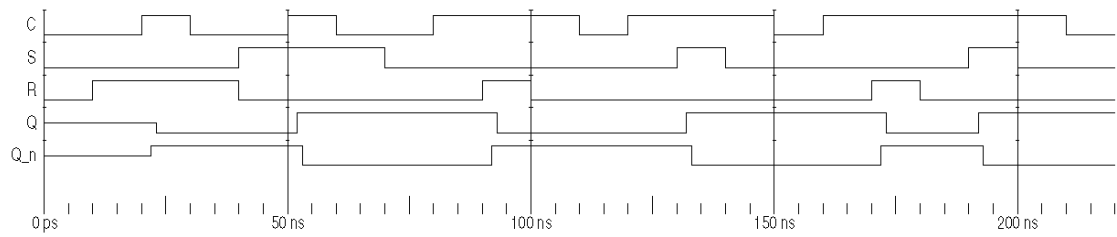


6-2

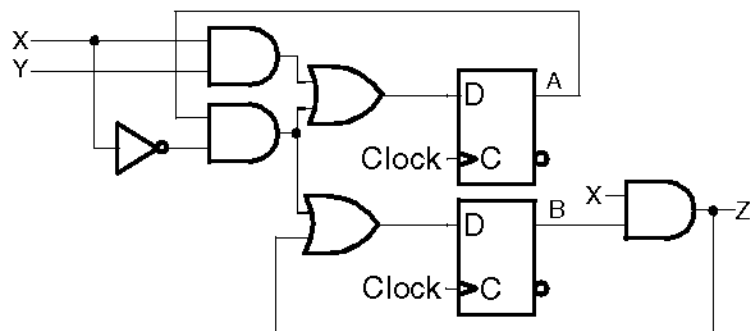


6-4

- 在 31ns 附近, Clock 为 1 时输入 S 发生改变, 因此违反了保持时间约束; 在 24ns 附近 S 和 R 同时为 1, 因此违反了输入组合约束。
- 在 24ns 附近, Clock 为 1 时输入 R 发生改变, 因此违反了保持时间约束, 在 24ns 附近 S 和 R 同时为 1, 因此违反了输入组合约束。
- 在 28ns 附近, Clock 上升沿之前 D2 不满足建立时间约束。
- 在 16ns 附近, Clock 下降沿之后 D3 不满足保持时间约束; 在 24ns 附近, Clock 下降沿之前 D3 不满足建立时间约束。

6-5

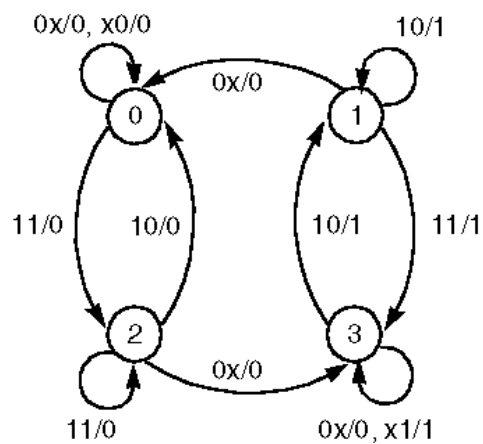
- 根据输入方程和输出方程, 画出电路图为:



- 根据输入方程和输出方程, 列出状态表为:

| Present state | | Inputs | | Next state | | Output |
|---------------|---|--------|---|------------|---|--------|
| A | B | X | Y | A | B | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

c) 根据状态表，得到状态图为：



6-8

| Present State | 00 | 01 | 00 | 00 | 01 | 11 | 00 | 01 | 11 | 10 | 10 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Input | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Output | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Next State | 01 | 00 | 00 | 01 | 11 | 00 | 01 | 11 | 10 | 10 | 00 |

6-11

a) 从X到Y的最长路径是通过两个异或门XOR1 和XOR2，所以

$$t_{\text{delay}} = 2 \times t_{\text{pdXOR}} = 4\text{ns}$$

b) 从X到第二个触发器的输入端的路径最长，经过一个异或门，一个非门，所以

$$t_{\text{delay}} = t_{\text{pdXOR}} + t_{\text{pdINV}} + t_{\text{sFF}} = 3.5\text{ns}$$

c) 从第一个触发器的输出到Y的路径最长，经过两个异或门，所以

$$t_{\text{delay}} = t_{\text{pdFF}} + 2 \times t_{\text{pdXOR}} = 6\text{ns}$$

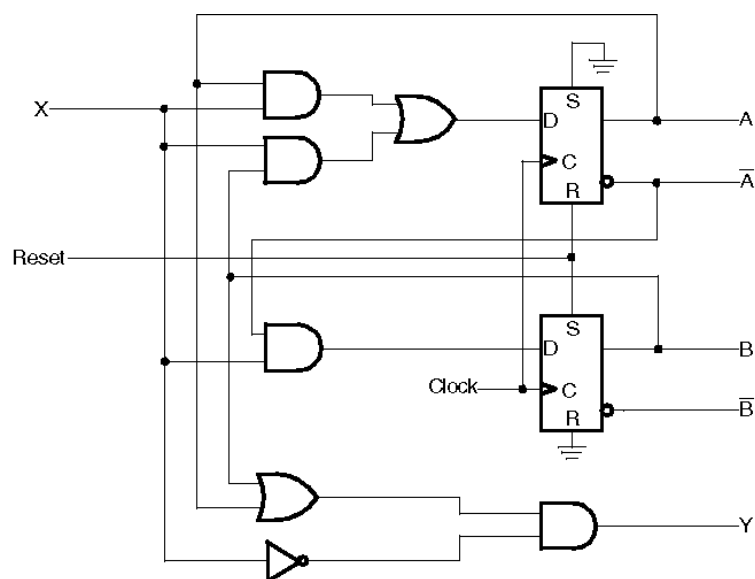
d) 从第一个触发器输出到第二个触发器输入的路径最长，经过一个异或门，一个非门，所以

$$t_{\text{delay}} = t_{\text{pdFF}} + t_{\text{pdXOR}} + t_{\text{pdINV}} + t_{\text{sFF}} = 5.5\text{ns}$$

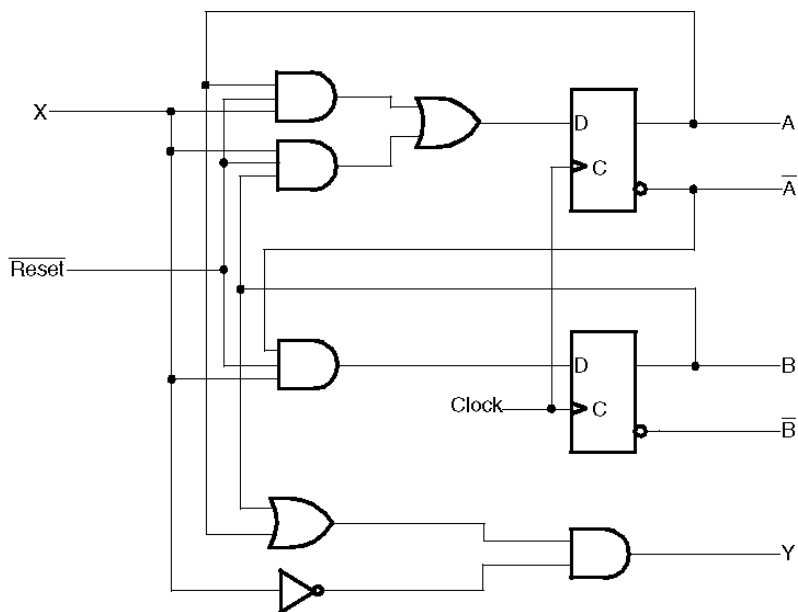
e) 两个时钟上升沿之间的最大延迟决定了时钟脉冲的最小周期，所以电路的最大时钟频率是 $1 / 5.5\text{ns} = 181.82\text{MHz}$ 。

6-13

a) 用 Reset 信号分别控制触发器的异步复位和异步置位脚。所以

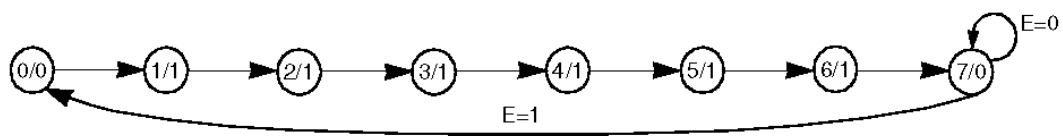


b) 在触发器输入端前面的每个与门上增加一个输入，接在 Reset 上，当 Reset 为 0 时触发器输入为 0，实现同步复位。注意 Reset 上门的非号。



6-17

穆尔状态图为：



状态表：

| Present state $D_2D_1D_0$ | Next State For Input | | Output Z |
|------------------------------|-------------------------|-------|---------------|
| | $E=0$ | $E=1$ | |
| 000 | 001 | 001 | 0 |
| 001 | 010 | 010 | 1 |
| 010 | 011 | 011 | 1 |
| 011 | 100 | 100 | 1 |
| 100 | 101 | 101 | 1 |
| 101 | 110 | 110 | 1 |
| 110 | 111 | 111 | 1 |
| 111 | 111 | 000 | 0 |

激励函数和输出函数：

$$D_2(t+1) = D_2 \overline{D_1} + D_2 \overline{D_0} + \overline{D_2} D_1 D_0 + D_2 \overline{E} \quad (D_2 D_1 D_0 \overline{E})$$

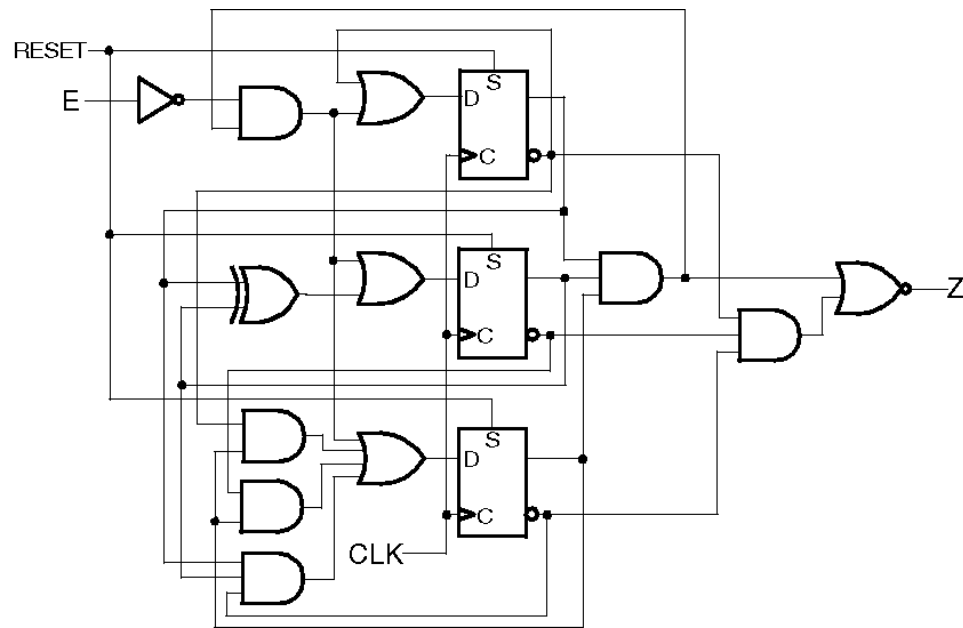
$$D_1(t+1) = D_1 \overline{D_0} + \overline{D_1} D_0 + D_2 D_0 \overline{E} \quad (D_2 D_1 \overline{E}, \quad D_2 D_1 D_0 \overline{E})$$

$$D_0(t+1) = \overline{D_0} + D_2 D_1 \overline{E} \quad (D_2 D_1 D_0 \overline{E})$$

$$Z = \overline{D_2 D_1 D_0} + \overline{D_2 D_1 D_0} = D_1 \overline{D_0} + D_2 \overline{D_1} + \overline{D_2} D_0 = \overline{D_1} D_0 + \overline{D_2} D_1 + D_2 \overline{D_0}$$

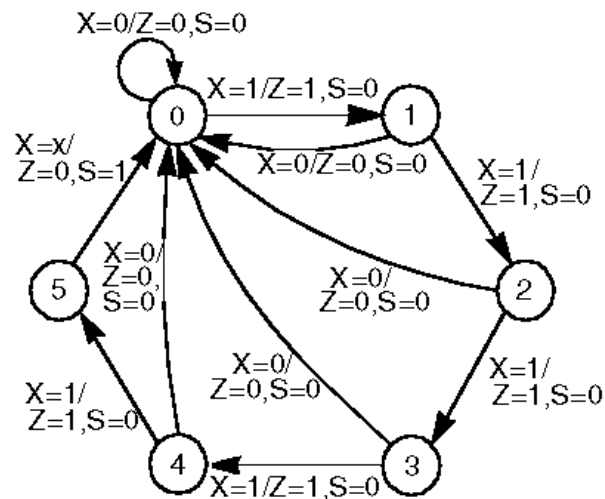
为了能够产生第一个 0 输出，复位时应该复位到“111”状态，所以 Reset 信号应该连到所有触发器的异步置位引脚。

电路图：



6-18

按照题意，电路需要能够接受带有停顿的输入序列，出现连续 5 个“1”以后忽略插入的一位，此时输出 $Z = 0$ ， $S = 1$ 。因此状态图为：



状态表:

| Present state | | | Input | Next state | | | Output | |
|---------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
| <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>X</i> | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>Z</i> | <i>S</i> |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

$$D_A = A\bar{C}X + BCX$$

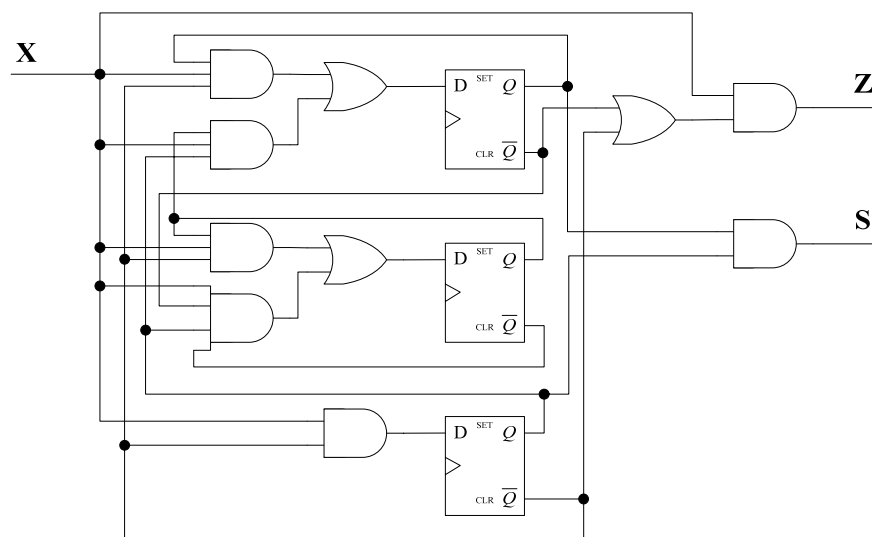
$$D_B = B\overline{C}X + \overline{A}BCX$$

$$D_c = \overline{C}X$$

$$Z = \overline{A}X + \overline{C}X = (\overline{A} + \overline{C})X$$

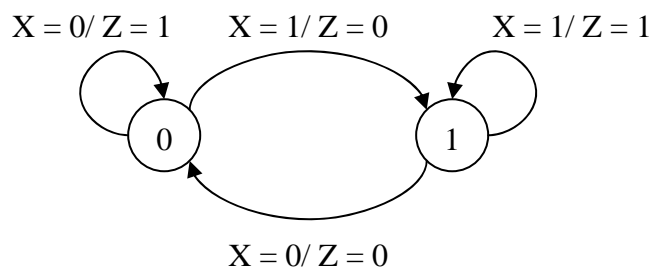
$$S = AC$$

电路图为：



6-20

状态 0 和 1 表示收到的上一位消息的值。因此状态图为



状态表为：

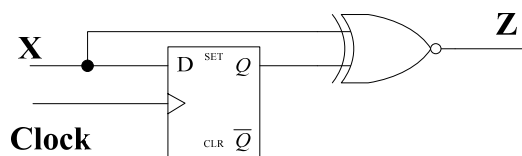
| 现态 | 输入 | 次态 | 输出 |
|----|----|----|----|
| A | X | A | Z |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

激励函数和输出函数为：

$$D = X$$

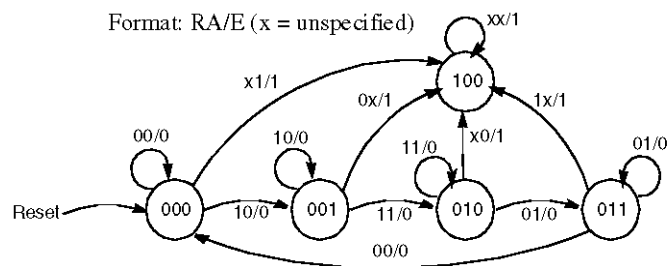
$$Z = \overline{A} \oplus X$$

电路图为：



6-21

按照输入 RA = 00、10、11、01 的顺序设立 4 个状态，表示正常工作时的状态循环，再设立一个异常状态，当出现错误输入时就转到异常状态去。状态图为：



状态表为：

| Present state | | | Inputs | | Next state | | | Output |
|---------------|---|---|--------|---|------------|---|---|--------|
| B | C | D | R | A | B | C | D | E |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| Present state | | | Inputs | | Next state | | | Output |
|---------------|---|---|--------|---|------------|---|---|--------|
| B | C | D | R | A | B | C | D | E |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

6-23

根据状态图，可以画出状态表为：

| 现态 | | 次态 A B | | 输出 |
|----|---|--------|-------|----|
| A | B | X = 0 | X = 1 | Y |
| 0 | 0 | 0 1 | 0 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 1 | 1 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 1 | 1 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 1 | 0 0 | 0 |

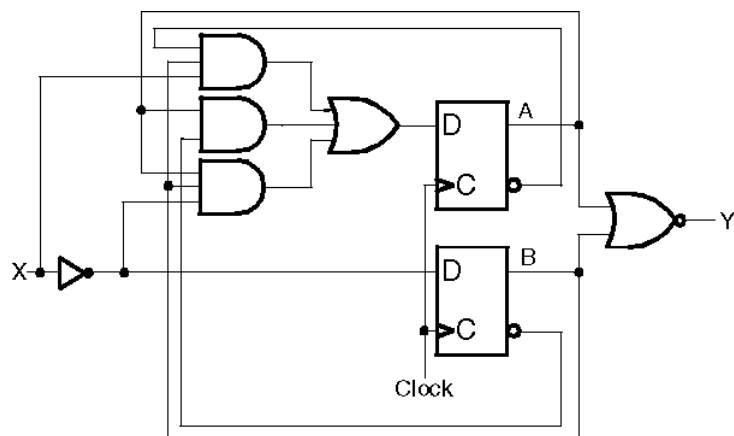
写出激励函数和输出函数：

$$D_A = A\bar{B} + A\bar{X} + \bar{A}BX$$

$$D_B = \bar{X}$$

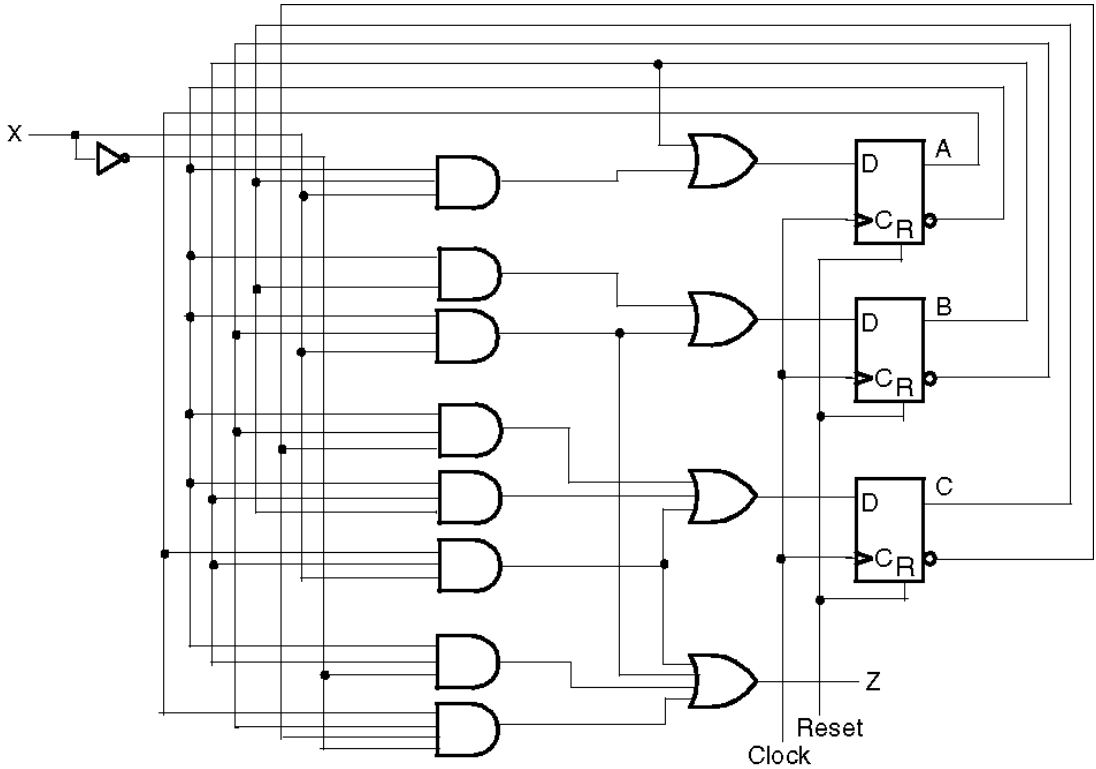
$$Y = \overline{AB} = \overline{A+B}$$

因此，电路图为：



6-25

勘误：“状态表如表 6-5” 应该是 “状态图如图 6-25(d)”。



6-26

假设无效的下一状态是不考虑的情况下，列出状态表为：

| 现态 | | | 次态 | | | 输出 | | |
|----|---|---|----|---|---|----|---|---|
| A | B | C | A | B | C | X | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | x | x | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

a) 根据状态表，可写出激励函数和输出函数：

$$D_A = \overline{C}$$

$$D_B = A$$

$$D_C = B$$

$$X = A\overline{C} + \overline{A}B$$

$$Y = \overline{B}\overline{C} + BC = \overline{B \oplus C}$$

$$Z = \overline{C}$$

电路图略

- b) 将 $\overline{\text{Reset}}$ 信号连接至各个触发器的异步复位端。
- c) 如果用到儿童玩具中，则可以选择最简单的设计。
- d) 不需要重新设计。
- e) 如果用在商用航班控制系统中，由于可靠性要求很高，所以当出现错误时不仅需要一步转移到初始状态（000）中，而且需要有信号指示出现错误。
- f) 错误指示信号 $E = \overline{A}BC + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$ ，修正设计需要将次态中的“x x x”改成“0 0 0”，然后重新设计激励函数和输出函数，设计电路图。

6-31

