

# 上海大学 计算机学院

## 《数字逻辑实验》报告 5

姓名 严昕宇 学号 20121802

时间 周四 10-12 机位 24 指导教师 刘学民

实验名称: 记忆元件测试

### 一、实验目的

1. 使用 74LS00 芯片构成钟控 RS 触发器，并测试其功能。;
2. 设计用 D 触发器实现 JK 触发器的原理图，在 Quartus II 中根据逻辑图接线并仿真测试后，下载到 FPGA 上进行硬件测试。
3. 测试集成 J-K 触发器 74LS112 逻辑功能

### 二、实验原理

依据《数字逻辑实验指导书》P.实验-42 、P.实验-48 的相关内容

### 三、实验内容

#### 1. 实验任务一（钟控 RS 触发器测试）

##### (1) 实验步骤

- ① 根据逻辑图接线，选用 74LS00 的四个与非门按图 1 接成钟控 RS 触发器（同步 RS 触发器）。R、S 接输入信号的开关；CP 接时钟信号；Q 和  $\bar{Q}$  接输出信号的发光二极管。

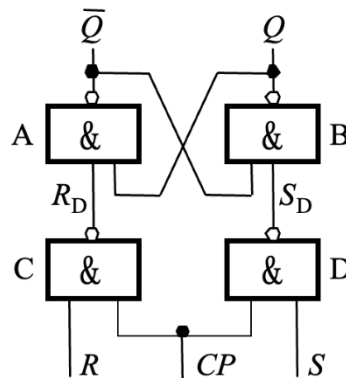


图 1 钟控 R-S 触发器逻辑图

##### ② 逻辑功能测试

按表 1 改变输入电平，填表验证其逻辑功能。

## (2) 实验现象

表 1 实验现象记录表（上灯为绿灯，下灯为红灯）

输入		现态	次态
$R$	$S$	$Q^n$	$Q^{n+1}$
0	0	0	红
0	0	1	绿
0	1	0	绿
0	1	1	绿
1	0	0	红
1	0	1	红
1	1	0	随机
1	1	1	随机

## (3) 数据记录、分析与处理

表 2 钟控 R-S 触发器状态表

输入		现态	次态	功能说明
$R$	$S$	$Q^n$	$Q^{n+1}$	
0	0	0	0	保持 $Q^{n+1}=Q^n$
0	0	1	1	
0	1	0	1	置 1 $Q^{n+1}=1$
0	1	1	1	
1	0	0	0	置 0 $Q^{n+1}=0$
1	0	1	0	
1	1	0	$d$	禁止 (不定)
1	1	1	$d$	

## (4) 实验结论

根据实验数据可知，成功使用 74LS00 芯片的四个与非门以及脉冲信号的输出完成了钟控 RS 的搭建与测试。当脉冲信号 CP 没有到来的时候，现态不出现改变；当脉冲信号 CP 到来后，现态根据一定规律发生变化。特别注意的是，当出现 RS 输入都为 1 时，现态变化不确定。

## 2. 实验任务二（用 D 触发器实现 JK 触发器的功能）

### (1) 实验步骤

① 根据 JK 触发器和 D 触发器的状态（特征）方程，建立方程；并运用逻辑代数的性质与定律化简，可得用 D 触发器实现 JK 触发器的表达式；

$$Q^{n+1} = D \quad Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n$$

$$\text{栏} D = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n$$

$$D = \overline{\overline{J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n}}$$

$$\text{嶙} D = \overline{\overline{J\overline{Q}^n} \overline{\overline{K}Q^n}}$$

- ② 根据表达式，选择器件类型（选用与门、非门、与非门和 D 触发器），设计函数的逻辑电路图；

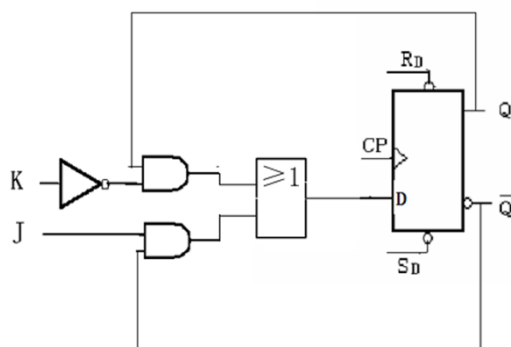


图 2 D 触发器转 JK 触发器的逻辑电路图

- ③ 在 Quartus II 中创建文件夹与工程文件，创建一个图形文件，根据逻辑电路图并画出图 3；

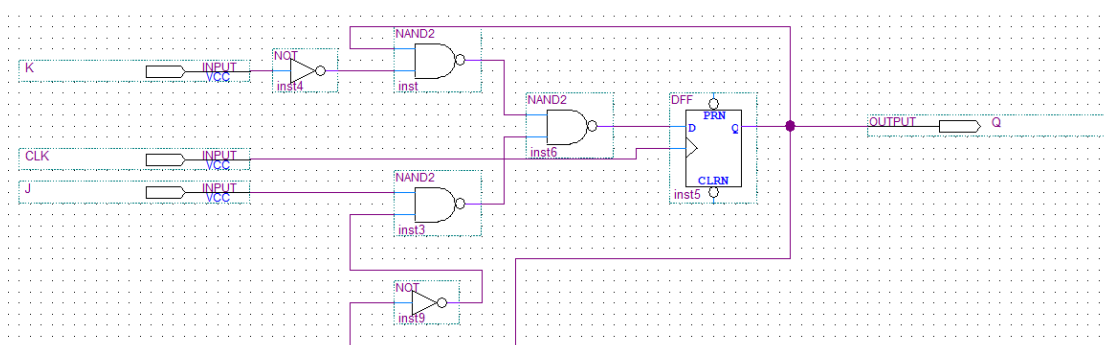


图 3 用 Quartus II 画出的逻辑电路图

- ④ 选择器件型号，定义 FPGA 的 IO 管脚功能，如定义输入端 J、K 为 17、18，时钟 CP 端为 19，输出端 Q 为 21；
- ⑤ 用模拟软件对步骤 1 创建的图像文件进行模拟测试，并用编译工具编译；

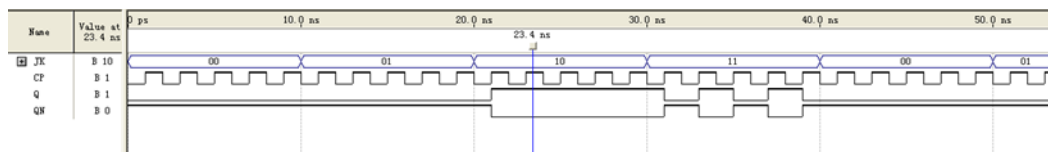


图 4 用 Quartus II 进行的波形时序仿真

- ⑥ 连接数据线，下载设计的电路到 FPGA；
- ⑦ 根据附录 B 中的 DICE-SEM II 实验箱与 EP1K10、EP1K30 引脚对照表，输入端 J、K 依次对应 17、18，将输入端连接开关；时钟 CP 对应 19；输出端 Q 对应 21，将输出端发光二极管。用开关和发光二极管测试 FPGA 的功能；
- ⑧ 拨动开关，观察二极管的变化，填写表 3；

## (2) 实验现象

表 3 实验现象记录表（上灯为绿灯，下灯为红灯）

输入		现态	次态
$J$	$K$	$Q^n$	$Q^{n+1}$
0	0	0	红
0	0	1	绿
0	1	0	红
0	1	1	红
1	0	0	绿
1	0	1	绿
1	1	0	绿
1	1	1	红

## (3) 数据记录、分析与处理

表 4 用 D 触发器实现 JK 触发器状态表

输入		现态	次态	功能说明
$J$	$K$	$Q^n$	$Q^{n+1}$	
0	0	0	0	保持 $Q^{n+1}=Q^n$
0	0	1	1	
0	1	0	0	置 0 $Q^{n+1}=0$
0	1	1	0	
1	0	0	1	置 1 $Q^{n+1}=1$
1	0	1	1	
1	1	0	1	翻转 $Q^{n+1}=\overline{Q^n}$
1	1	1	0	

## (4) 实验结论

根据实验数据可知，成功使用触发器实现 JK 触发器的功能。

## 四、建议和体会

这一次实验课程之前，我做了充足的准备。对每一个触发器都进行了了解，通过数字逻辑实验理论书和实验书明白了触发器的原理和功能。我也能够通过比较各个芯片的功能，用真值表来完成触发器之间的转化。

在实验过程中，开始做的时钟控 RS 模拟器，因为没有接触过钟控信号的原因，开始误认为时钟信号是通过开关来控制的。经过老师的讲解后发现，时钟信号有特殊的接口。在了解脉冲信号之后，我快速地实现了钟控 RS 模拟器的功能，并且能够帮助同排的其他同学解决问题。

在实验过程中，我隔壁实验台的同学因为误将集成芯片的电压输入端与接地端接反，导致集成芯片烧毁，这间接也警醒了我。接地的时候可以通过不同的颜色区分功能，比如统一用红色的线接电源，黑色的线接地等，并在打开电源前重复检查，以保证芯片安全，方便之后的调试。

在这次实验中，我不仅学习了触发器的功能，而且也发现，实验箱上会存在许多芯片或者按钮出现故障或者失灵的问题。实践中没有出现问题是不可能的，我们必须有随机应变的能力，通过不断的试错，才能够完成目标。

## 五、思考题

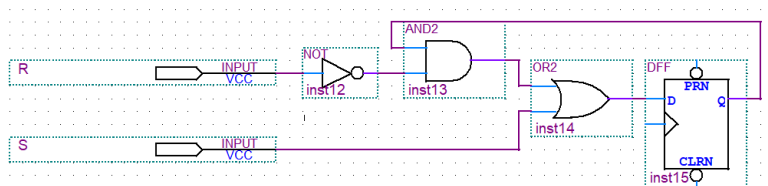
1. 用 D 触发器实现 RS 触发器的功能

逻辑表达式： 接线图：

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

$$Q^{n+1} = D$$

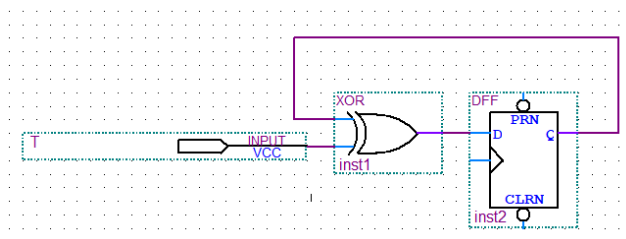
$$D = S + \bar{R}Q^n$$



2. 用 D 触发器实现 T 触发器的功能

逻辑表达式： 接线图：

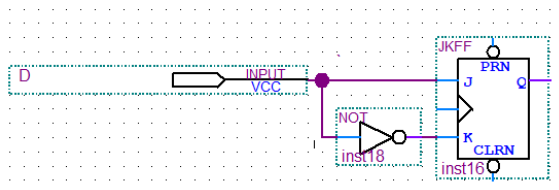
$$Q^{n+1} = T \oplus Q^n = D$$



3. 用 JK 触发器实现 D 触发器的功能

逻辑表达式： 接线图：

$$Q^{n+1} = D(\bar{Q}^n + Q^n) = D\bar{Q}^n + DQ^n$$



4. 用 JK 触发器实现 RS 触发器的功能

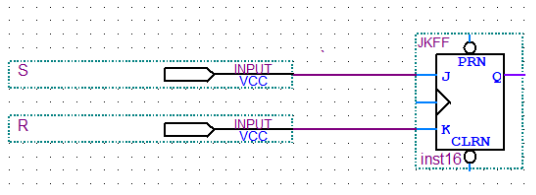
逻辑表达式：

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

$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n$$

$$J = S, K = \bar{S}R = \bar{S}R + RS = R$$

接线图：



5. 用 JK 触发器实现 T 触发器的功能

逻辑表达式： 接线图：

$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n = T\bar{Q}^n + \bar{T}Q^n$$

