

《嵌入式系统》

(实验三 STM32、ARM裸机设计实验)

厦门大学信息学院软件工程系 曾文华

2024年10月9日

目录

• 一、STM32设计实验

- 1-1 小键盘控制步进电机
- 1-2 小键盘控制舵机
- 1-3 小键盘控制LED灯
- 1-4 小键盘控制蜂鸣器
- 1-5 红外遥控器控制LED灯
- 1-6 红外遥控器控制蜂鸣器
- 1-7 电子钟
- 1-8 在数码管上显示温度采集值

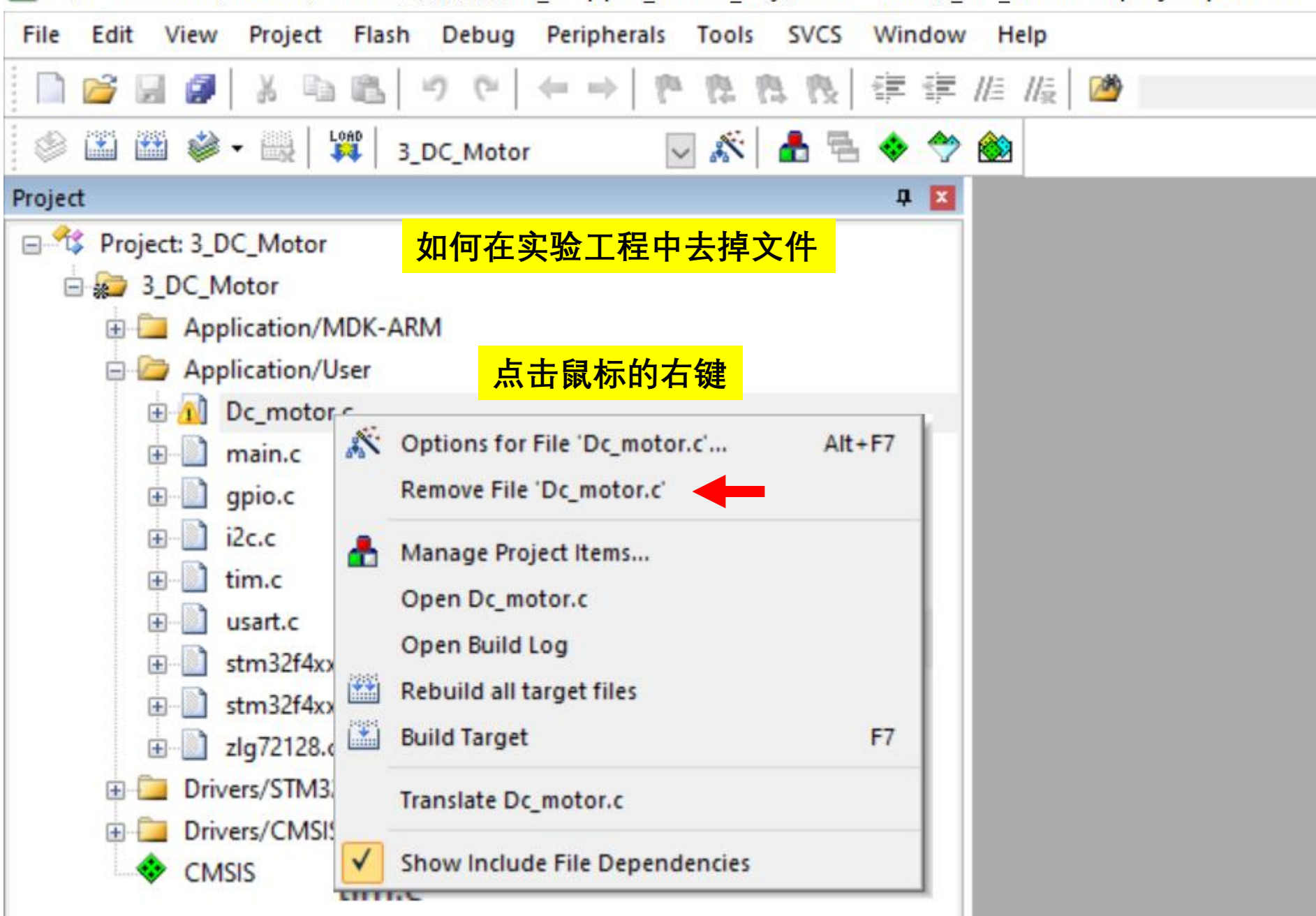
• 二、ARM裸机设计实验

- 2-1 LED灯（混合编程）
- 2-2 呼吸灯（汇编语言）
- 2-3 蜂鸣器（汇编语言）
- 2-4 查询方式按键控制蜂鸣器（混合编程）
- 2-5 中断方式按键控制蜂鸣器（混合编程）
- 2-6 串口发送与接收（混合编程）

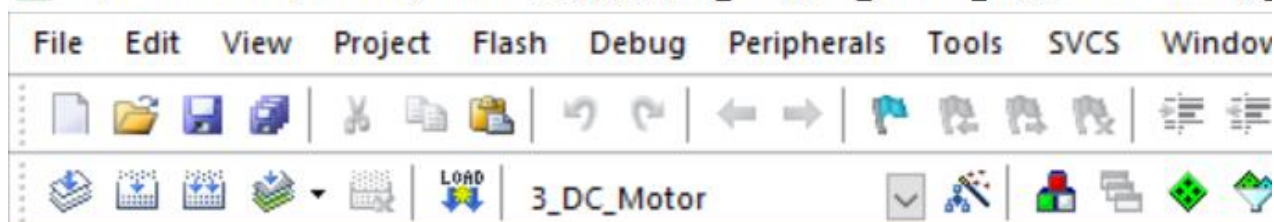
一、STM32设计实验

设计实验1-1：小键盘控制步进电机

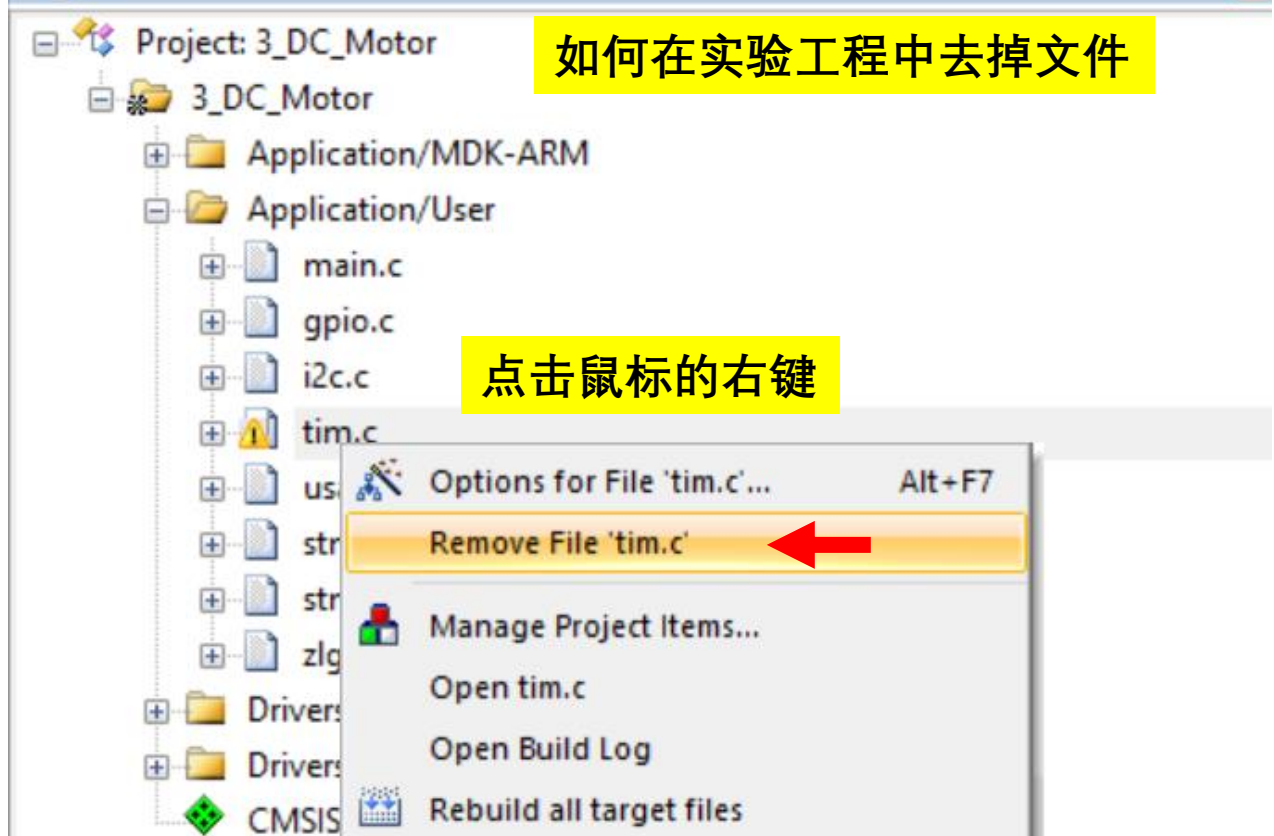
- 请编写程序，实现通过小键盘控制步进电机的转动；按“1”键，步进电机顺时针转；按“2”键，步进电机逆时针转；按其它14个键，步进电机不转。
- 编程思路：
 - 1、在直流电机“3_DC_Motor”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“19_Key_Stepper_Motor”
 - 2、去掉“19_Key_Stepper_Motor”实验工程中的Dc_motor.c、tim.c、Dc_motor.h、tim.h文件
 - 3、用“5_Stepper_Motor”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h，代替“19_Key_Stepper_Motor”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h
 - 4、综合“3_DC_Motor”和“5_Stepper_Motor”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 5、在MDK中打开“19_Key_Stepper_Motor”，在工程中去掉Dc_motor.c、tim.c文件
 - 6、编译、下载、运行程序



C:\FS3399M4\STM32\STM32实验源码\19_Stepper_Motor_Key\MDK-ARM\3_

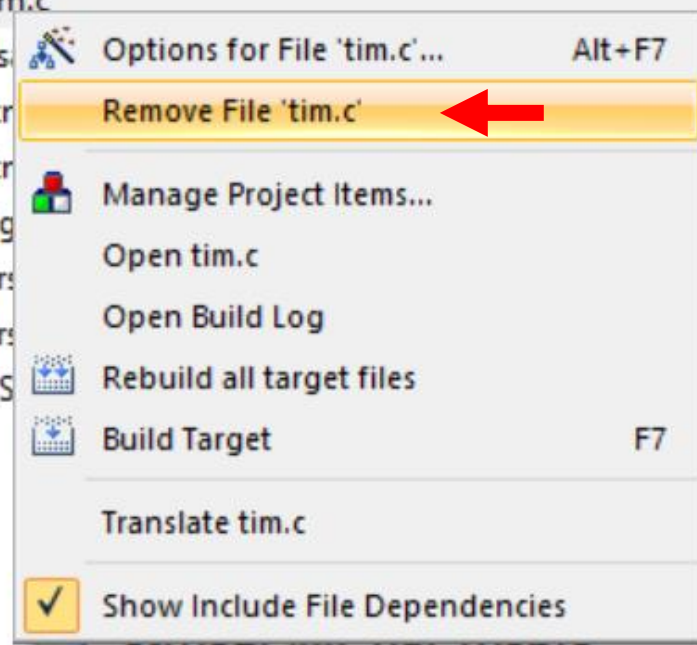


Project



如何在实验工程中去掉文件

点击鼠标的右键



设计实验1-2：小键盘控制舵机

- 请编写程序，实现通过小键盘控制舵机的转动；按“1”键，舵机转动；按其它15个键，舵机不转。
- 编程思路：
 - 1、在直流电机“3_DC_Motor”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“20_Key_Steering_Engine”
 - 2、去掉“20_Key_Steering_Engine”实验工程中的Dc_motor.c、Dc_motor.h文件
 - 3、用“4_Steering_Engine”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、tim.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h、tim.h，代替“20_Key_Steering_Engine”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、tim.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h、tim.h
 - 4、用“11_ZLG72128”实验工程中的i2c.c、i2c.h，代替“20_Key_Steering_Engine”实验工程中的i2c.c、i2c.h
 - 5、综合“3_DC_Motor”和“4_Steering_Engine”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 6、在MDK中打开“20_Key_Steering_Engine”，在工程中去掉Dc_motor.c文件
 - 7、编译、下载、运行程序

设计实验1-3：小键盘控制LED灯

- 请编写程序，实现通过小键盘控制LED灯亮灭；按“1、2、3、A”键，对应的LED1、LED2、LED3、LED4灯亮；按“4、5、6、B”键，对应的LED1、LED2、LED3、LED4灯灭。
- 编程思路：
 - 1、在直流电机“3_DC_Motor”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“21_Key_Led”
 - 2、去掉“21_Key_Led”实验工程中的Dc_motor.c、tim.c、Dc_motor.h、tim.h文件
 - 3、用“1_Led”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h，代替“21_Key_Led”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h
 - 4、综合“3_DC_Motor”和“1_Led”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 5、在MDK中打开“21_Key_Led”，在工程中去掉Dc_motor.c、tim.c文件
 - 6、编译、下载、运行程序

设计实验1-4：小键盘控制蜂鸣器

- 请编写程序，实现通过小键盘控制蜂鸣器的响/不响；按“1”键，蜂鸣器响；按其它15个键，蜂鸣器不响。
- 思路：
 - 1、在直流电机“3_DC_Motor”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“22_Key_Beep”
 - 2、去掉“21_Key_Beep”实验工程中的Dc_motor.c、tim.c、Dc_motor.h、tim.h文件
 - 3、用“2_Beep”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h，代替“21_Key_Beep”实验工程中的gpio.c、stm32f4xx_it.c、gpio.h、stm32f4xx_it.h
 - 4、综合“3_DC_Motor”和“2_Beep”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 5、在MDK中打开“22_Key_Beep”，在工程中去掉Dc_motor.c、tim.c文件
 - 6、编译、下载、运行程序

设计实验1-5： 红外遥控器控制LED灯

- 请编写程序，实现通过红外遥控器控制LED灯的亮/灭；按遥控器上的“1、2、3、4”键，对应的LED1、LED2、LED3、LED4灯亮；按遥控器上的“5、6、7、8”键，对应的LED1、LED2、LED3、LED4灯灭。
- 编程思路：
 - 1、在红外接收“13_IR_Receive”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“23_IR_Receive_Led”
 - 2、将“13_IR_Receive”和“1_Led”实验工程的gpio.c，结合起来，成为新的gpio.c
 - 3、综合“13_IR_Receive”和“1_Led”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 4、编译、下载、运行程序

设计实验1-6： 红外遥控器控制蜂鸣器

- 请编写程序，实现通过红外遥控器控制蜂鸣器的响/不响；按遥控器上的“1”键，蜂鸣器响；按遥控器上的其它键，蜂鸣器不响。
- 编程思路：
 - 1、在红外接收“13_IR_Receive”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“24_IR_Receive_Beep”
 - 2、将“13_IR_Receive”和“2_Beep”实验工程的gpio.c，结合起来，成为新的gpio.c
 - 3、综合“13_IR_Receive”和“2_Beep”实验工程的主.c，得到新的main.c
 - 4、编译、下载、运行程序

设计实验1-7： 电子钟

- 请编写程序，实现在数码管上显示时、分、秒，每1秒变化1次。



- 编程思路：

- 1、在小键盘/数码管 “11_ZLG72128”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“25_Clock”
- 2、“0-9”的七段码为：0x3f、0x06、0x5b、0x4f、0x66、0x6d、0x7d、0x07、0x7f、0x6f；“-”的七段码为0x40
- 3、要在8个数码管的某一位（某一个）上显示某个字符的程序如下：

```
#define ZLG_WRITE_ADDRESS1      0x17      //最右边的数码管（显示缓冲区首地址）
#define ZLG_WRITE_ADDRESS2      0x16      //左数第7个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS3      0x15      //左数第6个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS4      0x14      //左数第5个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS5      0x13      //左数第4个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS6      0x12      //左数第3个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS7      0x11      //左数第2个数码管
#define ZLG_WRITE_ADDRESS8      0x10      //最左边的数码管
```

```
Tx1_Buffer[0] = 0x06;
```

```
I2C_ZLG72128_Write_char(&hi2c1,0x60,ZLG_WRITE_ADDRESS7,Tx1_Buffer);
```

//在左数第2个数码管上显示“1”

- 4、修改“11_ZLG72128”实验工程的main.c，得到新的main.c
- 5、编译、下载、运行程序

设计实验1-8：在数码管上显示温度采集值

- 请编写程序，实现在数码管上显示采集到的温度传感器值。



- 编程思路：

- 1、在温度采集“14_Temp”实验工程的基础上修改程序，将新的实验工程命名为“26_Display_Temp”
- 2、将小键盘/数码管“11_ZLG72128”实验工程中的zlg72128.c、zlg72128.h文件，拷贝到“23_Display_Temp”实验工程中
- 3、“0.-9.”的七段码为：0xbf、0x86、0xdb、0xcf、0xe6、0xed、0xfd、0x87、0xff、0xef
- 4、综合“11_ZLG72128”和“14_Temp”实验工程的主.c，得到新的main.c
- 5、在MDK中打开“21_Key_Led”，在工程中增加zlg72128.c文件
- 6、编译、下载、运行程序

二、ARM裸机设计实验

设计实验2-1： LED灯（混合编程）

- 请采用汇编语言与C语言混合编程的方式编写LED灯实验程序： 01-fs_led
- 编程思路： 请参考03-fs_beep实验工程的程序， 只需要编写（修改） 以下4个程序， 其余的程序与03-fs_beep实验工程中的相同：
 - ① main.c
 - ② fs3399_led.c
 - ③ fs3399_led.h
 - ④ Makefile

01-fs_led实验工程文件夹

- 汇编语言与C语言混合编程的程序

Local Disk (C:) > FS3399M4 > ARM裸机实验源码 > 01-fs_led >

名称	修改日期
common	2024/7/11 10:34
include	2024/7/12 17:40
output	2024/6/17 8:34
source	2024/7/11 10:55
start	2024/7/11 10:34
main.c	2024/7/12 17:40
Makefile	2024/7/11 16:49
map.lds	2024/6/17 8:34
rk3399.init	2024/6/17 8:34

include

- gic.h
- macro.h

src

- exceptions.S
- fs3399_gpio.h
- fs3399_led.h
- fs3399_timer.h
- fs3399_led.c
- fs3399_timer.c
- start.S

设计实验2-2：呼吸灯（汇编语言）

- 请采用汇编语言的方式编写呼吸灯实验程序：02-fs_assembly_pwm
- 编程思路：请参考01-fs_assembly_led实验工程的程序，只需要编写（修改）以下3个程序，其它程序与01-fs_assembly_led实验工程相同：
 - ① fs_assembly_pwm.s
 - ② Makefile
 - ③ map.ld

02-fs_assembly_pwm实验工程文件夹

- 用汇编语言编写的程序



al Disk (C:) > FS3399M4 > ARM > ARM裸机设计实验 (答案) > 02-fs_assembly_pwm

<input type="checkbox"/> 名称	修改日期
 core	2024/6/17 8:34
 fs_assembly_pwm.s	2024/7/10 22:15
 fs3399.init	2024/6/17 8:34
 Makefile	2024/7/11 10:33
 map.lds	2024/7/11 10:33

设计实验2-3：蜂鸣器（汇编语言）

- 请采用汇编语言的方式编写蜂鸣器实验程序：03-fs_assembly_beep
- 编程思路：请参考01-fs_assembly_led实验工程的程序，只需要编写（修改）以下3个程序，其它程序与01-fs_assembly_led实验工程相同：

① fs_assembly_beep.s

② Makefile

③ map.lds

03-fs_assembly_beep实验工程文件夹

- 用汇编语言编写的程序



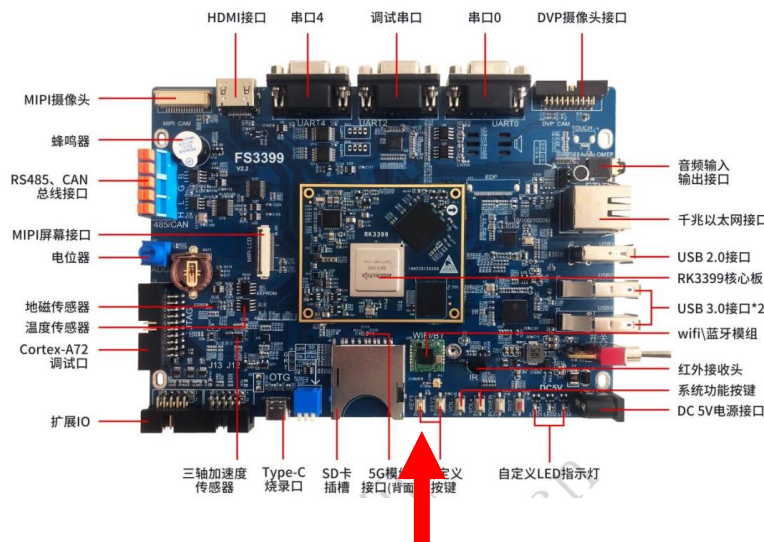
Disk (C:) > FS3399M4 > ARM > ARM裸机设计实验 (答案) > 03-fs_assembly_beep		
名称	修改日期	类型
core	2024/6/17 8:34	文件
fs_assembly_beep.s	2024/7/11 14:26	S 文件
fs3399.init	2024/6/17 8:34	INIT 文件
Makefile	2024/7/11 10:31	文件
map.lds	2024/7/11 10:32	LDS 文件

设计实验2-4： 查询方式按键控制蜂鸣器 (混合编程)

- 请采用汇编语言与C语言**混合编程**的方式编写**查询方式按键控制蜂鸣器**的程序（按KEY1键，蜂鸣器响；再按KEY1键，蜂鸣器不响）：**11_fs_loop_key_beep**
- 编程思路：请在**04-fs_loop_key**实验工程的基础上修改程序，并参考**03-fs_beep**实验工程的程序。只需要修改以下2个程序，其它程序与**04-fs_loop_key**实验工程相同：

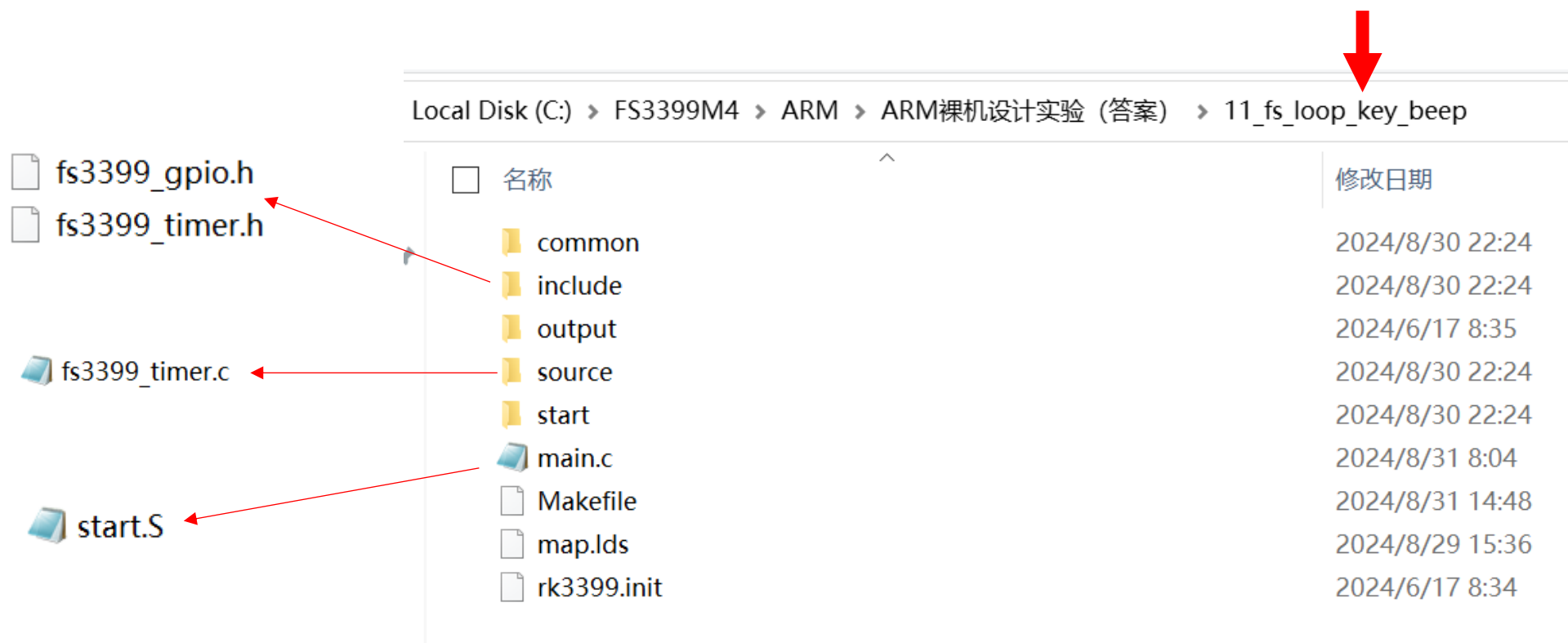
① main.c

② Makefile



11-fs_loop_key_beep实验工程文件夹

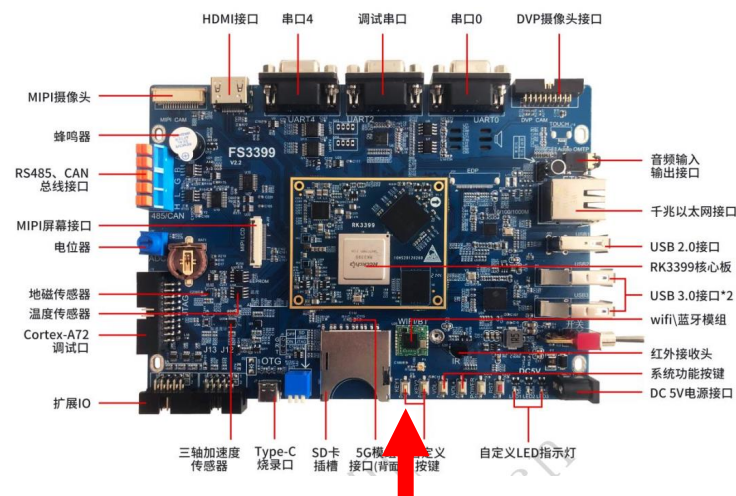
- 汇编语言与C语言**混合编程**的程序



设计实验2-5： 中断方式按键控制蜂鸣器 (混合编程)

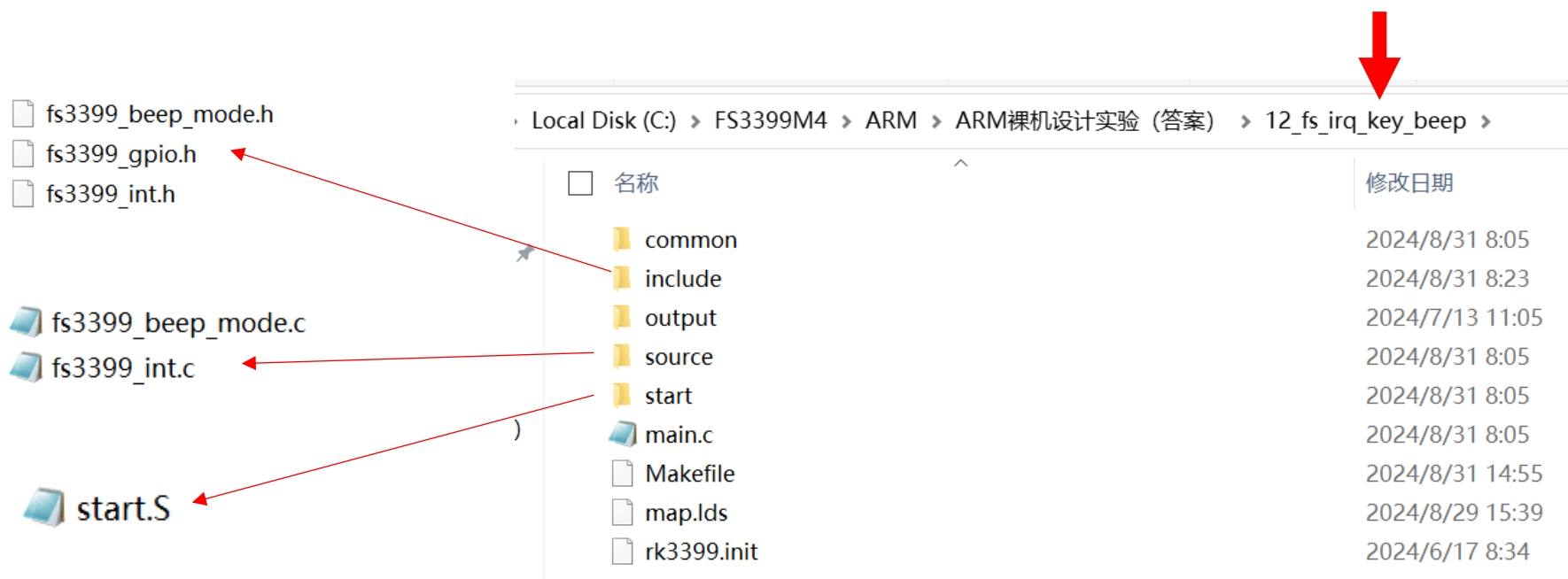
- 请采用汇编语言与C语言**混合编程**的方式编写**中断方式按键控制蜂鸣器**的程序（按KEY1键，蜂鸣器响；再按KEY1键，蜂鸣器不响）：**12_fs_irq_key_beep**
- 编程思路：请在**05-fs_irq_key**实验工程的基础上修改程序，并参考**03-fs_beep**实验工程的程序。只需要修改以下6个程序，其它程序与**05-fs_irq_key**实验工程相同：

- ① main.c
- ② fs3399_int.c
- ③ fs3399_beep_mode.c（修改了文件名）
- ④ fs3399_int.h
- ⑤ fs3399_beep_mode.h（修改了文件名）
- ⑥ Makefile



12-fs_irq_key_beep实验工程文件夹

- 汇编语言与C语言**混合编程**的程序



设计实验2-6： 串口发送与接收（混合编程）

- 实验工程**06-fs_uart**只完成了串口的发送功能，该工程的“fs3399_uart.c”文件中还提供了串口接收函数“char fs_getc()”。
- 请采用汇编语言与C语言**混合编程**的方式编写**发送与接收**的程序：**13-fs_uart_receive**
- 编程思路：请在**06-fs_uart**实验工程的基础上修改程序，只需要修改以下2个程序，其它程序与**06-fs_uart**实验工程相同：
 - ① main.c
 - ② Makefile

13-fs_uart_receive实验工程文件夹

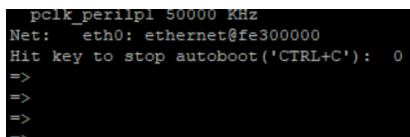
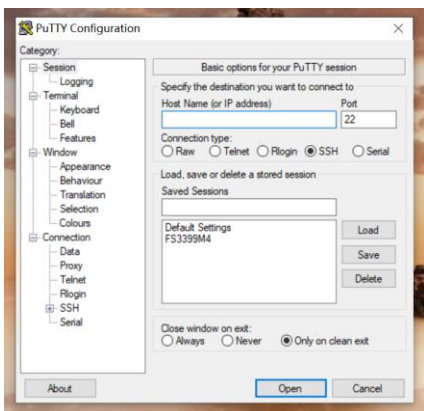
- 汇编语言与C语言混合编程的程序



Local Disk (C:) > FS3399M4 > ARM > ARM裸机设计实验 (答案) > 13-fs_uart_receive >			
<input type="checkbox"/> 名称	修改日期	类型	
common	2024/8/30 22:23	文件夹	
include	2024/8/30 22:23	文件夹	
output	2024/8/30 22:23	文件夹	
source	2024/8/30 22:23	文件夹	
start	2024/8/30 22:23	文件夹	
main.c	2024/8/31 12:42	C 文件	
Makefile	2024/8/29 16:03	文件	
map.lds	2024/8/29 16:04	LDS 文件	
rk3399.init	2024/6/17 8:34	INIT 文件	

13-fs_uart_receive实验工程的运行

- 1、运行PUTTY.EXE（串口连接工具），将其处于“=>”状态
- 2、关闭Putty
- 3、运行UartAssist.exe（串口调试助手），打开串口
- 4、在Ubuntu中运行程序，此时串口调试助手中显示程序发送的结果
- 5、在串口调试助手的“发送”框中输入“abc123”，点击发送，此时串口调试助手的“接收”框中显示“abc123”，表示程序运行正确



要求

- 每个同学需要完成**6个设计实验**:
 - 1、请从设计实验1-1、1-2、1-3、1-4中任意选择一个（小键盘控制）
 - 2、请从设计实验1-5、1-6中任意选择一个（红外遥控器控制）
 - 3、请从设计实验1-7、1-8中任意选择一个（数码管显示）
 - 4、设计实验2-1必做（混合编程）
 - 5、请从设计实验2-2、2-3中任意选择一个（汇编语言）
 - 6、请从设计实验2-4、2-5、2-6中任意选择一个（混合编程）
- 请在10月22日前完成，这期间有3次实验，请同学们在自己的电脑上先将程序编译通过，然后利用3次实验的机会，到实验室运行（调试）程序。
- 请按照实验报告的模板撰写实验报告，第3次实验报告提交的截止日期为**2024年10月22日晚上24点**。

一、STM32设计实验

- 1-1 小键盘控制步进电机
- 1-2 小键盘控制舵机
- 1-3 小键盘控制LED灯
- 1-4 小键盘控制蜂鸣器
- 1-5 红外遥控器控制LED灯
- 1-6 红外遥控器控制蜂鸣器
- 1-7 电子钟
- 1-8 在数码管上显示温度采集值

二、ARM裸机设计实验

- 2-1 LED灯（混合编程）
- 2-2 呼吸灯（汇编语言）
- 2-3 蜂鸣器（汇编语言）
- 2-4 查询方式按键控制蜂鸣器（混合编程）
- 2-5 中断方式按键控制蜂鸣器（混合编程）
- 2-6 串口发送与接收（混合编程）

Thanks