

第十届 蓝桥杯 嵌入式设计与开发项目 决赛

(研究生组)

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和配套的资源扩展板，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其自行编写的最终版本的.c、.h 源文件和.axf 文件。其中.axf 文件是成绩评审的依据，要求以准考证号（8 位数字）命名。

说明：

- 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。
 - .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。
 - 请严格按照 1.3 要求进行文件提交，不符合以上文件提交要求的作品将被评为零分或者被酌情扣分。
- 1.4 **请注意：**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。

2、硬件框图

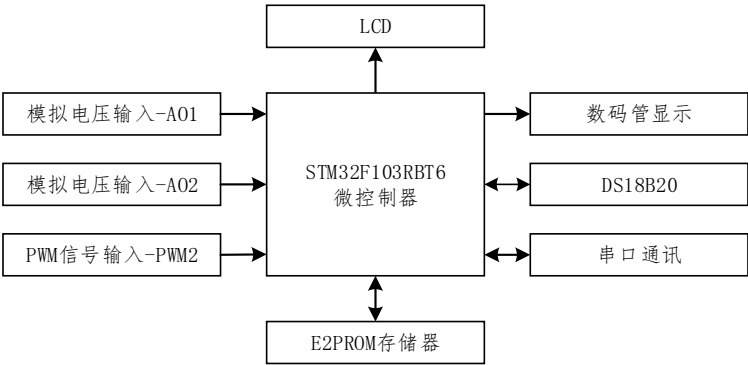


图 1 系统硬件框图

3、功能描述

3.1 基本功能

- 1) 使用 STM32 内部 ADC 测量资源扩展板电位器 RP5 和 RP6 输出的电压信号。
- 2) 通过 STM32 内部定时器通道测量资源扩展板上 PWM2 信号占空比。
- 3) 通过 DS18B20 完成温度测量功能。
- 4) 通过 E2PROM 完成数据存储功能。
- 5) 通过按键、LCD 液晶屏和资源扩展板上数码管完成人机交互功能。
- 6) 通过 STM32 USART2 完成串口收、发功能。
- 7) 数据测量范围与刷新时间要求
 - 电压数据：0.00V-3.30V，刷新时间 $\leq 500\text{ms}$ 。
 - 占空比：PWM2 输出信号占空比，刷新时间 $\leq 1\text{s}$ 。

3.2 LCD 显示功能

1) 数据显示界面

数据显示界面包含 6 个显示要素：界面名称、RP5 输出电压值 A01、RP6 输出电压值 A02、PWM2 输入信号占空比、温度数据和参数变动次数 (N)。

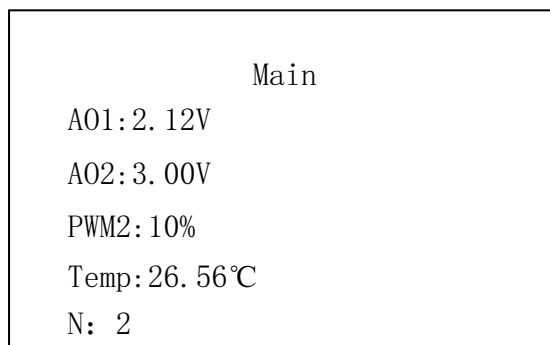


图 2 数据显示参考界面

备注：

- 上述界面供设计参考，选手可根据试题要求对界面进行设计，但界面需包含试题要求的全部显示要素。
- 电压单位为伏特，数据保留小数点后两位有效数字。
- 温度数据单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，数据保留小数点后两位有效数字。
- 参数变动次数可记录范围为 0-65535。

2) 参数配置界面

参数配置界面包含三个显示要素：界面名称、比较通道参数（X）和温度超限参数（T）。

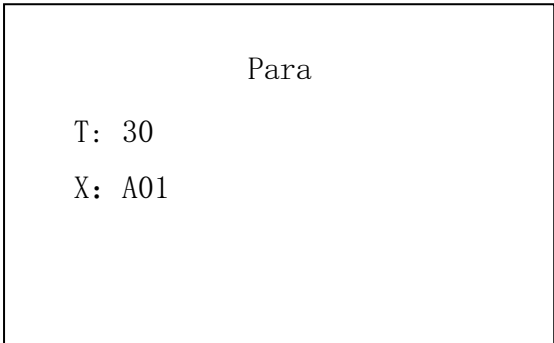


图 3 参数配置参考界面

备注：

- 上述界面供设计参考，选手可根据试题要求对界面进行设计，界面需包含试题要求的全部显示要素。
- 温度超限参数 T 单位为℃，整数，可设置范围为 20℃-40℃。
- 比较通道参数 X 可在 A01 和 A02 之间切换。

3.3 数码管显示功能

使用资源扩展板上的 3 位数码管，以 2 秒为间隔，交替显示当前配置的温度超限参数和比较通道参数。显示格式要求如下：

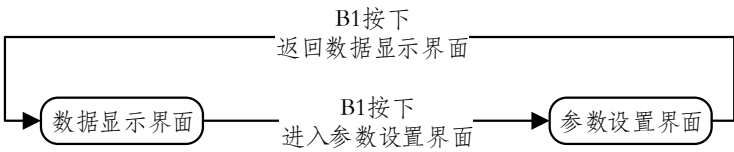
- 1) 温度超限参数格式：**C30**，表示当前温度超限参数为 30℃。
- 2) 比较通道参数显示格式：**A01**

A01 表示当前选择的比较通道是 RP5 电位器输出通道 A01。

A02 表示当前选择的比较通道是 RP6 电位器输出通道 A02。

3.4 按键功能

- 1) B1：定义为“设置”按键，按下此按键，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：



备注：从参数配置界面退出，返回到数据显示界面时，设备自动检查参数

是否发生变化，如果参数发生了变化，参数变动次数加 1，并将参数变动次数保存到 E2PROM 存储器中。

- 2) B2: 定义为“选择”按键，在参数设置界面按下按键，切换选择参数项（温度超限参数 T 和比较通道参数 X），被选择的参数项“高亮”显示。

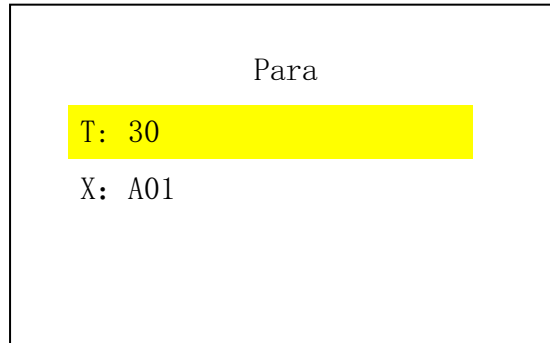
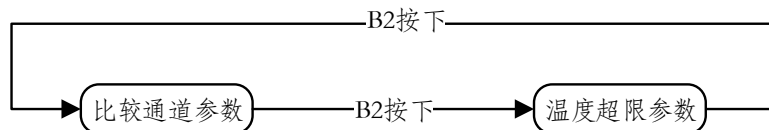


图 4. 参数高亮显示参考图

按键工作流程如下图所示：



- 3) B3: 定义为“加”按键。

进行温度超限参数设置时，按下 B3 按键，参数加 1℃，长按 B3 按键可实现快速步进“加”功能。

进行比较通道参数设置时，按下 B3 按键，切换通道（A01 或 A02）。

- 4) B4: 定义为“减”按键。

进行温度超限参数设置时，按下 B4 按键，参数减 1℃，长按 B4 按键可实现快速步进“减”功能。

进行比较通道参数设置时，按下 B4 按键，切换通道（A01 或 A02）。

备注：

- B2、B3、B4 仅在设置界面下有效。
- 参数设置功能需保护数据边界。
- 进行温度超限参数设置时，长按 B3 或 B4 按键，可实现参数快速步进调整功能。
- 按键功能需进行消抖设计，避免一次按键多次触发等问题，按键功能可用性差将酌情扣分。

3.5 串口通讯功能

1) 通信模式

波特率：9600 bps。

校验位：无校验。

停止位：1 位。

通讯端口资源：STM32 - USART2

2) 自动上报

当前设定的比较通道（可设定的通道：电位器 RP5-A01 或电位器 RP6-A02）

输出电压值记为 V_{IN} 。

PWM2 信号的占空比记为 k 。

上报条件：

$$V_{IN} > k * 3.3$$

满足上报条件的状态下，设备以 1 秒为间隔，自动上报当前的温度数据，
不满足上述条件，不触发或停止上报功能。

上报格式要求如下：

① 以字符串形式输出，以 '\$' 开头，"\r\n" 结尾。

② 格式：\$温度数据\r\n

③ 举例：\$24.32\r\n

3) 数据召测功能

通过串口调试软件下发数据召测指令，设备接收到正确指令后，上报数据
或参数。召测指令格式要求如下：

① 查询数据指令："ST\r\n"，接收到指令后，设备触发一次温度数据上
报，上报数据格式同自动上报。

② 查询参数指令："PARA\r\n"，接收到指令后，设备返回当前的温度超
限参数和比较通道参数。返回数据格式要求如下：

以字符串形式输出，以 '#' 开头，"\r\n" 结尾。

温度超限参数 (T) 和比较通道参数 (X) 以 ',' 间隔。

格式：#温度超限参数,比较通道参数\r\n

举例：#30,A01\r\n

备注：

- 1) 设备应具有排错功能, 保证错误的召测指令不被执行, 且不影响设备功能。
- 2) 串口发送乱码、错误数据将被酌情扣分。
- 3) 数据召测功能串口响应时间要求: $\leq 300\text{ms}$ 。

3.6 LED 指示灯功能

- 1) 串口自动上报条件满足的条件下, 指示灯 LD1 点亮, 否则熄灭。
- 2) 当环境温度高于温度参数时, 指示灯 LD8 以 0.2 秒为间隔闪烁, 否则熄灭。
- 3) 本试题未涉及的 LED 指示灯应处于熄灭状态, 不同功能的指示灯状态切换时应互不影响。

3.7 参数存储功能

使用 E2PROM 完成参数变动次数 (N) 存储功能, 设备重新上电时, 应能够从 E2PROM 中载入数据。

3.8 初始状态要求

- 1) 设备上电, 默认处于数据显示界面。
- 2) 工作参数不需要保存在 E2PROM 中, 每次上电重置为默认值。
 - 比较通道参数: A01
 - 温度超限参数: 30

3.9 资源扩展板跳线配置

