

第十三届 蓝桥杯 嵌入式设计与开发项目 国赛

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/国信长天嵌入式竞赛实训平台，完成本试题的程序设计与调试。
- 1.2 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 请注意：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(.zip 或.rar 文件)
- 1.4 .hex 文件是成绩评审的依据，要求以硬件平台版本+准考证号命名，举例说明：
 - 使用新版本竞赛平台（微控制器型号 STM32G431RBT6）参加比赛，将 hex 文件命名为 G 准考证号.hex，如 G12345678.hex。
 - 使用旧版本竞赛平台（微控制器型号 STM32F103RBT6）参加比赛，将 hex 文件命名为 F 准考证号.hex，如 F12345678.hex。

备注

- 需提交的.c、.h 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 文件是由 Keil 集成开发环境编译后生成的，选手可以在工程文件相应的输出文件夹中查找。
- 请严格遵循 1.3 和 1.4 的文件提交与命名要求，不符合文件提交与命名要求的作品将被评为零分。

2. 硬件框图

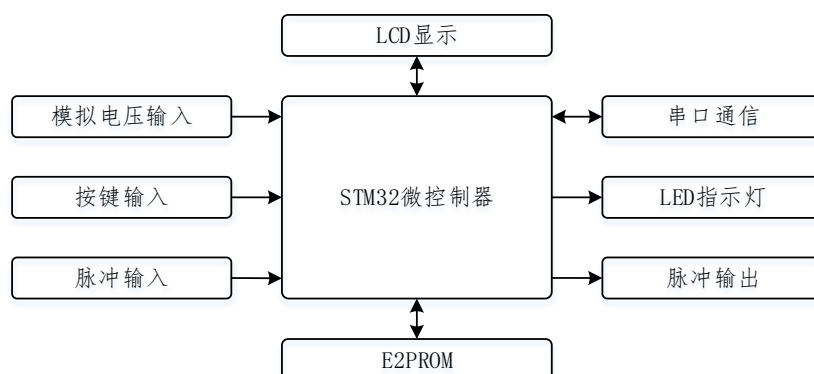


图 1 系统框图

3. 功能要求

3.1 功能概述

- 1) 通过 STM32 微控制器 PA1 引脚测量脉冲信号频率，在 PA7 引脚上输出符合试题要求的脉冲信号。
- 2) 通过 STM32 微控制器 PA4 和 PA5 检测输入模拟电压。
- 3) 通过 E2PROM 存储工作参数。
- 4) 依试题要求，实现串口通信功能。
- 5) 依试题要求，通过按键，实现界面切换与控制功能。
- 6) 依试题要求，通过 LCD、LED 完成数据显示和指示功能。

3.2 性能要求

- 1) 按键响应时间： ≤ 0.1 秒
- 2) 指示灯动作响应时间： ≤ 0.2 秒
- 3) 电压测量范围与精度：0-3.3V， $\pm 0.3V$
- 4) 频率测量精度要求： $\pm 3\%$
- 5) 脉冲输出精度要求： $\pm 5\%$
- 6) 频率测量范围要求：100Hz - 10KHz

3.3 LCD 显示界面

- 1) 数据界面

在数据界面下，通过 LCD 显示界面名称（DATA）、电压数据（PA4、PA5）、和脉冲频率（PA1）。

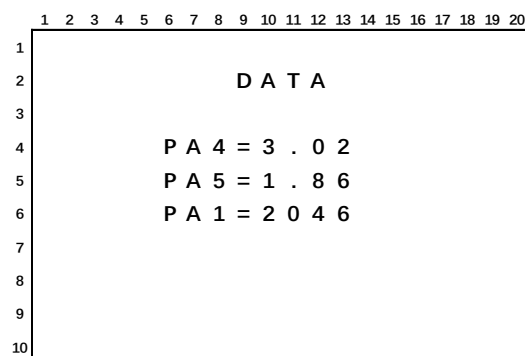


图 2 数据界面

电压数据单位为伏特 (V)，保留小数点后两位有效数字。

频率数据单位为 Hz，整数。

注意：数据界面下，不显示数值单位。

2) 参数界面

在参数界面下，通过 LCD 显示界面名称 (PARA)、频率参数 (X)、电压参数 (Y)。

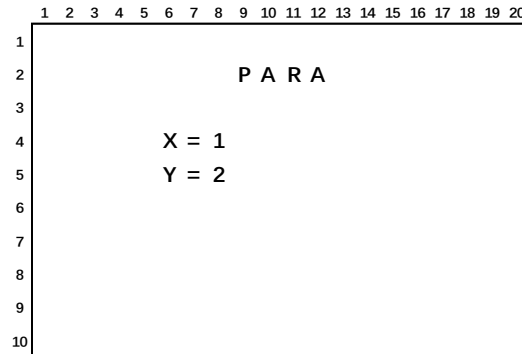


图 3 参数界面

频率、电压参数调整范围：1 - 4， 整数。

3) 记录界面

在记录界面下，通过 LCD 显示界面名称 (REC-PA4 或 REC-PA5)、电压数据记录次数 (N)、电压最大值 (A)、电压最小值 (T)、平均值 (H)。

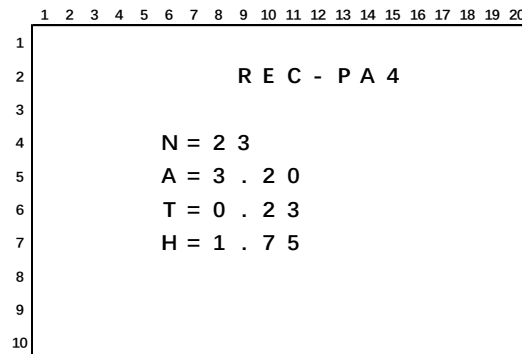


图 4 记录界面 (PA4 测量通道)

注意：

- 1) 各通道的电压数据最大值、最小值和平均值均保留小数点后 2 位有效数字。
- 2) 要求至少可记录 100 条数据，记录的数据保存在微控制器 SRAM 存储器中。
- 3) 每次从其它界面切换到记录界面，默认为 PA4 通道记录结果。

4) LCD 通用显示要求

- 显示背景色(BackColor): 黑色
- 显示前景色(TextColor): 白色
- 请严格按照图示 2、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 按键功能

- 1) B1: 定义为“切换”按键,按下 B1 按键可以往复切换数据、参数和记录三个界面,切换模式如下图所示:



图 5 LCD 显示界面切换模式

- 2) B2: 定义为“频率参数”按键。

在参数界面下,按下 B2 按键,可以调整频率参数(X)的值,参数调整模式为:

... 1 → 2 → 3 → 4 → 1 → 2 ...

- 3) B3: 定义为“电压参数”按键。

在参数界面下,按下 B3 按键,可以调整电压参数(Y)的值,参数调整模式为:

... 1 → 2 → 3 → 4 → 1 → 2 ...

- 4) B4: 定义为“功能”按键。

- 在数据界面下,按下 B4 按键,启动一次电压测量功能,LCD 屏幕显示的电压数据更新一次。
- 在参数界面下,按下 B4 按键,可以往复切换脉冲输出模式为倍频模式或分频模式。
- 在记录界面下,按下 B4 按键,可以往复切换不同测量通道的记录结果。
- 在记录界面下,长按 B4 按键超过 1 秒后松开,可以清零当前通道的全部数据记录结果,包括记录次数、最大值、最小值和平均值。

注意:

- 按键应进行有效的防抖处理,避免出现一次按下功能多次触发等情形。

- 特殊说明的长、短按键功能不应互相影响、重复触发功能，按键动作不应影响数据采集过程和屏幕显示效果。
- 各个按键仅在对应功能描述界面下有效，其它界面无效。

3.5 E2PROM 存储功能

通过竞赛平台上的 E2PROM (AT24C02) 保存电压参数和频率参数：

- 1) 电压参数：E2PROM 内部地址 0
- 2) 频率参数：E2PROM 内部地址 1

注意：

- 设备重新上电，能够从 E2PROM 相应地址中载入电压参数和频率参数。
- 严格按照试题要求的 E2PROM 地址保存和载入数据。
- 电压参数、频率参数原值存入 E2PROM，不做任何处理。

3.6 脉冲测量与输出功能

通过微控制器 PA1 引脚连续测量输入到该引脚的脉冲信号频率，通过 PA7 引脚输出脉冲信号，输出信号频率按照频率参数和脉冲输出模式进行配置。

倍频模式下：

$$F_{PA7} = F_{PA1} * \text{频率参数}$$

分频模式下：

$$F_{PA7} = F_{PA1} / \text{频率参数}$$

3.7 电压测量功能

通过微控制器 PA4 和 PA5 引脚测量电压数据，测量过程通过按键 B4 在数据界面启动。

3.8 串口通信功能

使用竞赛板上的 USB 转串口功能完成以下要求，串口通信波特率设置为 9600。

- 1) 查询参数

在任意界面下，通过串口调试助手，从 PC 端向设备发送查询字符 ‘X’，返回当前频率参数。

X:2

发送查询字符 ‘Y’，返回当前电压参数。

Y:3

输出信息为 ASCII 编码字符串。

2) 查询数据

在任意界面下，通过串口调试助手，从 PC 端向设备发送查询字符串 PA1，返回 PA1 通道实时测量到的频率数据。

PA1:2000

发送查询字符串 PA4, 返回 PA4 通道当前测量到的电压数据。

PA4:3.30

发送查询字符串 PA5, 返回 PA5 通道当前测量到的电压数据。

PA5:1.26

频率数据为整数，电压数据保留小数点后 2 位有效数字，输出信息为 ASCII 编码字符串。

3) 切换显示模式

在任意界面下，通过串口调试助手，从 PC 端向设备发送切换字符 ‘#’，切换 LCD 屏幕显示模式，LCD 屏幕显示模式功能要求见 3.10。

3.9 LED 指示灯功能

- 1) LD1: 倍频模式指示灯，脉冲输出模式为倍频时点亮，否则熄灭。
- 2) LD2: 分频模式指示灯，脉冲输出模式为分频时点亮，否则熄灭。
- 3) LD3: 当 $V_{PA4} > V_{PA5} * \text{电压参数}$ 时，指示灯 LD3 以 0.1 秒为间隔切换亮灭状态，否则熄灭。
- 4) LD4: 正向显示模式点亮，翻转显示模式熄灭。
- 5) LD5-LD8 处于熄灭状态

3.10 LCD 屏幕翻转显示功能

根据给定的 LCD 驱动代码（支持正向显示模式），设计翻转显示模式，并可以根据串口指令，切换屏幕显示模式。



正向显示模式



翻转显示模式

3.11 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) 默认处于数据界面
- 2) 频率参数、电压参数从 E2PROM 相应地址中载入。
- 3) 各个通道记录次数为 0，最大值、最小值平均值为 0。
- 4) 处于正向显示模式。
- 5) 处于倍频模式。