

抽油烟机的控制电路

开发：

温一楠(12310841): 35%

- 状态机框架，倒计时和显示模块最终完善，抽油烟机工作模式和自清洁模式

李晏敏(12311022): 35%

- 手势开关，蓝牙输入，查询功能，设置功能

魏宇晴(12311043): 30%

- 蜂鸣器，倒计时和显示模块初版

开发日志：

Week11

确认选题、版本控制，一起过了一遍文档。讨论了一下有关状态机的大致设计思路。

Week12

分工，同时开始写倒计时加显示模块、按钮实现和状态机构建。

Week13

初次合并，发现状态机有问题，用新的思路重新构建状态机。

Week14

合并，发现七段数码管显示倒计时正计时冲突问题，决定将显示模块独立出来，分成独立的倒计时、正计时模块和七段数码管显示模块。

经过努力，实现了倒计时、正计时、显示子模块，并完成了和相关功能的合并

想到用蓝牙作为额外的输入

Week15

最后的合并阶段，修复状态机以及飓风模式和高级设置的部分 bug，实现了用蜂鸣器来智能提醒

一、系统功能列表

- 1.开关机
- 2.抽油烟三档工作模式
- 3.自清洁模式
- 4.本地时间与时间调整功能
- 5.抽油烟模式下的累计工作时间与智能提醒
- 6.参数设置
- 7.参数查询
- 8.照明功能
- 9.手势开关功能
- 10.蓝牙功能
- 11.蜂鸣器功能

二、系统使用说明

1.开机：短按开机键即可开机，进入待机状态。或者使用模拟手势点击左键后点击右键开机。

2.关机：长按开机键即可关机（注意只有回到待机模式才可以关机），在此状态下仅有关机信号指示灯工作。或者使用模拟手势点击右键后点击左键关机。

3.待机状态：

- (a) 点击菜单键进入菜单模式。
- (b) 点击查询键进入查询模式。
- (c) 点击设置键进入设置模式。
- (d) 长按开机键关机
- (e) 拨动手势开关开关，实现通过手势开关关机。

4.菜单模式：

- (a) 点击 1、2、3 档键分别可进入 1、2、3 档抽油烟机工作状态
- (b) 点击自清洁键进入自清洁模式
- (c) 再次点击菜单键的入口按键可以返回待机模式
- (d) 7 段数码显示管动态显示当前时间

5.抽油烟工作模式：

- (a) 1、2 档：可以通过按动档位按键相互进行切换，按动菜单键切换回待机模式，
- (b) 3 档：
 - i. 每次开机后只能使用一次。
 - ii. 进入三档的同时开始飓风模式的 60s 倒计时，倒计时结束后，自动进入二级档位继续工作。
 - iii. 飓风工作模式的 60s 倒计时未结束时，按动菜单键进行强制待机，则启动返回待机模式的 60s 倒计时（显示屏上显示新的 60 秒计时），倒计时结束后，自动进入待机模式。

6.三档工作状态：可以在菜单状态下点击三档按键进入，在执行一段时间之后自动退出进入二档风力模式，可以再次点按菜单键刷新持续时间，并在时间结束后进入待机模式。

7.自清洁状态：在菜单状态点击自清洁按键即可进入自清洁模式。点击菜单键可以返回待机状态。自清洁结束后开机运行时长清零。

8.照明开关：在开机状态下打开照明开关即可打开照明灯。

9.当前时间：在开机状态下可以查看当前时间。

10.时间调整功能：可以在设置模式下进入编辑模式。并在编辑模式对于需要调整的时间，进行小时/分钟/秒数的调整。

11.运行时长与智能提醒：在开机状态下自动增加累计时长，在运行时长达到一定阈值后会通过蜂鸣器和指示灯提醒进行自清洁。可以通过查询模式查看当前运行时长。

12.手势开关：模拟用户进行手势开关操作，可以自定义手势开关倒计时时间

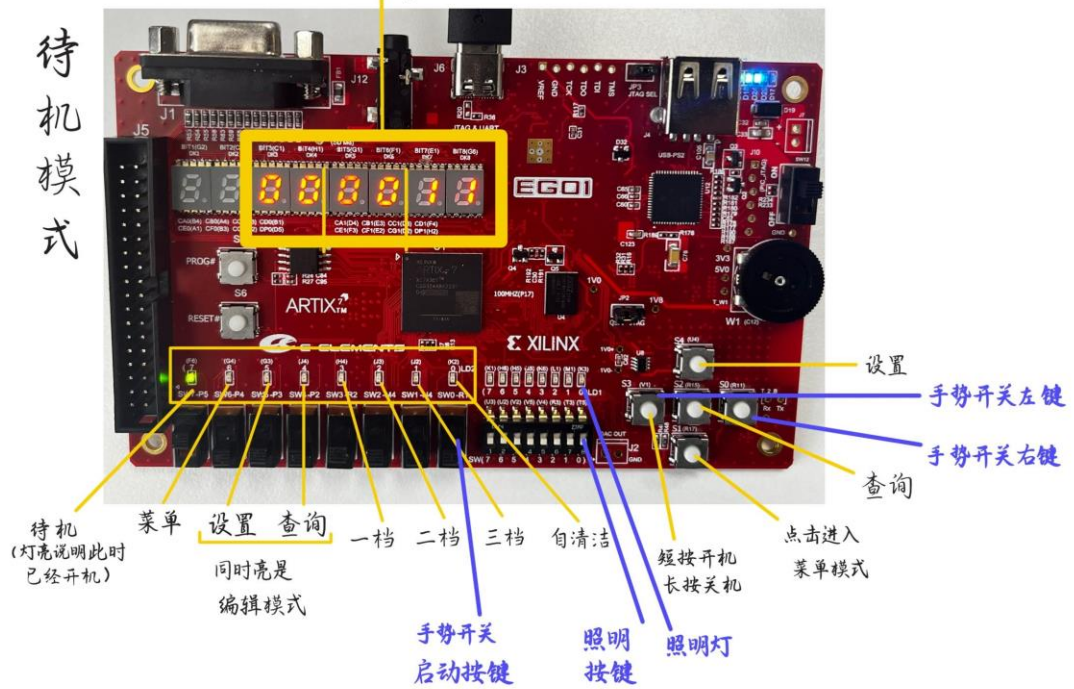
13.蓝牙控制灯光明：通过对 ego1 开发板官方配套的蓝牙实验模块进行改装，实现了对灯光的控制。

14 参数调整：可以在待机模式下使用对应的拨码开关开启参数调整模式。

以下是主要的四种模式，待机模式、菜单模式、查询模式、设置模式的按键和显示图：

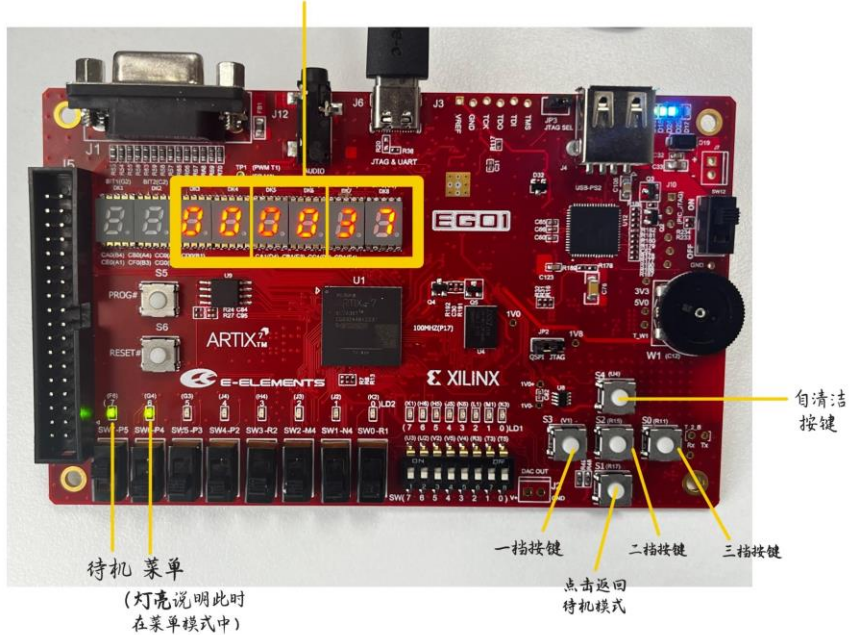
动态显示开机后的当前时间 (从00小时00分钟00秒开始)

待机模式

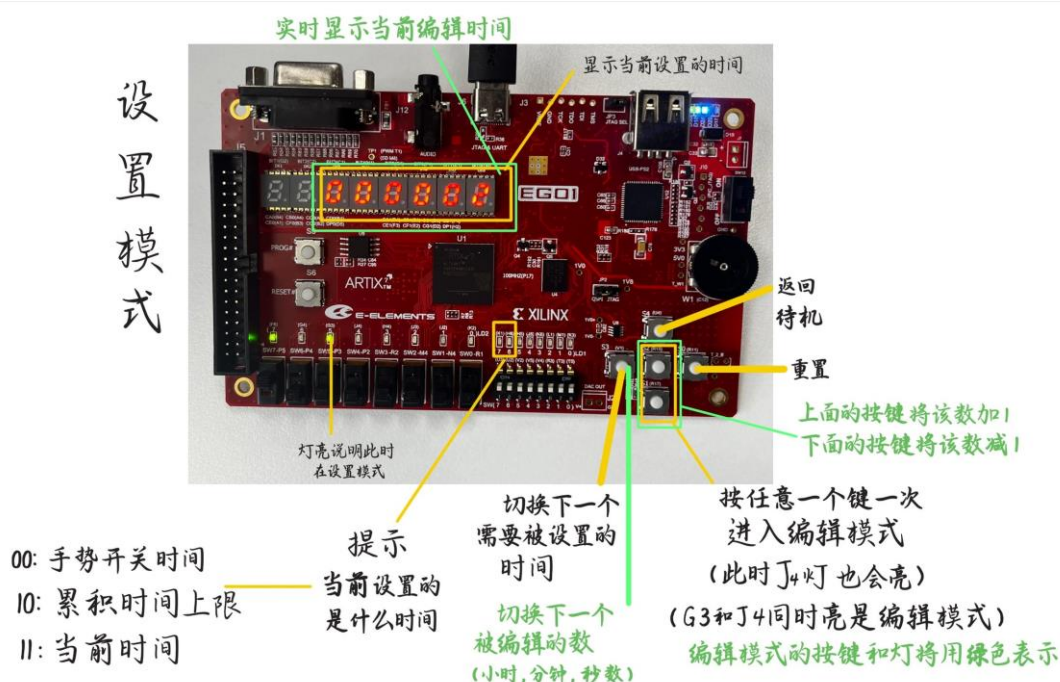


动态显示开机后的当前时间 (从00小时00分钟00秒开始)

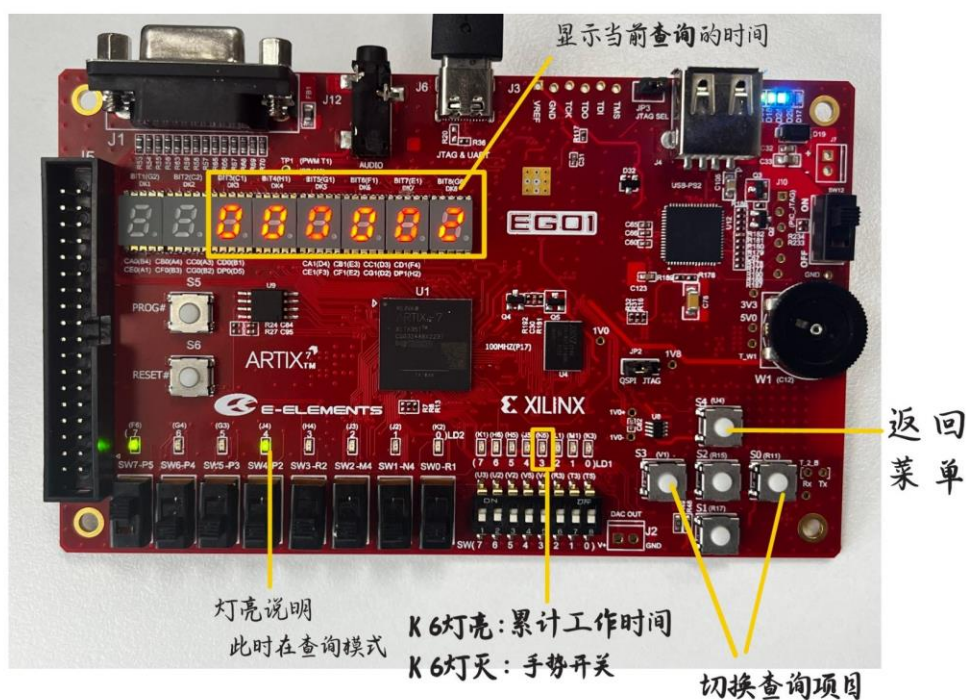
菜单模式



设置模式



查询模式



三、系统结构说明

main: clk,rst: 时钟和复位信号

btn1,btn2,btn3,btn4,btn5: 按键信号

sw: 手势开关控制信号

bt_pw_on,bt_master_slave,bt_sw_hw,bt_rst_n,bt_sw,bl_power_on: 蓝牙输出信号

rst_n, sw_pin, rxd_pin, lb_sel_pin: 蓝牙输入信号

sw_light: 照明灯控制信号

light:照明灯输出信号
edit_index_light: 编辑状态信号
output wire segment1_control, segment2_control, segment3_control, segment3_control, segment4_control, segment5_control, segment6_control. 数码管控制信号
segments: 数码管输出内容
beelight: 工作上限状态灯
setting_page_index_light: 设置状态页面灯
query_page_index_light: 查询状态页面灯
audio_sd: 蜂鸣器输出信号
audio_pwm: 蜂鸣器输出信号
信号线说明:
reg[1:0] setting_page_index;//储存 setting 状态, 连接到了状态机
reg [1:0] edit_index;////储存 edit 状态, 连接到了状态机
wire btn4_pressed;//这些接受来自消抖模块的信号输出
wire btn3_pressed;
wire btn2_pressed;
wire btn1_pressed;
wire btn5_pressed;
reg [7:0]next_mode;//用于储存, 切换状态
reg start;//用于开始计时, 接到了状态机, 抽油烟以及累计时长模块
reg ns_start;//用于更新 start 的状态
wire btn1_long_pressed;//检测长按信号
reg[1:0] ns_setting_page_index;//更新 setting_page 的状态
reg query_page_index;//记录 query_page 的状态
reg ns_query_page_index;//更新 query_page 的状态
reg signed [17:0] data [3:0];//0 是手势时间, 1 是累计时间,2 是上限时间,3 是动态时间//都是以秒为单位的
reg signed [17:0] ns_data [3:0];//用于更新数据
wire signed [12:0] edit_data [2:0];//用于更新编辑数据
reg [1:0] ns_edit_index;//用于编辑状态
wire signed [17:0] total_sec_limit;//用于向显示模块输入显示内容
wire hand_on;//便于演示方便设置的演示开关, 接入了手势开关模块
wire hand_off;
wire [17:0] hand_time;//用于设置手势快关时间
wire signed [17:0] accumulate_time;//记录累计时间
reg level3_start_back_to_menu;//开始三档强制回到菜单的倒计时
wire level3_back_to_menu;//表示倒计时结束, 强制回到菜单
wire level3 is over;//三档倒计时结束, 进入二档的信号
reg haved_level3;//表示已经进入过一次三档

四、子模块功能说明

segment.v 七段数码管显示模块

- 输入:

1. clk: 模块的主时钟信号, 用于驱动所有操作。
2. control: 控制七段数码管显示是否启用的信号。开机之后启用。
3. total_sec: 输入的总秒数
 - 输出:
1. segment1_control~segment6_control: 分别控制这六个数码管是否启用。
2. segments: 十六位输出信号, 高八位代表左边那组里的四个数码管, 低八位代表右边那组里四个数码管, 输出数码管的显示数据。
 - 功能: 给一个总秒数的输入, 可以以时间分钟秒的形式显示在七段数码管上。

self_cleaning_module.v 自清洁模块

- 输入:
- 1. clk: 模块的时钟信号
- 2. rst: 复位信号
- 3. is_clean: 启动自清洁模式的信号
 - 输出:
- 1. is_over: 自清洁模式倒计时结束的信号
- 2. countdown: 倒计时剩余时间的输出
- 3. countdown_done
 - 功能: 在 main 里面按对应按钮进入自清洁模式, is_clean 为 1 开始自清洁模式倒计时, 结束后返回 is_over 回到待机状态

extraction_mode.v 抽油烟机工作模块

- 输入:
- 1. clk: 模块的时钟信号
- 2. rst: 复位信号
- 3. level_1,level_2,level_3: 分别启动一档、二档、三档工作模式的信号
- 4. timer_is_start: 按菜单键强制待机后, 开启返回待机模式倒计时的那个信号
 - 输出:
- 1. timer_is_over: 强制返回待机模式倒计时结束的信号, 三档返回待机模式
- 2. level3_is_over: 三档倒计时结束的信号, 进入二档
- 3. menu_time: 强制返回待机模式的倒计时时间
- 4. level_time: 三档倒计时的时间
- 5. going_to_menu: 正在进行强制返回待机模式倒计时的信号
 - 功能: 在 main 里面按对应按钮进入抽油烟机工作模式, 实现三档相关倒计时功能, 返回对应信号来实现在 main 里状态机的模式切换

accumulate_time.v 抽油烟机累计工作时长模块

- 输入:
- 1. clk: 模块的时钟信号
- 2. rst: 复位信号
- 3. level_1,level_2,level_3,clean_mode,off,: 当前处于说明状态的信号
 - 输出:
- 1. is_over: 自清洁模式倒计时结束的信号
- 2. countup: 倒计时剩余时间的输出

3. countdown_done

- 功能：记录抽油烟机工作模式的总时长，并在到达 10 小时之后给蜂鸣器模块一个信号

audio_output.v 蜂鸣器模块

- 输入：

1. clk：模块的时钟信号
2. rst：复位信号
3. start_to_sound：启动蜂鸣器信号

- 输出：

1. audio_sd：Audio SD 的控制引脚
 2. audio_pwm：Audio PWM 的控制引脚，用于生成一个脉宽控制（PWM）信号
- 功能：在油烟机工作模式累计时长达到指定时长后，输出声音，提醒需要清洁。

hand.v 手势开关模块

-输入：

- 1.mode：模式判断是否在关机/待机
- 2.clk：时钟信号
- 3.sw：开启信号
- 4.rst：复位信号
- 5.btn1：按键 1
- 6.btn5：按键 5
- 7.initial_seconds：手势倒计时时间

-输出

- 1.hand_time：手势开关倒计时
- 2.off：关机信号
- 3.on：开机信号

bt_uart.v 蓝牙控制模块

-输入：

- 1.mode：模式判断是否在关机/待机
- 2.clk_pin：时钟信号
- 3.bt_sw：开启信号
- 4.rst_pin：复位信号
- 5.sw_pin：输入信号
- 6.rxd_pin, lb_sel_pin：通信相关输入信号

-输出

1. bt_pw_on：反馈信号
2. bt_master_slave：反馈信号
3. bt_sw_hw：反馈信号
4. bt_rst_n：反馈信号
5. bt_sw：反馈信号
6. bl_power_on：灯控制信号

五、bonus 实现说明

1. 完成了手势开关的设计
2. 可以采用蓝牙在手机上实现照明功能
3. 用蜂鸣器作为输出提醒，当油烟机工作模式运行时长达到一定阈值后蜂鸣器会提醒。

(a) 根据 ego1 用户使用手册，分别将 audio_sd 和 audio_pwm 两个输出信号和对应的引脚 M6 和 T1 相连。

(b) pwm_threshold 用于确定 PWM 信号的周期，它基于 pwm_freq (PWM 频率) 来设置。 $50000000 / \text{pwm_freq}$ 是一个计算周期的公式 (时钟频率为 50MHz)

(c) pwm_counter 是用于产生 PWM 波形的计数器，它每个时钟周期递增

(d) 每当 pwm_counter 小于 $\text{pwm_threshold} * \text{pwm_duty} / 100$ 时，audio_pwm 输出高电平，表示蜂鸣器发出声音

六、项目总结

1.团队合作

学会了有问题及时沟通；学会了向前辈求助；学会了约个讨论间相互监督，同步进度

2.开发工作

学会了用 github 传代码；学会了写子模块；学会了设计状态机；学会了一些容易犯错的点，比如时序逻辑更新慢导致组合逻辑中的值出现问题（可以看看我们的附件，verilog 易错代码，自己的经验，不知道对错哈）

3.测试工作

学会了自己添加信号来测试是否进入了某个循环，或者是检测逻辑是否被触发；

学会了快速换算法（就是直接删掉原来某些常数的几位，一次来避免换算比例问题）

基于 EGO1 开发板的 project 设计思路

受学校一丹图书馆的饮水机的启发，设置一个功能更完备的饮料机。

开关机：

1. 开机：短按开关按钮（如物理按钮、触摸按钮等）实现饮料机开机。开机后，设备进入初始化状态。初始化状态下，每一种饮料的储存量都是 50L+00mL。
2. 关机：长按 3 秒以上的开关按钮实现关机操作，关机后所有按键操作失效，设备关闭。

基础自来水模式：

1. 短按出水按钮，控制温水的流出与停止。
2. 实现一个手势控制功能，通过手势开关左右键，模拟出热水前的防误触模式。
3. 连续出水按键

模式切换：

1. 允许用户在菜单模式下选择雪碧、橙汁、咖啡三个模式，并且可以来回切换。
2. 用户按下“菜单”键后进入菜单模式切换饮料类型。
3. 确保在切换模式时，温水的流出功能被适当停止或暂停，避免误操作。

4. 每个模式内部都动态存储饮料机内部当前存储的该饮料量，每次开机初始化时该值均为 50L+00mL。开启一个模式的时候，水流频率为一秒钟 10mL，此时七段数码管动态显示该模式对应的饮料的储存量。
5. 进入咖啡模式后，开启 30 秒钟倒计时，此时显示管显示倒计时（不再显示当前储存量或当前时间）。倒计时结束后返回菜单模式。

辅助功能：

1. 可以在待机模式下可以实现查询：当前时间，三种饮料的剩余量，当前水温。
2. 时间显示：
 - 1) 饮料机在启动之后，动态显示当前时间（小时，分钟，秒数）
 - 2) 用户可以在待机模式下查看当前时间
 - 3) 有编辑功能可以调整当前时间和手势开关时间
3. 智能提醒：当某种饮料的储存量小于 1L 的时候，智能提醒需要补充该饮料。每次完成自动补充后，饮料储存量回到 50L。
4. 高级设置：在待机模式下可以对部分参数进行重新设置
 - 1) 设置触发智能提醒的饮料剩余量的下限
 - 2) 设置手势开关的有效时间（单位 s），比如默认为 5s，用户可以调整为 7s（更长）或者 2s（更短）的时间
 - 3) 设置咖啡流出的倒计时时间
 - 4) 将所有可以调整的参数全部恢复出厂设置。即，饮料剩余量的下限是 1L，手势开关 5 秒钟，当前时间 00 小时 00 分钟 00 秒，咖啡模式 30 秒钟倒计时

附加分：

1. 使用拨码开关、按键开关以外的输入设备（方便用户操作）
2. 使用 7 段数码管、led 以外的输出设备（方便用户查看结果）
3. 设定一个定时关闭功能，在开机状态并且没有任何操作一段时间后自动关机。
4. 实现一个远程控制功能，允许用户通过智能手机应用或网络接口远程预定多少秒之后输出某种饮料（即停止原本的输出，倒计时 5 秒后，开始输出指定饮料）。

备注

提交的代码里面，为了方便答辩的时候演示，自清洁的提醒时间改为 3 秒。