

实验三 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 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。

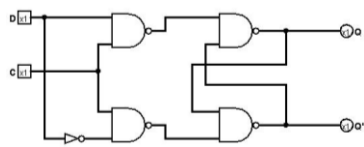


图 1: D 锁存器

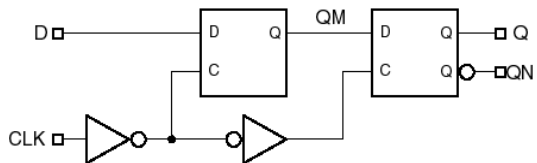
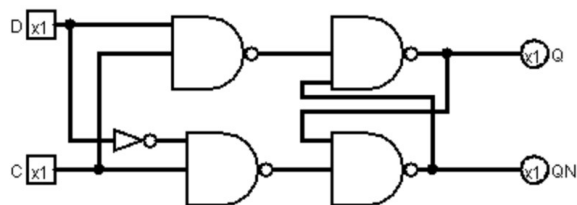


图 2: 主从式 D 触发器

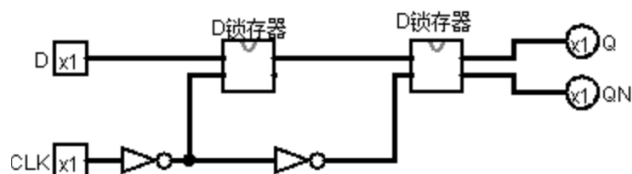
在面包板实验箱中验证主从式 D 触发器的功能。输入端 D 接到面包板的逻辑开关，使能端 C 先接到逻辑开关，主锁存器的输出 Q_m 、从锁存器的输出 Q 分别接到 LED 指示灯上，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。其它保持不变，将使能端接到单步脉冲上升沿输出端，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。整理上述实验数据，将结果填入下表中。

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

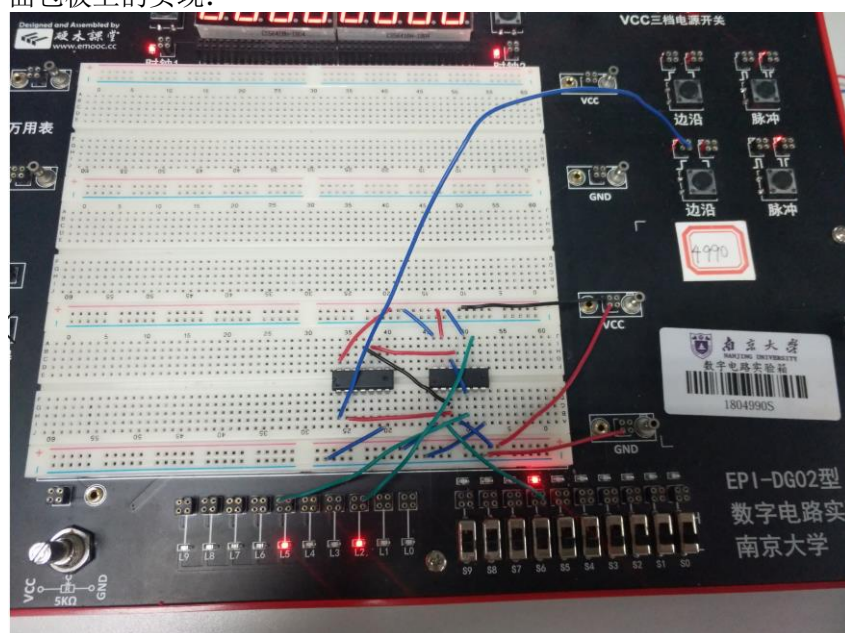
D 锁存器的电路设计图为：



主从式 D 触发器的电路设计图为：



面包板上的实现：



2、时序电路设计-模 6 的二进制可逆计数器。

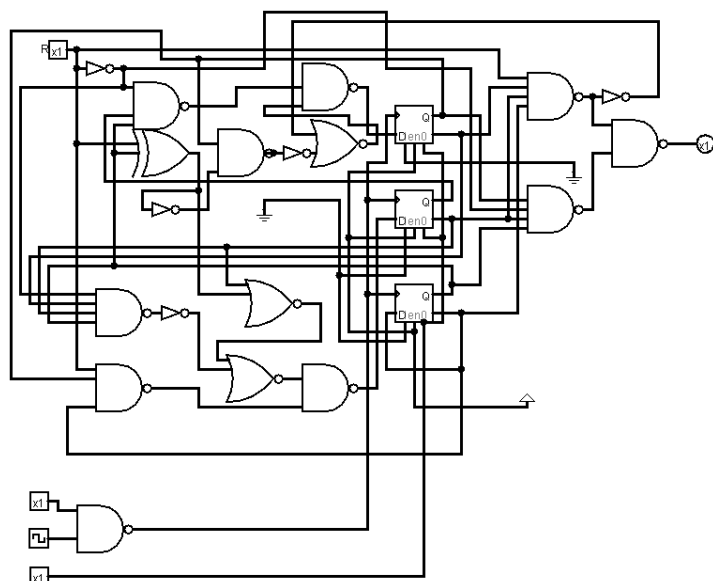
利用 74HC74 中的 D 触发器，设计一个模 6 的二进制可逆计数器。要求带有置数端和清零端，当置数端有效时，在下一个时钟周期后读入 D 输入端的数值。当清零端有效时，D 触发器的状态输出为 0。计数一个计数周期后，输出为 1。将时钟端接单步脉冲源，输出端 Q2、Q1、Q0 分别接逻辑指示灯的输入端和七段数码管的输入端。

系统加电后，逐步单击单次脉冲，观察并列表记录 Q2~Q0 的状态。

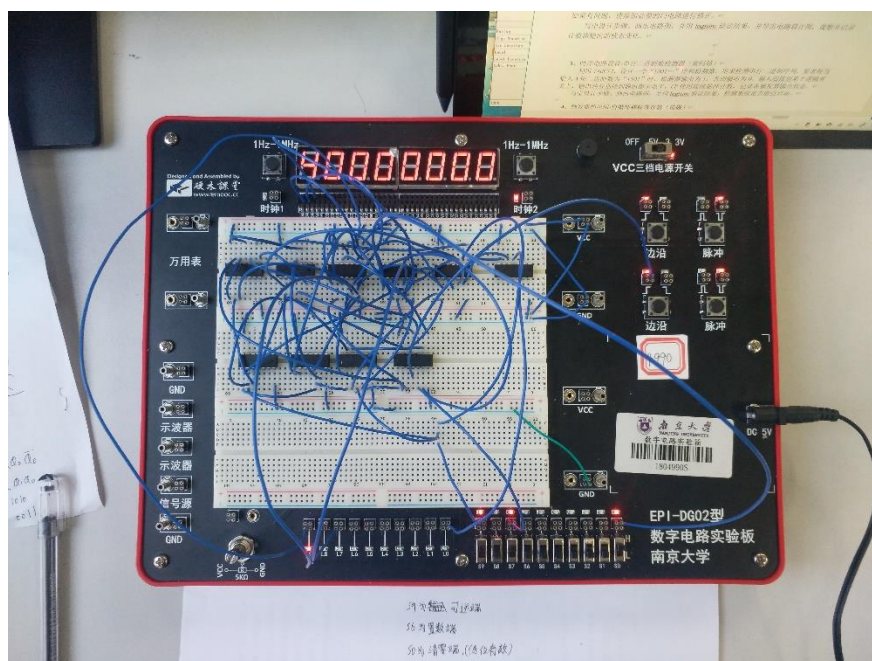
检查系统是否能自启动，初值赋予无效状态后，系统能否回到有效状态？输出是否正确？如果有问题，请添加必要的门电路进行修正。

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。

推导过程如下：



面包板实现为:



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。

设计步骤：

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	C_{in}	
0000 (S0)	0	0000 (S0), 0
0001 (S1)	0	0001 (S1), 0
0010 (S2)	0	0010 (S2), 0
0011 (S3)	0	0011 (S3), 0
0100 (S4)	0	0100 (S4), 0
0101 (S5)	0	0101 (S5), 0
0110 (S6)	0	0110 (S6), 0
0111 (S7)	0	0111 (S7), 0
1000 (S8)	0	1000 (S8), 0
1001 (S9)	0	1001 (S9), 0
1010 (S10)	0	1010 (S10), 0
1011 (S11)	0	1011 (S11), 0
1100 (S12)	0	1100 (S12), 0
1101 (S13)	0	1101 (S13), 0
1110 (S14)	0	1110 (S14), 0
1111 (S15)	0	1111 (S15), 0
	1	0001 (S1), 0
	1	0010 (S2), 0
	1	0101 (S5), 0
	1	0111 (S7), 0
	1	1001 (S9), 1
	1	1011 (S11), 0
	1	1101 (S13), 0
	1	1111 (S15), 0
	1	0001 (S1), 0
	1	0011 (S3), 0
	1	0101 (S5), 0
	1	0111 (S7), 0
	1	1001 (S9), 1
	1	1011 (S11), 0
	1	1101 (S13), 0
	1	1111 (S15), 0

$$Q_3^* Q_2^* Q_1^* Q_0^*, Y$$

令 $X_0 = \{S0, S8\}$, $X_1 = \{S4, S12\}$, $X_2 = \{S2, S6, S10, S14\}$
 $X_3 = \{S1, S3, S5, S7, S9, S11, S13, S15\}$

$Q_1 Q_0$	C_{in}	
00 (X_0)	0	11 (X_3), 0
01 (X_1)	0	11 (X_3), 1
10 (X_2)	0	11 (X_3), 0
11 (X_3)	0	11 (X_3), 0
	1	11 (X_3), 0

$$Q_1^* Q_0^*, Y$$

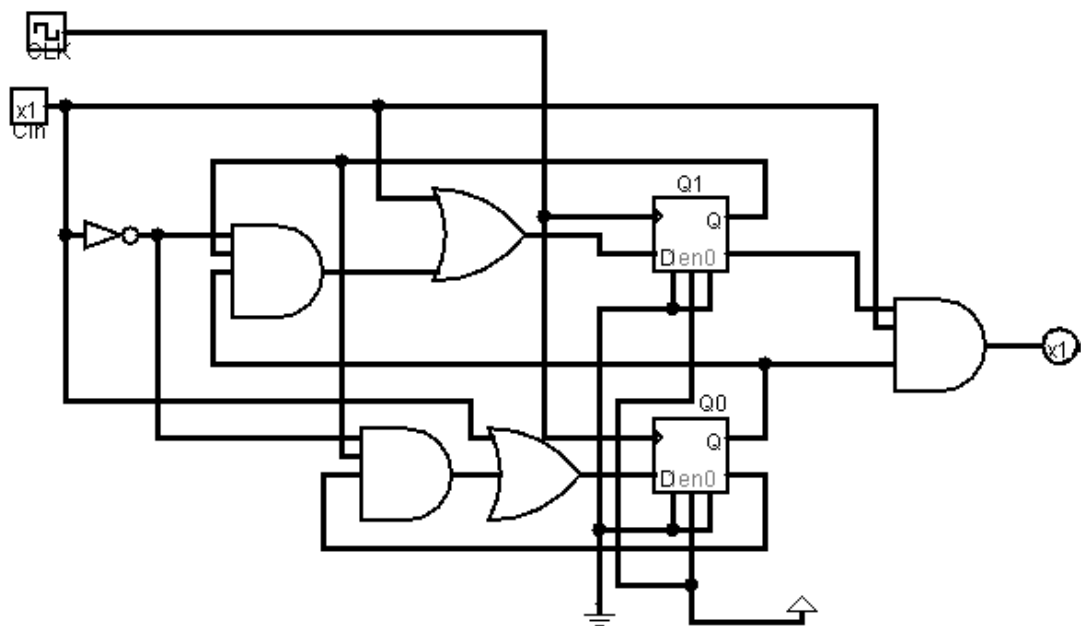
$$Q_1^* = C_{in} + \overline{C_{in}} \cdot Q_1 \cdot Q_0$$

$$Q_0^* = \overline{C_{in}} \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + C_{in}$$

$$QY = C_{in} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0$$

所有状态都是有效状态，所以可以自启动。

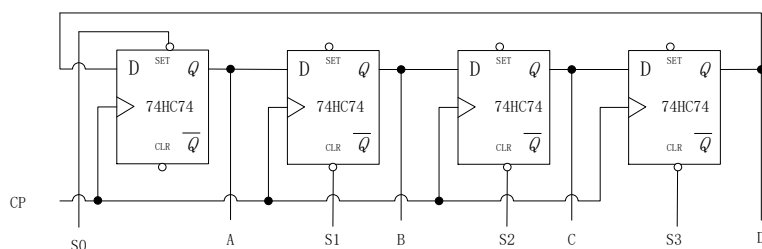
电路设计图：



面包板实现：已验收，未拍照，附有视频。

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。

该电路不能自启动，可以通过设计将所有非有效状态跳转至 0000，再由 0000 跳转至 1000 来实现自启动。

在上述条件下，各触发器的输入分别是：

Q3 Q2 Q1 Q0 分别对应输出 A B C D 的触发器的状态；

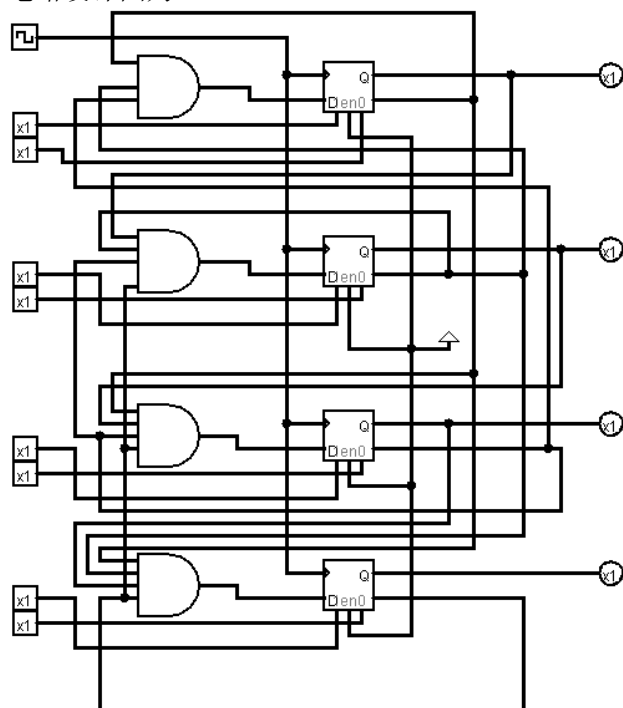
$$Q3^* = Q3' \cdot Q2' \cdot Q1'$$

$$Q2^* = Q3 \cdot Q2' \cdot Q1' \cdot Q0'$$

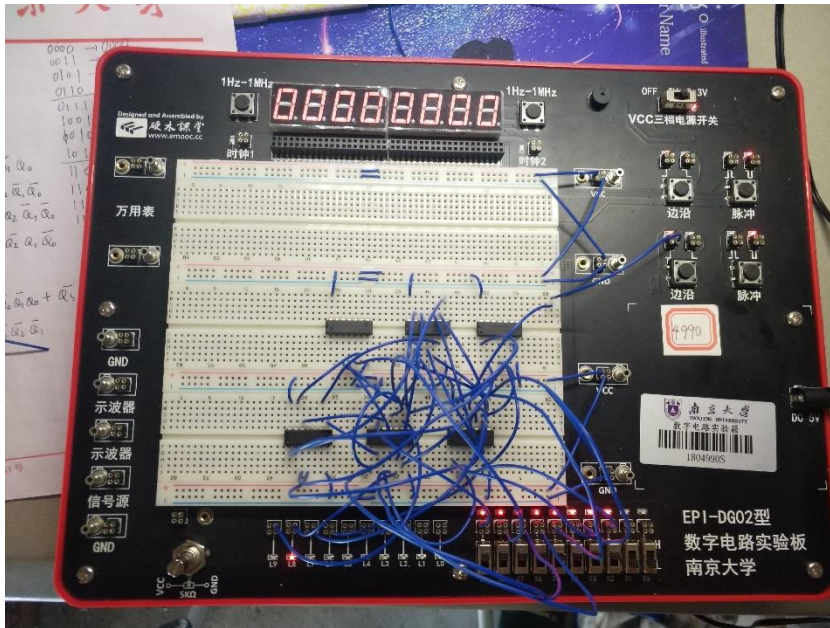
$$Q1^* = Q3' \cdot Q2 \cdot Q1' \cdot Q0'$$

$$Q0^* = Q3' \cdot Q2' \cdot Q1 \cdot Q0'$$

电路设计图为：

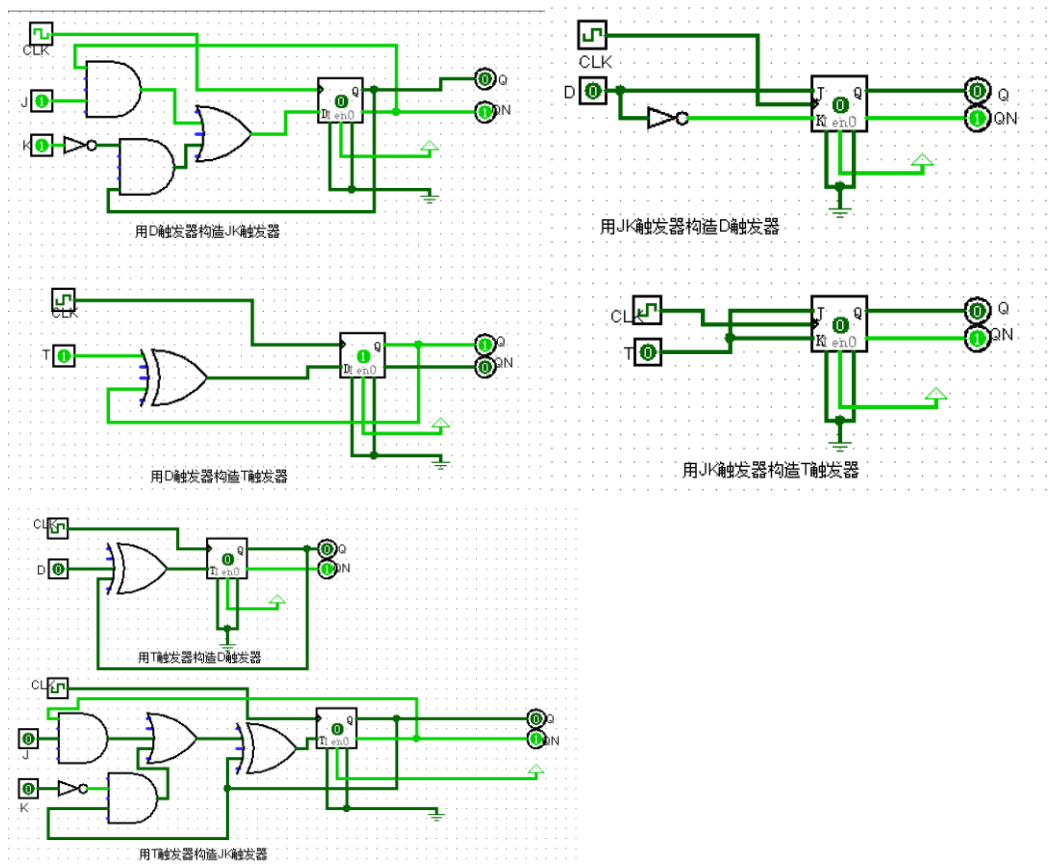


面包板实现为：



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。



3. 总结置位、复位端的作用。

置位端(set)设置触发器输出 Q 为 1; 复位端(reset)设置触发器输出 Q 为 0.这两端可以用于指定触发器的状态。

4. 总结 D 触发器的状态变化与时钟的关系。

D 触发器满足 $Q^*=D$ 。所以只有在时钟上升沿时, 状态才会变化, 其他时间, 触发器状态保持不变。