

# 实验五 计数器的设计

## 实验报告

15331304 王治鋆

### 一、实验目的：

熟悉 J-K 触发器的逻辑功能，掌握 J-K 触发器构成异步计数器和同步计数器。

### 二、实验仪器及器件

1. 数字电路实验箱、数字万用表、示波器。
2. 器件：74LS00，74LS20，74LS08，74LS73。

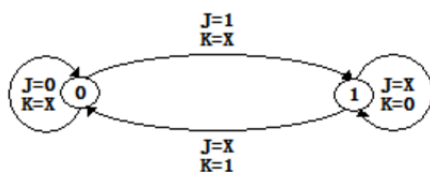
### 三、实验预习

1. 复习时序逻辑电路设计方法。
2. 按实验内容设计逻辑电路画出逻辑图。

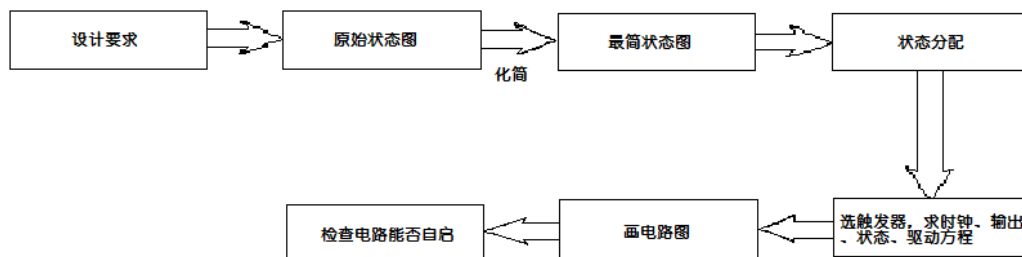
### 四、实验原理

本实验采用集成 J-K 触发器 74LS73 构成时序电路，其外引线图见附录。

状态转换图：



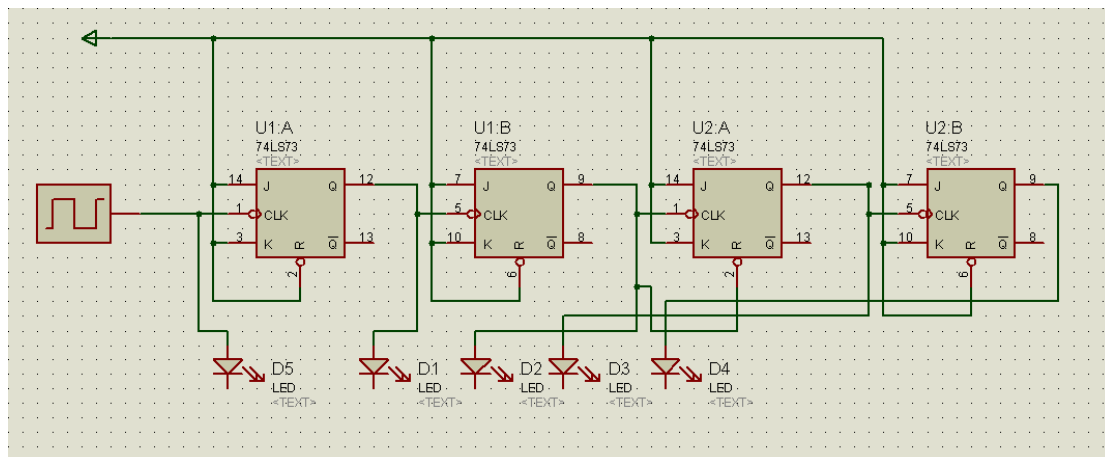
时序逻辑电路的设计步骤：



### 五、实验内容

1. 用 JK 触发器设计一个 16 进制异步计数器，用逻辑分析仪观察 CP 和各输出的波形。

16 进制异步计数器中，只要使每一个二进制位在变化的时候，进行反转(0->1,1->0)即可，因此 J、K 接高平

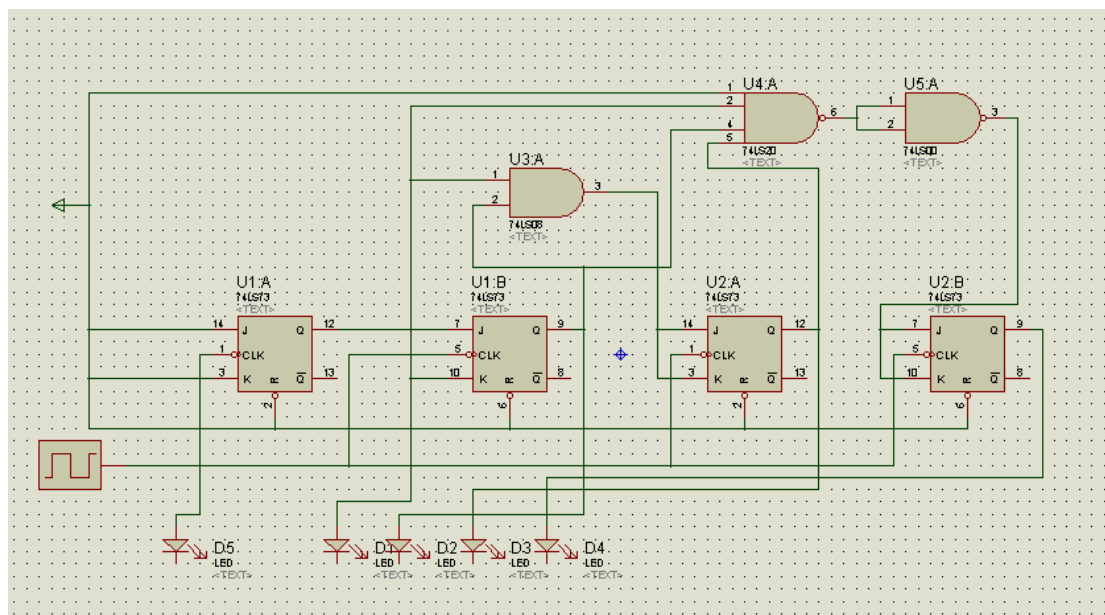


2. 用 JK 触发器设计一个 16 进制同步计数器，用逻辑分析仪观察 CP 和各输出的波形。

根据卡诺图计算，

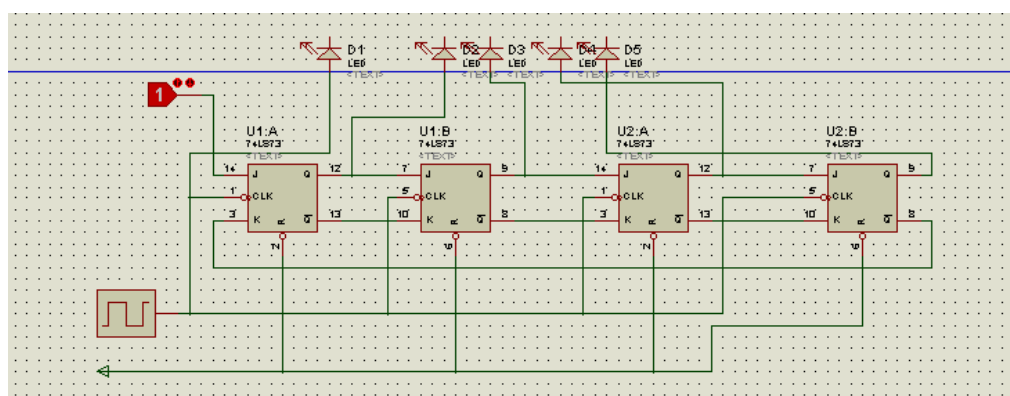
$J_0 = K_0 = 1$ ,  $J_1 = K_1 = Q_0$ ,  $J_2 = K_2 = Q_1 * Q_0$ ,  $J_3 = K_3 = Q_2 * Q_1 * Q_0$

仿真如下：

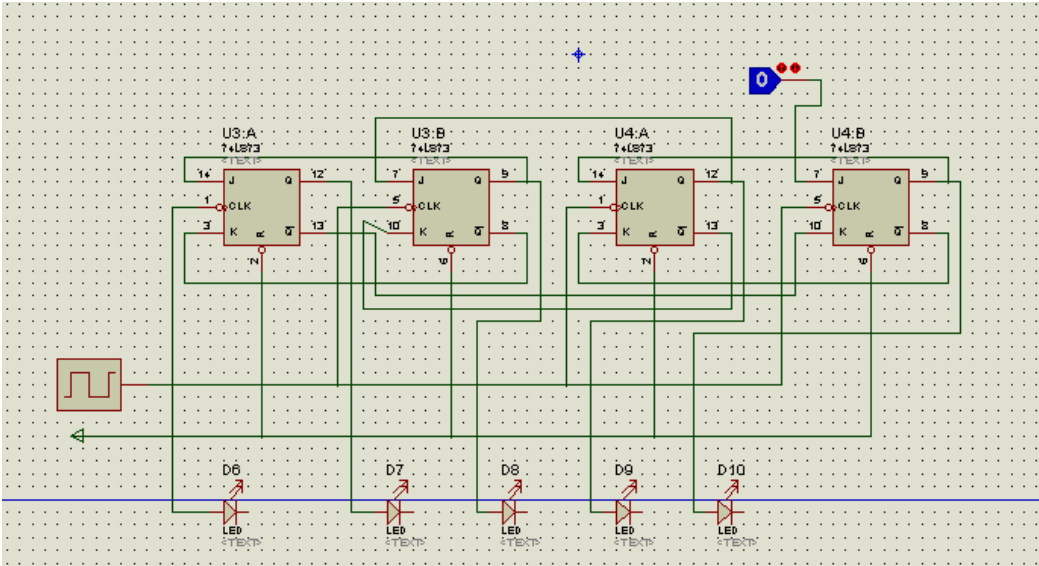


3. 用 JK 触发器和门电路设计一个具有置零，保持，左移，右移，并行送数功能的二进制四位计数器模仿 74LS194 功能。（注：在实验箱上可只实现左移或右移功能，在 proteus 软件上可实现对五个功能的综合实现）

左移：



右移:



置零:

CLR 端接低电平即可

由于实验设备不足，在实际试验中只可完成两位的左移和右移操作

4. 用 JK 触发器和门电路设计一个特殊的 12 进制同步计数器，其十进制的状态转换图为:

0001 → 0010 → 0011 → 0100 → 0101 → 0110 → 0111 → 1000 →  
1001 → 1010 → 1011 → 1100 → 0001 → ...

第一步:

作出状态图，如上图所示。

第二步:

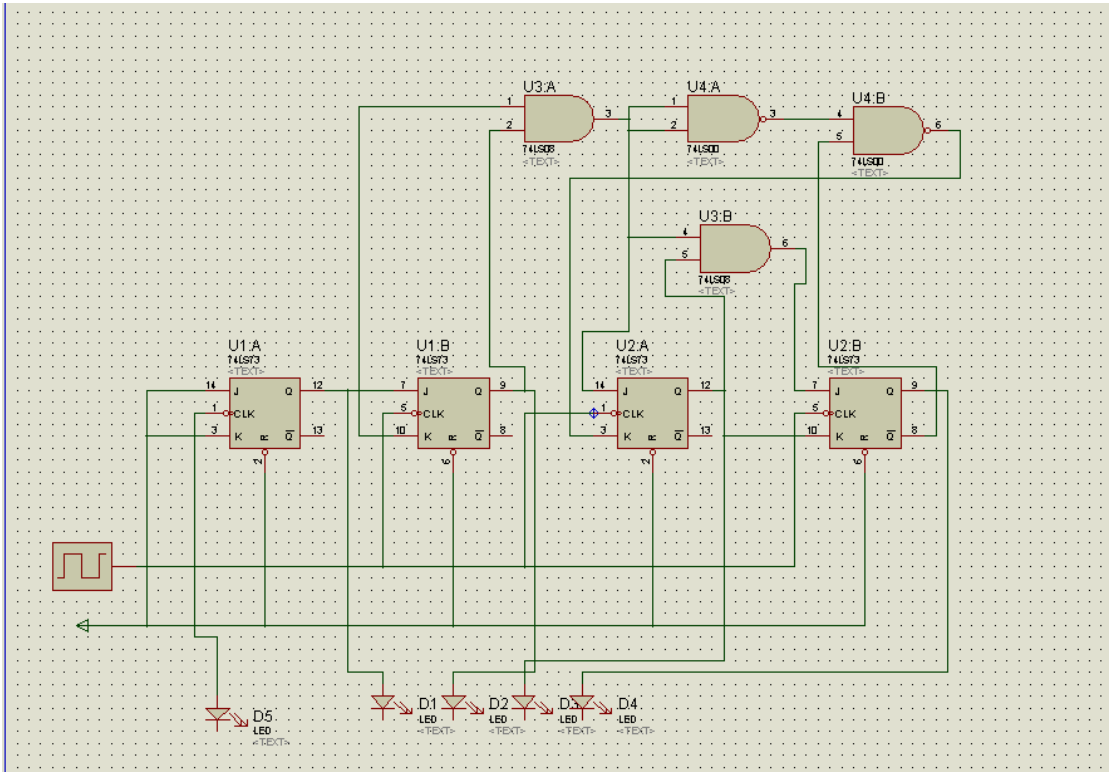
作出次态表:

PRESENT STATE				NEXT STATE			
Q3	Q2	Q1	Q0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1

第三步：  
J-K 触发器状态表：

OUTPUT TRANSITIONS		FLIP-FLOP INPUTS	
Qn	Qn+1	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

第四步：  
作出卡诺图，化简，得到 J/K 的函数表达式如下：  
 $J_0 = 1, J_1 = Q_0, J_2 = Q_1 * Q_0, J_3 = Q_2 * Q_1 * Q_0$   
 $K_0 = 1, K_1 = Q_0, K_2 = Q_1 * Q_0 + Q_3, K_3 = Q_2$   
做出仿真：



5. 考虑增加一个控制变量 D，当 D=0 时，计数器按内容 4 方式（递增）运行，当 D=1 时，无论计数器处于什么状态，计数器按内容 4 的反方向（递减）运行。本题为附加内容，因接线复杂，可用模拟软件测试结果。

D = 0 时：  
如内容 4 所示。  
 $J_0 = 1, J_1 = Q_0, J_2 = Q_1 * Q_0, J_3 = Q_2 * Q_1 * Q_0$   
 $K_0 = 1, K_1 = Q_0, K_2 = Q_1 * Q_0 + Q_3, K_3 = Q_2$

D = 1 时:

次态表:

PRESENT STATE				NEXT STATE			
Q3	Q2	Q1	Q0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1

作出卡诺图，化简，

综合 D=0 和 D=1 的情况，得出如下函数式：

$$J_0 = 1, J_1 = D \oplus Q_0,$$

$$J_2 = \text{非 } D * \text{非 } (Q_1 \oplus Q_0),$$

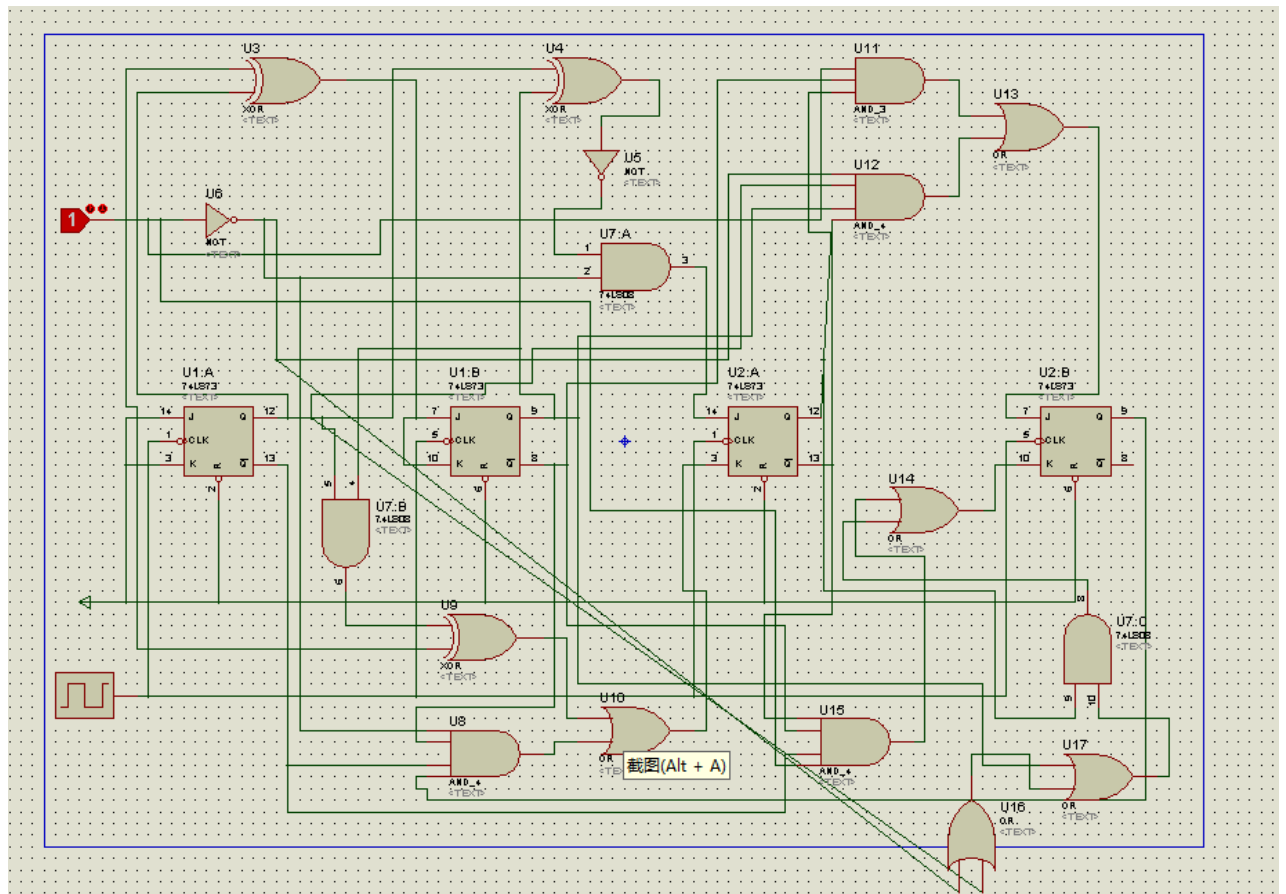
$$J_3 = D * \text{非 } Q_2 * \text{非 } Q_1 + \text{非 } D * Q_2 * Q_1 * Q_0$$

$$K_0 = 1, K_1 = D \oplus Q_0,$$

$$K_2 = \text{非 } D * Q_3 * \text{非 } Q_1 * \text{非 } Q_0 + D \oplus (Q_1 * Q_0)$$

$$K_3 = D * \text{非 } Q_2 * \text{非 } Q_1 * \text{非 } Q_0 + Q_2 * (\text{非 } D + Q_1 + Q_0)$$

做出仿真图如下：



在实际实验中，考虑到设备不足，只完成三进制双向计数器：

D = 0: 001 -> 010 -> 011 -> 001

D = 1: 001 -> 011 -> 010 -> 001

次态表：

PRESENT STATE			NEXT STATE		
D	Q1	Q0	D	Q1	Q0
0	0	1	X	1	0
0	1	0	X	1	1
0	1	1	X	0	1
1	0	1	X	1	1
1	1	0	X	0	1
1	1	1	X	1	0

J-K 触发器状态表：

OUTPUT TRANSITIONS		FLIP-FLOP INPUTS	
Qn	Qn+1	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

做出卡诺图，化简，得：

$J_0 = 1, J_1 = 1$

$K_0 = D' * Q_1' + D * Q_1, K_1 = D' * Q_0 + D * Q_0'$

仿真如下：

