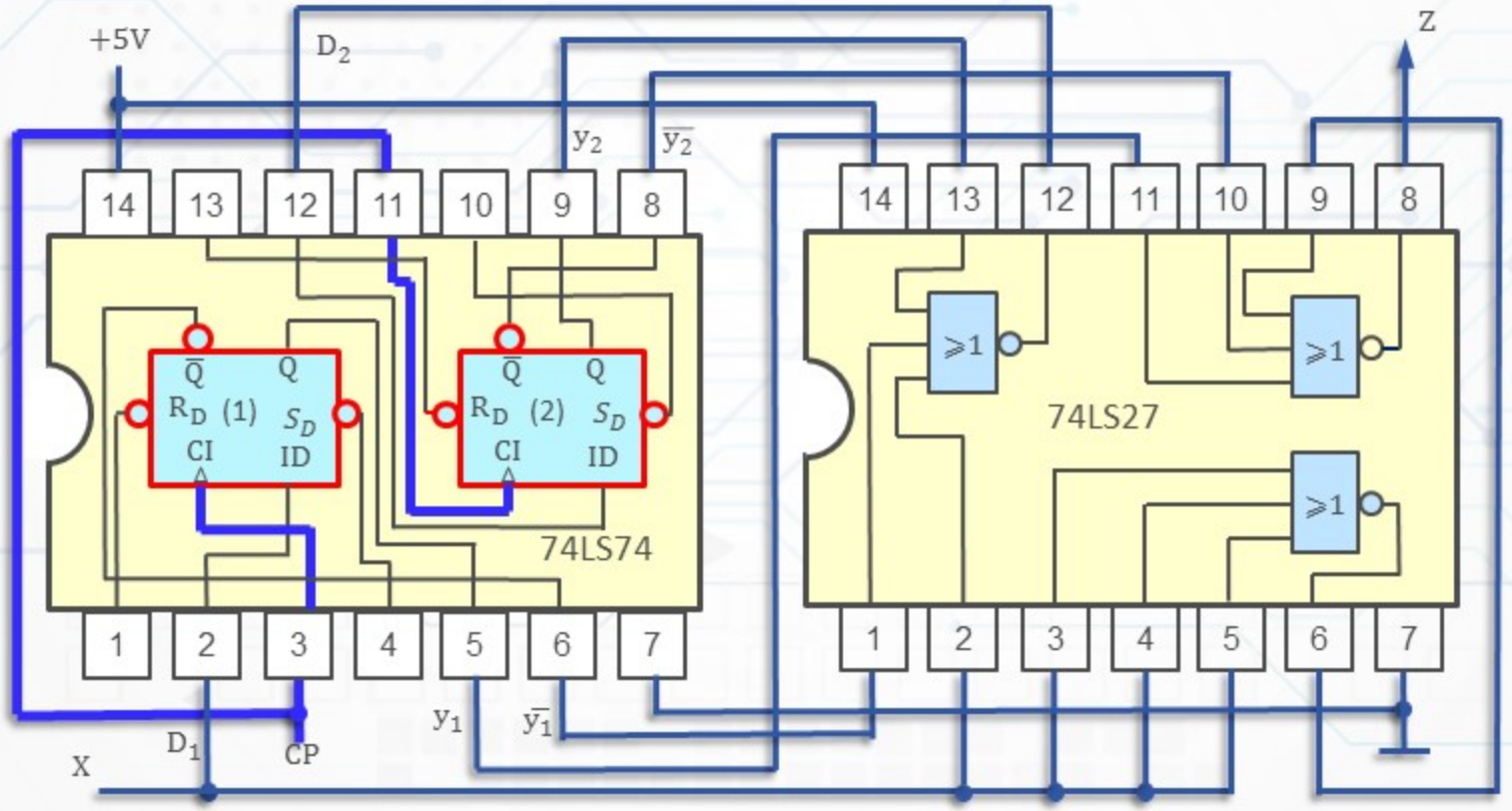
两个D触发器



表格分析法

分　析

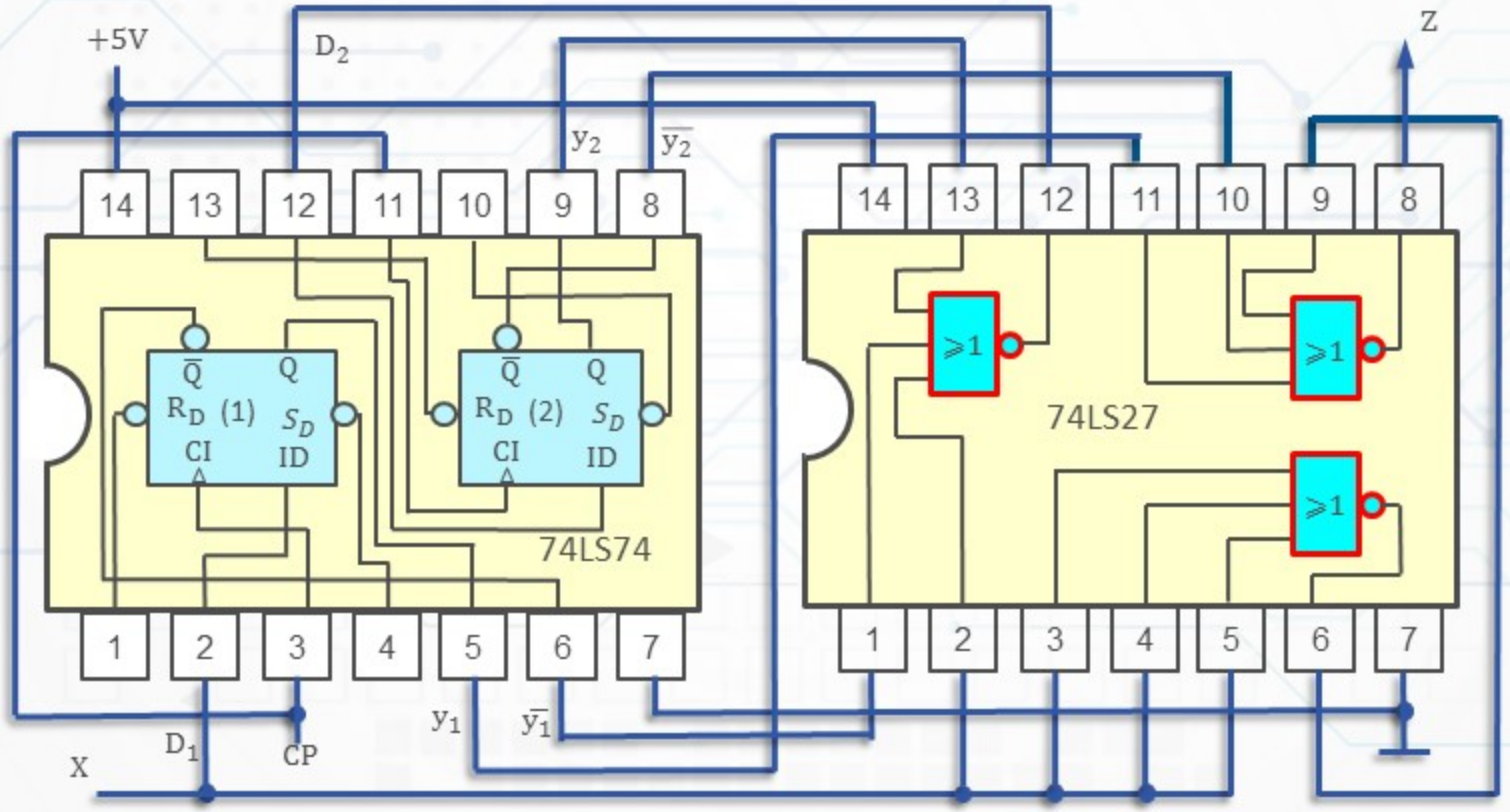
两个D触发器 —— 相同时钟端，同步时序逻辑电路



表格分析法

分　析

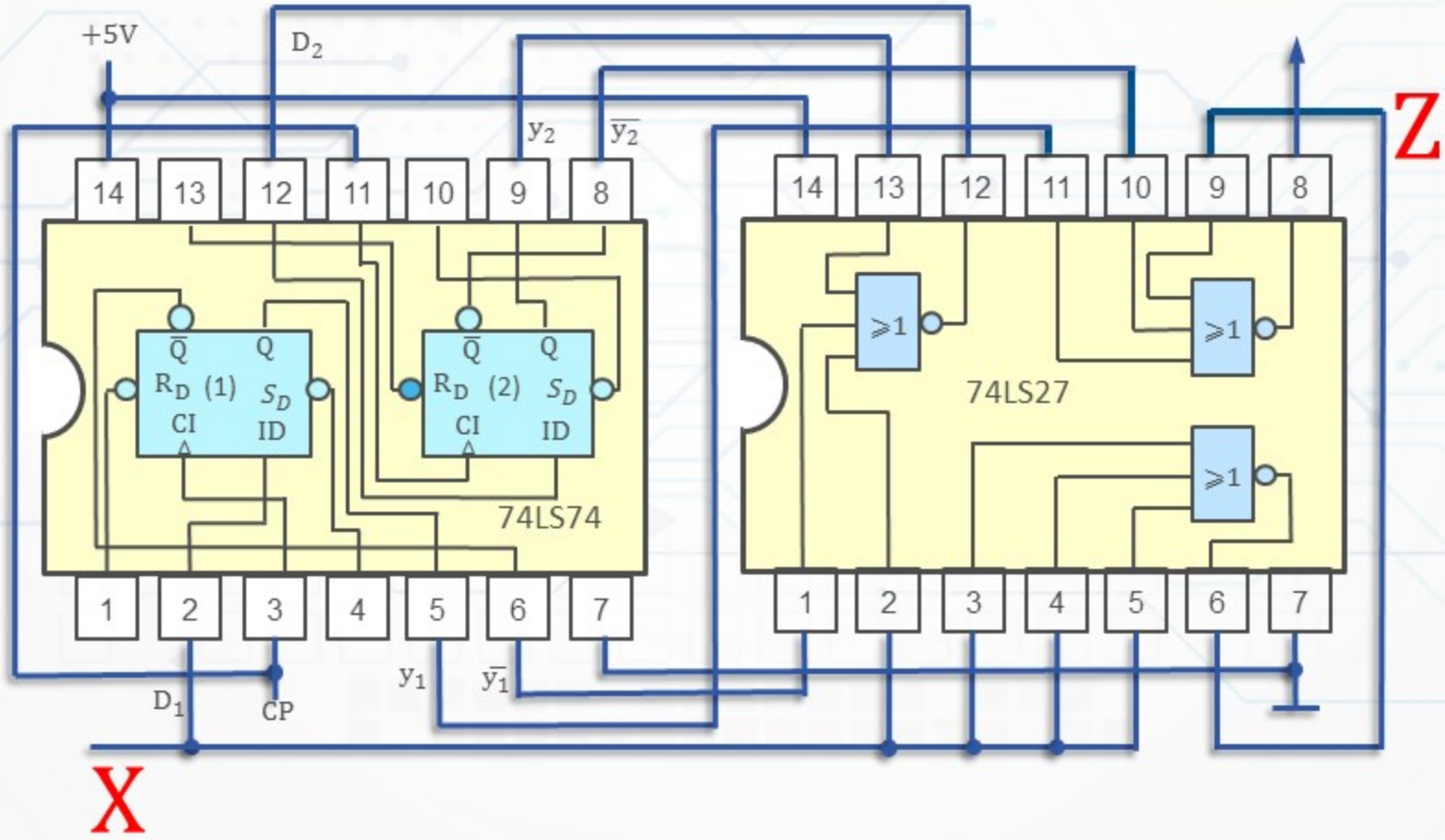
三个或非门



表格分析法

分　析

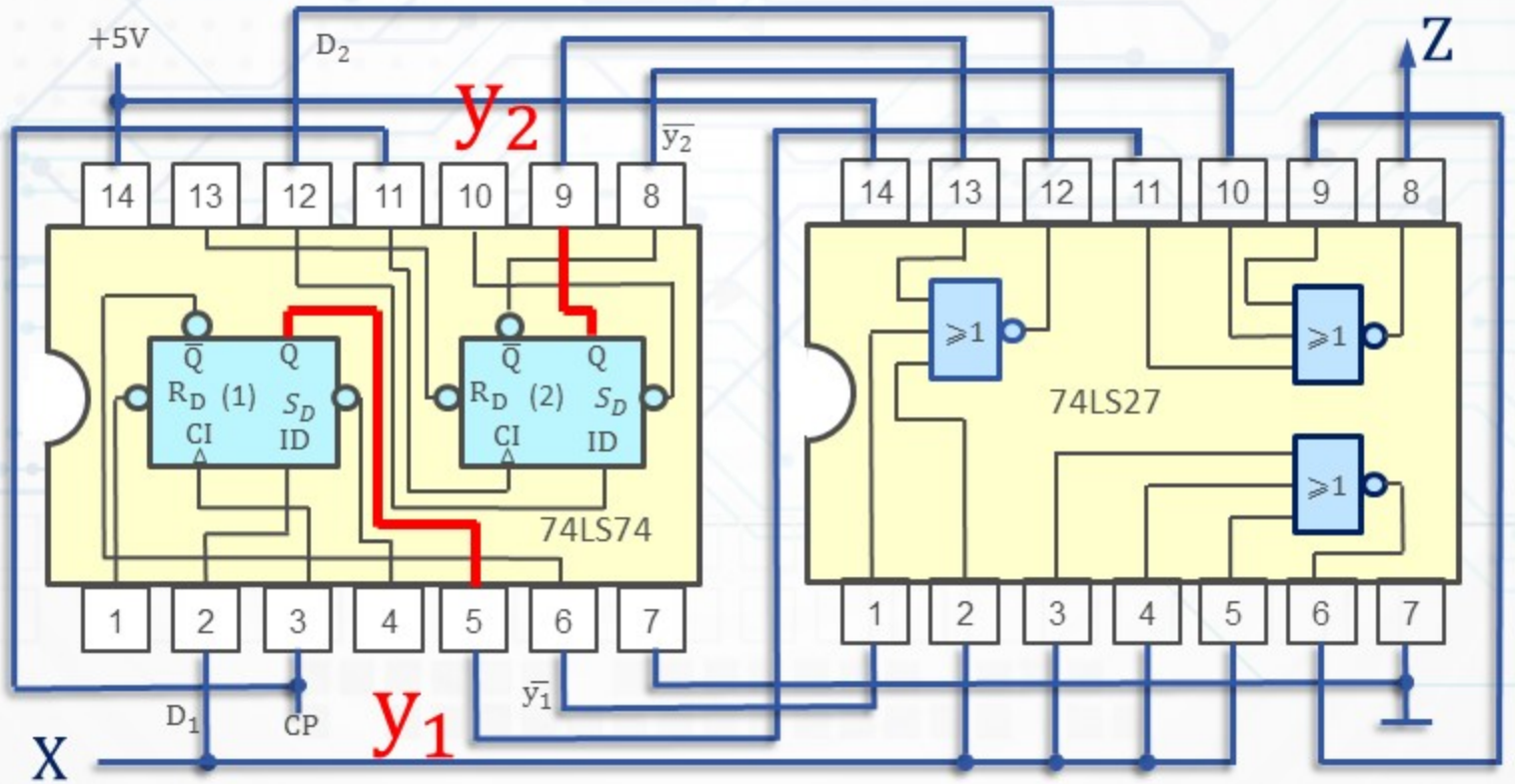
输入：x，输出：Z



表格分析法

分　析

电路的状态：y_2、y_1

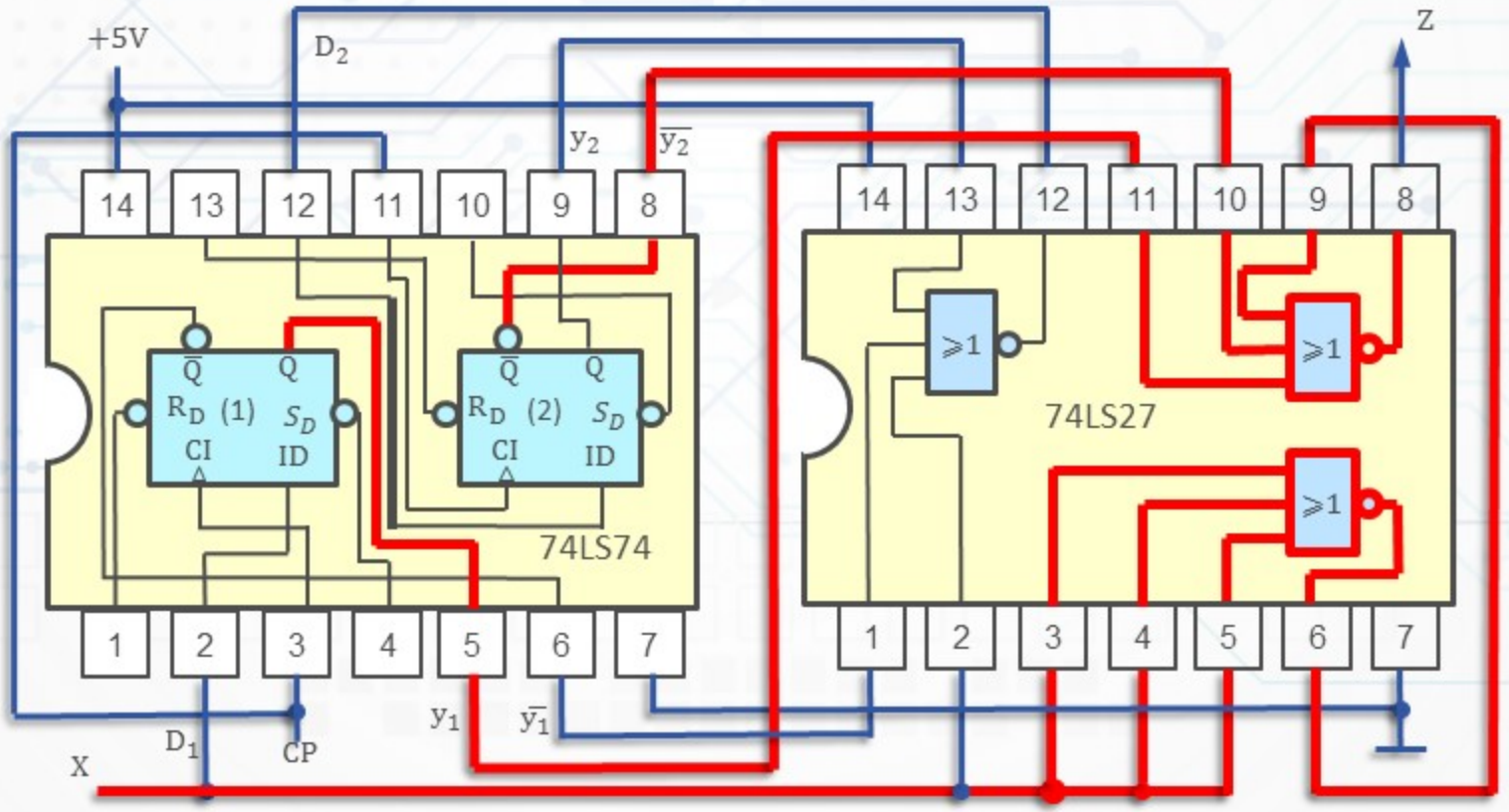


表格分析法

输出函数表达式

$$Z = \overline{\overline{x + x + x} + \overline{y_2} + y_1} = \overline{\bar{x} + \overline{y_2} + y_1} = x y_2 \overline{y_1}$$

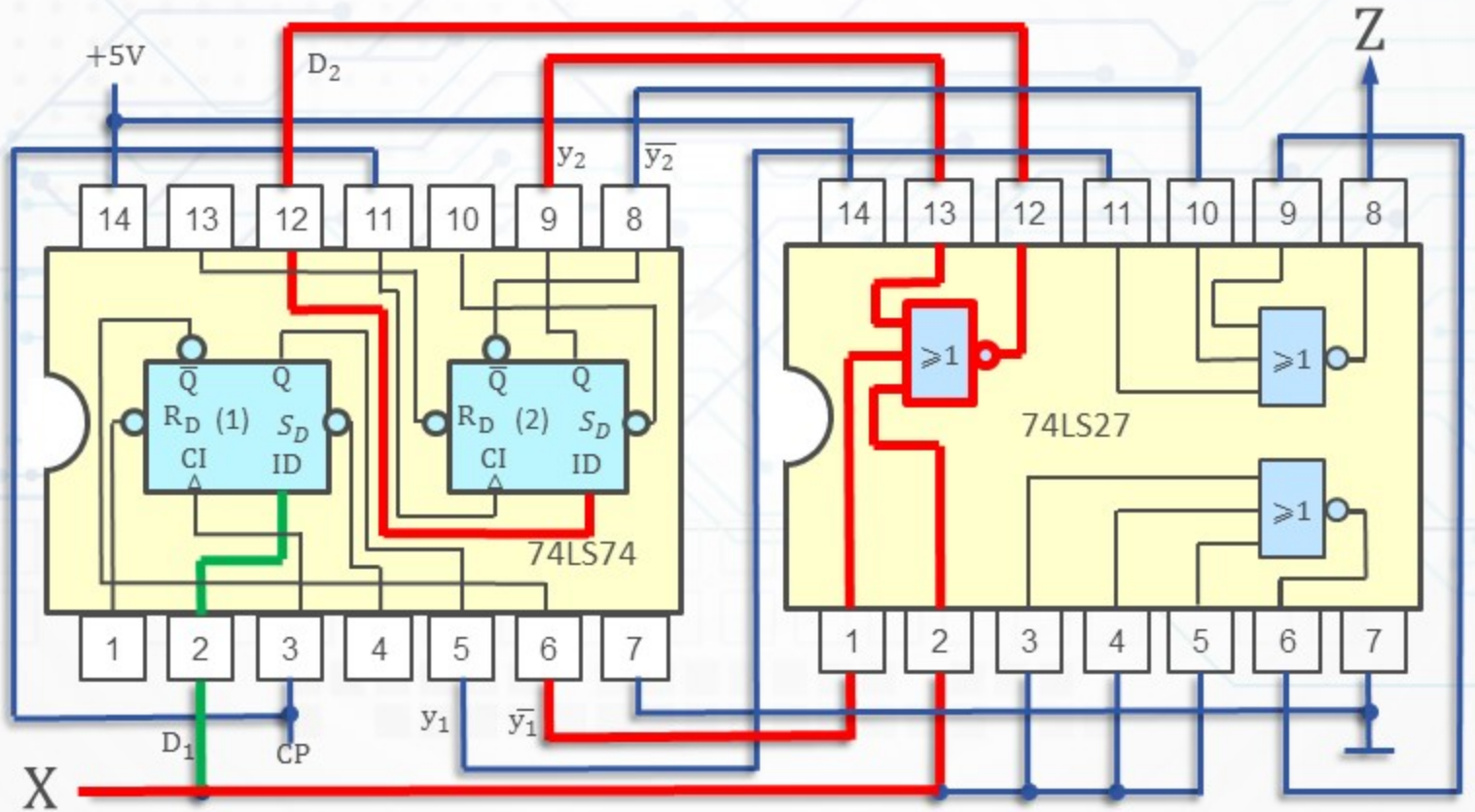
Mealy型



表格分析法

激励函数表达式

$$D_2 = \overline{y_2 + \overline{y_1} + x} = \bar{x}\,\overline{y_2}\,y_1 \qquad D_1 = x$$



表格分析法

函数表达式

$D_2 = \overline{x}\,\overline{y_2}\,y_1$

$D_1 = x$

$Z = xy_2\overline{y_1}$

次态方程组

$y_2^{n+1} = \overline{x}\,\overline{y_2}\,y_1$

$y_1^{n+1} = x$

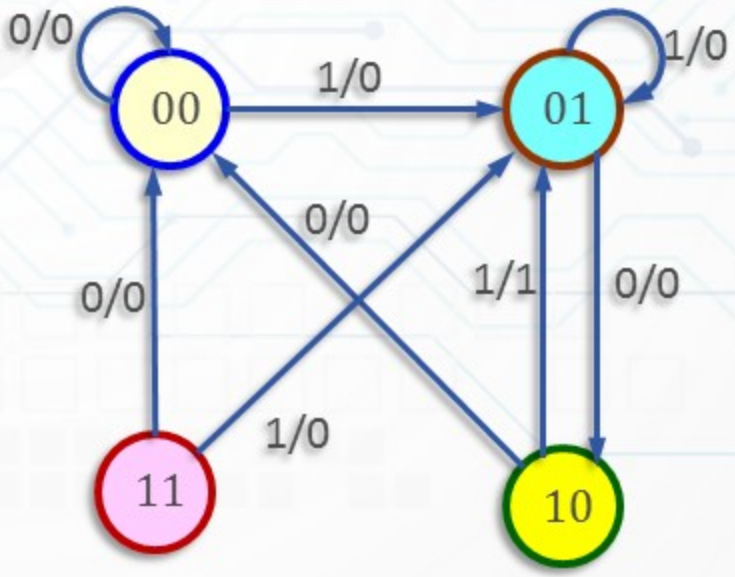
状态表

现态 y_2y_1	次态/输出 $y_2^{n+1}\,y_1^{n+1}/Z$	
	$x=0$	$x=1$
0 0	0 0 /0	0 1 /0
0 1	1 0 /0	0 1 /0
1 0	0 0 /0	0 1 /1
1 1	0 0 /0	0 1 /0

表格分析法

- 函数表达式
  - $D_2 = \overline{x}\,\overline{y_2}\,y_1$
  - $D_1 = x$
  - $Z = xy_2\overline{y_1}$
- 次态方程组
- 状态表
- 状态图
- 时间图

现态 y_2y_1	次态/输出 $y_2^{n+1}\,y_1^{n+1}/Z$	
	$x=0$	$x=1$
0 0	0 0 /0	0 1 /0
0 1	1 0 /0	0 1 /0
1 0	0 0 /0	0 1 /1
1 1	0 0 /0	0 1 /0

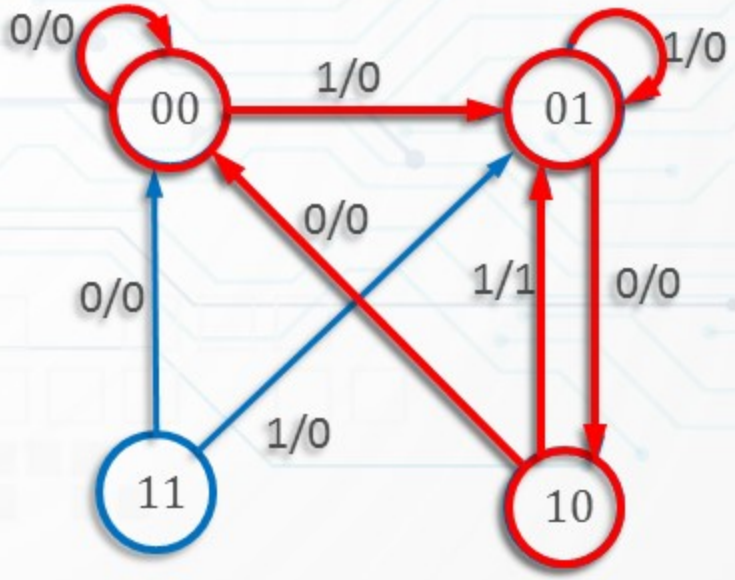


同步时序逻辑电路分析

做时间图

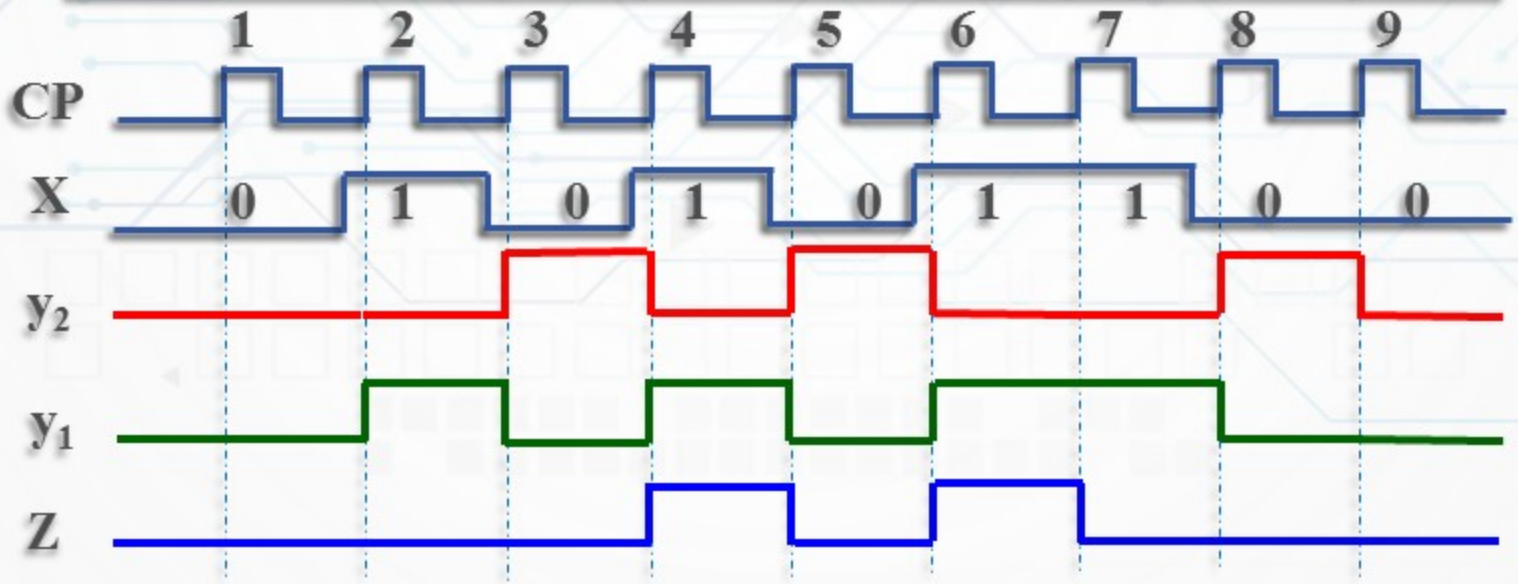
- 初始状态：$y_2\ y_1$=00
- 输入x为电平信号，典型输入序列为010101100
- 做电路的状态响应序列：

CP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	0	1	0	1	0	1	1	0	0
y_2	0	0	0	1	0	1	0	0	1
y_1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
y_2^{n+1}	0	0	1	0	1	0	0	1	0
y_1^{n+1}	0	1	0	1	0	1	1	0	0
Z	0	0	0	1	0	1	0	0	0



同步时序逻辑电路分析

CP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	0	1	0	1	0	1	1	0	0
y_2 y_1	0 0	0 0	0 1	1 0	0 1	1 0	0 1	0 1	1 0
y_2^{n+1} y_1^{n+1}	0 0	0 1	1 0	0 1	1 0	0 1	0 1	1 0	0 0
Z	0	0	0	1	0	1	0	0	0



表格分析法

函数表达式 √

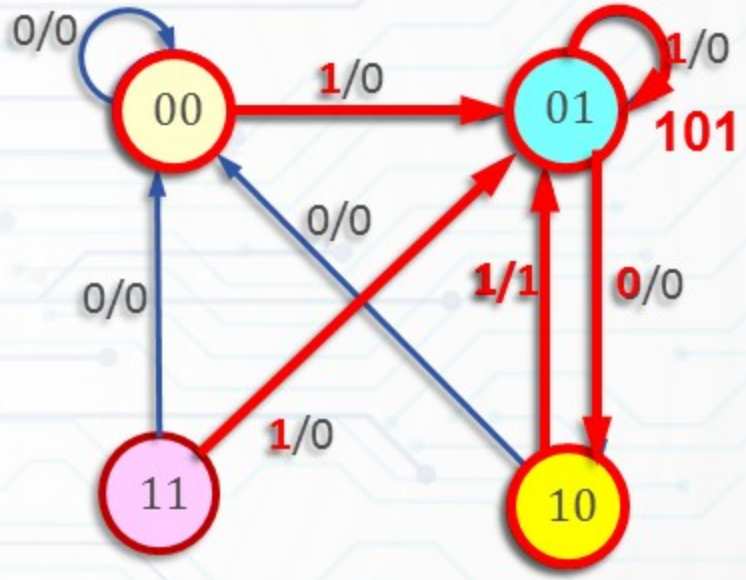
次态真值表 √

状态表 √

状态图 √

功能评述

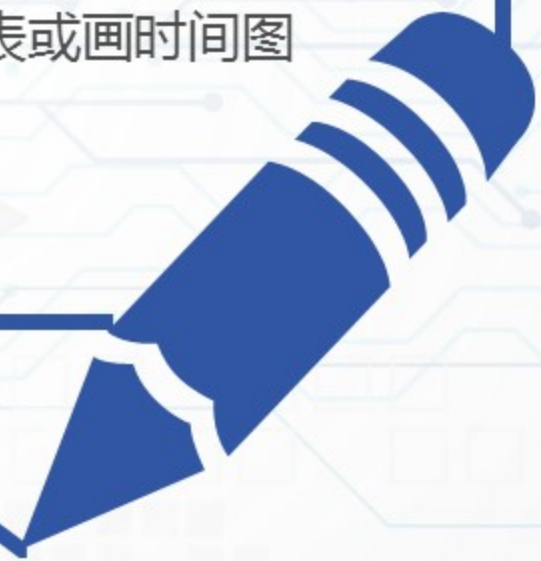
可重叠101序列检测器



同步时序逻辑电路分析

同步时序逻辑电路分析

实际问题分析时，可视具体情况灵活运用，根据给定逻辑电路的复杂程度不同，通常可以省去某些步骤。例如，列次态真值表或画时间图等。



数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 赵贻竹