

实验六 寄存器  
实验报告  
181860085 汤昊

数字电路与数字系统 2 班  
邮箱: 1174639585@qq.com  
2019.10.4

## 一．实验目的

实现一个有 8 种功能的移位寄存器；利用移位寄存器实现一个 8 位的随机数序列发生器

## 二．实验原理

移位寄存器原理：将若干个触发器连接，左边触发器输出作为右边触发器输入，这样在每个时钟上升沿，下一个触发器就可以得到上一个触发器的值

随机数序列发生器原理：基于有限域理论，对于  $n$  为任意值，可以找到一种反馈方程，是的计数器的计数循环包含  $2^n - 1$  种非零状态。若要包括全 0 状态，对于一个  $n$  位计数器，只要外加一个异或门以及一个  $n-1$  输入的或非门，这个或非门的输入与除了  $x_0$  以外的其他所有寄存器输出相连

## 三．实验环境与器材

开发软件：quartus prime 17.1

开发器材：DE-standard 开发板

## 四．算术移位和逻辑移位寄存器

### (1) verilog 设计

用三位的输入作为选择端，在每个时钟上升沿，用 case 语句完成相应功能

000：输出清零

001：输出置为输入的数字

010：向右移一位，最高位置 0

011：向左移一位，最低位置 0

100：向右移一位，最高位置为符号位

101：向右移一位，最高位置为输入

110：向右移一位，最高位置为刚刚移出的最低位

111：向右移一位，最低位置为刚刚移出的最高位

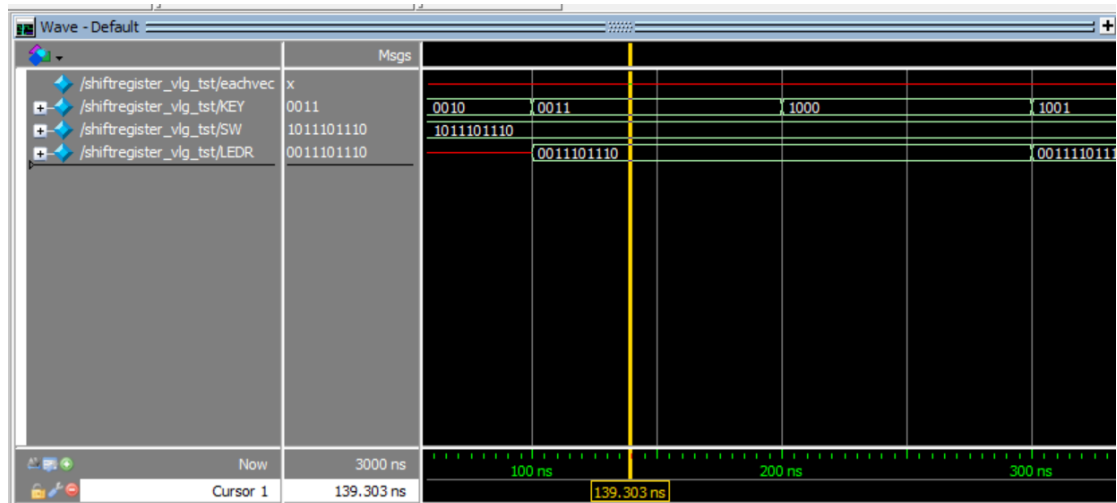
### (2) 电路设计

一个按钮作为时钟，剩下三个按钮作为控制端，8 个开关作为置数的输入，串行并出时使用第一个开关，8 个 LEDR 作为输出

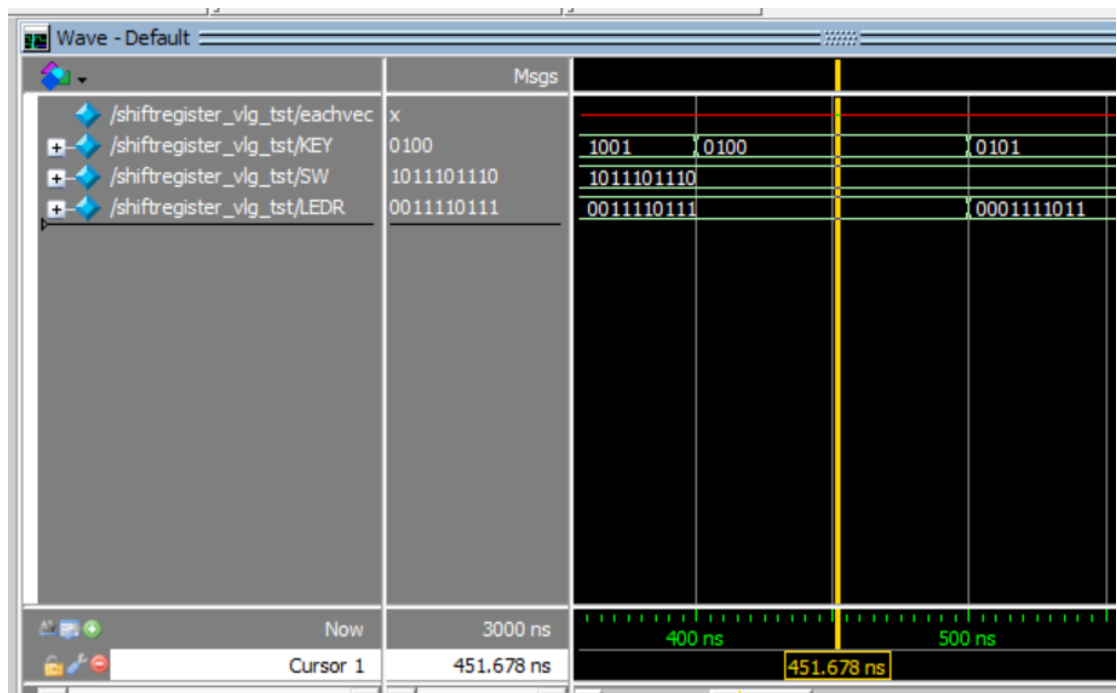
### (3) 仿真模拟

验证顺序：置数——算术右移——逻辑右移——逻辑左移——循环右移——循环左移

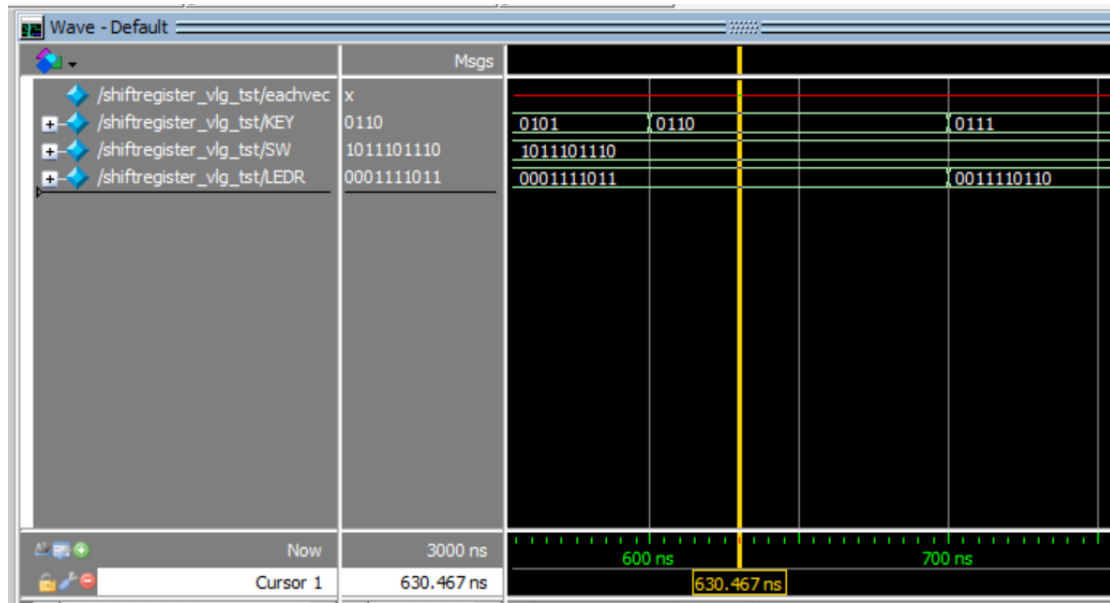
SW,LEDR 都是 10 位，寄存器只用到后 8 位



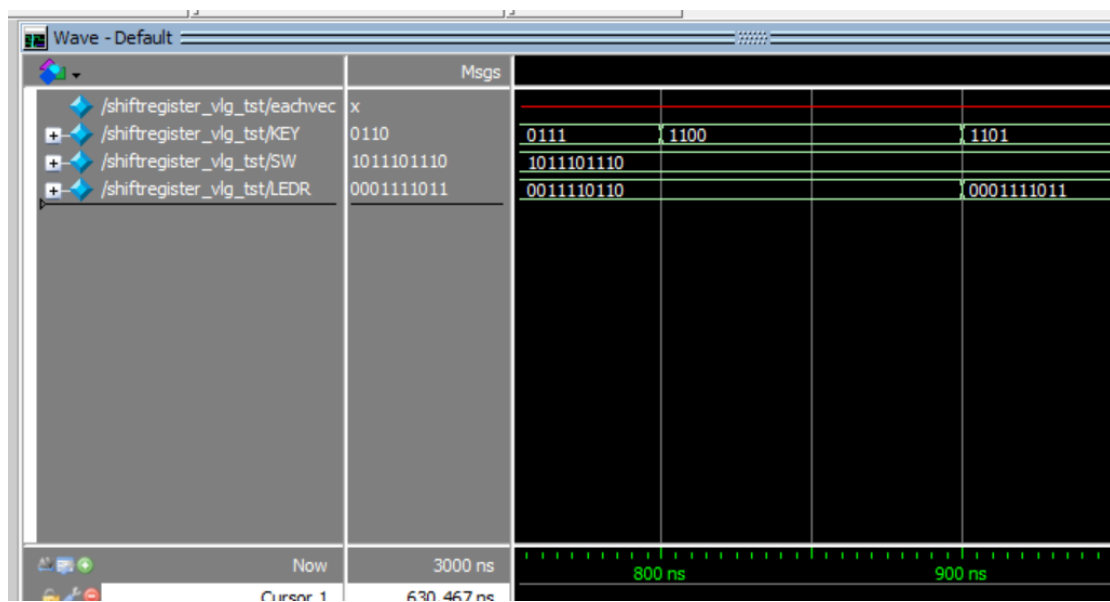
置数及算术右移: 001 置数有效, 输出为 1101110, 接着 100 算术右移有效, 输出为 11110111



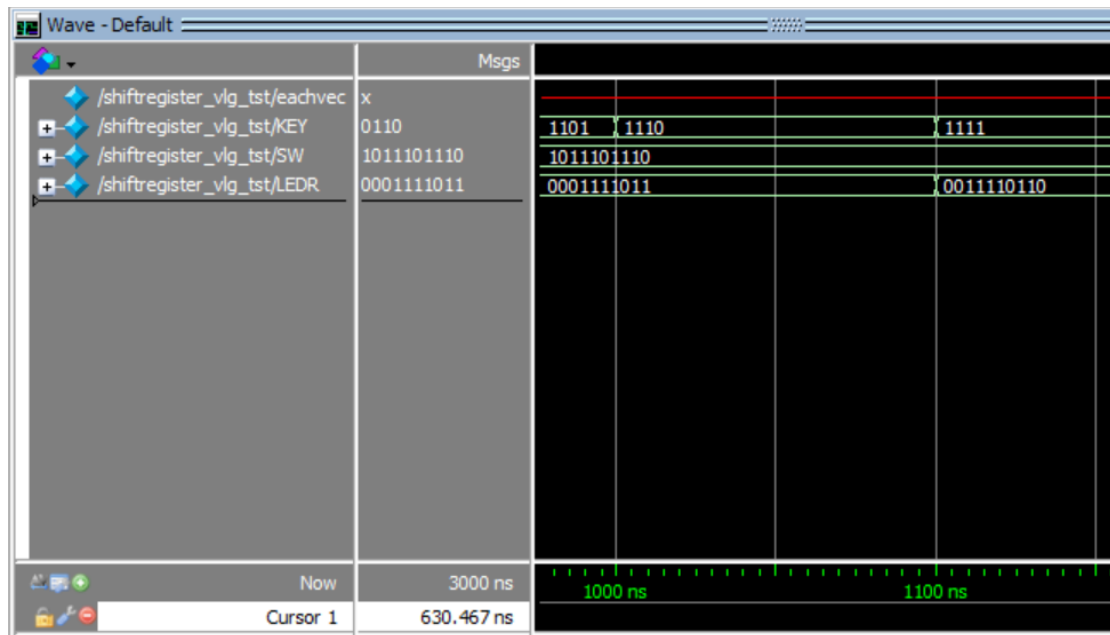
逻辑右移: 11110111——01111011



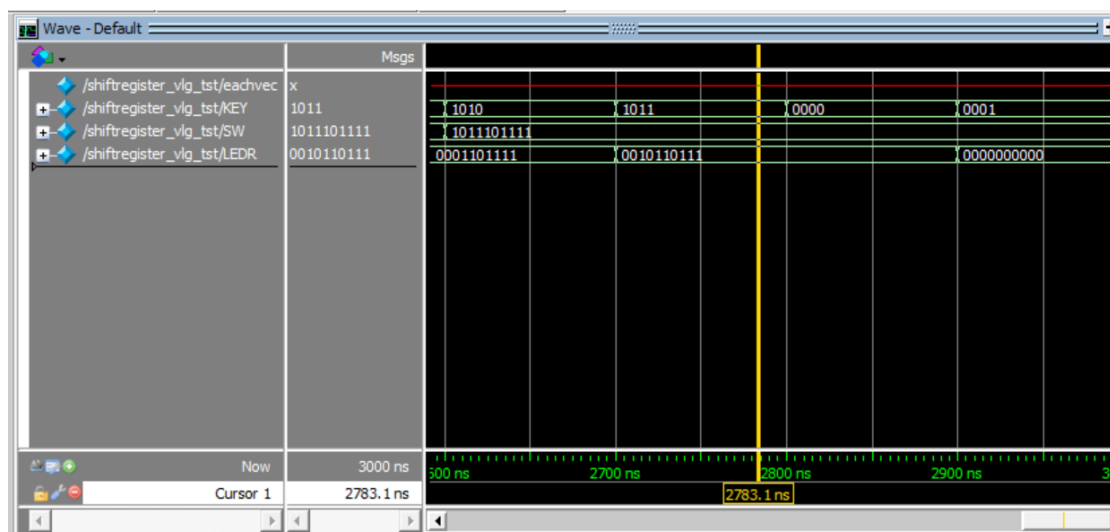
逻辑左移: 11110111——11110110



循环右移: 11110110——01111011



循环左移：0111011——11110110



8 个时钟后输出：1110110——10110111，之后 000 清零端有效，输出全 0

## 五．随机数发生器

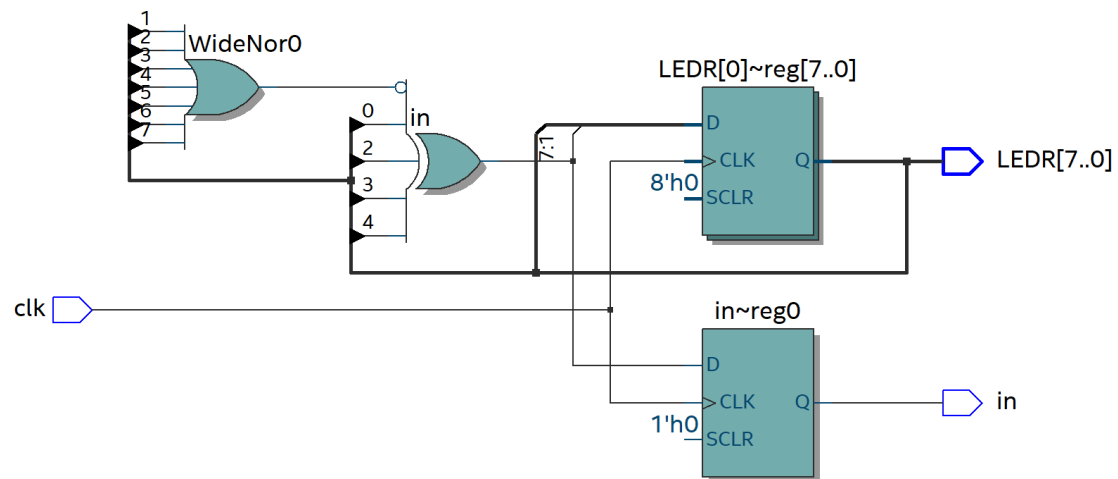
(1) 生成 8 位的序列（不包括全 0）

$X_8 = X_4 \oplus X_3 \oplus X_2 \oplus X_0$ ，每次将  $x_8$  作为输入

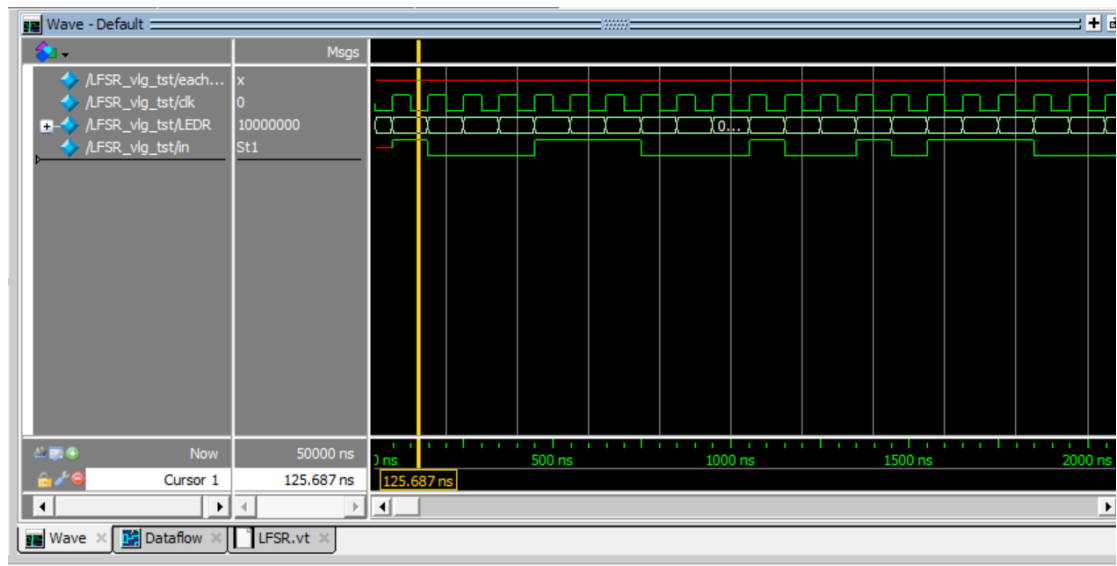
(2) 自启动处理

将除  $X_0$  以外的输出按位或再取反，与之前的反馈输入异或，这样在全 0 时就能输入 1 自启动

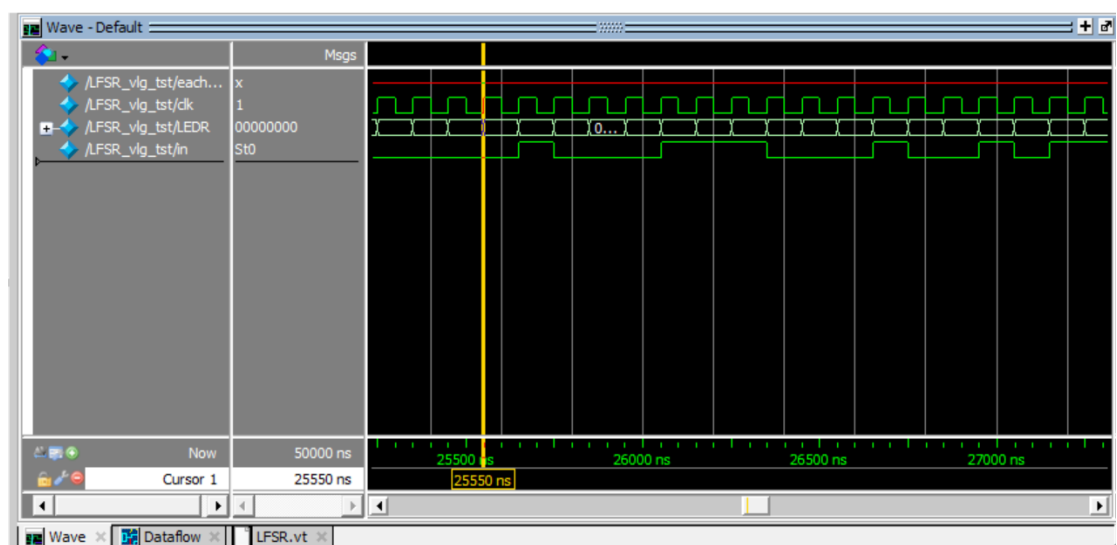
(3) netlistviewer



#### (4) 仿真模拟



开始时自启动成功



周期为 100ns，开始经过半个周期到第一个上升沿，图中经历 255 个周期回到全 0 的状态

#### 六．思考题

使用线性同余法生成 0-255 以内的随机数，再将数字转化为二进制序列输出

公式： $x_{n+1}=(ax_n+c)\bmod m$ ，这里  $m$  取 256， $a$  是乘子， $c$  是增量，取与  $m$  互质的一个数  
初始值  $x_0$  称为种子，每次设置不同的种子就可以产生不同的随机序列

#### 七．实验反思与收获

- 复习了 LFSR 计数器实现  $2^n$  种状态的方法
- 合理地选择功能验证顺序可以减少重复操作