

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: $\pm 2\%$ 。
- 3) 输出信号占空比偏差: $\pm 2\%$ 。
- 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:

$$\text{Duty} = (\text{ADC_VALUE} / 255) * 100\%$$

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:

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| F | 1 | 8 | 2 | 0 | 8 | 0 | 1 |
| 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

- 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。

- 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。

- 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。

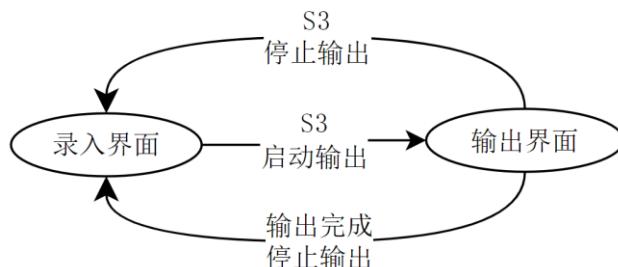


图 3 单次触发工作模式

- 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。

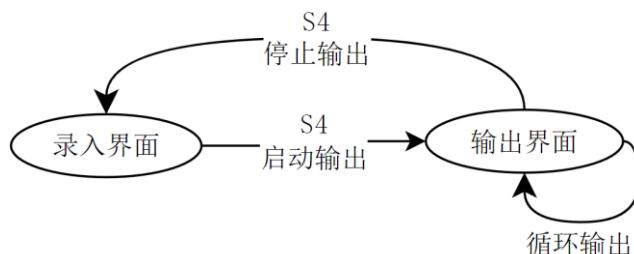


图 4 循环触发工作模式

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。