



2024 年第十一届“启梦杯”电子设计竞赛

B 题：STM32 的软件开发与设计

1. 任务

利用意法半导体（ST）官方开发板 Nucleo64 和 OLED 显示屏进行一系列基础嵌入式操作。

2. 要求

2.1. 基础要求（30 分）

1. （5 分）点亮 Nucleo 板载的用户 LED 灯。

2. （5 分）实现用户 LED 灯的交替闪烁。

要求：启动电源后，LED 灯按照“亮 2s→灭 1s→亮 1s→灭 1s”的顺序循环闪烁。

3. （10 分）通过开发板上的蓝色按键控制灯的亮灭。

要求：在基础要求 2 “交替闪烁”的状态下，短按按键，LED 灯变为“常亮”状态；此后每按下一次按键，LED 灯的亮灭状态翻转一次。要求按键灵敏、响应迅速。

4. （10 分）实现 PWM 波的输出，输出引脚任意。输出频率 50Hz，占空比为 50%。

2.2. 发挥要求（55 分）

1. （15 分）测量输入 PWM 波的频率并通过串口将该频率值发送给上位机，每秒钟发送一次。输入引脚任意，但不得与基础要求 4 所使用引脚冲突；发送格式不作要求，但要完整直观地传达信息。测量误差不超过 5%。

2. （20 分）利用定时器，通过区分“长按”和“短按”行为切换 LED 灯状态。



要求：在基础要求 3 “短按控制亮灭”状态下长按按键，松手后 LED 灯切换至“交替亮灭”状态，亮灭的频率是 0.5Hz；在循环亮灭五个周期后，回退到长按之前状态。该状态下，按键的任何操作均不得改变呼吸灯的正常亮灭。“交替亮灭”时若实现“呼吸灯”效果则更好。

3. （20 分）使用该开发板点亮一块 OLED 屏幕并显示信息。显示的内容如下：

```
启梦杯 2024
LED 状态: XX
按键按下次数: XX
你的名字
```

其中，“LED 状态”表示当前 LED 所处的状态（XX 处选填“交替亮灭”“按键控制”和“其他”）；“按键按下次数”表示上电后按键按下的总次数（包括长按和短按）；“你的名字”处显示你的名字。例如：

```
启梦杯 2024
LED 状态: 交替亮灭
按键按下次数: 12
张三
```

2.3. 拓展要求（35 分）

1. （25 分）通过解析上位机通过串口发送的数据帧，修改基础要求 4 中输出 PWM 波的频率和占空比，响应时间低于 100ms，误差不超过 5%。若修改成功，则单片机需向上位机返回“OK”；若失败，则返回“ERROR”。数据帧的格式如下表：

帧头	命令帧	数据帧	校验帧
0xaa	XX	XX	XX
1 字节	1 字节	1 字节	1 字节

帧头：长度为 1 字节，固定为 0xaa。

命令帧：长度为 1 字节。若为 0x01，则代表修改输出频率；若为 0x02，则代表修改输出占空比；若为其他，则无效。

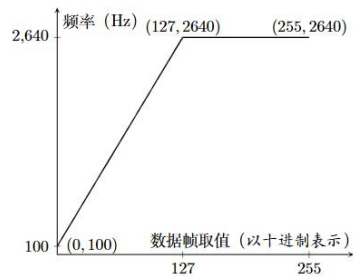
数据帧：长度为 1 字节。代表需要设置的具体数据，用 16 进制表示。数据帧的范围为 0-255。在修改占空比时，若其值小于 100，则修改占空比为：

$$\text{占空比} = \frac{\text{数据帧取值}}{100} * 100\%$$



否则无效。

在修改频率时，PWM 波的频率与数据帧的大小关系如下：



帧尾：长度为 1 字节。为前三帧求和的后八位。

2. （10 分）代码质量较高、执行效率较好，或是有其他功能设计等均可适当加分。

3. 说明

1. 若基础要求未全部实现，则发挥要求不得分；若发挥要求未全部实现，则拓展要求不得分。
2. 串口配置的要求是：波特率：9600；数据位：8；校验位：0；停止位：1。
3. 对于发挥要求 1，输入的信号是由信号发生器产生的 PWM 波。保证输入的频率为 10Hz-1kHz，占空比为 50%，高电平为 3.3V，低电平为 0V。
4. 发挥要求 3 中的 OLED 屏幕（一块 0.96 寸、使用 iic 通信的 OLED 显示屏）和连接使用的杜邦线将由应电科协提供。
5. 对于拓展要求 1，测评时保证上位机发送的数据为 4 个字节，但不保证数据符合题目要求的帧格式要求；对于这些数据，要求不改变其输出。
6. 严禁抄袭他人代码。评测时需提交完整的可编译的项目文件，如代码有雷同者，一律按零分处理；请注意代码规范性（注释以及代码规范性），评测时将作为参考。



4. 软件赛题指南

4.1. 前言

本题目旨在引导初学者进行 STM32 微控制器的学习与开发。在一系列由浅入深的任务里，你可以学习到 STM32 的基本开发过程以及简单外设的使用方法，为后续的光电设计竞赛、电子设计竞赛做好准备，成为硬件队友的可靠支柱。

对 STM32 的开发主要是基于 C 语言实现的。在完成题目前，请首先进行 C 语言基础内容的学习，推荐至少学习至指针部分。如下的指南将对题目中涉及的内容进行简单介绍，请配合漆强老师录制的教程使用。其链接为：

[【STM32 教程】入门教程（基于 HAL 库 & CubeMX & MDK—ARM）](#)

应电科协将在本次比赛中开设对应讲座等以辅助大家完成题目。学习中如遇到任何困难，请在尝试自行解决未果后，寻求学长学姐的帮助，我们将尽力解答大家的问题。

4.2. 准备工作

在进行学习前，你还需要准备一些设备或工具，如下：

- 非 MacOS 的 PC 一台，性能推荐如下：

CPU: Intel Core i5 11th Gen 或 AMD Ryzen 5 4000 Series 及以上。

GPU: 不限。

内存: 12GB 及以上。

可用磁盘空间: 20GB 及以上。

- STM32F411—Nucleo 开发板一块。可在应用电子科技协会进行租借或自行购买。通过科协的租借完全免费，但需要支付 100 元押金。购买或租借事宜请咨询后勤理事。
- 你还需要对嵌入式开发的热情、基础的 C 语言知识、自我学习与利用互联网学习的能力。



4.3. 环境搭建

配置开发环境是嵌入式开发的首要步骤。对于 STM32 的开发，我们推荐基于 STM32CubeMX 和 Keil 进行，也可使用 STM32CubeIDE 完成。以下就前者进行教学。

1. 在应电科协官网中下载所需的所有安装包。获取的方式是：在校园网或 VPN 环境下登陆 <http://aea1989.tech/>，依次点击：“公用仓库 Archive → AEA Public Files → 软件库 → 软件类”，选中“STM32 安装环境”文件夹，点击页面左上角的下载按钮即可。官网的其他内容等待你进一步的探索，但请不要执行对服务器的 DDOS 攻击或端口扫描。



2. 运行“SetupSTM32CubeMX-6.2.1-Win.exe”，按照提示完成 STM32CubeMX 的安装。

3. 运行“MDK533.EXE”或“MDK535.EXE”安装 Keilv5，并按照压缩包内的教程使用“keygen-new2032.rar”破解。**请注意：确保软件的安装路径中不包含任何中文，否则会造成无法预料的后果。**

4. 点击“Keil.STM32F4xx-DFP.2.15.0.pack”，安装芯片包。

5. 点击“ST-LinkDriver→USB-Driver”，运行其中的.exe 文件，安装 ST-Link 调试器驱动程序。

6. 自行寻找串口驱动程序并完成安装。

安装如遇到任何问题，请携带电脑前往光电楼 320 向学长咨询。



4.4. 基础要求指南

基础要求所涉及的知识点全部为漆强老师所录制教程中的内容，请结合该教程完成。以下表格给出了每题对应的知识点和章节。

要求	知识点	对应章节
基础要求 1	GPIO	Chapter6.6.1
基础要求 2	GPIO	Chapter6.6.1
基础要求 3	GPIO	Chapter6.6.2
基础要求 4	定时器、PWM	Chapter8.4.3

4.5. 拓展要求指南

4.5.1. 拓展要求 1

思路参考：PWM 波每产生一个上升（或下降）沿，则触发一次外部中断，此时在外部中断回调函数中将频率计数变量加 1。利用周期为 1s 的定时器定时读取该频率变量的数值并通过串口进行发送。发送后需将该频率变量清零。串口发送和接收的实现请参见教程 Chapter9。（思路不唯一）

所涉及的知识点：外部中断；定时器中断；串口发送。

实际应用参考：实现电机编码器（一般是霍尔编码器）的频率读取。

4.5.2. 拓展要求 2

思路参考：在轮询模式下扫描按键的状态；若按下，则启动一个定时器进行计时，直至按键被松开；通过判断按键按下松开这一过程所持续的时间以判断长（短）按行为，进而执行不同的操作。呼吸灯的实现请参见教程 Chapter8.4.4。

所涉及的知识点：GPIO；PWM；定时器。

4.5.3. 拓展要求 3

思路参考：请阅读并理解我们提供的 OLED 屏幕驱动文件，然后调用有关函数完成题目要求。



所涉及的知识点：iic。

4.6. 发挥要求指南

发挥要求不做提示，请自行查找资料完成。

4.7. 资源汇总

这一部分中，我们将可能用到的资源进行汇总：

- 应用电子科技协会官网：<http://aea1989.tech/>
- ST（意法半导体）官网：https://www.st.com.cn/content/st_com/zh.html
- 成电应电科协_Bilibili：<https://space.bilibili.com/512380538>
- GitHub：<https://github.com/>

其他的资源，如 Google、CSDN、ChatGPT 等都可能为你提供帮助，但请注意甄别其资料的正确性，不要过分依赖。

4.8. 联系我们

应用电子科技协会 2024（QQ 群）：741202991



命题人：2023 级 光电信息科学与工程专业 任思源

QQ: 674288353