

# 第十六届 蓝桥杯 嵌入式设计与开发项目 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嵌入式竞赛实训平台，完成本试题的程序设计与调试。
- 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**：程序编写、调试完成后，选手需通过考试系统提交包含其自行编写的最终版本的.c、.h 源文件（不包含库文件）和.hex 文件的压缩文件。.hex 文件是成绩评审的依据，要求以选手准考证号命名。

#### 注意事项

- 需提交的源文件是指选手工程文件中自行编写或修改过的.c 和.h 文件。资源数据包中原有的选手未修改过的.c、.h 源文件和其他文件不需要上传考试系统。.hex 文件由 MDK-ARM 集成开发环境编译后生成，选手可以在工程文件相应的输出文件夹中查找。
- 严格按照文件提交与命名要求，不符合以上文件提交要求和命名要求的作品将被评为零分，最终上传的压缩文件大小控制在 30MB 以内。

### 二. 硬件配置

请在 80MHz 系统主频下完成本试题的全部要求。

系统功能实现限定于硬件框图给出的硬件资源，禁止使用其它资源。

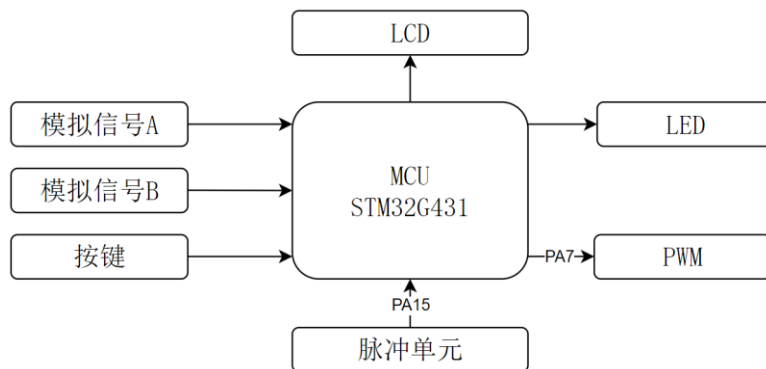


图 1 系统框图

### 三. 功能要求

#### 3.1 功能概述

- 1) 实现两路模拟信号采集功能，模拟信号 A 对应电位器 R37，模拟信号 B 对应电位器 R38。
- 2) 实现一路脉冲信号捕获功能，对应定时器通道 PA15(电位器 R40)。
- 3) 通过定时器通道（PA7）输出频率、占空比可调的 PWM 信号。

- 4) 支持输出状态“锁定”功能。
- 5) 依试题要求，通过 LCD、LED 完成数据显示、报警指示等功能。
- 6) 依试题要求，通过按键完成界面切换、参数设置等功能。

### 3.2 性能要求

- 1) 按键响应时间： $\leq 0.2$  秒。
- 2) 指示灯动作响应时间： $\leq 0.2$  秒。
- 3) 输出信号频率偏差： $\pm 3\%$ 。
- 4) 输出信号占空比偏差： $\pm 2\%$ 。
- 5) LCD 显示数据刷新时间 0.1 秒，显示效果清晰、稳定，无噪点。

### 3.3 模拟采集与输出控制

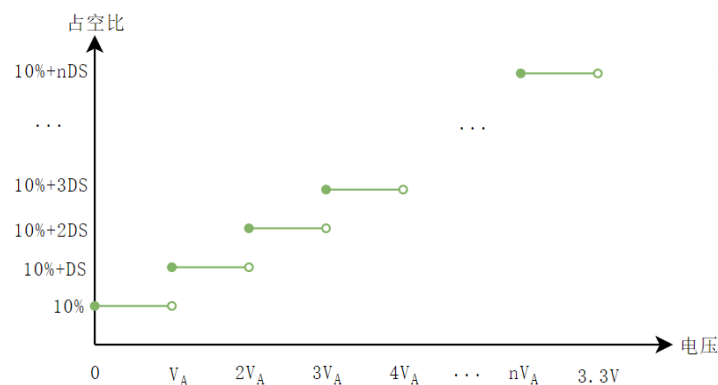
A、B 两路模拟信号的电压值（0-3.3V）调节 PA7 输出的 PWM 占空比和频率，按照固定步长参数阶梯式调节，0V 对应最小值。

#### 1) 占空比调节策略

调节方式：通过模拟信号 A（R37）调节。

调节步长：占空比步长参数（DS）

调节范围：10%（固定值）- 占空比范围参数（DR）

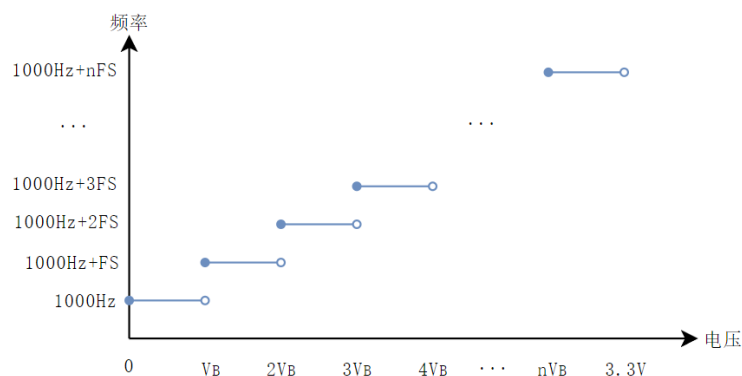


#### 2) 频率调节策略

调节方式：通过模拟信号 B（R38）调节。

调节步长：频率步长参数（FS）

调节范围：1000Hz（固定值）- 频率范围参数（FR）



### 3) 输出“锁定”功能

支持输出“锁定”功能，“锁定”后，PA7 输出的 PWM 脉冲信号频率、占空比保持不变，与 A、B 两路模拟信号电压值无关。

## 3.4 脉冲采集

通过定时器通道 PA15 实现 1 路脉冲信号采集。

当 PA15 输入频率与 PA7 输出频率偏差 $>1000\text{Hz}$  时，触发频率“异常”判定。

## 3.5 显示功能

### 1) 监控界面

监控界面显示系统当前输出的 PWM 脉冲信号状态（频率:CF、占空比:CD）、捕获信号频率（DF）和“锁定”状态(ST)和系统运行时长。

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	<b>P W M</b>																		
04	<b>C F = 8 8 0 0 H z</b>																		
05	<b>C D = 3 0 %</b>																		
06	<b>D F = 8 8 3 1 H z</b>																		
07	<b>S T = L O C K</b>																		
08	<b>1 0 H 0 2 M 0 3 S</b>																		
09																			
10																			

图 2 监控界面

频率单位为 Hz，整数，显示时 H 大写，z 小写。

锁定状态、解锁状态分别用“LOCK”和“UNLOCK”标识。

运行时长格式为 xxHyyMzzS(如 10H02M03S 表示系统运行时长为 10 小时 2 分 3 秒)。

### 2) 统计界面

显示最近一次触发频率“异常”判定时刻的 PA7-PWM 输出状态（CF、CD）、PA15 捕获状态（DF）、频率差值（XF）和系统运行时长，持续处于“异常”状态下不更新。

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	<b>R E C D</b>																		
04	<b>C F = 8 8 0 0 H z</b>																		
05	<b>C D = 3 0 %</b>																		
06	<b>D F = 8 3 6 2 H z</b>																		
07	<b>X F = 4 3 8 H z</b>																		
08	<b>1 0 H 0 2 M 0 3 S</b>																		
09																			
10																			

图 3 统计界面

### 3) 参数界面

参数界面显示系统工作参数，包括占空比步长（DS）、占空比范围（DR）、频率步长（FS）和频率范围（FR）。

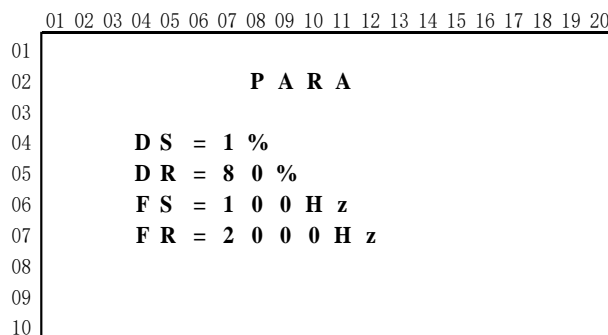


图 4 参数界面

#### 4) LCD 通用显示要求

- 显示背景色 (BackColor): 黑色
- 显示前景色 (TextColor): 白色
- 数据项与对应的数据之间使用 “=” 间隔开。
- 使用资源数据包中提供的驱动和字库文件, 严格按照图示 3、4、5、6 要求设计各个信息项的名称 (区分字母大小写) 和行列位置。

### 3.6 按键功能

#### 1) B1: 定义为 “界面” 按键

按下 B1 按键可以往复切换监控、统计和参数三个界面, 切换模式如图 5 所示。

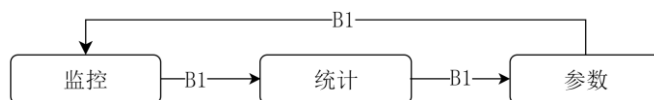


图 5 LCD 界面切换模式

#### 2) B2: 定义为 “功能” 按键。

① 在参数界面下, 按下 B2 按键, 切换当前选择的参数, 切换模式如图 6 所示。



图 6 参数切换模式

每次从数据界面进入参数界面, 默认当前可调整的参数为 DS。

② 在监控界面下, 短按 B2 按键, 切换系统的 “锁定” 与 “解锁” 状态; 长按 B2 按键超过 2 秒后松开, 系统运行时长重置为 00 小时 00 分 00 秒。

#### 3) B3: 定义为 “加” 按键

加功能仅对当前选择的参数有效, 参数调节规则如下:

DS: +1%, DR: +10%, FS: +100Hz, FR: +1000Hz

#### 4) B4: 定义为 “减” 按键

减功能仅对当前选择的参数有效, 参数调节规则如下:

DS: -1%, DR: -10%, FS: -100Hz, FR: -1000Hz

按键功能设计要求:

- 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。
- 在监控界面下, B2 按键的长按操作不触发其对应的短按功能。
- 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。
- 按键动作不应影响数据采集过程和屏幕显示效果, 不改变显示字体前景色和背景色。
- 步长参数 (DS、FS) 必须小于对应范围参数 (DR、FR) 且至少能够调节一个步长, 退出参数界面时自动校验, 若参数非法则本次设置无效, 自动还原为修改前的参数并跳转至监控界面。

### 3.7 LED 指示灯功能

- 1) LD1:处于监控界面, 指示灯 LD1 点亮, 否则熄灭。
- 2) LD2:处于锁定状态, 指示灯 LD2 点亮, 否则熄灭。
- 3) LD3:处于异常状态下, 指示灯 LD3 点亮, 否则熄灭。
- 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上电后的初始状态:

- 1) 处于监控界面, 解锁状态。
- 2) 运行时长: 00H00M00S。
- 3) 默认参数: DS 1%, DR 80%, FS 100Hz, FR 2000Hz。
- 4) PA7 输出 PWM 信号频率范围: 1000Hz (固定值) - 2000Hz (FR 初始值)。
- 5) PA7 输出 PWM 信号占空比范围: 10% (固定值) - 80% (DR 初始值)。