

实验二 时序电路实验

一、实验目的

- 1. 熟悉并掌握各种触发器的特性和功能测试方法。
- 2. 学会正确使用触发器集成芯片。
- 3. 了解不同触发器之间的相互转换。

二、实验设备与器材

- 1. 数字电路实验箱 1 个
- 2. 万用表 1 台
- 3. 集成电路
 - 74HC00 4 路 2 输入与非门 2 片
 - 74HC74 双 D 触发器 2 片
 - 74HC10 3 路 3 输入与非门 2 片
 - 74HC20 2 路 4 输入与非门 2 片

三、实验内容及实验步骤

1、利用 74HC00 中的与非门设计 D 触发器，并验证逻辑功能

参考下面的电路原理图，利用 Logisim 设计带使能端的 D 锁存器，并通过 D 锁存器构建主从式 D 触发器，首先在 Logisim 中验证其功能，导出主从式 D 触发器的电路设计图。

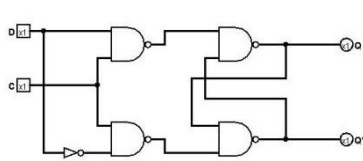


图 1: D 锁存器

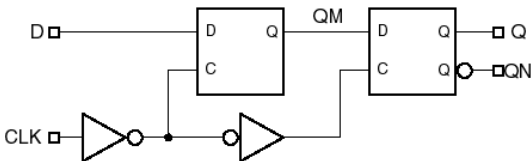
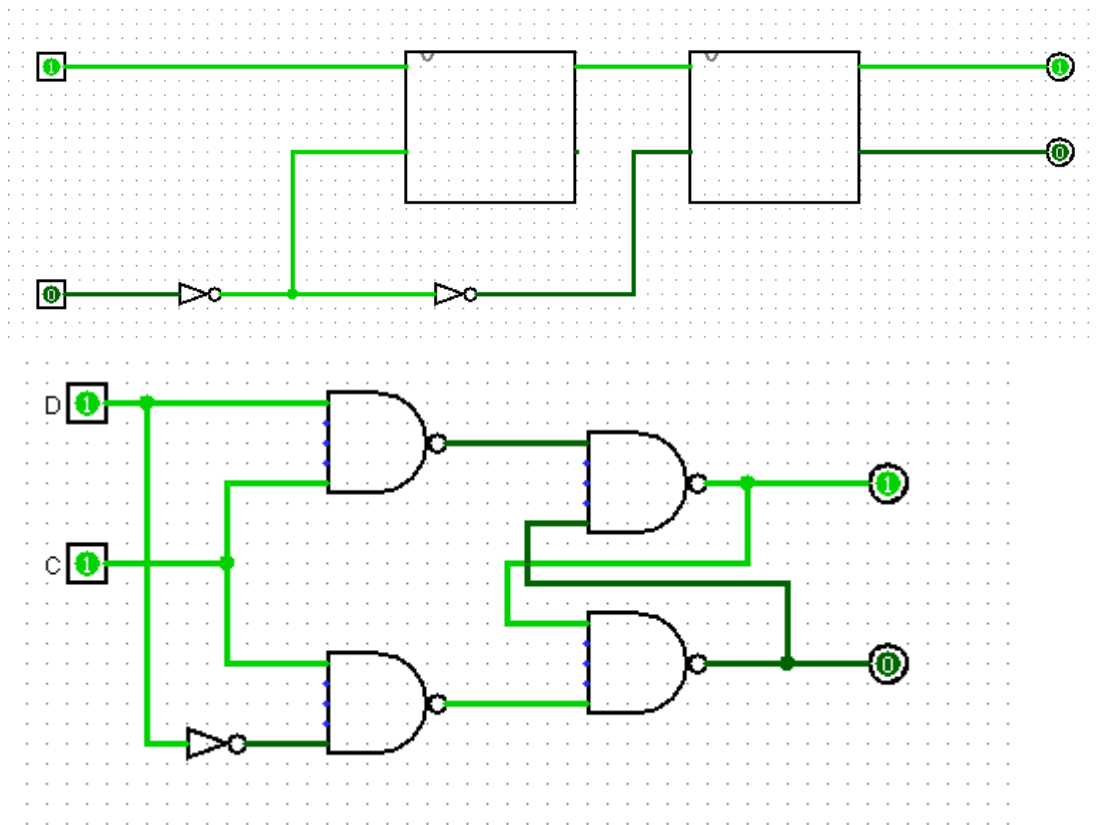


图 2: 主从式 D 触发器

在面包板实验箱中验证主从式 D 触发器的功能。输入端 D 接到面包板的逻辑开关，使能端 C 先接到逻辑开关，主锁存器的输出 Q_m 、从锁存器的输出 Q 分别接到 LED 指示灯上，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。其它保持不变，将使能端接到单步脉冲上升沿输出端，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。整理上述实验数据，将结果填入下表中。

C	D	Q	Q_m^*	Q^*
0	0	0	1	0
		1	0	1
0	1	0	1	0
		1	0	1
1	0	0	1	0
		1	0	1
1	1	0	1	0
		1	0	1
上升沿↑	0	0	1	0
		1	1	0
上升沿↑	1	0	0	1
		1	0	1



2 、时序电路设计-模 10 的二进制可逆计数器。

利用 74HC74 中的 D 触发器，设计一个模 10 的二进制可逆计数器。要求带有置数端和清零端，当置数端有效时，在下一个时钟周期后读入 D 输入端的数值。当清零端有效时，D 触发器的状态输出为 0。计数一个计数周期后，输出为 1。将时钟端接单步脉冲源，输出端 Q3、Q2、Q1、Q0 分别接逻辑指示灯的输入端和七段数码管的输入端。

系统加电后，逐步单击单次脉冲，观察并列表记录 Q3~Q0 的状态。

检查系统是否能自启动，初值赋予无效状态后，系统能否回到有效状态？输出是否正确？如果有问题，请添加必要的门电路进行修正。

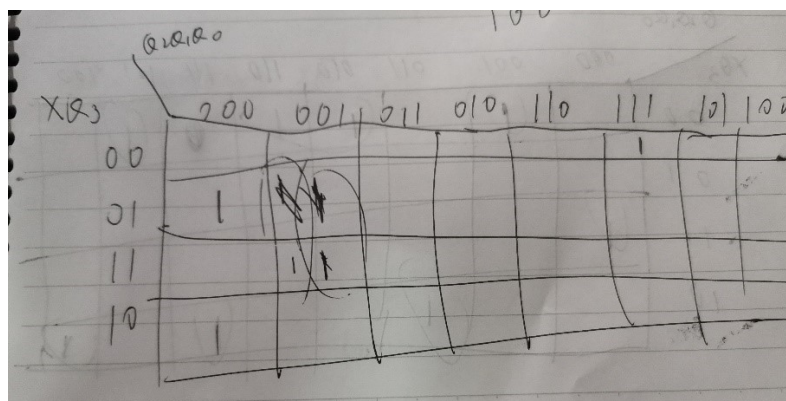
写出设计步骤、画出电路图，并用 logisim 验证结果，并导出电路设计图，观察并记录计数器输出的状态变化。

(1) 画出状态转移表：

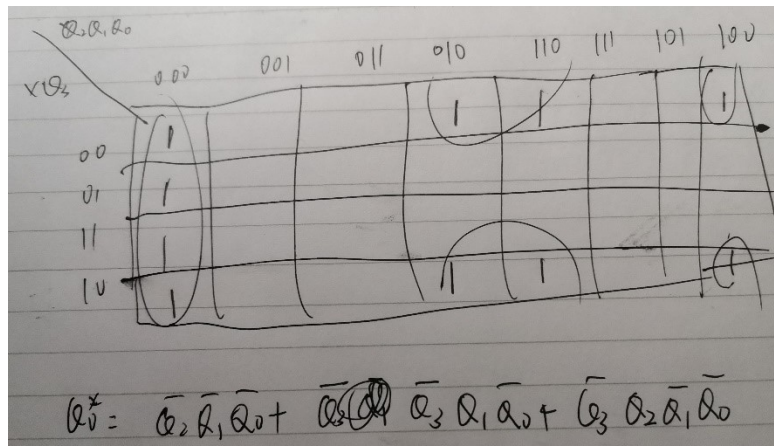
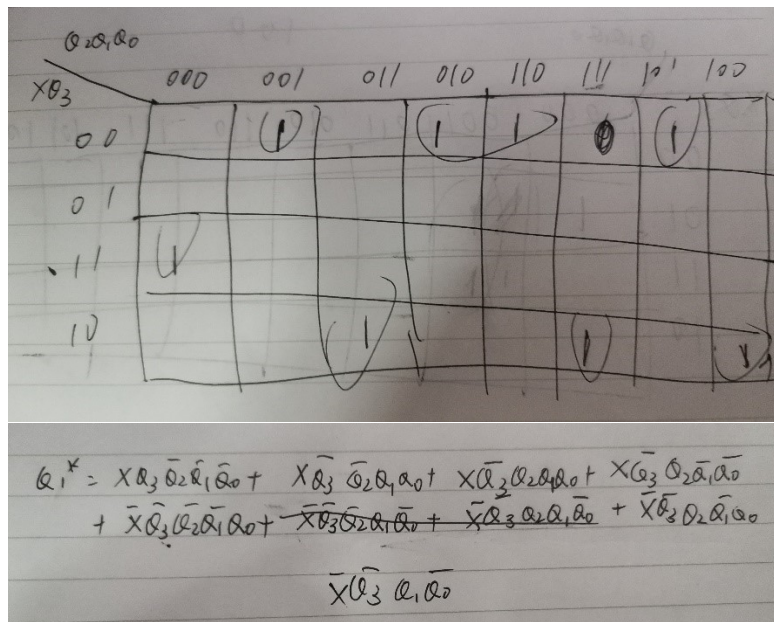
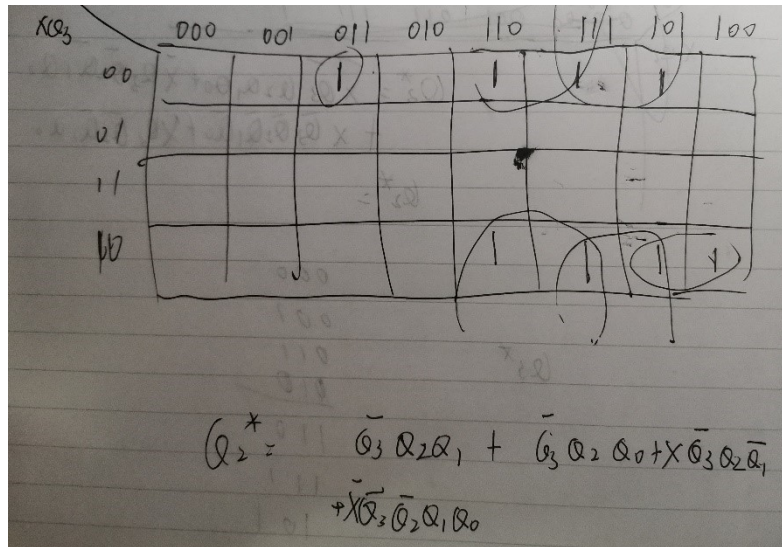
	0	1
s ₀	s ₁ , 0	s ₉ , 1
s ₁	s ₂ , 0	s ₀ , 0
s ₂	s ₃ , 0	s ₁ , 0
s ₃	s ₄ , 0	s ₂ , 0
s ₄	s ₅ , 0	s ₃ , 0
s ₅	s ₆ , 0	s ₄ , 0
s ₆	s ₇ , 0	s ₅ , 0
s ₇	s ₈ , 0	s ₆ , 0
s ₈	s ₉ , 0	s ₇ , 0
s ₉	s ₀ , 1	s ₈ , 0

	0	1
0000	0001, 0	1001, 1
0001	0010, 0	0000, 0
0010	0011, 0	0001, 0
0011	0100, 0	0010, 0
0100	0101, 0	0011, 0
0101	0110, 0	0100, 0
0110	0111, 0	0101, 0
0111	1000, 0	0110, 0
1000	1001, 0	0111, 0
1001	0000, 1	1000, 0

(2) 画卡诺图和求解状态转移方程和输出方程;



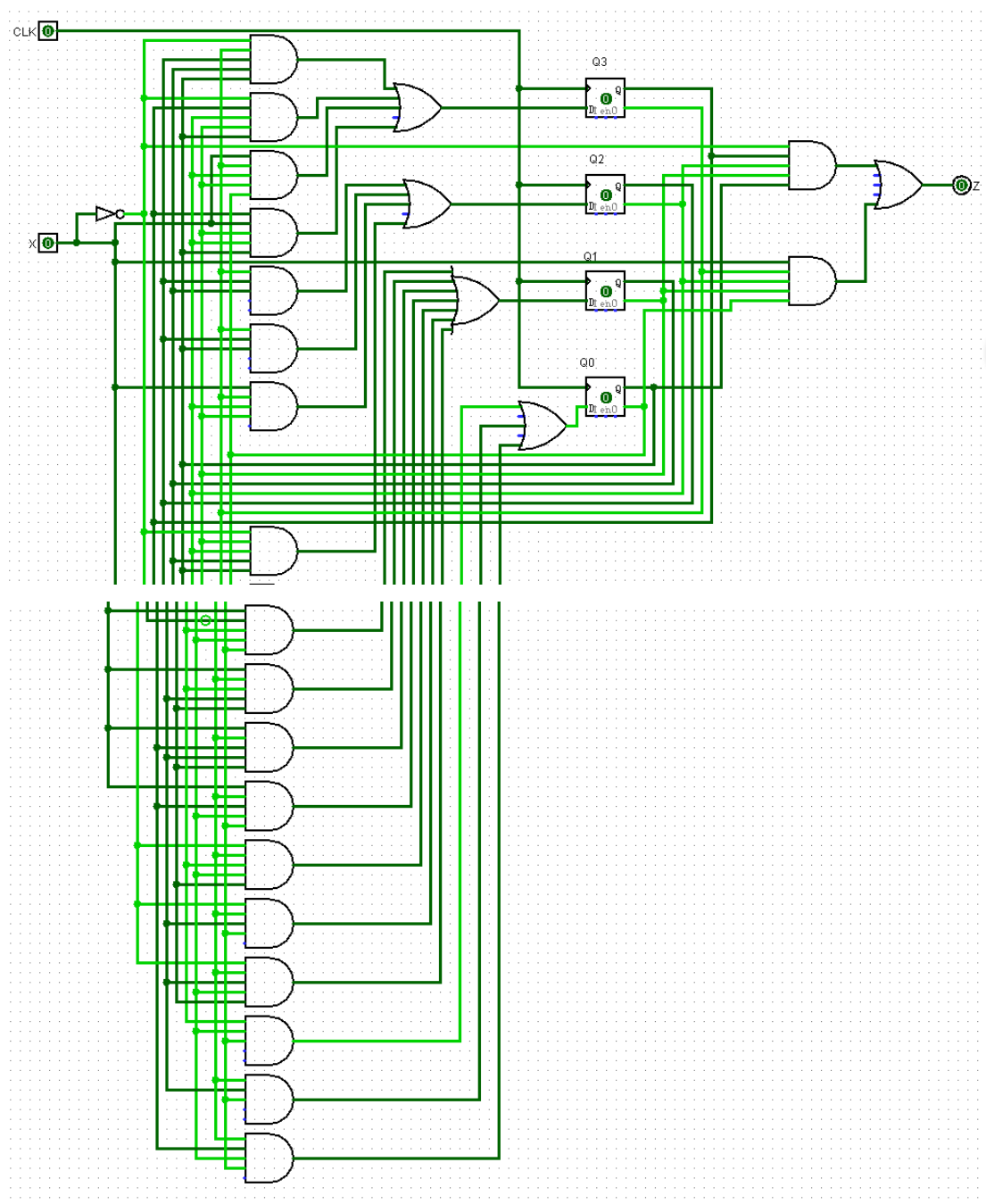
$$Q_3^* = \bar{X} \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1 Q_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 + \bar{X} \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 Q_0 + X \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + X \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0 + X \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 + X \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1 Q_0 + X Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + X Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0 + X Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 + X Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 Q_0 + X Q_3 Q_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + X Q_3 Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 + X Q_3 Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 + X Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$$



$$Z = \bar{X} \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0 + X \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$$

(3) D 触发器, 特征方程 $Q^*=D$

(4) 画出电路图:

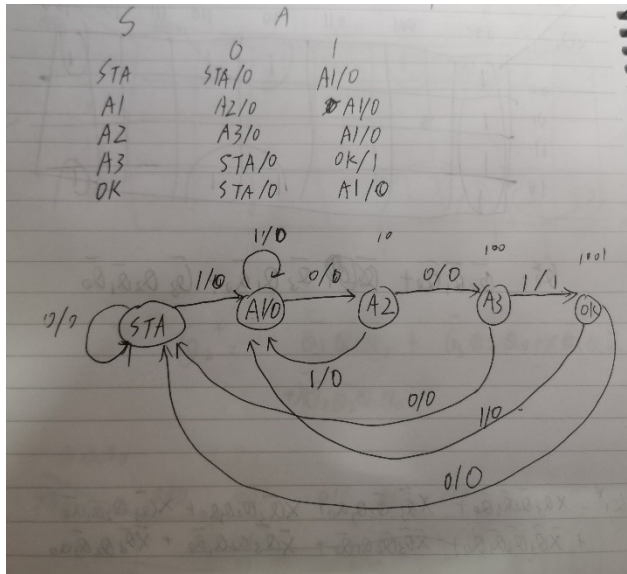


3、时序电路设计-串行二进制数检测器（密码锁）

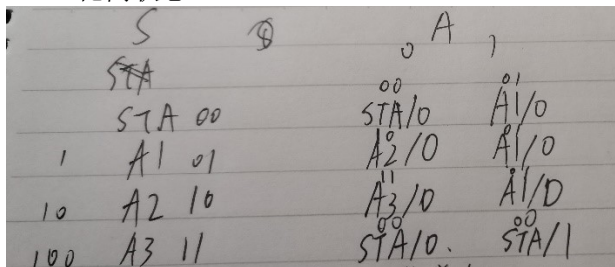
利用 74HC74, 设计一个“1001...”序列检测器, 用来检测串行二进制序列, 要求每当输入 4 位二进制数为“1001”时, 检测器输出为 1, 否则输出为 0。输入端接到某个逻辑开关上, 输出端分别接到输出指示电平, CP 使用连续脉冲计数, 记录各触发器输出状态。

写出设计步骤、画出电路图, 并用 logisim 验证结果, 检测系统是否能自启动。

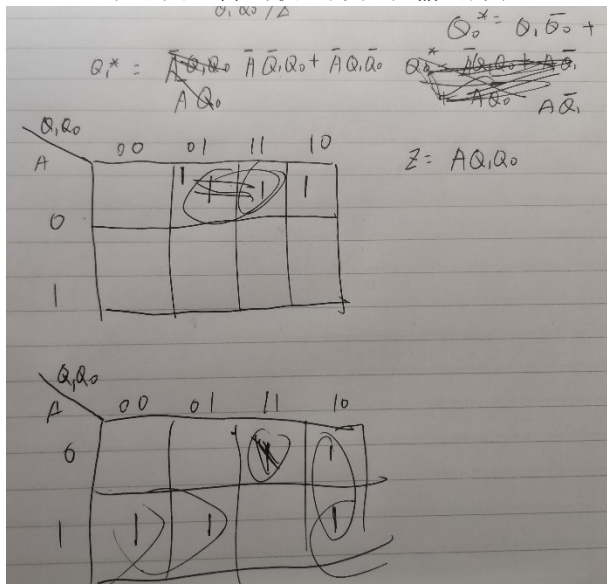
(1) 画原始状态转移表:



(2) 化简状态:

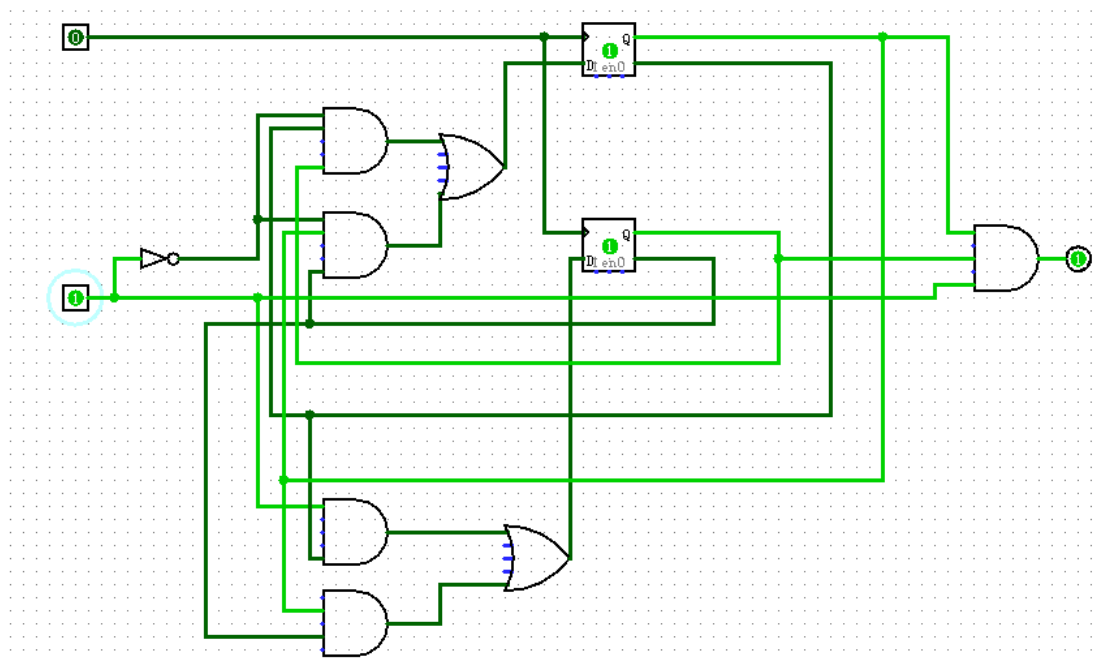


(3) 画卡诺图, 得到状态方程和输出方程:



(4) D 触发器, 特征方程 $Q^* = D$

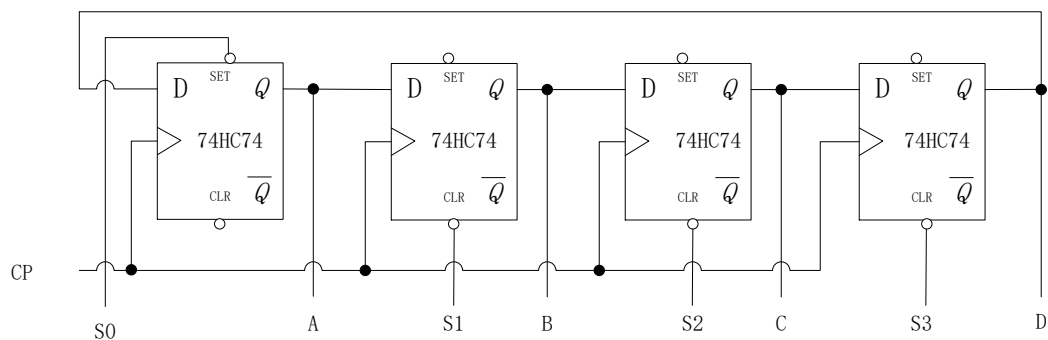
(5) 画出电路图:



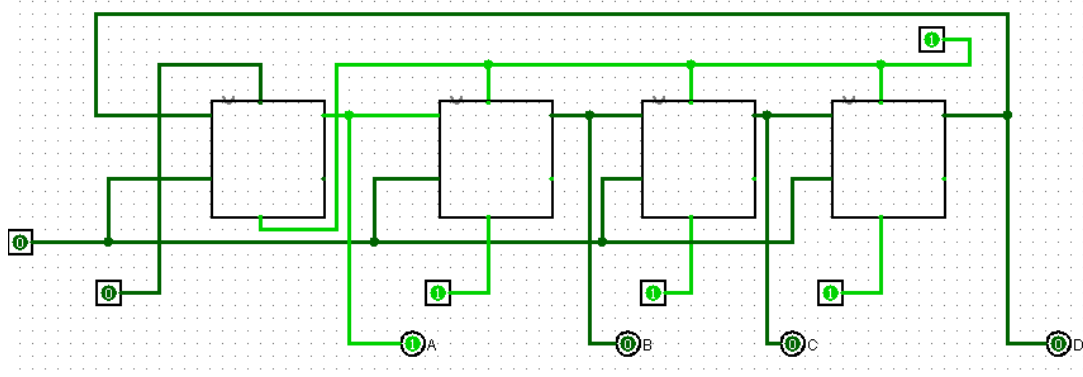
没有无效状态，不用检查自启动...

4、触发器的应用-自循环移位寄存器（选做）

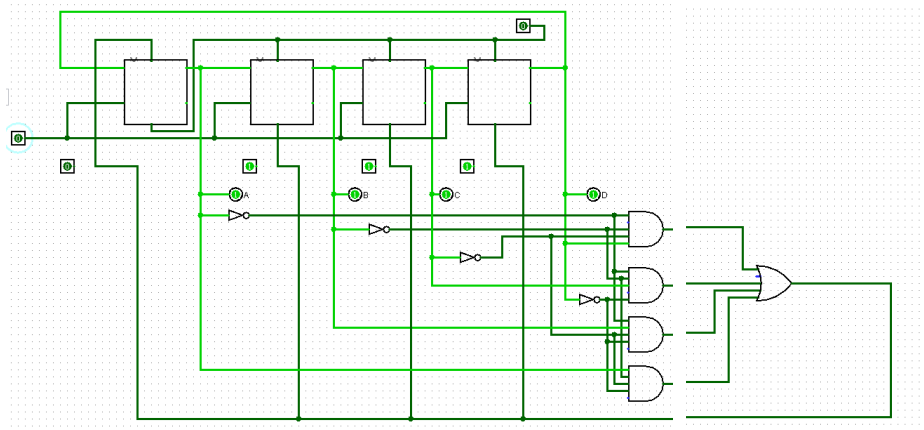
利用 2 片 74HC74，按下图接线，分别通过置位和清零端将四个 D 触发器的初值置为 1000，四个输出 A、B、C、D 分别接到输出指示电平，CP 使用连续脉冲计数，记录各触发器输出状态。



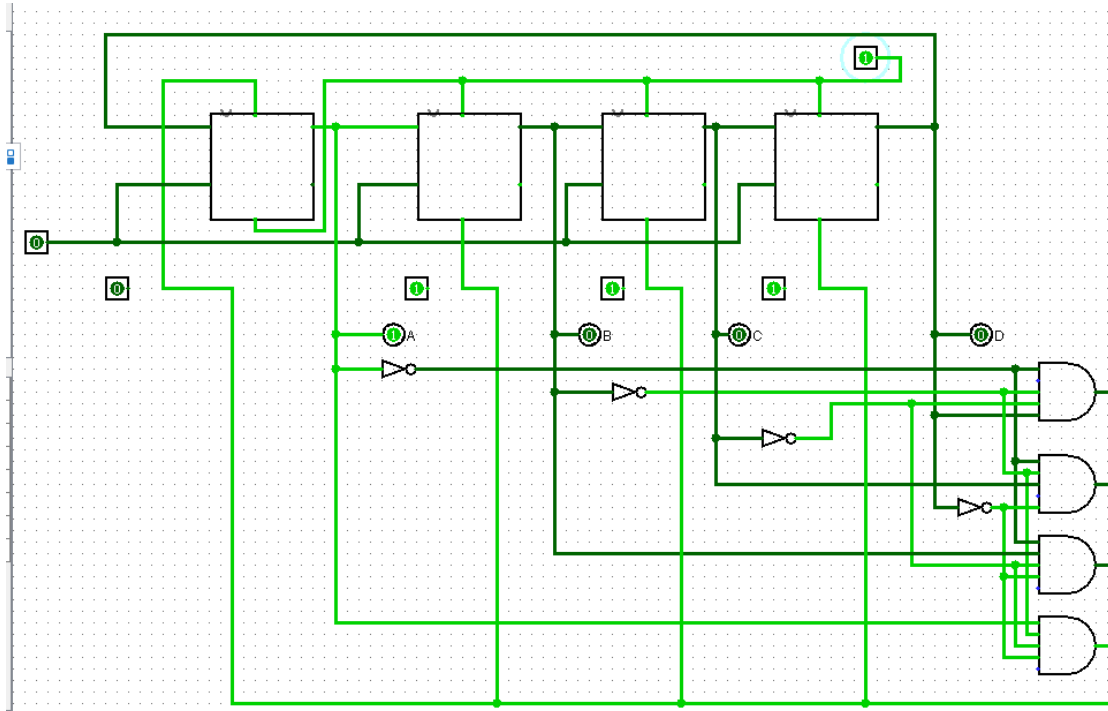
请添加必要的门电路，使得无论触发器的初始值是什么，都能实现电路的自启动，经过一段周期后，输出始终在“1000-0100-0010-0001”之间循环。画出电路图，设置有干扰的初始值，观察并记录计数器输出的状态变化。



自启动，设干扰值 1111:



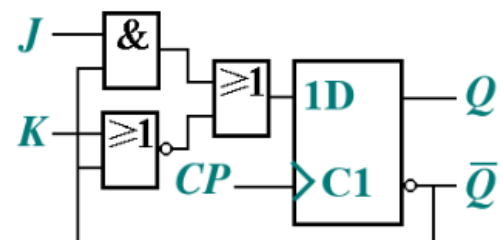
变回 1000



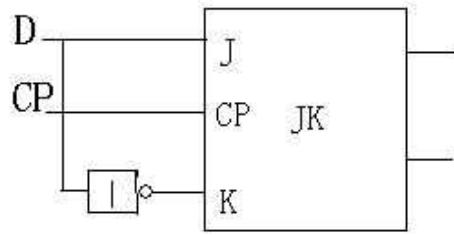
四、实验报告要求

1. 整理实验结果。
2. 画出触发器相互转换的逻辑电路。

D->JK



JK->D



3. 总结置位、复位端的作用。

可以用来迫使触发器进入一个与 CLK 信号和 D 输入信号无关的特定状态，方便初始化和测试

4. 总结 D 触发器的状态变化与时钟的关系。

D	CLK	Q	QN
0		0	1
1		1	0
x	0	上一个Q值	上一个QN值
x	1	上一个Q值	上一个QN值

CLK=0 或 1 时，Q*保持上一个 Q 值，CLK 上升沿时，Q*=D