

第十二届 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（70 分）

1. 基本要求

- 1.1 使用大赛组委会提供的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 源文件和.axf 文件的压缩文件。
- 1.4 **.axf 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（STM32G431RBT6）参加比赛，将 axf 文件命名为 **G1234567.axf**；使用旧版本竞赛平台（STM32F103RBT6）参加比赛，将 axf 文件命名为 **F1234567.axf**（选手准考证号为 1234567）

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。
- .axf 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

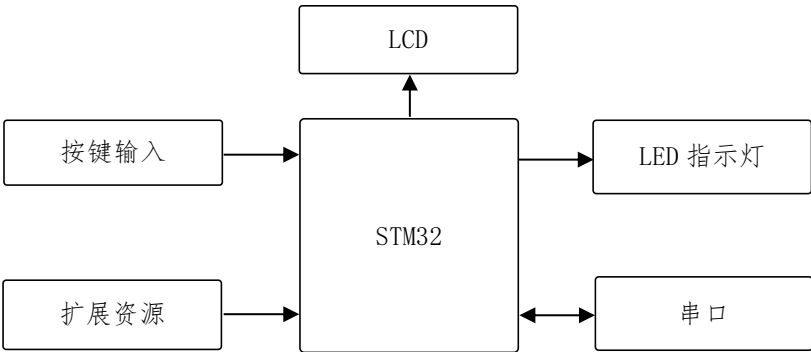


图 1 系统硬件框图

3. 硬件配置要求

3.1 资源扩展板跳线配置

扩展板跳线配置如下图所示：

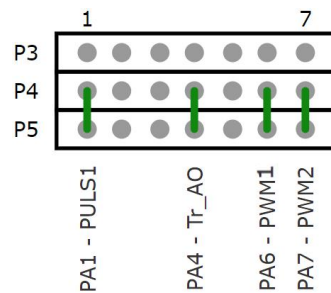


图 2 扩展板连接配置

注意：请务必将嵌入式竞赛实训平台的 **J3 接口** 与资源扩展板的 **P1 接口** 对位连接，以免损坏硬件。

4. 功能要求

4.1 基本功能概述

- 1) 通过 PA1 测量 PULS1 输出信号频率 f ；
- 2) 通过 PA6 测量 PWM1 输出占空比，按要求将其计算转换为角度数据 α ，并能够计算最近两次采集数据的变化量；
- 3) 通过 PA7 测量 PWM2 输出占空比，按要求将其计算转换为角度数据 β ，并能够计算最近两次采集数据的变化量；
- 4) 通过 PA4 测量光敏电阻分压输出结果，判断环境“亮”、“暗”状态；
- 5) 通过按键实现界面切换、参数设置等功能；
- 6) 通过 LED 完成试题要求的功能指示；
- 7) 通过 LCD 完成试题要求的各界面数据显示功能；
- 8) 通过串口完成试题要求的数据输出功能。

4.2 设计性能要求

- 1) 占空比测量范围要求：5% - 95%；
- 2) 占空比测量精度要求： $\pm 3\%$ ；
- 3) 频率测量范围要求：1000Hz - 18KHz；
- 4) 频率测量精度要求： $\pm 5\%$ ；
- 5) 按键动作响应时间： ≤ 0.1 秒；

6) 串口命令响应时间： ≤ 0.1 秒。

4.3 工作模式设计说明

- 1) 频率数据连续采集。
- 2) 占空比通过外部条件触发数据刷新,并通过计算换算为角度,触发模式包含两种:
 - 模式 A: 按键触发模式
 - 模式 B: 环境光“亮”、“暗”触发模式,当环境光从“亮”变“暗”(遮挡光敏电阻)时,触发一次数据刷新过程。
- 3) 角度与占空比转换计算

使用 PWM1 和 PWM2 模拟旋转角度传感器输出信号,输出信号占空比值与角度关系如下图所示:

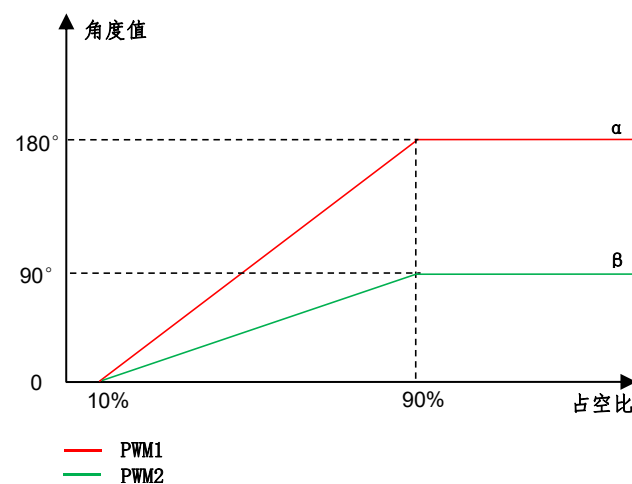


图 3 角度-占空比计算

4.4 LCD 显示功能设计

- 1) 显示通用要求
 - 设置显示背景色 (BackColor): 黑色
 - 设置显示前景色 (TextColor): 白色
 - 请严格按照题目给定的参考界面设计各个信息项的名称和行、列位置,名称区分大小写。
- 2) 数据显示界面

数据显示界面包含的显示要素: 界面名称 (DATA)、角度数据 α (a)、角度数

据 β (b)、频率数据 (f)、角度数据变化量 (ax、bx) 和触发模式 (mode)。

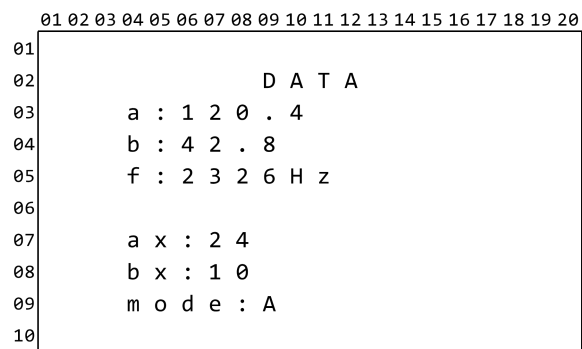


图 4 数据显示界面

备注：

- 角度，保留小数点后 1 位有效数字，不显示单位。
- 频率，正整数，单位为赫兹（显示大写 H，小写 z）。
- 角度变化量，最近采集的两次角度数据变化量，正整数，不显示单位。
- 模式，大写字母 A 或 B。

3) 参数设置界面

参数设置界面包含的显示要素：界面名称 (PARA)、角度变化量参数 Pax 、Pbx 和频率参数 (Pf)

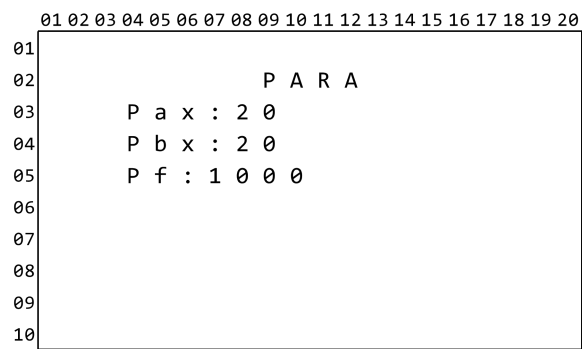


图 5 参数配置界面

4.5 按键功能

- 1) B1：定义为“设置”按键，按下按键，切换选择数据显示界面和参数设置界面，按键工作流程如下图所示：

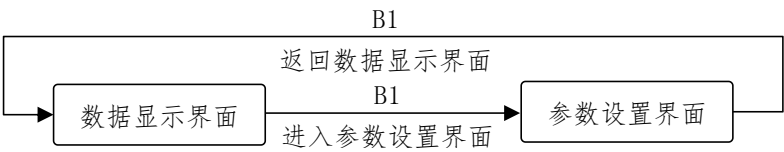


图 6 设置界面切换模式

2) B2: 在参数设置界面按下此按键, 参数 Pax、Pbx 加 10。

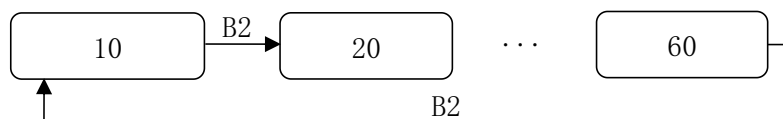


图 7 参数设置 (Pax、Pbx)

3) B3: 在参数设置界面按下此按键, 参数 Pf 加 1000。

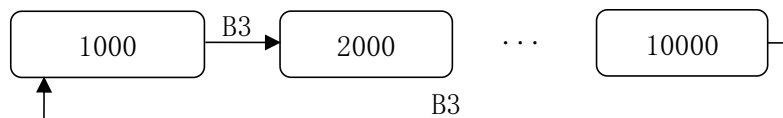


图 8 参数设置 (Pf)

在数据显示界面下, 按下 B3 按键, 切换触发模式。

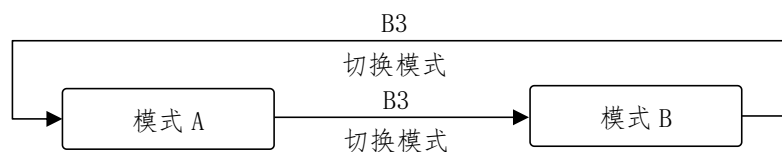


图 9 数据显示界面下的触发模式切换

4) B4: 在模式 A (按键触发) 下, 按下 B4 按键, 触发一次角度数据刷新。

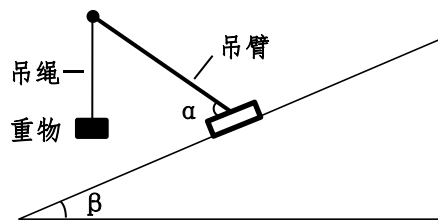
按键功能设计要求:

- B2 按键仅在参数设置界面下有效。
- B4 按键仅在模式 A (按键触发) 下有效。
- 参数 (Pax、Pbx) 可设置范围: 10 - 60。
- 参数 (Pf) 可设置范围: 1000 - 10000。
- 按键功能需进行消抖设计, 避免一次按键动作, 触发多次功能等问题, 按键功能可用性差将酌情扣分。

4.6 LED 功能设计要求

- 1) LD1: $a_x > P_{ax}$, 点亮, 否则熄灭。
- 2) LD2: $b_x > P_{bx}$, 点亮, 否则熄灭。
- 3) LD3: $f > P_f$, 点亮, 否则熄灭。
- 4) LD4: 处于模式 A, 点亮, 否则熄灭。
- 5) LD5:

假定测得的两个角度数据来自起重装置本体和吊臂上安装的两个角度传感器，如下图所示：



当角度 α 和 β 将使得吊绳与吊臂之间的夹角小于 10° 时，指示灯 L5 点亮，否则熄灭；

4.7 串口通信功能设计要求

- 1) 使用竞赛平台上的 USB 转串口完成相关功能设计。
- 2) 串口通信波特率设置为 9600bps。
- 3) 串口查询命令

- 查询当前角度数据

主机发送角度标识和?，表示查询最近采集到的一个角度数据。

举例：

主机发送：

a?

设备应答：

a:170.0

主机发送：

b?

设备应答：

b:42.0

- 查询历史角度数据

主机发送两个角度标识和?，表示查询最近采集到一组角度数据（5个，以‘-’分割），要求设备按照采集时间先后顺序排列输出。

举例：

主机发送：

aa?

设备应答:

aa: 170.0-180.0-60.4-12.8-76.4

主机发送:

bb?

设备应答:

bb: 42.0-80.0-30.8-12.8-24.8

- 数据排序输出

主机发送 q 角度标识和?, 表示查询最近采集到的一组角度数据 (5 个, 以 ‘-’ 分割), 并要求设备按照从小到大的顺序排列输出。

举例:

主机发送:

qa?

设备应答:

qa: 12.8-60.4-76.4-170.0-180.0

举例:

主机发送:

qb?

设备应答:

qb: 12.8-24.8-30.8-42.0-80.0

4) 说明

- 输出的角度数据保留小数点后 1 位有效数字
- 收到错误数据后, 返回字符串 error

4.8 初始状态要求

- 1) 处于数据显示界面。
- 2) 处于模式 A (按键触发)。
- 3) 默认参数
 - $P_{ax} = 20$
 - $P_{bx} = 20$
 - $P_f = 1000$