

第十五届 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）

1. 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。

2. 硬件配置

请在 80MHz 系统主频下完成本试题的全部要求。

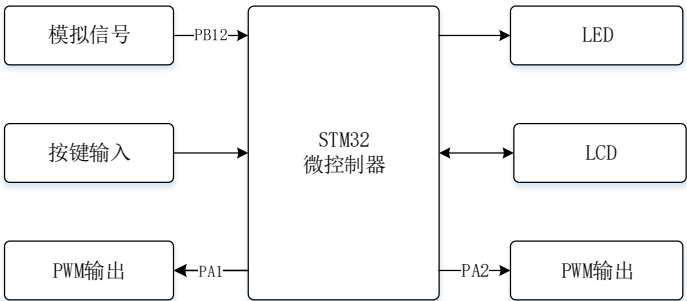


图 1 系统框图

3. 功能要求

3.1 功能概述

- 1) 通过 ADC 通道 (PB12) 完成模拟信号电压值采集功能。
- 2) 通道定时器通道 (PA1、PA2) 完成脉宽调制信号输出功能。
- 3) 支持信号输出状态“锁定”功能。
- 4) 依试题要求，通过 LCD、LED 完成数据显示、报警指示等功能。
- 5) 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：≤0.2 秒。
- 2) 指示灯动作响应时间：≤0.2 秒。

- 3) 频率精度：±5%。
- 4) 占空比精度：±2%。
- 5) 模拟信号电压采集：10 次/秒。
- 6) LCD 显示数据刷新时间 0.2 秒，显示效果清晰、稳定，无噪点。

3.3 显示功能

1) 数据界面

显示要素包括界面名称 (DATA)、模拟信号电压值 (A)、当前输出信号的占空比 (P)、工作模式 (MODE) 和锁定状态 (LOCK)。

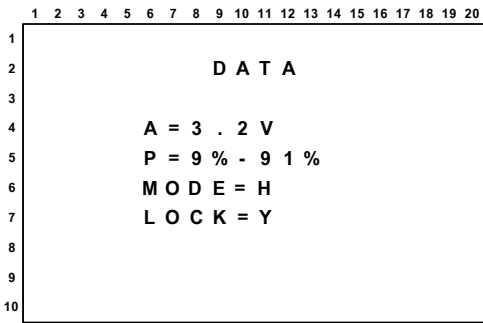


图 2 数据界面

模拟信号电压值 (A) 保留小数点后 1 位有效数字，单位为伏特。
占空比 (P) 取整数，PA1 占空比在前，PA2 占空比在后，'-' 为间隔符。
工作模式 (MODE) 为 H 或 L，代表高或低频率输出等级。
锁定状态 (LOCK) 为 Y 或 N，代表当前锁定或非锁定状态。
数据界面所有字符为大写。

2) 参数界面

显示要素包括界面名称 (PARA)、电压上限参数 (PU) 和电压下限参数 (PD)，参数单位为伏特，保留小数点后一位有效数字。

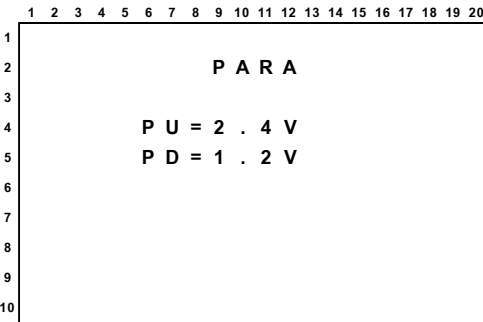


图 3 参数界面

参数界面所有字符为大写。

3) 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 要求设计各个信息项的名称 (区分字母大小写) 和行列位置。

3.4 脉冲输出功能

- 1) 脉冲输出：通过定时器通道 PA1 和 PA2 输出占空比可调的脉宽调制信号，非“锁定”状态下，PA1 输出占空比 D_{PA1} 与采集到的模拟信号电压值（A）相关，如图 4 所示。

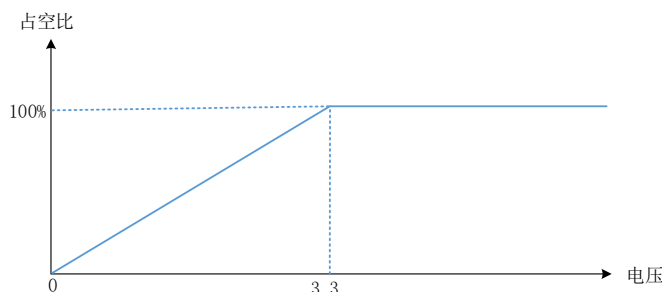


图 4 PA1 占空比与模拟信号电压值（A）的关系

PA1 通道在模拟信号电压值（A）为 0V 时保持低电平，3.3V 时保持高电平。

PA1、PA2 输出频率相同，占空比 $D_{PA2} = 100\% - D_{PA1}$ 。

- 2) 频率模式：支持高速和低速两种工作模式，对应 2KHz 和 200Hz 两种频率。
** “锁定”状态下，PA1 和 PA2 输出脉宽调制信号频率、占空比与模拟信号电压值（A）无关，保持“锁定”功能触发时的状态，高低速模式切换功能无效，数据界面（图 2）中的占空比（P）和工作模式（MODE）显示内容保持不变。

3.5 按键功能

- 1) B1: 定义为“界面”按键，按下 B1 按键可以切换数据和参数界面。

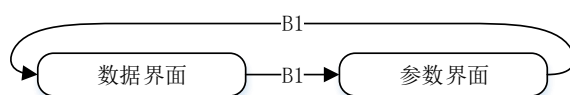


图 5 显示界面切换

- 2) B2: 定义为“切换”按键。
① 数据界面下，按下 B2 按键，切换低速和高速模式。

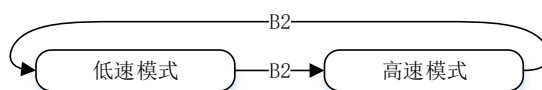


图 6 输出模式切换

- ② 在参数界面下，按下 B2 按键，切换选择电压上限和下限参数。

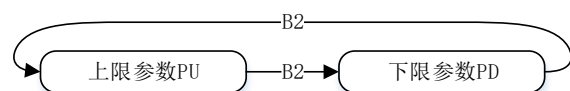


图 7 参数选择切换

每次从数据界面进入参数界面，默认当前被选择的是上限参数 PU。参数值调整过程中不生效，按下 B1 退出参数界面、进入数据界面时生效。

- 3) B3: 定义为“加”按键，若当前为处于参数界面，每次按下 B3 按键，当前选择的参数加 0.3V。
- 4) B4: 定义为“减”按键。

- ① 若当前处于参数界面，每次按下 B4 按键，当前选择的参数减 0.3V。
- ② 若当前处于数据界面，长按 B4 按键超过 1.5 秒，触发“锁定”功能，短按 B4 按键，解锁（非锁定），状态切换模式如图 8 所示。

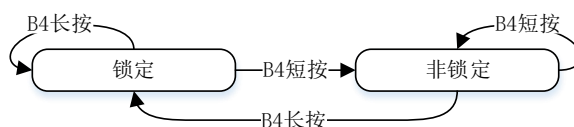


图 8 锁定状态切换模式

按键功能设计要求：

- 按键应进行有效的防抖处理，区分长、短按键功能，避免出现一次按键动作触发多次功能等情形。
- 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。
- 当前界面下无功能的按键按下，不触发功能。
- 参数界面设置的参数在退出参数界面时进行校验，判断参数是否合理，确保不出现无效参数。

电压上限、下限参数调整范围：0V ~ 3.3V

若参数界面下设定的参数值 $PU \leq PD$ ，此时按下 B1 按键，LCD 切换到错误设置界面（图 9），保持 3 秒后重新返回参数界面（图 3），** 参数 PU 和 PD 恢复为上一次生效的合理参数值。

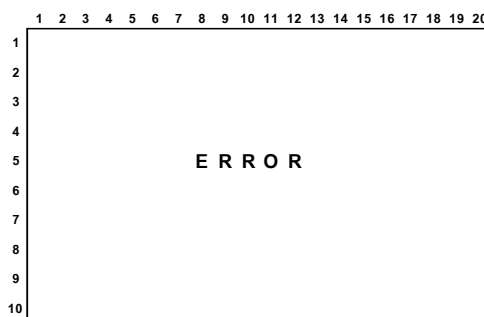


图 9 错误设置界面

3.6 LED 指示灯功能

- 1) LD1:高速模式下指示灯 LD1 点亮，否则熄灭。
- 2) LD2:锁定状态下，指示灯 LD2 点亮，否则熄灭。
- 3) LD3: $PD < \text{模拟信号电压值}(A) < PU$ 时，指示灯 LD3 熄灭，否则点亮。
- 4) LD4-LD8 指示灯始终处于熄灭状态。

4. 初始状态说明

请严格按照下列要求设计作品上电后的初始状态：

- 1) 处于数据显示界面。
- 2) 非“锁定”状态。
- 3) 低速模式。
- 4) 电压上限参数 PU 为 2.4V，电压下限参数 PD 为 1.2V。