

## 实验四 时序逻辑电路的设计

2021 年秋季学期 自动化系

### 一、实验目的

1. 学习时序逻辑电路的分析方法和设计方法。
2. 学习使用硬件描述语言设计电路。
3. 掌握分模块的数字电路调试方法，提高调试能力。

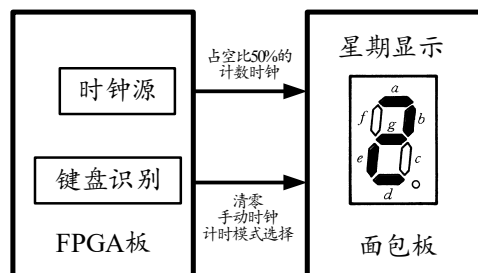
### 二、预习任务

1. 阅读任务要求，完成电路设计，包括：
  - (1) 查阅实现电路设计所需芯片的数据手册。
  - (2) 阅读网络学堂中的 FPGA (Basys3) 实验板说明书，掌握矩阵键盘的工作原理。
  - (3) 设计时钟信号发生电路。
  - (4) 根据**同步时序逻辑电路**的设计方法，写出设计星期显示电路的具体步骤，包括状态转换图、状态化简、方程组等。
  - (5) 画出星期显示电路的**纸版逻辑图**（手绘或打印均可）。
  - (6) 在面包板上搭接（5）中设计的电路。
2. 调试中若使用函数信号发生器为星期显示电路提供时钟信号，选取该信号电压大小的依据是什么，写出此次实验中时钟信号的电压取值范围。
3. 写出分模块调试电路的方法和步骤、注意事项等。

### 三、必做任务

设计一个星期显示电路，可以显示星期，且具有清零、手动调节等功能。

该任务在两个平台上联合实现，其中在面包板上实现星期显示电路，在FPGA板上实现控制调试电路。具体要求如下：



#### 1. 时钟信号发生电路和矩阵键盘识别电路

- (1) 在FPGA板上设计一个电路，为星期显示电路提供时钟信号。要求该信号频率为1~5Hz，占空比为50%。

电路的输入方式不限，即可用原理图输入、硬件描述语言输入或两种方式混合输入。如用原理图输入方式，可选用元件库中的计数器芯片。

- (2) 在FPGA板上设计一个矩阵键盘识别电路，选用键盘中的不同行列的三个按键做为星期电路的控制键，功能分别为清零、手动时钟和手动/连续时钟模式选择。

FPGA实验板（绿板）上矩阵键盘中各按键编号如表1所示，各分组使用按键及其对应功能如表2所示。

SW0	SW1	SW2	SW3
SW4	SW5	SW6	SW7
SW8	SW9	SW10	SW11
SW12	SW13	SW14	SW15

表1 矩阵键盘中按键编号

Basys3实验板用矩阵键盘上按键编号见实物，周二~周五分组分别使用“1、5、9；4、8、E；2、6、C及7、F、A”，对应清零、手动时钟和手动/连续时钟模式选择功能。

分组	清零	手动时钟	手动/连续时钟模式选择
周二	SW0	SW5	SW10
周三	SW4	SW9	SW14
周四	SW1	SW6	SW11
周五	SW8	SW13	SW3

表 2 按键及其功能对应表

矩阵键盘的工作原理、电路图及引脚表见“FPGA实验板（绿板）说明书”或“Basys3用矩阵键盘文档”。

## 2. 星期显示电路

用**D触发器74HC74**和必要的门电路设计星期显示电路。电路搭建在面包板上，用实验板上的1位数码管显示1~6和8，代表显示星期一~星期六和星期日。

调试该电路时可使用函数信号发生器或实验板上其他外设做为该电路的时钟。

## 3. 两个电路的连接

FPGA板上的电路为面包板上的电路提供的连续或手动时钟信号、清零信号等，均由FPGA板扩展端口输出，经红色实验板右侧的扩展端口引入。

FPGA板扩展端口的引脚表见“FPGA实验板（绿板）说明书”或“Basys3实验板（蓝板）说明书”，红色实验板扩展端口与插孔名称对应表参见附录2，其中名为GND的插孔是真正的“地”，其他名称无实际含义。

**注意：**各实验板扩展端口之间均使用杜邦线（见附录1）连接。杜邦线不允许直接插入面包板。

## 四、实验报告

在网络学堂中提交实验报告和电路项目文件。报告包括：

1. 写出设计星期显示电路的具体步骤并画出电路图。
2. 总结
  - （1）时序逻辑电路的设计和调试步骤。
  - （2）在实验中遇到的问题及解决方法。（如：出现的故障、如何分析及查找、采取措施、结果如何等等）
  - （3）此次实验的收获。
3. 回答思考题。

## 五、思考题

在EDA平台上用4位同步二进制加/减计数器74191设计一个12秒报时器，要求使用加计数和减计数两种方式实现。附电路图和仿真波形图。

## 六、附录

1. 课上将发放的杜邦线实物如图2所示，请根据板上扩展端口的模式取用。



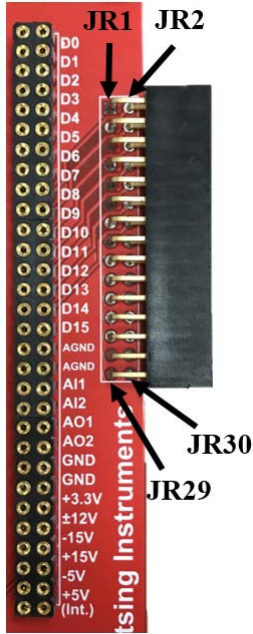
(a) 公头对母头



(b) 公头对公头

图 2 杜邦线实物图

2. 扩展端口与插孔名称对应表

扩展端口和插座实物图	引脚编号	插孔名称	引脚编号	插孔名称
	JR1	D0	JR2	D8
	JR3	D1	JR4	D9
	JR5	D2	JR6	D10
	JR7	D3	JR8	D11
	JR9	D4	JR10	D12
	JR11	D5	JR12	D13
	JR13	D6	JR14	D14
	JR15	D7	JR16	D15
	JR17	AGND	JR18	AGND
	JR19	AI1	JR20	AI2
	JR21	AO1	JR22	AO2
	JR23	GND	JR24	GND
	JR25	±12	JR26	+ 3.3
	JR27	+ 15	JR28	- 15
	JR29	+ 5	JR30	- 5