

# 第十六届 蓝桥杯 FPGA设计与开发项目 省赛

## 第二部分 程序设计试题（85 分）

### 一. 基本要求

- 1.1 使用大赛组委会提供的四梯FPGA竞赛实训平台,完成试题要求的设计与调试。
- 1.2 参考资料: 选手在程序设计与调试过程中,可参考组委会提供的“资源数据包”。
- 1.3 提交要求: 选手需通过考试系统提交完整,可编译、综合、实现的以准考证号命名的工程压缩包,压缩包内应包含以准考证号命名的配置文件。
  - Xilinx 平台配置文件: .bit 文件,以准考证号命名。
  - Altera 平台配置文件: .sof 文件,以准考证号命名。
- 1.4 设计要求
  - 试题所要求的功能逻辑,须自行设计、编写 Verilog/VHDL 代码实现。除试题明确允许使用的 IP 核或第三方库外,禁止使用其他此类资源。
  - 在完成功能要求的基础上,通过逻辑复用、状态机简化等手段实现面积优化,减少FPGA内部资源占用。

### 二. 硬件配置

利用给定的FPGA芯片内部资源,根据功能要求编程硬件描述语言源程序,并下载至FPGA竞赛实训平台进行功能验证。

本试题涉及的硬件资源包括:

- 2.1 核心器件

FPGA / 50MHz 时钟源 / 1 个复位按键
- 2.2 人机交互单元

2 个 4 位 8 段数码管 / 4 位独立按键 / LED 指示灯
- 2.3 AD 转换

型号: ADC081C021 (SOT-6)  
器件地址: 1010100+W/R
- 2.4 PWM 输出

Altera 平台: 在接插件 J2 第 3 引脚(P73)输出。  
Xilinx 平台: 在接插件 J5 第 3 引脚(H11)输出。

### 三. 功能要求

#### 3.1 功能概述

设计一个可编程脉冲发生装置,支持参数化波形生成,通过按键、数码管等物理接口实现人机交互。脉冲信号启动/停止可控、占空比信号可调节,支持单次触发或循环触发两种输出功能。

3.2 性能要求

- 1) 按键响应时间：≤0.1 秒。
- 2) 输出信号频率偏差：±2%。
- 3) 输出信号占空比偏差：±2%。
- 4) 支持至少 4 组输出参数录入。
- 5) 数码管显示清晰、稳定无重影。

3.3 模拟采集

通过 ADC 采集竞赛平台上电位器输出的电压数据，将该电压数据换算 PWM 信号输出参数, 公式如下：

Duty = (ADC\_VALUE / 255)\*100%

Duty：占空比

ADC\_VALUE：ADC 转换结果

3.4 脉冲输出

- 1) 输出信号频率：1KHz。
- 2) 支持输出参数（占空比、输出时间）录入功能。  
例如，通过按键、电位器录入一组占空比、输出时间序列参数：（20%，3）、（10%，4）、（80%，4）。
  - ① 在单次输出模式下  
设备将以 20%占空比，输出 3 秒，10%占空比输出 4 秒，80%占空比输出 4 秒，输出结束后，进入停止状态，保持低电平。
  - ② 在循环输出模式下  
设备将以 20%占空比，输出 3 秒，10%占空比输出 4 秒，80%占空比输出 4 秒，重复此过程。
  - ③ 若无输出参数录入，无法启动单次、循环输出。

3.5 显示功能

- 1) 录入界面  
显示要素包括界面标识、输出参数（占空比、输出时间），显示格式如下图所示：

A	1	8	2	0	8	0	2
界面标识：A1		占空比：20%			熄灭	输出时间：2 秒	

图 1 录入界面

- \*\* 系统每次进入录入界面，默认当前输出时间为 01 秒，PWM 输出引脚保持低电平。
- 2) 输出界面  
显示要素包括界面标识、当前输出信号的占空比和剩余输出时间，显示格式如下图所示：

<b>F</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
界面标识: F1		占空比: 20%			熄灭	剩余时间: 1 秒	

图 2 输出界面

### 3.6 按键功能

- 1) S1: 定义为“录入”按键。

在录入界面下，每次按下 S1 按键，将当前输出参数（占空比、输出时间）存入设备，支持连续录入。

**\*\*** 显示占空比通过 ADC 转换结果换算获得。

- 2) S2: 定义为“加”按键。

在录入界面下，输出时间加 1 秒。

输出时间在 01-05 秒范围内循环可调，达到 05 秒后再次触发“加”功能回到 01 秒。

- 3) S3: 定义为“单次触发”按键。

在录入界面下按下 S3 按键，启动单次触发脉宽调制信号输出功能，显示界面切换到输出界面，按照已录入的参数单次输出，输出过程中按下 S3 按键或输出完成后，停止输出，切换回录入界面。

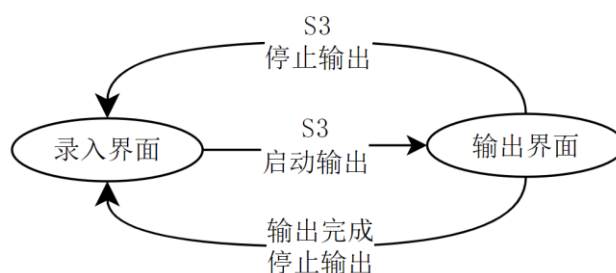


图 3 单次触发工作模式

- 4) S4: 定义为“循环触发”按键。

在录入界面下按下 S4 按键，启动循环触发脉宽调制信号输出功能，显示界面切换到输出界面，按照已录入的参数循环输出，输出过程中按下 S4 按键，停止输出，切换回录入界面。

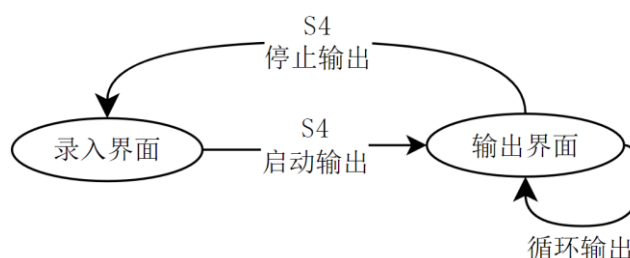


图 4 循环触发工作模式

按键功能设计要求：

- S3、S4 按键功能独立，互不干扰。
- 进入录入界面时，清除之前已录入的全部输出参数。
- 当前界面下未定义功能的按键按下时，系统保持当前状态且无响应。

- 按键应进行有效的防抖处理，避免出现一次按键动作触发多次功能等情形。

### 3.7 LED 指示灯功能

- 1) LD1:录入界面下，指示灯 LD1 点亮，否则熄灭。
- 2) LD2:单次触发时，指示灯 LD2 点亮，停止输出后熄灭。
- 3) LD3:循环触发时，指示灯 LD3 点亮，停止输出后熄灭。
- 4) LD4-LD7 指示灯始终处于熄灭状态。

## 四. 初始状态

请严格按照下列要求设计系统复位状态：录入界面，输出时间 01 秒。