

1. THÔNG TIN CHUNG - COURSE DESCRIPTION

| | |
|---------------------------|---|
| Tên học phần | Hệ nhúng |
| Course name | <i>Embedded Systems</i> |
| Mã học phần | IT4210/IT4210E |
| Course ID | |
| Khối lượng | 3(3-0-1-6) |
| Credits | Lý thuyết (Lecture): 45 hours Thí nghiệm (Lab): 15 hours |
| Học phần học trước | IT2000 Nhập môn công nghệ thông tin và truyền thông |
| Prior course | |

2. MÔ TẢ HỌC PHẦN – COURSE DESCRIPTION**Mục tiêu**

Học phần IT4210 giới thiệu các kiến thức cơ bản liên quan tới việc thiết kế và lập trình hệ thống nhúng - một trong những loại thiết bị tính toán phổ biến nhất trong cuộc sống hiện đại.

Ngoài ra, môn học cũng trang bị các kỹ năng về sử dụng các công cụ cần thiết cho phát triển ứng dụng hệ nhúng, bao gồm công cụ thiết kế, mô phỏng, công cụ lập trình, và kỹ năng đọc tài liệu kỹ thuật.

Objectives

This course introduces the most popular computing systems: embedded system. Embedded systems are all around us. They interact with physical processes in our daily lives to provide convenient and intelligent services. The course will address internal organization of microprocessor and microcontroller systems; input and output systems; and controlling external devices. Necessary skills such as using programming and simulation tools, as well as reading technical document will be obtained through the course.

Nội dung

- Tổng quan về hệ thống nhúng và tổ chức của hệ thống nhúng.
- Kiến trúc và các thành phần của vi xử lý, vi điều khiển.
- Thiết kế, xây dựng phần cứng hệ nhúng cùng các mạch phụ trợ cơ bản.
- Xây dựng phần mềm cho hệ nhúng với ngôn ngữ C/C++ cho các chức năng cơ bản như giao tiếp ngoại vi LED, 7-seg LED, LED matrix, buttons/keypad, bộ định thời/đếm, xử lý ngắt, và các module truyền thông UART, SPI, I2C, USB.
- Ghép nối hệ nhúng với các tiến trình trong thế giới thực.
- Giới thiệu về hệ điều hành cho hệ thống nhúng.

Content

- *Overview of embedded system organization, including hardware (the MCU, memory, peripherals) and software.*
- *Designing embedded system hardware with basic peripheral devices interfacing.*
- *Develop and simulate embedded software for basic functions, including peripherals (timer/counter, interrupt...), digital input (switch, button, keypad, ...), digital output (LEDs, 7-seg LEDs, LED matrix,...), analog interface (ADC,DAC), and serial communications (UART, SPI, I2C, USB,...).*

- Real world interface.
- Embedded RTOS.

3. CHUẨN ĐẦU RA CỦA HỌC PHẦN – LEARNING OUTCOMES

| Chuẩn đầu ra <i>Course learning outcomes</i> | Mô tả chuẩn đầu ra của học phần <i>Description the learning outcomes</i> | CDR được phân bổ cho HP/Mức độ (I/T/U) <i>Mapping to Program learning outcomes</i> |
|--|---|--|
| [1] | [2] | [3] |
| M1 | Kiến thức về thiết kế hệ thống nhúng cơ bản <i>Understanding of basic embedded system design</i> | |
| M1.1 | Kiến trúc và tổ chức của hệ thống nhúng <i>Architecture and organization of embedded systems.</i> | 1.2.4 (U), 1.5.3 (T) |
| M1.2 | Tổ chức và nguyên tắc hoạt động của các ngoại vi cơ bản: cổng vào ra, bộ định thời, bộ điều khiển ngắt, vào ra nối tiếp, truyền thông... <i>Fundamentals of basic peripherals including ports, pins, timer and counters, interrupt controller, serial communication...</i> | 1.5.3 (T) |
| M1.3 | Khả năng đọc hiểu và vận dụng tài liệu kỹ thuật. <i>Ability to read and comprehend technical information in technical documents such as datasheets, application notes.</i> | 1.5.3 (T) |
| M2 | Kỹ năng lập trình phần mềm nhúng cơ bản <i>Basic embedded software programming</i> | |
| M2.1 | Khả năng phát triển phần mềm cho hệ nhúng ARM Cortex-M <i>Ability to develop firmware for ARM Cortex-M based embedded system.</i> | 1.5.3 (T) |
| M2.2 | Khả năng phát triển phần mềm dựa trên hệ điều hành nhúng. <i>Understanding of basic concepts of embedded OS and RTOS.</i> | 1.5.3 (T) |
| M3 | Các kỹ năng phát triển hệ thống thực tế <i>Hands on system development skills</i> | |
| M3.1 | Hiểu được các yêu cầu và khó khăn thực tế khi xây dựng hệ thống nhúng. <i>Understanding of basic requirement to build embedded systems with digital and analog interfaces.</i> | 1.5.3 (T) |
| M3.2 | Khả năng sử dụng các công cụ cần thiết để xây dựng hệ thống <i>Ability to use necessary tools including both hardware and</i> | 1.5.3 (T) |

| Chuẩn đầu ra <i>Course learning outcomes</i> | Mô tả chuẩn đầu ra của học phần <i>Description the learning outcomes</i> | CĐR được phân bổ cho HP/Mức độ (I/T/U) <i>Mapping to Program learning outcomes</i> |
|--|--|--|
| | <i>software during system design, development, and simulation, and test.</i> | |
| M3.3 | Khả năng vận dụng kiến thức lý thuyết để xây dựng được một sản phẩm thực sự, có tương tác với môi trường thực để giải quyết một bài toán cụ thể. <i>Ability to develop a complete embedded system to interact with a physical process or solve a real life problem.</i> | 1.5.3 (T) |

4. TÀI LIỆU HỌC TẬP – COURSE MATERIALS

Tài liệu tham khảo

- [1] Han-Way Huang, Leo Chartrand 2004, *Microcontroller: An Introduction to Software & Hardware Interfacing*, Cengage Learning.
- [2] Technical documents from vendors and manufacturers: Atmel, Keil, STMicroelectronics...
- [3] Syllabus of related courses in Embedded Systems from Univ. of Cincinnati (EECE 6017C), Univ. of California, Berkeley (EECS 149), Univ. of Pennsylvania (ESE 350), Univ. of Kansas (EECS388).

5. CÁCH ĐÁNH GIÁ HỌC PHẦN – EVALUATION

| Điểm thành phần <i>Module</i> | Phương pháp đánh giá cụ thể <i>Evaluation method</i> | Mô tả <i>Details</i> | CĐR được đánh giá <i>Learning outcome</i> | Tỷ trọng <i>Percentage</i> |
|--|---|--|---|--------------------------------------|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| A1. Điểm quá trình <i>Mid-term</i> | Đánh giá quá trình <i>Progress evaluation</i> | Thi viết hoặc vấn đáp Written test or oral presentation | M1, M2 | 40% |
| A2. Điểm cuối kỳ <i>Final</i> | Báo cáo project cuối kỳ <i>Final project presentation</i> | Oral presentation | M1, M2, M3 | 60% |

* Điểm quá trình sẽ được điều chỉnh bằng cách cộng thêm điểm chuyên cần. Điểm chuyên cần có giá trị từ -2 đến +1, theo Quy chế Đào tạo đại học hệ chính quy của Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.

The evaluation about the progress can be adjusted with bonus point of [-2, +1], according to the policy of Hanoi University of Science and Technology.

6. KẾ HOẠCH GIẢNG DẠY – TENTATIVE SCHEDULE

| Tuần <i>Week</i> | Nội dung <i>Content</i> | CDR học phần <i>Learning outcomes</i> | Hoạt động dạy và học <i>Activities</i> | Bài đánh giá <i>Evaluation</i> |
|---------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| 1 | <p>Giới thiệu nội dung cương học phần. Mô tả cách đánh giá học phần. Chương 1: Giới thiệu về hệ thống nhúng 1.1 Khái niệm hệ nhúng. 1.2 Các ứng dụng của hệ nhúng. 1.3 Kiến trúc tổng quan hệ nhúng.</p> <p><i>Course introduction</i> <i>Chapter 1: Introduction</i> <i>1.1 Embedded system definition</i> <i>1.2 Application of embedded system</i> <i>1.3 Architecture of embedded system</i></p> | | Giảng bài và thảo luận | A1 |
| 2 | <p>Chương 2: Tổ chức của hệ thống nhúng. 2.1 Các mạch chức năng cơ bản <i>Chapter 2: Embedded hardware organization</i> <i>2.1 Basic functional circuits</i></p> | | Giảng bài | A1 |
| 3 | <p>Chương 2: Tổ chức phần cứng (tiếp) 2.2 Các ghép nối ngoại vi cơ bản 2.3 Các công cụ thiết kế phần cứng Bài tập: thiết kế mạch trên wokwi, TinkerCad, hoặc easyeda.com</p> <p><i>Chapter 2: Embedded hardware organization</i> <i>2.2 Basic interfaces</i> <i>2.3 Hardware design tools</i> <i>Exercise: design simple circuit on wokwi, TinkerCad, easyeda.com</i></p> | | Giảng bài | A1 |
| 4 | <p>Chương 3: Vi điều khiển ARM Cortex-M4 3.1 Giới thiệu ARM CPU 3.2 Vi điều khiển ARM Cortex-M4 3.3 Lập trình với STM32F4 HAL lib <i>Chapter 3: Working with ARM Cortex-</i></p> | | Giảng bài | A1 |

| Tuần <i>Week</i> | Nội dung <i>Content</i> | CDR học phần <i>Learning</i> <i>outcomes</i> | Hoạt động dạy và học <i>Activities</i> | Bài đánh giá <i>Evaluation</i> |
|----------------------------|--|---|--|--|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| | <i>M4 microcontrollers</i> 3.1 Introduction of ARM CPU 3.2 ARM Cortex-M4 family 3.3 Programming with STM32F4 HAL | | | |
| 5 | Chương 3: Vi điều khiển ARM Cortex-M4 (tiếp) 3.4 GPIO Bài tập: ghép nối LED đơn, LED 7 thanh <i>Chapter 3: Working with ARM Cortex-M4 microcontrollers (cont.)</i> 3.4 GPIO <i>Exercise: interfacing LEDs and 7-segment LEDs</i> | | Giảng bài Thực hành | A1, A2 |
| 6 | Chương 3: Vi điều khiển ARM Cortex-M4 (tiếp) 3.5 Bộ định thời 3.6 Ngắt và STM32F4 NVIC Bài tập: ghép nối nút bấm, LCD, đếm thời gian, cảm biến siêu âm đo khoảng cách. <i>Chapter 3: Working with ARM Cortex-M4 microcontrollers (cont.)</i> 3.5 Timer 3.6 Interrupt and STM32F4 NVIC <i>Exercise: button and timer handling, character-based LCD interfacing, ultrasonic range finder interfacing.</i> | | Giảng bài | A1, A2 |
| 7 | Chương 4: Truyền nhận dữ liệu nối tiếp 4.1 UART 4.2 I2C Bài tập: truyền nhận dữ liệu với PC, ghép nối màn hình OLED <i>Chapter 3: Serial communication</i> 4.1 UART 4.2 I2C | | Giảng bài | A1, A2 |

| Tuần <i>Week</i> | Nội dung <i>Content</i> | CĐR học phần <i>Learning</i> <i>outcomes</i> | Hoạt động dạy và học <i>Activities</i> | Bài đánh giá <i>Evaluation</i> |
|----------------------------|---|---|--|--|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| | <i>Exercise: communication between embedded system with PC, graphics OLED interfacing</i> | | | |
| 8 | <p>Chương 4: Truyền nhận dữ liệu nối tiếp (tiếp)</p> <p>4.3 SPI</p> <p>4.4 I2S</p> <p>4.5 USB</p> <p>Bài tập: ghép nối cảm biến, real-time clock, RFID reader</p> <p><i>Chapter 3: Serial communication</i></p> <p>4.3 SPI</p> <p>4.4 I2S</p> <p>4.5 USB</p> <p><i>Exercise: interfacing with serial devices, sensors, RTC, RFID reader</i></p> | | Giảng bài | A1, A2 |
| 9 | <p>Chương 5: Ghép nối với thế giới thực</p> <p>5.1 Giới thiệu</p> <p>5.2 ADC</p> <p>5.3 DAC</p> <p>5.4 Ghép nối hệ thống công suất cao</p> <p><i>Chapter 5: Real world interfacing</i></p> <p>5.1 Introduction</p> <p>5.2 ADC</p> <p>5.3 DAC</p> <p>5.4 High power system interfacing</p> | | Giảng bài Lab 1 | A1, A2 |
| 10 | <p>Chương 5: Ghép nối với thế giới thực (tiếp)</p> <p>5.5 Vào ra bằng ngắt và bằng DMA</p> <p>Bài tập: ghép nối joystick, sử dụng vào ra bằng polling, ngắt, DMA</p> <p><i>Chapter 5: Real world interfacing (cont.)</i></p> <p>5.5 Interrupt-based IO and DMA</p> <p><i>Exercise: joystick interfacing, polling,</i></p> | | Giảng bài | A1, A2 |

| Tuần Week | Nội dung Content | CDR học phần <i>Learning outcomes</i> | Hoạt động dạy và học <i>Activities</i> | Bài đánh giá <i>Evaluation</i> |
|----------------------|---|--|---|---|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| | <i>interrupt, DMA IO</i> | | | |
| 11 | <p>Chương 6: Embedded OS</p> <p>6.1 Giới thiệu</p> <p>6.2 FreeRTOS và CMSIS OS interface</p> <p>6.3 Quản lý tiến trình</p> <p>6.4 Đồng bộ và truyền thông giữa các tiến trình</p> <p>Bài tập</p> <p><i>Chapter 6: Embedded OS</i></p> <p><i>6.1 Introduction</i></p> <p><i>6.2 FreeRTOS and CMSIS OS interface</i></p> <p><i>6.3 Task management</i></p> <p><i>6.4 Synchronization and communication</i></p> <p><i>Exercise</i></p> | | Giảng bài Lab 2 | A1, A2 |
| 12 | <p>Chương 6: Embedded OS (tiếp)</p> <p>6.5 Xây dựng ứng dụng với TouchGFX</p> <p>Bài tập</p> <p><i>Chapter 6: Embedded OS</i></p> <p><i>6.5 Application development with TouchGFX</i></p> <p><i>Exercise</i></p> | | Giảng bài | A1, A2 |
| 13 | <p>Chương 7: Arduino</p> <p>7.1 Giới thiệu Arduino</p> <p>7.2 Tổ chức phần cứng của Arduino</p> <p>7.3 Phát triển phần mềm với Arduino</p> <p>7.4 GPIO</p> <p>7.5 Ghép nối tương tự</p> <p>Bài tập</p> <p><i>Chapter 7: Arduino</i></p> <p><i>7.1 Introduction of Arduino</i></p> <p><i>7.2 Arduino hardware organization</i></p> <p><i>7.3 Software development with Arduino</i></p> <p><i>7.4 GPIO</i></p> | | Giảng bài Lab 3 | A1, A2 |

| Tuần <i>Week</i> | Nội dung <i>Content</i> | CĐR học phần <i>Learning</i> <i>outcomes</i> | Hoạt động dạy và học <i>Activities</i> | Bài đánh giá <i>Evaluation</i> |
|----------------------------|--|---|--|--|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] |
| | 7.5 Analog interface <i>Exercise</i> | | | |
| 14 | Chương 7: Arduino (tiếp) 7.6 Serial communication Bài tập <i>Chapter 7: Arduino</i> <i>7.5 Serial communication</i> <i>Exercise</i> | | Giảng bài | A1, A2 |
| 15 | Trình bày và bảo vệ project cuối kỳ <i>Final project presentation</i> | | Trình bày + vấn đáp | |

7. QUY ĐỊNH CỦA HỌC PHẦN – COURSE REQUIREMENT

(Các quy định của học phần nếu có)

8. NGÀY PHÊ DUYỆT - DATE:

Chủ tịch Hội đồng
Committee chair

Nhóm xây dựng đề cương
Syllabus development team

NGO LAM TRUNG
NGUYEN DUC TIEN
NGUYEN DINH THUAN
PHAM NGOC HUNG
DO CONG THUAN

9. QUÁ TRÌNH CẬP NHẬT - DOCUMENT VERSION INFORMATION

| STT No. | Nội dung điều chỉnh <i>Content of the update</i> | Ngày tháng được phê duyet <i>Approval date/year</i> | Áp dụng từ kỳ/khóa <i>Effective from</i> | Ghi chú |
|------------|---|---|--|------------|
| 1 | Làm mới đề cương theo mẫu của Phòng Đào tạo <i>Create document</i> | 01/09/2017 | K60 | |
| 2 | Thêm thành viên Đỗ Công Thuận <i>New lecturer: Do Cong Thuan</i> | 01/09/2021 | K64 | |
| 3 | Chỉnh sửa theo mẫu song ngữ <i>Change to dual language format (Vn+En)</i> | 31/1/2022 | K64 | |
| 4 | Thêm thành viên Nguyễn Đức Tiến | 9/2023 | K65 | |
| 5 | Bỏ nội dung về CPU 8051, thay thế bằng ARM Cortex-M. Thiết kế lại nội dung bài tập từng chương. | 9/2024 | K66 | |