



ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN ĐIỆN TỬ MÁY TÍNH

BÀI GIẢNG THỰC HÀNH

VI ĐIỀU KHIỂN Microcontroller (ARM Cortex)


Giảng viên: PHẠM QUANG TRÍ

TP. HỒ CHÍ MINH
Cập nhật 08-2021

GIỚI THIỆU MÔN HỌC


➤ MÔ TẢ VẮN TẮT HỌC PHẦN

- Môn học cung cấp cho sinh viên các kiến thức về ARM Cortex STM32F103, loại vi điều khiển 32 bit được thiết kế dựa trên dòng Cortex-M3
- Sinh viên được lập trình trực tiếp trên kit ARM thực nghiệm, dùng các phần mềm miễn phí được hỗ trợ chính hãng bởi ST



STM32 MCUs

32-bit Arm® Cortex®-M



★ High Performance	STM32F2	STM32F4	STM32F7	STM32H7
	398 CoreMark 120 MHz Cortex-M3	608 CoreMark 180 MHz Cortex-M4	1082 CoreMark 216 MHz Cortex-M7	Up to 3224 CoreMark Up to 550 MHz Cortex-M7 240 MHz Cortex-M4

» Mainstream	STM32G0	STM32G4	STM32F0	STM32F1	STM32F3
	142 CoreMark 64 MHz Cortex-M0+	550 CoreMark 170 MHz Cortex-M4	106 CoreMark 48 MHz Cortex-M0	177 CoreMark 72 MHz Cortex-M3	245 CoreMark 72 MHz Cortex-M4

● Optimized for mixed-signal applications

🔋 Ultra-low-power	STM32L0	STM32L1	STM32L4	STM32L5	STM32L4+	STM32U5
	75 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+	93 CoreMark 32 MHz Cortex-M3	273 CoreMark 80 MHz Cortex-M4	443 CoreMark 110 MHz Cortex-M33	409 CoreMark 120 MHz Cortex-M4	651 CoreMark 160 MHz Cortex-M33

📶 Wireless	STM32WL	STM32WB
	162 CoreMark 48 MHz Cortex-M4 48 MHz Cortex-M0+	216 CoreMark 64 MHz Cortex-M4 32 MHz Cortex-M0+

● Cortex-M0+ Radio co-processor

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ MÔ TẢ VẮN TẮT HỌC PHẦN

- Môn học cung cấp cho sinh viên các kiến thức về ARM Cortex STM32F103, loại vi điều khiển 32 bit được thiết kế dựa trên dòng Cortex-M3
- Sinh viên được lập trình trực tiếp trên kit ARM thực nghiệm, dùng các phần mềm miễn phí được hỗ trợ chính hãng bởi ST

➤ HỌC PHẦN HỌC TRƯỚC

- Kỹ thuật vi xử lý (2102435)

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ MỤC TIÊU

- Sử dụng thư viện firmware chuẩn của STMicroelectronics
- Phân tích, thiết kế dựa trên vi điều khiển 32 bit STM32F103 cho các ứng dụng ngoại vi
- Nâng cao kỹ năng lập trình nhúng dùng ngôn ngữ C

➤ CHUẨN ĐẦU RA

- Xác định đầu vào/ra bài toán thiết kế hệ thống sử dụng vi điều khiển với các yêu cầu kỹ thuật
- Thiết kế sơ đồ khối, sơ đồ nguyên lý các thành phần, các hệ thống sử dụng vi điều khiển đáp ứng yêu cầu kỹ thuật
- Xây dựng và thực hiện các bước thực nghiệm theo yêu cầu kỹ thuật

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ CHƯƠNG TRÌNH CHI TIẾT

TT	Nội dung	Số tiết	Phân bố thời gian		
			Lí thuyết	Thực hành	Tự học
1	Bài 1: Giới thiệu về phần mềm cần thiết, sơ đồ kết nối phần cứng cơ bản của STM32 <ul style="list-style-type: none">Cài đặt phần mềm SW4STM32, CubeMX và các chức năngHướng dẫn cách tạo Project, cách thức sử dụng phần mềm CubeMXHướng dẫn cấu hình phần mềm, phần cứng cơ bản.Ví dụ về tạo một Project.	5		5	10

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ CHƯƠNG TRÌNH CHI TIẾT

TT	Nội dung	Số tiết	Phân bố thời gian		
			Lí thuyết	Thực hành	Tự học
2	Bài 2 : Lập trình mô-đun GPIO Output <ul style="list-style-type: none">Giới thiệu thư viện firmware dùng cho mô-đunTrình bày ví dụ mẫu và nạp chương trình cho MCUCác bài tập và kiểm tra theo yêu cầu của giảng viênBáo cáo kết quả thực hành	5		5	10
3	Bài 3: Lập trình mô-đun GPIO Input và Interrupt <ul style="list-style-type: none">Giới thiệu thư viện firmware dùng cho mô-đunTrình bày ví dụ mẫu và nạp chương trình cho MCUCác bài tập và kiểm tra theo yêu cầu của giảng viênBáo cáo kết quả thực hành	5		5	10

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ CHƯƠNG TRÌNH CHI TIẾT

TT	Nội dung	Số tiết	Phân bố thời gian		
			Lí thuyết	Thực hành	Tự học
4	Bài 4 : Lập trình điều khiển LCD 16x2	5		5	10
5	Bài 5: Lập trình điều khiển ngoại vi UART	5		5	10
6	Bài 6: Lập trình điều khiển ngoại vi ADC	5		5	10
7	Bài 7: Lập trình điều khiển ngoại vi DAC	5		5	10
8	Bài 8: Lập trình điều khiển ngoại vi Timer	5		5	10
9	Bài 9: Lập trình điều khiển ngoại vi PWM	5		5	10
10	Bài 10: Sử dụng hệ điều hành FreeRTOS	5		5	10
11	Bài 11: Bài thực hành tổng hợp 1	5		5	10
12	Bài 12: Bài thực hành tổng hợp 2	5		5	10

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ GIÁO TRÌNH, TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Sách, giáo trình chính:
 - [1] *Bài giảng Thực hành vi điều khiển và ứng dụng*, Lưu hành nội bộ, ĐH Công nghiệp Tp.HCM.
- Tài liệu tham khảo:
 - [1] STMicroelectronics, *STM32F103xx datasheet*.
 - [2] STMicroelectronics, *STM32F103xx Reference manual*.
 - [3] STMicroelectronics, *Application note - STM32Cube firmware examples for STM32F1 Series*, April 2017

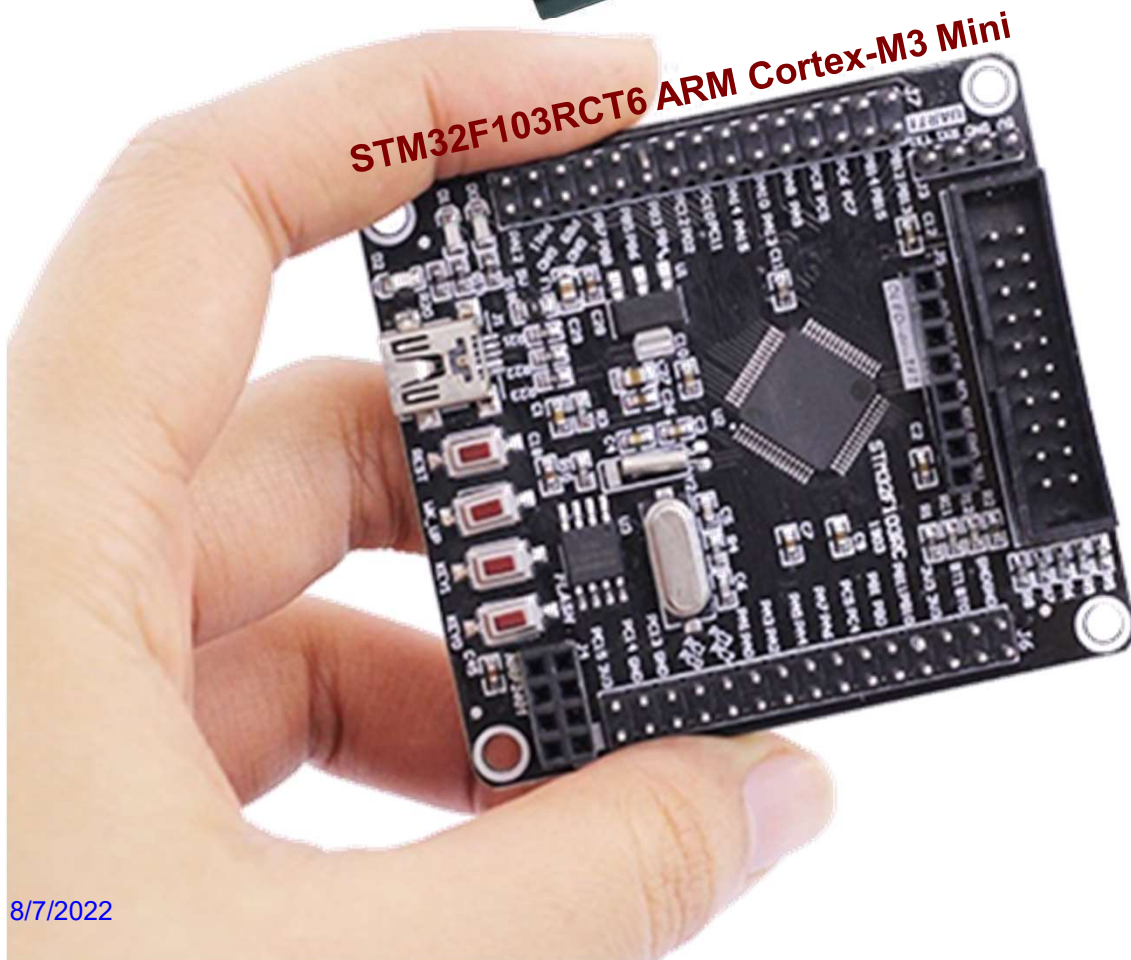
GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN CỨNG

ST-Link V2 Mini Programmer



STM32F103RCT6 ARM Cortex-M3 Mini



J-Link V8 JTAG Segger Programmer



ST-Link V2 Programmer

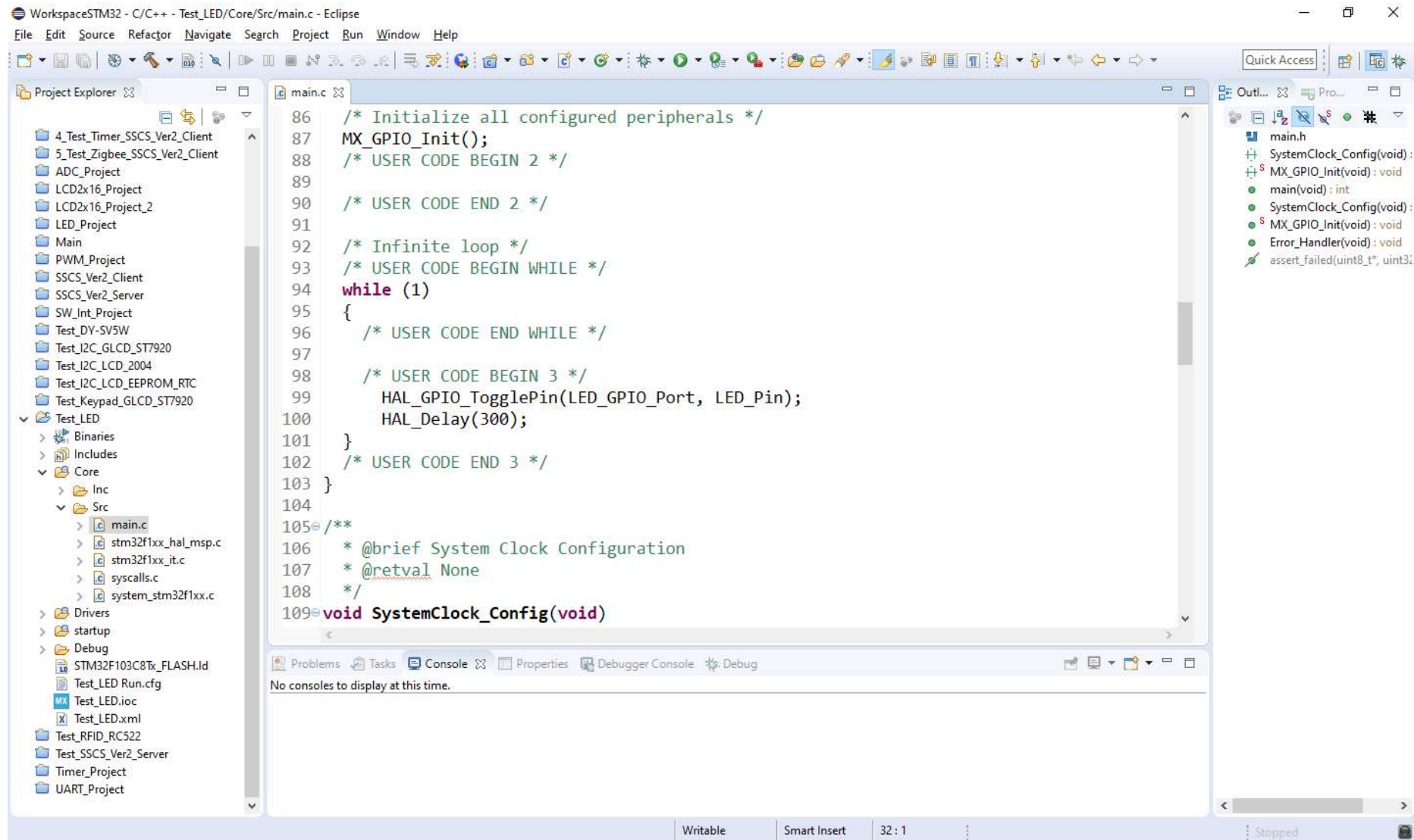
GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN MỀM

- **System Workbench for STM32** (Ver. 4.6.3)
- **STM32 CubeMX** (Ver. 6.2.1)
- **Protues** (Ver. 8.12)
- **Flowcode** (Ver. 8.0.0.6)
- **STM32 ST-LINK Utility** (Ver. 4.6.0)
- **SEGGER J-Flash** (Ver. 6.82b)



➤ PHẦN MỀM



WorkspaceSTM32 - C/C++ - Test_LED/Core/Src/main.c - Eclipse

File Edit Source Refactor Navigate Search Project Run Window Help

Project Explorer

- 4_Test_Timer_SSCS_Ver2_Client
- 5_Test_Zigbee_SSCS_Ver2_Client
- ADC_Project
- LCD2x16_Project
- LCD2x16_Project_2
- LED_Project
- Main
- PWM_Project
- SSCS_Ver2_Client
- SSCS_Ver2_Server
- SW_Int_Project
- Test_DY-SV5W
- Test_I2C_GLCD_ST7920
- Test_I2C_LCD_2004
- Test_I2C_LCD_EEPROM_RTC
- Test_Keypad_GLCD_ST7920
- Test_LED
 - Binaries
 - Includes
 - Core
 - Inc
 - Src
 - main.c
 - stm32f1xx_hal_msp.c
 - stm32f1xx_it.c
 - syscalls.c
 - system_stm32f1xx.c
 - Drivers
 - startup
 - Debug
- STM32F103C8Tx_FLASH.ld
- Test_LED_Run.cfg
- Test_LED.ioc
- Test_LED.xml
- Test_RFID_RC522
- Test_SSCS_Ver2_Server
- Timer_Project
- UART_Project

main.c

```
86  /* Initialize all configured peripherals */
87  MX_GPIO_Init();
88  /* USER CODE BEGIN 2 */
89
90  /* USER CODE END 2 */
91
92  /* Infinite loop */
93  /* USER CODE BEGIN WHILE */
94  while (1)
95  {
96      /* USER CODE END WHILE */
97
98      /* USER CODE BEGIN 3 */
99      HAL_GPIO_TogglePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin);
100     HAL_Delay(300);
101 }
102 /* USER CODE END 3 */
103 }
104
105 /**
106  * @brief System Clock Configuration
107  * @retval None
108  */
109 void SystemClock_Config(void)
```

Outlines

- main.h
- SystemClock_Config(void):
- MX_GPIO_Init(void): void
- main(void): int
- SystemClock_Config(void):
- MX_GPIO_Init(void): void
- Error_Handler(void): void
- assert_failed(uint8_t*, uint32_t):

Problems Tasks Console Properties Debugger Console Debug

No consoles to display at this time.

Writable Smart Insert 32 : 1 Stopped

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN MỀM

- System Workbench for STM32 (Ver. 4.6.3)
- **STM32 CubeMX** (Ver. 6.2.1)
- Protues (Ver. 8.12)
- Flowcode (Ver. 8.0.0.6)
- STM32 ST-LINK Utility (Ver. 4.6.0)
- SEGGER J-Flash (Ver. 6.82b)



➤ PHẦN MỀM

STM32CubeMX Untitled: STM32F407VG Tx STM32F407G-DISC1

File Window Help

Home STM32F407VG Tx - STM32F407G-DISC1 Untitled - Pinout & Configuration GENERATE CODE

Pinout & Configuration Clock Configuration Project Manager Tools

Software Packs Pinout

GPIO Mode and Configuration

Configuration

Group By Peripherals

RCC SPI SYS USB

GPIO Single Mapped Signals I2C I2S

Search Signals

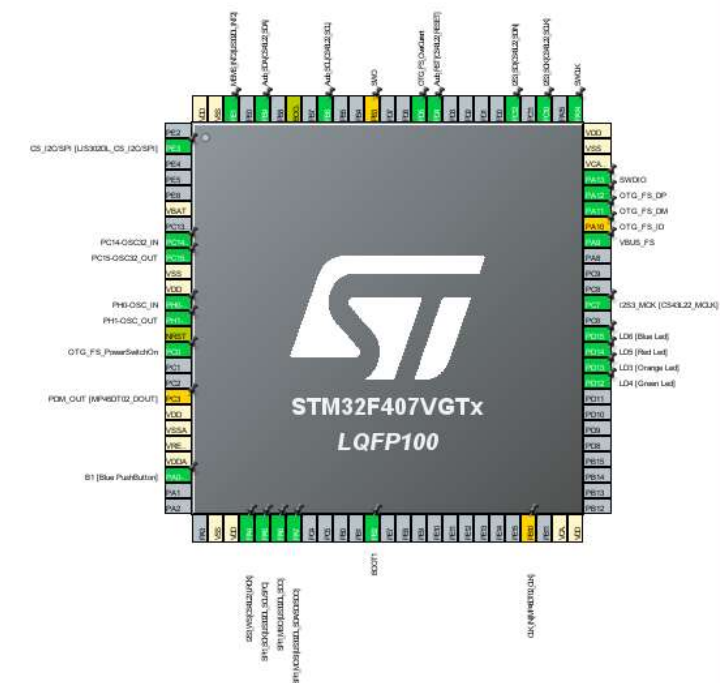
Search (Ctrl+F)

☐ Show only Modified Pins

Pin Na...	Signal on ...	GPIO outp...	GPIO mode	GPIO Pull...	Maximum ...	User Label	Modified
PA0-WKUP	n/a	n/a	External E...	No pull-up...	n/a	B1 [Blue ...	<input checked="" type="checkbox"/>
PB2	n/a	n/a	Input mode	No pull-up...	n/a	BOOT1	<input checked="" type="checkbox"/>
PC0	n/a	High	Output Pu...	No pull-up...	Low	OTG_FS_...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD4	n/a	Low	Output Pu...	No pull-up...	Low	Audio_RS...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD5	n/a	n/a	Input mode	No pull-up...	n/a	OTG_FS_...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD12	n/a	Low	Output Pu...	No pull-up...	Low	LD4 [Gree...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD13	n/a	Low	Output Pu...	No pull-up...	Low	LD3 [Oran...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD14	n/a	Low	Output Pu...	No pull-up...	Low	LD5 [Red ...	<input checked="" type="checkbox"/>
PD15	n/a	Low	Output Pu...	No pull-up...	Low	LD6 [Blue ...	<input checked="" type="checkbox"/>
PE1	n/a	n/a	External E...	No pull-up...	n/a	MEMS_IN...	<input checked="" type="checkbox"/>

Select Pins from table to configure them. Multiple selection is Allowed.

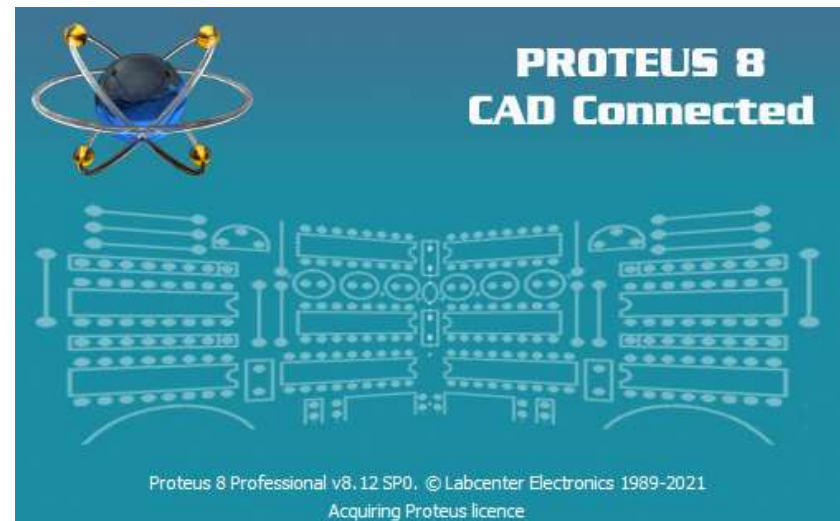
Pinout view System view



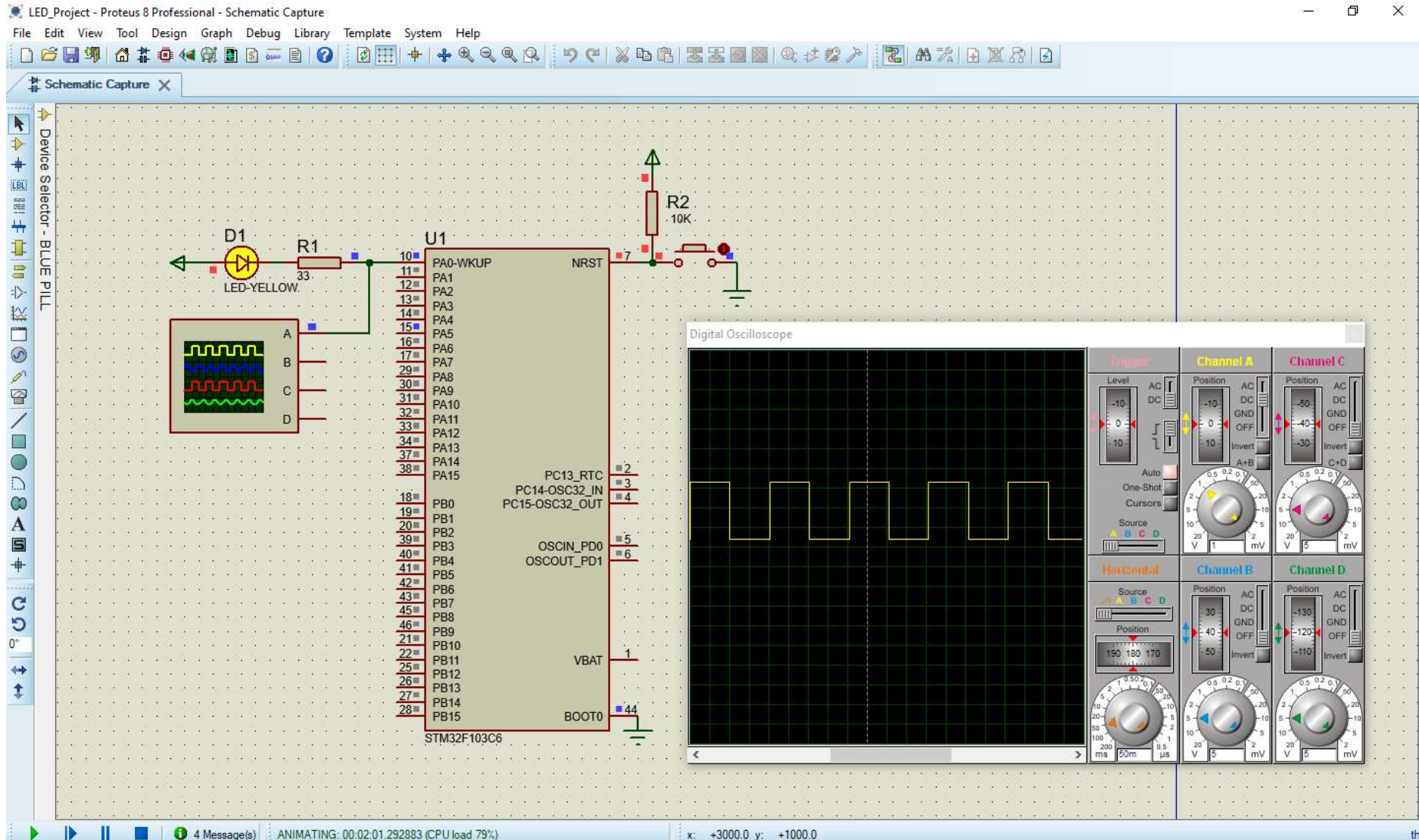
GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN MỀM

- System Workbench for STM32 (Ver. 4.6.3)
- STM32 CubeMX (Ver. 6.2.1)
- **Protues** (Ver. 8.12)
- Flowcode (Ver. 8.0.0.6)
- STM32 ST-LINK Utility (Ver. 4.6.0)
- SEGGER J-Flash (Ver. 6.82b)



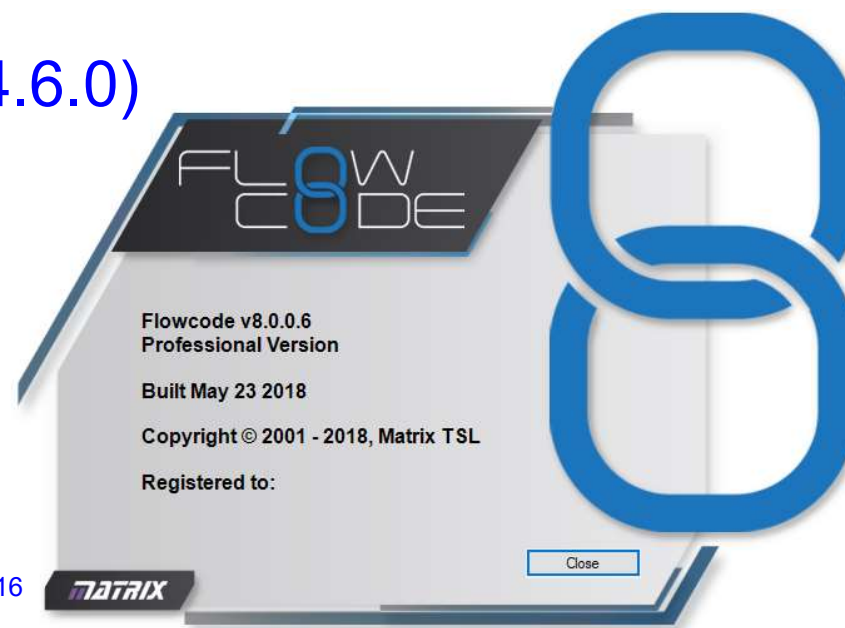
➤ PHẦN MỀM



GIỚI THIỆU MÔN HỌC

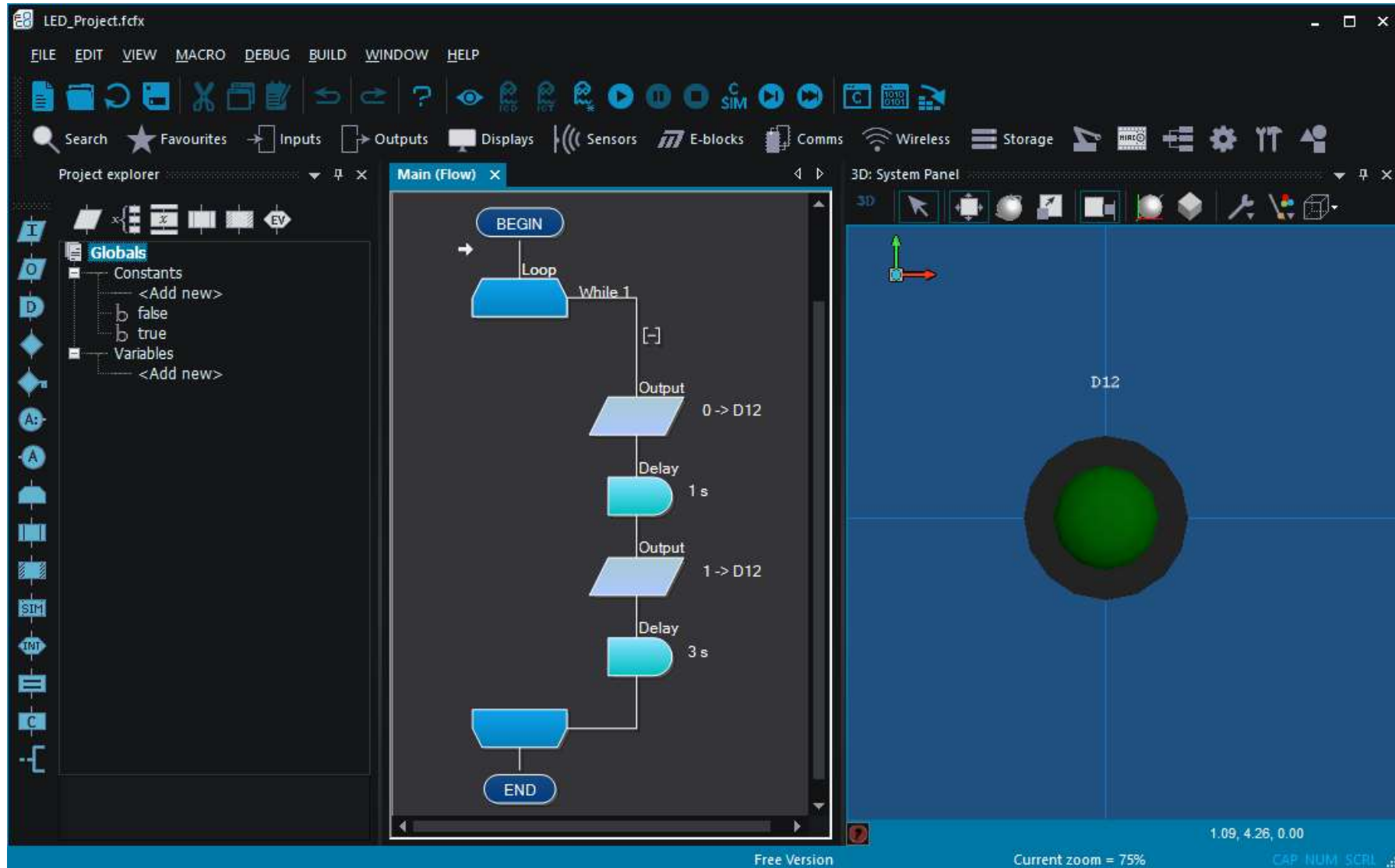
➤ PHẦN MỀM

- System Workbench for STM32 (Ver. 4.6.3)
- STM32 CubeMX (Ver. 6.2.1)
- Protues (Ver. 8.12)
- **Flowcode** (Ver. 8.0.0.6)
- STM32 ST-LINK Utility (Ver. 4.6.0)
- SEGGER J-Flash (Ver. 6.82b)



GIỚI THIỆU MÔN HỌC

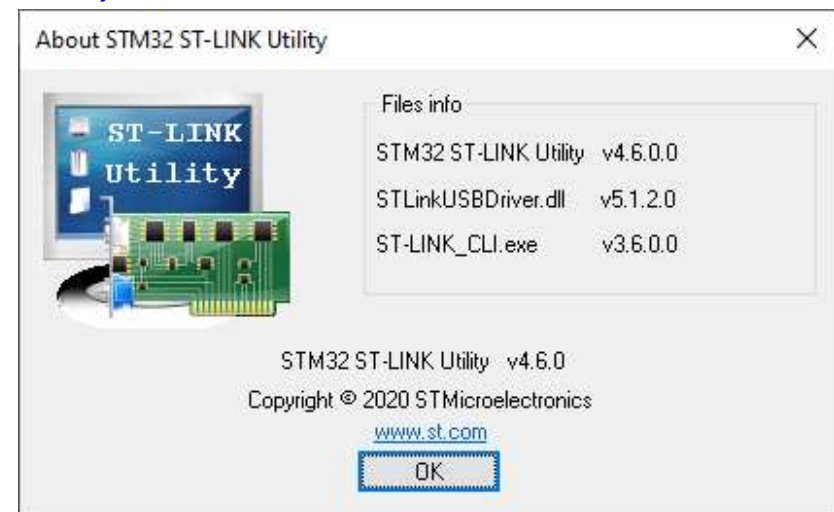
➤ PHẦN MỀM



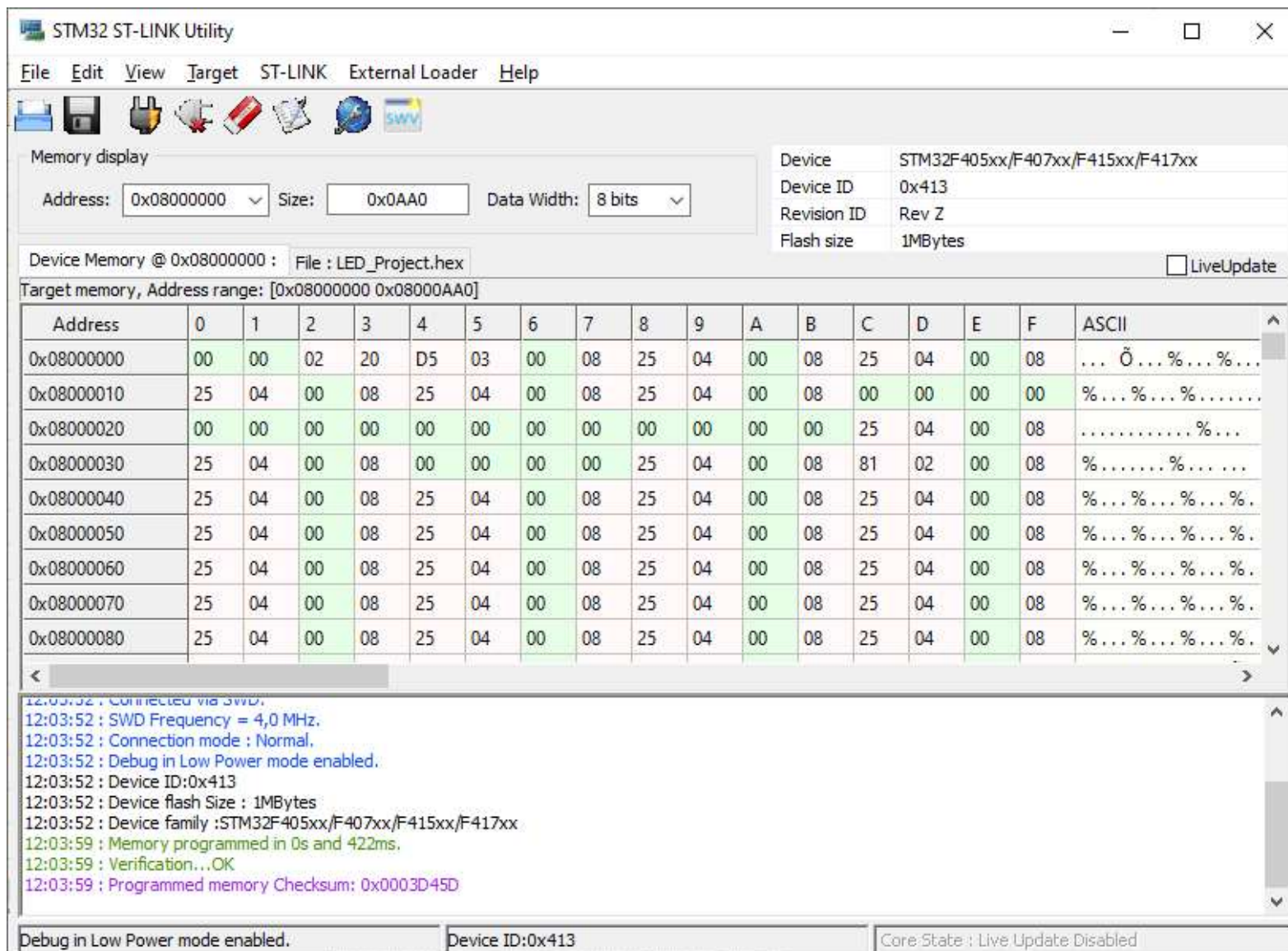
GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN MỀM

- System Workbench for STM32 (Ver. 4.6.3)
- STM32 CubeMX (Ver. 6.2.1)
- Protues (Ver. 8.12)
- Flowcode (Ver. 8.0.0.6)
- **STM32 ST-LINK Utility** (Ver. 4.6.0)
- SEGGER J-Flash (Ver. 6.82b)



➤ PHẦN MỀM



The screenshot shows the STM32 ST-LINK Utility window. The menu bar includes File, Edit, View, Target, ST-LINK, External Loader, and Help. The toolbar contains icons for opening files, saving, erasing, programming, and refreshing. The 'Memory display' section shows the address 0x08000000, size 0x0AA0, and data width 8 bits. The 'Device' section displays: Device: STM32F405xx/F407xx/F415xx/F417xx, Device ID: 0x413, Revision ID: Rev Z, and Flash size: 1MBytes. The 'LiveUpdate' checkbox is unchecked. The 'Device Memory @ 0x08000000' section shows the file LED_Project.hex. The 'Target memory, Address range: [0x08000000 0x08000AA0]' section displays a memory table.

Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	ASCII
0x08000000	00	00	02	20	D5	03	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	... Ỗ ... % ... % ...
0x08000010	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	00	00	00	00	% ... % ... % ...
0x08000020	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	25	04	00	08 % ...
0x08000030	25	04	00	08	00	00	00	00	25	04	00	08	81	02	00	08	% %
0x08000040	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	% ... % ... % ... % .
0x08000050	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	% ... % ... % ... % .
0x08000060	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	% ... % ... % ... % .
0x08000070	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	% ... % ... % ... % .
0x08000080	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	25	04	00	08	% ... % ... % ... % .

The bottom section shows the command log:

```

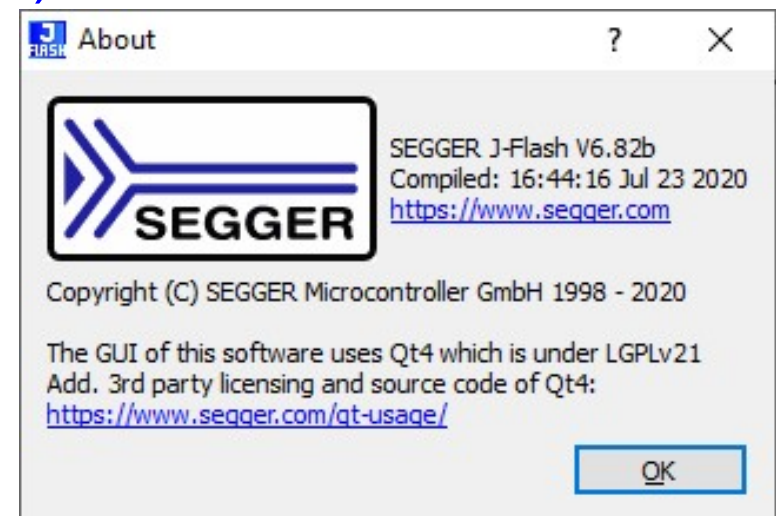
12:03:52 : Connected via SWD.
12:03:52 : SWD Frequency = 4,0 MHz.
12:03:52 : Connection mode : Normal.
12:03:52 : Debug in Low Power mode enabled.
12:03:52 : Device ID:0x413
12:03:52 : Device flash Size : 1MBytes
12:03:52 : Device family :STM32F405xx/F407xx/F415xx/F417xx
12:03:59 : Memory programmed in 0s and 422ms.
12:03:59 : Verification...OK
12:03:59 : Programmed memory Checksum: 0x0003D45D
  
```

The status bar at the bottom indicates: Debug in Low Power mode enabled. Device ID:0x413 Core State : Live Update Disabled

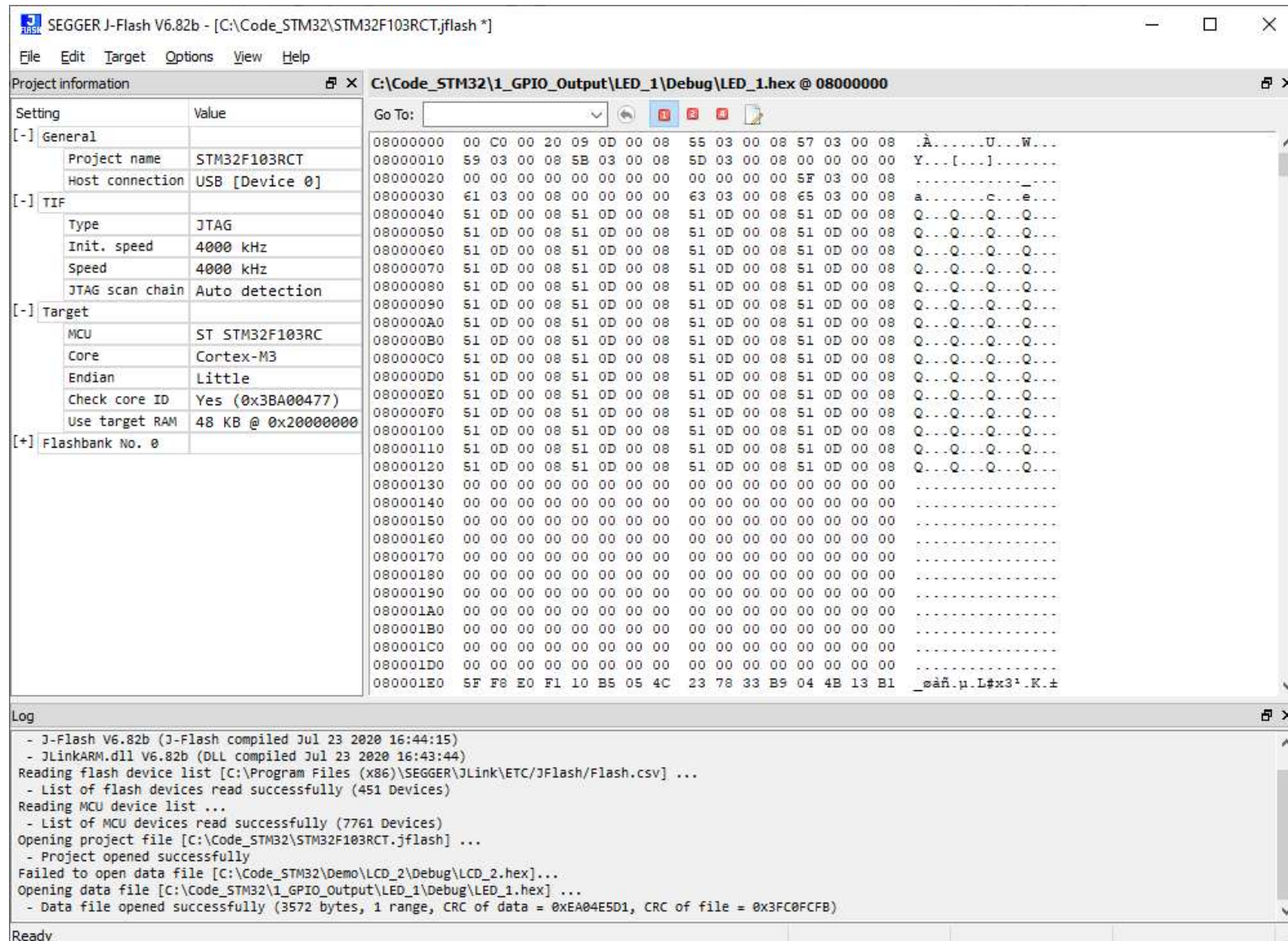
GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ PHẦN MỀM

- **System Workbench for STM32** (Ver. 4.6.3)
- **STM32 CubeMX** (Ver. 6.2.1)
- **Protues** (Ver. 8.12)
- **Flowcode** (Ver. 8.0.0.6)
- **STM32 ST-LINK Utility** (Ver. 4.6.0)
- **SEGGER J-Flash** (Ver. 6.82b)



➤ PHẦN MỀM



GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP

Cột điểm	Buổi học	Số lần trễ	Số lần vắng	Số lần không chuẩn bị bài	Điểm
1	Buổi 1 – Buổi 4	x	y	z	$TBC - 5\%(x - 1) - 30\%(z)$ TBC: Điểm trung bình 4 buổi
2	Buổi 5 – Buổi 8	x	y	z	$TBC - 5\%(x - 1) - 30\%(z)$ TBC: Điểm trung bình 4 buổi
3	Buổi 9 – Buổi 12	x	y	z	$TBC - 5\%(x - 1) - 30\%(z)$ TBC: Điểm trung bình 4 buổi

- Vắng buổi học nào thì điểm số của buổi đó là 0 điểm.
- Đi trễ: 1 lần thì giáo viên sẽ nhắc nhở.

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

➤ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP

- Phân bổ điểm (dự kiến) cho 1 bài báo cáo:
 - [10%] Tiêu đề theo qui định
 - [20%] Sơ đồ nguyên lý kết nối phần cứng
 - [20%] Lưu đồ giải thuật và mã nguồn của chương trình
 - [10%] Cấu hình chức năng trên phần mềm CubeMX
 - [20%] Quay video clip minh chứng kết quả thực hiện, tải lên Youtube
 - [20%] Video clip phải có thuyết minh mô tả thí nghiệm

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

CẢM ƠN
SỰ CHÚ Ý LẮNG NGHE

GIỚI THIỆU MÔN HỌC



GIẢI ĐÁP CÁC CÂU HỎI VỀ MÔN HỌC