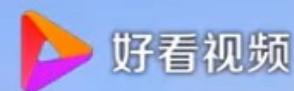


逆向工程



解读

逆向工程哪家强？美战机已摔成渣，
中国照样能获得300项技术

逆向工程哪家强？美战机已摔成渣，

有限状态机



MATLAB® Tech Talks

Taking you from learning to mastering

第22讲 记忆元件与时序电路分析

一、锁存器与触发器（难点）

二、时序电路分析

习题：3、4、6

锁存器与触发器

● 内容

SR和D锁存器，主从式边沿D触发器

● 目标

根据输入序列，**求出**锁存器的输出序列，**写出**它的特征方程。**描述**主从式边沿触发器的工作过程。**解释**锁存器与触发器的“透明”性，并合理**选用**它们。

4.3 存储元件 - 锁存器 (1/4)

● SR锁存器

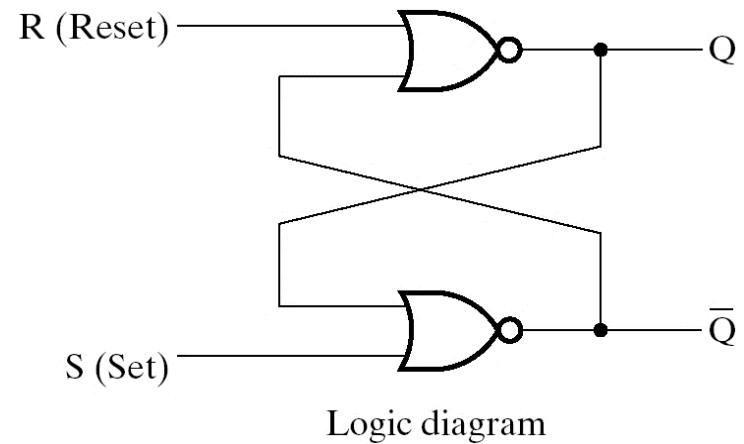
● 时序特性 (功能表)

● 特征方程

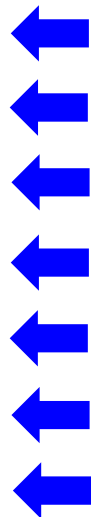
$$Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n$$

$$\bar{R}Q^n + S\bar{R}$$

$$S \bullet R = 0$$



Time	R	S	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}	Comment
	0	0	?	?	Stored state unknown
	0	1	1	0	"Set" to 1
	0	0	1	0	Now "remembers" 1
	1	0	0	1	"Reset" to 0
	0	0	0	1	Now "remembers" 0
	1	1	0	0	Both go low
	0	0	?	?	Unstable!



4.3 存储元件 - 锁存器 (2/4)

● 带控制端的 **SR锁存器**

● C可以是时钟或其它控制信号

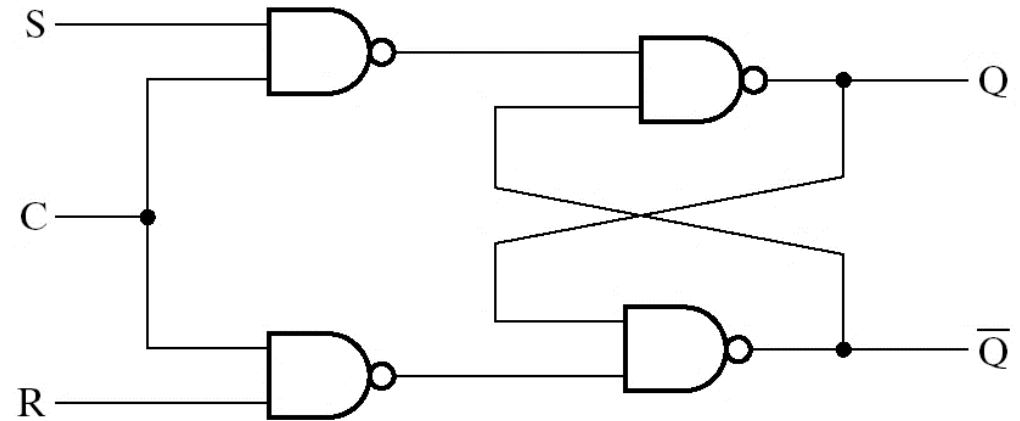
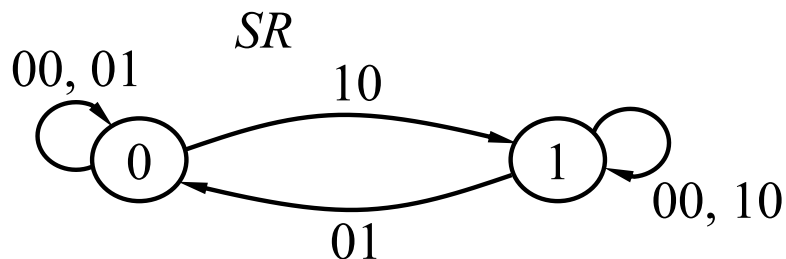
● 当C=1时，其特性与一般SR锁存器的特性相同

● 特征方程? $\bar{C}Q^n + C(\bar{S}K + \bar{S}\bar{R}Q^n)$

$$Q^{n+1} = C(S + \bar{R}Q^n) + \bar{C}Q^n$$

$$S \bullet R = 0$$

● 状态图?



Logic diagram

C	S	R	Next state
0	X	X	No change
1	0	0	No change
1	0	1	0 , Reset State
1	1	0	1 , Set State
1	1	1	Undefined

4.3 存储元件 - 锁存器 (3/4)

避免同时为0

● 带控制端的D锁存器

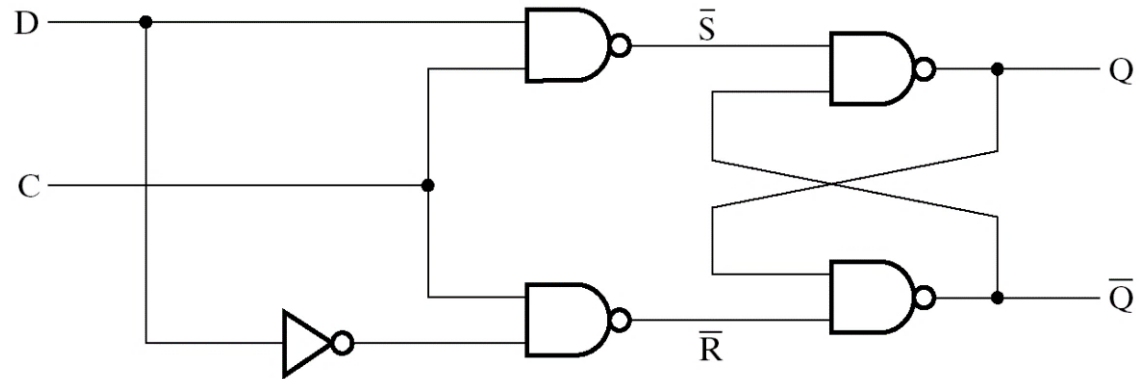
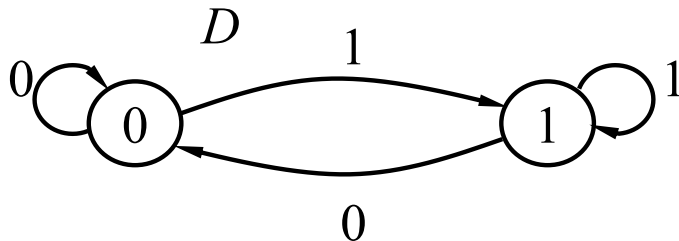
● 时序特性

● 没有不确定状态!

● 特征方程?

$$Q^{n+1} = CD + \bar{C}Q^n$$

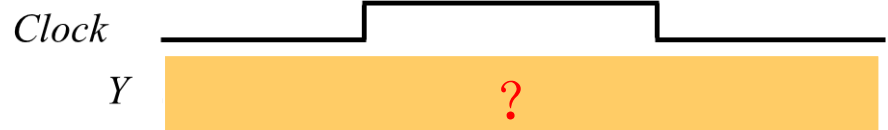
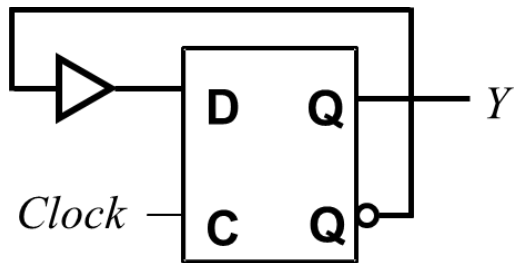
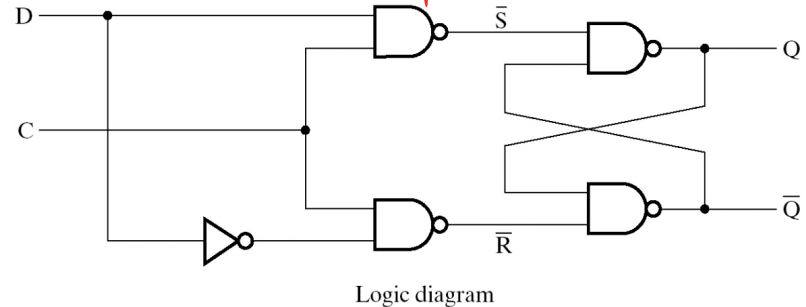
● 状态图?



C	D	Next state
0	X	No change
1	0	0 , Reset State
1	1	1 , Set State

4.3 存储元件-锁存器 (4/4)

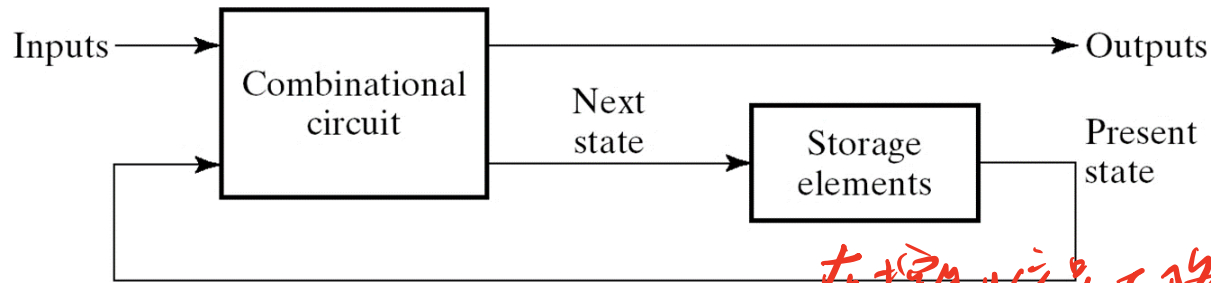
- 锁存器可用来**快速捕获**外部随机输入
 - 锁存器“**透明**”，会使电路的状态或输出不稳定！
 - 考虑下面的电路**控制信号有效，输出=输入**
 - 设Y的初值为0
 - 当C=1时，Y？
 - **振荡，不可预测！**
-
- Logic diagram



- 请画出锁存器输出Y的波形

4.3 存储元件 - 触发器 (1/2)

● 锁存器的“透明”性带来不便

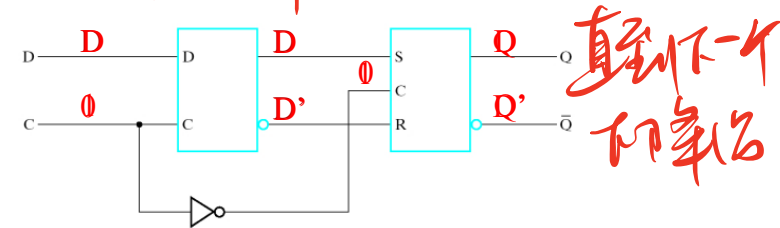


在控制信号下降沿变为输入, 保持

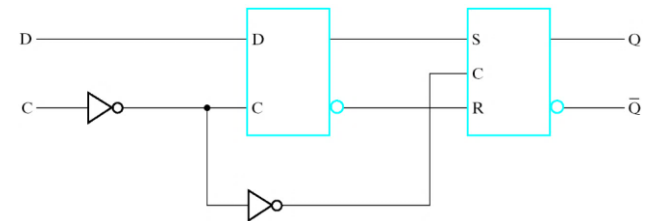
● 触发器的输出仅在控制信号上升或下降后的瞬间发生变化, 不透明

● D触发器

● 主从式边沿触发D触发器



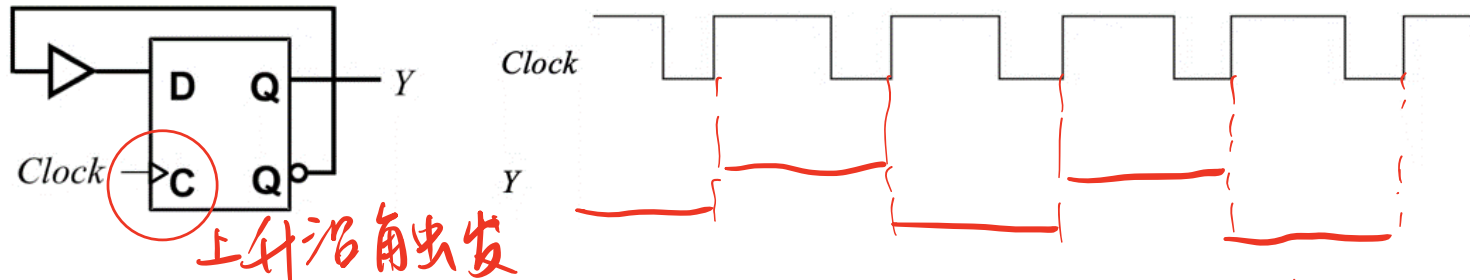
主从式下降沿触发的D触发器



主从式上升沿触发的D触发器

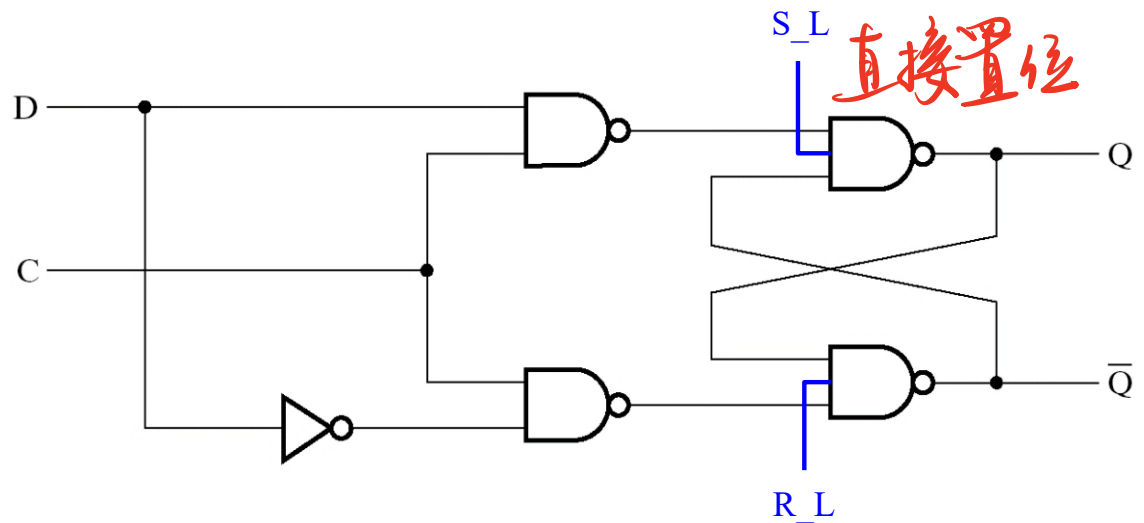
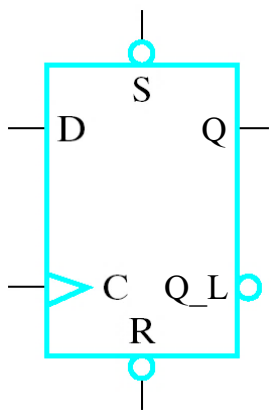
4.3 存储元件 - 触发器 (2/2)

- 画出下图中触发器输出Y的波形，设Y的初值为0



- 触发器适合用来 **定时捕获** 外部信号
- 锁存器或触发器的直接输入

同步 触发器
异步 锁存器



时序电路分析

- 内容

时序电路分析

- 目标

能通过求得状态表和状态图，对时序电路进行功能分析。

4.4 时序电路分析 -为什么? (1/1)

● 什么是分析? 为什么要分析?

获得电路另外一种恰当的表达。逆向工程、芯片维权。

● 对于右边的电路

Input: $X(t)$

Output: $Y(t)$

State: $(A(t), B(t))$

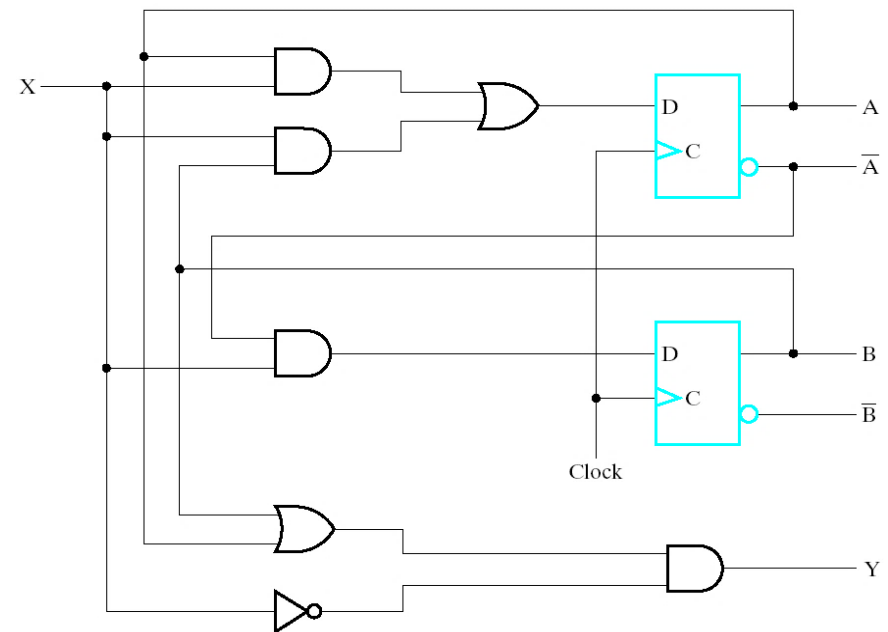
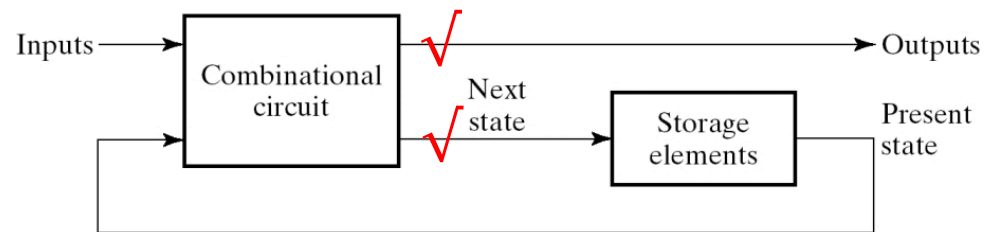
求输出函数和触发器激励函数

● 输出函数 $Y = (A + B)\bar{X}$

● 触发器输入方程 (激励方程, 下一状态函数)

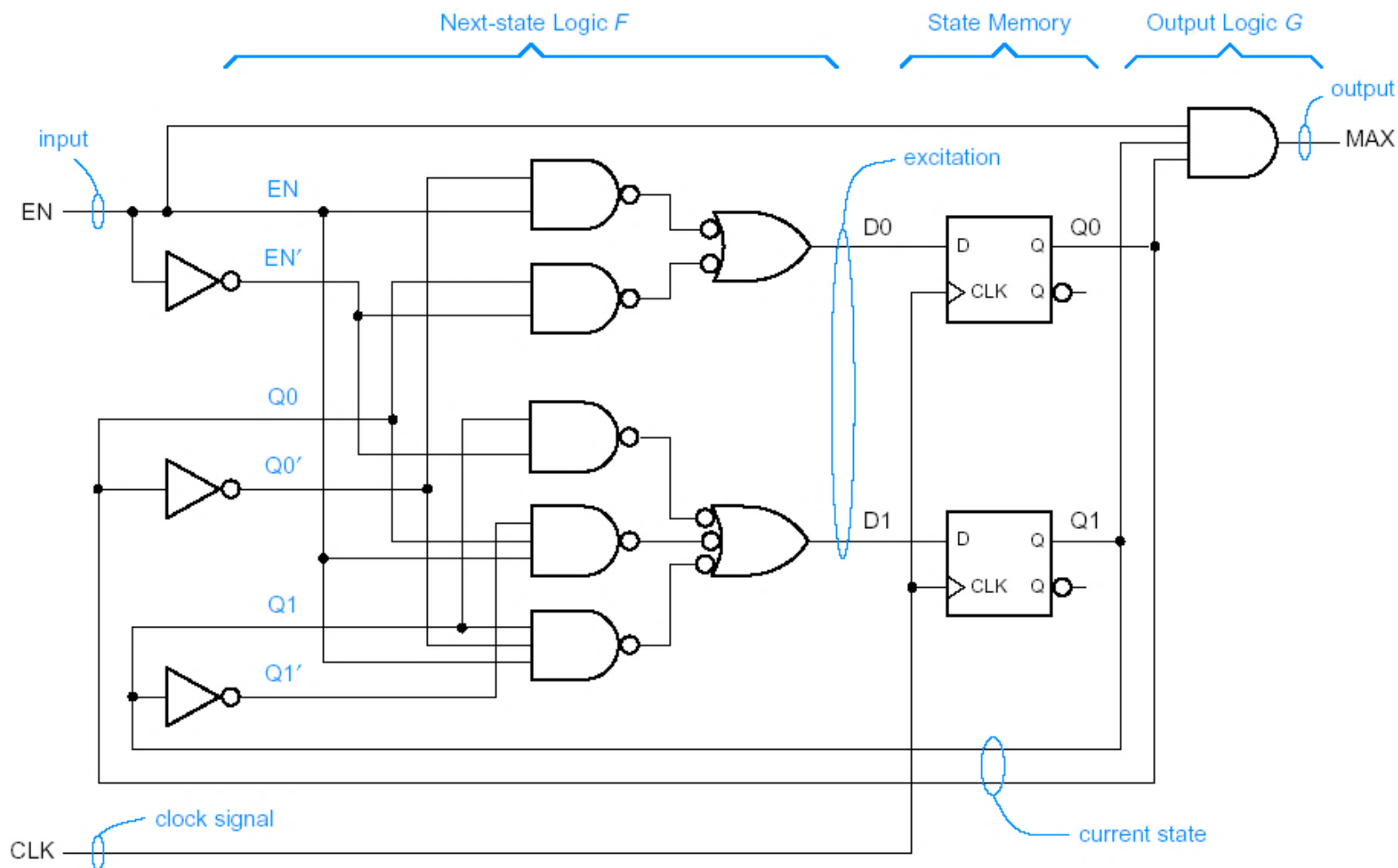
$$D_A = AX + BX,$$

$$D_B = \bar{A}X$$



4.4 时序电路分析 -例子1 (1/2)

例22.1 分析下面的时序电路。

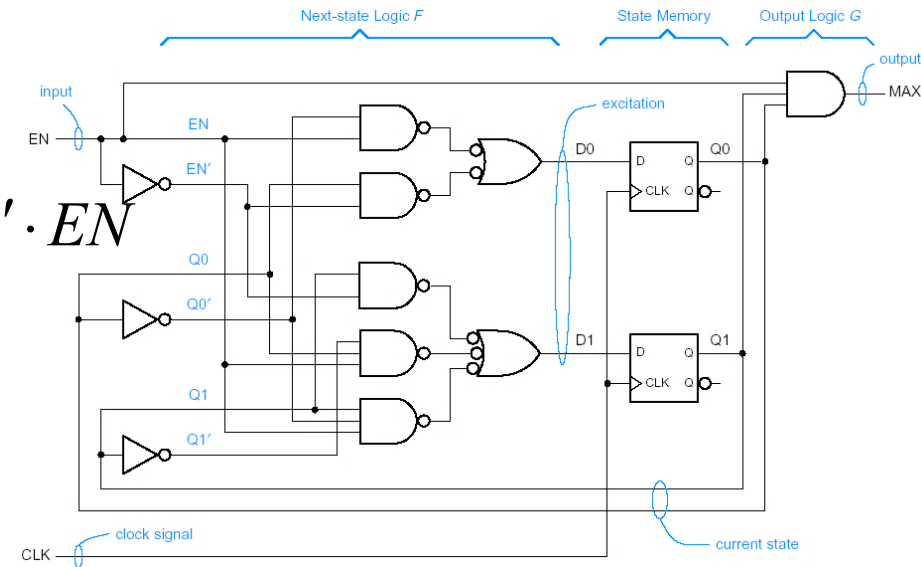


4.4 时序电路分析 -例子1 (2/2)

$$Q0^* = D0 = Q0 \cdot EN' + Q0' \cdot EN$$

$$Q1^* = D1 = Q1 \cdot EN' + Q1' \cdot Q0 \cdot EN + Q1 \cdot Q0' \cdot EN$$

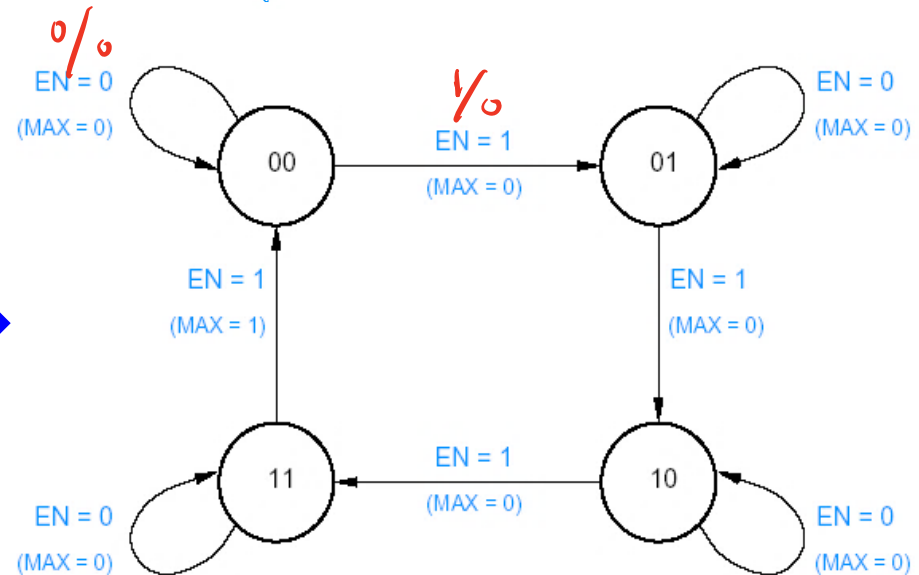
$$MAX = Q1 \cdot Q0 \cdot EN$$



↓

$Q_1^*, Q_0^*/MAX$

P. S. $Q_1 \ Q_0$		N. S./Output	
		$EN = 0$	$EN = 1$
0	0	00/0	01/0
0	1	01/0	10/0
1	0	10/0	11/0
1	1	11/0	00/1



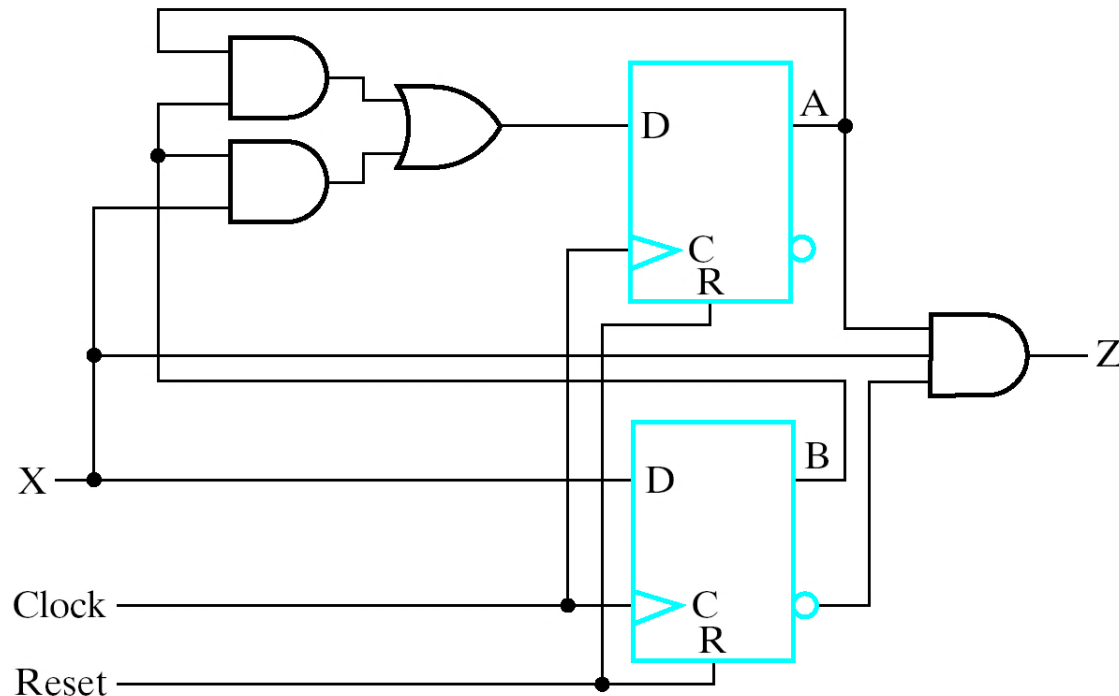
这是个什么东西?

计数器

4.4 时序电路分析 -例子2 (1/2)

例22.2 对下面的同步时序逻辑电路进行分析，要求：

- 写出输出与触发器激励方程
- 画出状态表和状态图
- 对功能进行描述

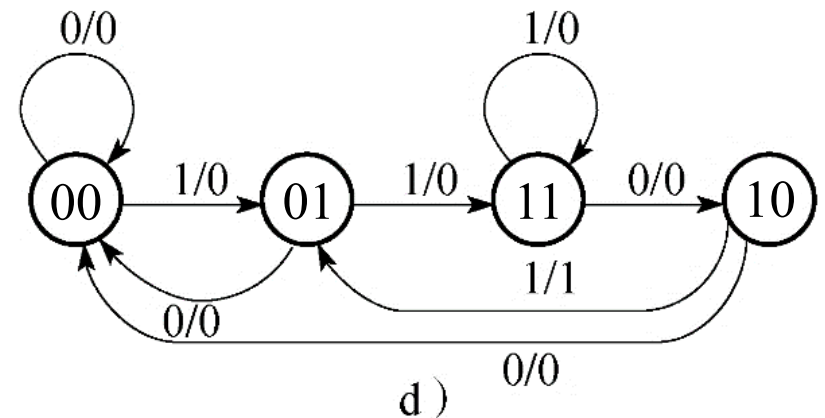
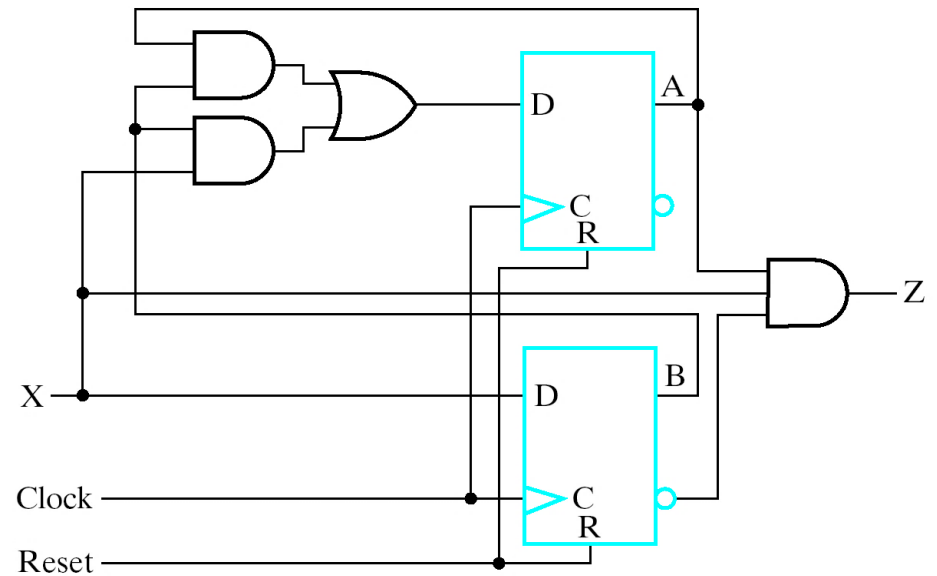


4.4 时序电路分析 -例子2 (2/2)

$$Q_A^* = D_A = Q_A \cdot Q_B + Q_B \cdot X$$



Q_A	Q_B	$Q'_A \quad Q'_B/Z$	
		$X=0$	$X=1$
0	0		
0	1		
1	1		
1	0		



这是个什么东东？1101序列识别器。

小结

● 记忆元件

- 锁存器，透明，常用来即时捕获外部随机输入
- 触发器，不透明，常用来周期性地存储外部输入

● 时序电路分析

- 逆向工程
- 输出与状态方程
- 状态表与状态图
- 功能描述
- 分析实例

● 测验