
Embedded System

Ngô Lam Trung

Department of Computer Engineering

School of Information and Communication Technology (SoICT)

Hanoi University of Science and Technology

E-mail: trungnl@soict.hust.edu.vn

Giới thiệu học phần

- ❑ Hệ nhúng IT4210 (3-0-1-6)
- ❑ Thời lượng: 45 tiết lý thuyết + 15 tiết thí nghiệm
- ❑ Kiến thức nền tảng:
 - | Kiến trúc máy tính
 - | Điện tử cho CNTT!
 - | Lập trình C

Mục tiêu học phần

- ❑ Hiểu được kiến trúc tổng quan, đặc điểm, và nguyên tắc hoạt động của các hệ thống nhúng, bao gồm cả hệ trung tâm và thiết bị ngoại vi.
- ❑ Biết thiết kế hệ nhúng cơ bản gồm cả phần cứng và phần mềm.
- ❑ Rèn luyện kỹ năng lập trình ứng dụng và ghép nối thông dụng trên các dòng vi điều khiển phổ biến.
- ❑ Lập trình với hệ điều hành nhúng.

Nội dung: lý thuyết

- ❑ Chương 1: Giới thiệu về hệ thống nhúng
- ❑ Chương 2: Tổ chức của hệ thống nhúng
- ❑ Chương 3: ARM Cortex-M4 và ngoại vi cơ bản
- ❑ Chương 4: Truyền thông nối tiếp
- ❑ Chương 5: ADC/DAC và ghép nối với thế giới thực
- ❑ Chương 6: FreeRTOS và TouchGFX
- ❑ Chương 7: Arduino

Nội dung: Thực hành

- ❑ Bài 1: Ghép nối ngoại vi cơ bản
- ❑ Bài 2: Truyền thông nối tiếp
- ❑ Bài 3: Hệ điều hành và đồ họa trên hệ nhúng

Đánh giá học phần

- ❑ Quá trình:
 - | Chấm điểm bài thực hành
- ❑ Cuối kỳ: project nhóm
 - | Nhóm 2-3 SV
 - | Đề tài tự đề xuất
 - | Đề tài chọn từ danh sách
- ❑ Tham khảo
 - | [Syllabus - EE319K \(utexas.edu\)](http://utexas.edu)
 - | [EE319K Lab 10 Videos \(utexas.edu\)](http://utexas.edu)



Tài liệu

❑ Lý thuyết

- | Han-Way Huang, Leo Chartrand 2004, Microcontroller: An Introduction to Software & Hardware Interfacing, Cengage Learning.
- | Bài giảng học phần Embedded Systems từ các trường Univ. of Cincinnati (EECE 6017C), Univ. of California, Berkeley (EECS 149), Univ. of Pennsylvania (ESE 350), Univ. of Kansas (EECS388)

❑ Thực hành

- | Tài liệu kỹ thuật từ các nhà sản xuất: Atmel, Keil...
- | Internet
- | Arduino IDE
- | STM32Cube IDE

Chương 1: Giới thiệu về hệ nhúng

Nội dung

- ❑ Định nghĩa hệ nhúng
- ❑ Ứng dụng của hệ nhúng
- ❑ Đặc điểm của hệ nhúng

Định nghĩa hệ nhúng

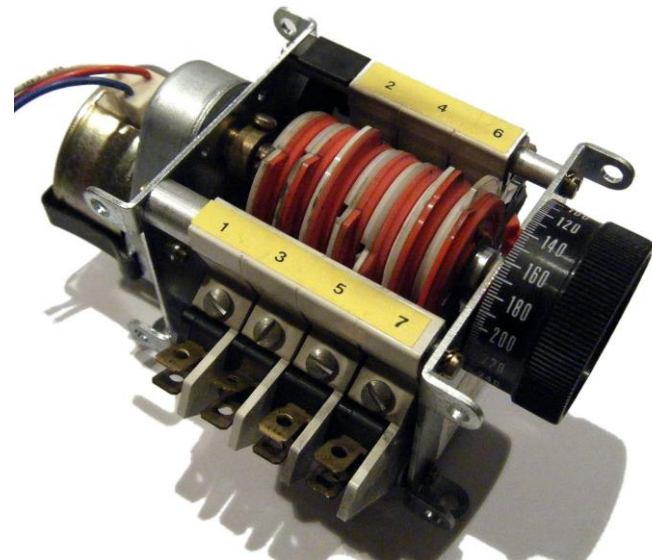
“Dortmund” Definition: [Peter Marwedel]

Embedded systems are information processing systems embedded into a larger product.

Wikipedia:

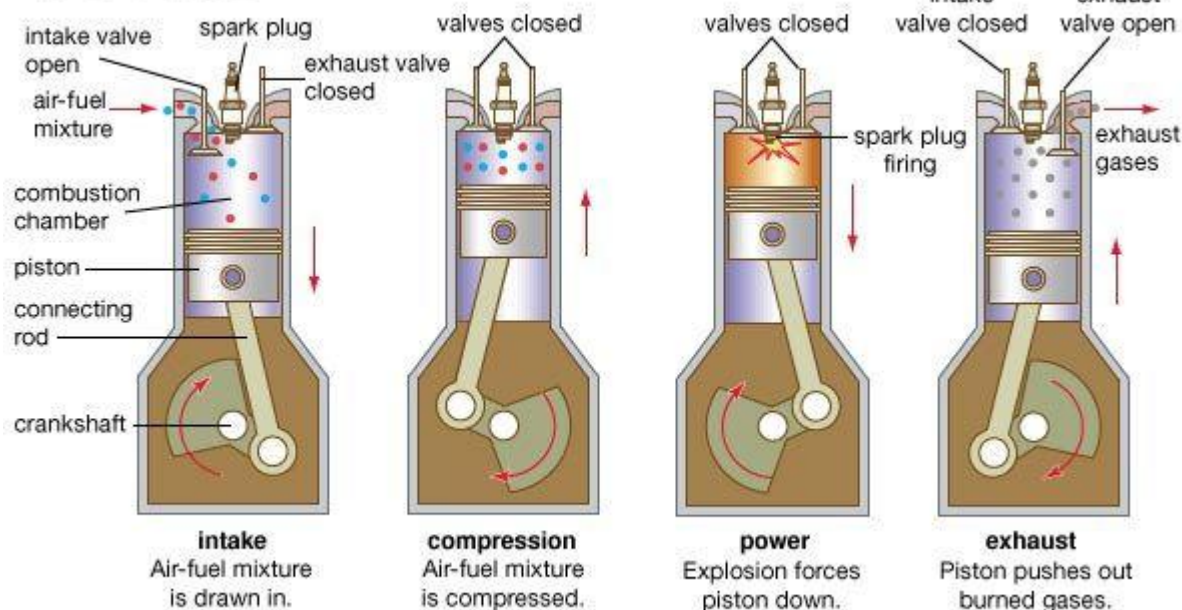
An embedded system is a computer system with a dedicated function within a larger mechanical or electrical system, often with real-time computing constraints. It is embedded as part of a complete device often including hardware and mechanical parts.

Ví dụ



Ví dụ: đánh lửa cho động cơ đốt trong

Four-stroke cycle



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.



Mechanical ignition (distributor)

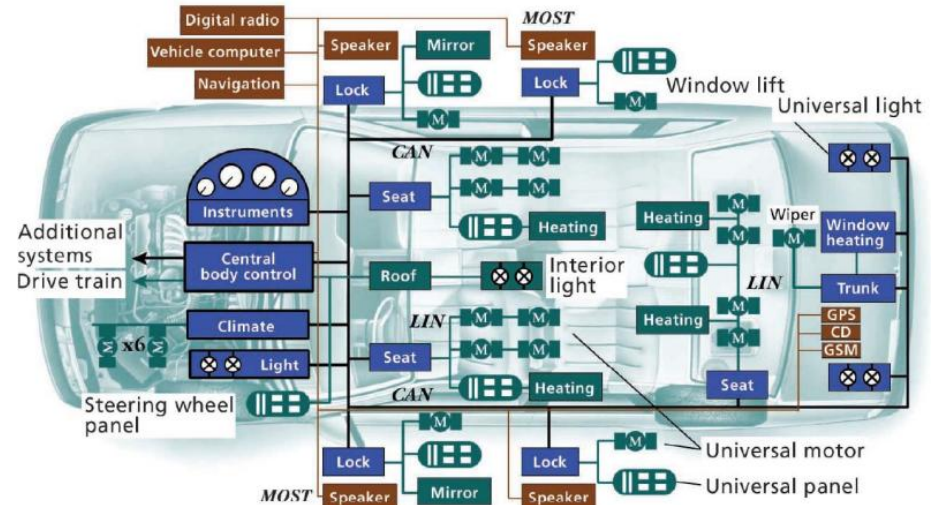


CỤC IC XE MÁY LÀ GÌ ?
cách phòng chống để xe máy không bị trộm IC

Lợi ích của hệ thống nhúng

- ❑ Trước khi có hệ thống nhúng
 - | Mạch logic
 - | Hệ thống cơ điện (electro-mechanical control system)
 - | Hệ thống thủy lực
- ❑ Sử dụng hệ thống nhúng để tính toán điều khiển
 - | Hiệu năng tốt hơn
 - | Nhiều tính năng hơn
 - | Rẻ hơn
 - | Độ tin cậy cao hơn???

Ví dụ



CAN Controller area network
 GPS Global Positioning System
 GSM Global System for Mobile Communications
 LIN Local interconnect network
 MOST Media-oriented systems transport

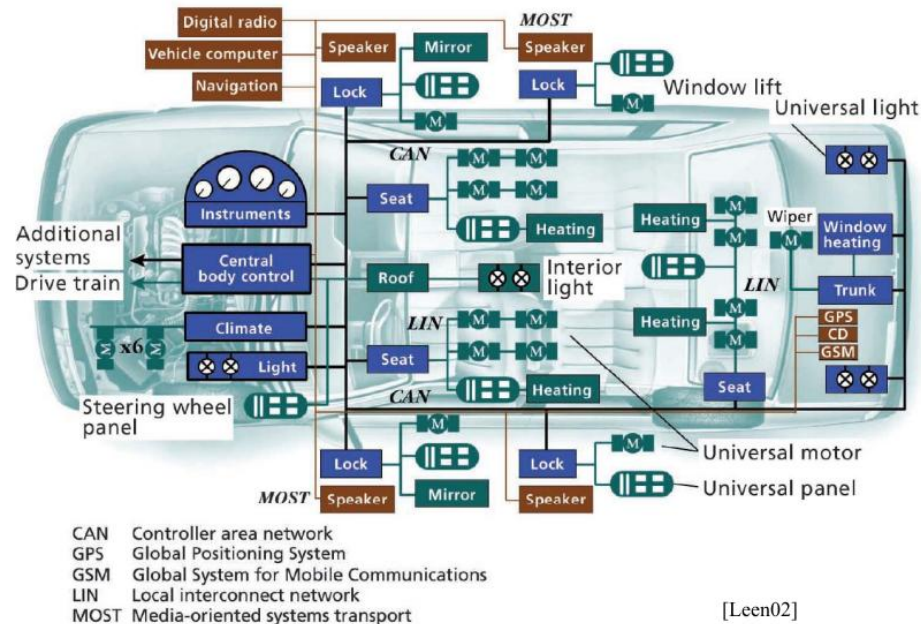
[Leen02]

Automotive electronics

- ABS: Anti-lock braking systems
- ESP: Electronic stability control
- Airbags
- Automatic gearboxes
- Smart keys
- Blind-angle alert systems
- ...

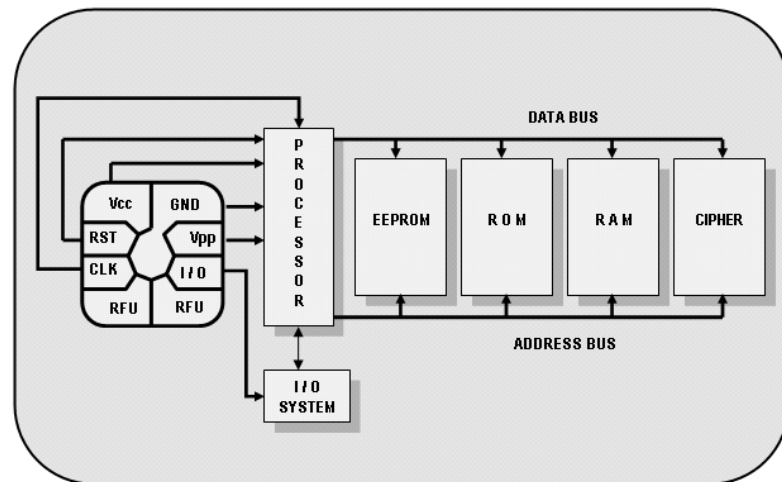
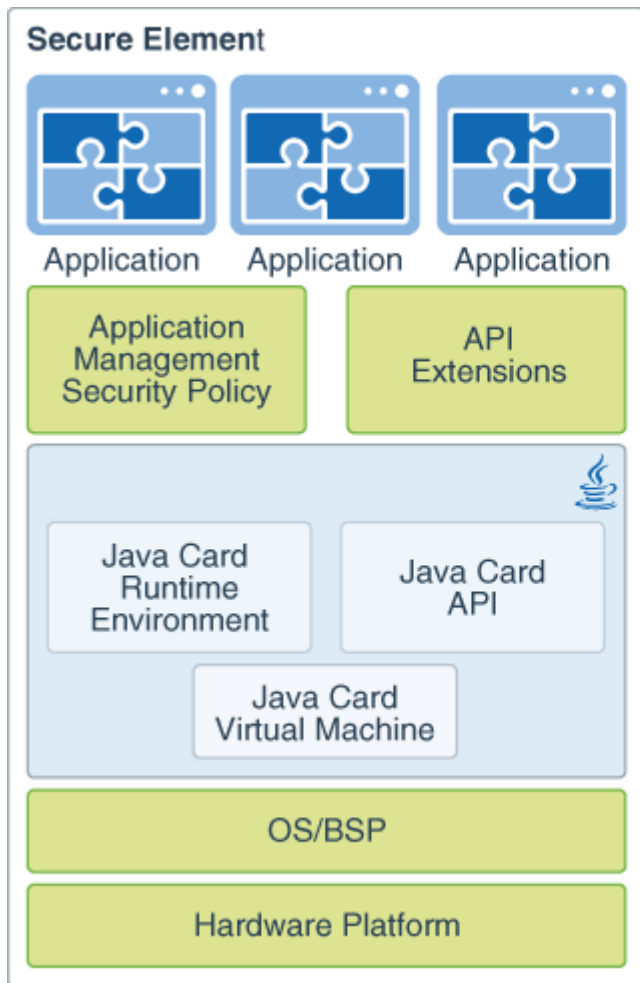


❑ Up to 100 networked processors



[Leen02]

Smart card (vd: SIM card)



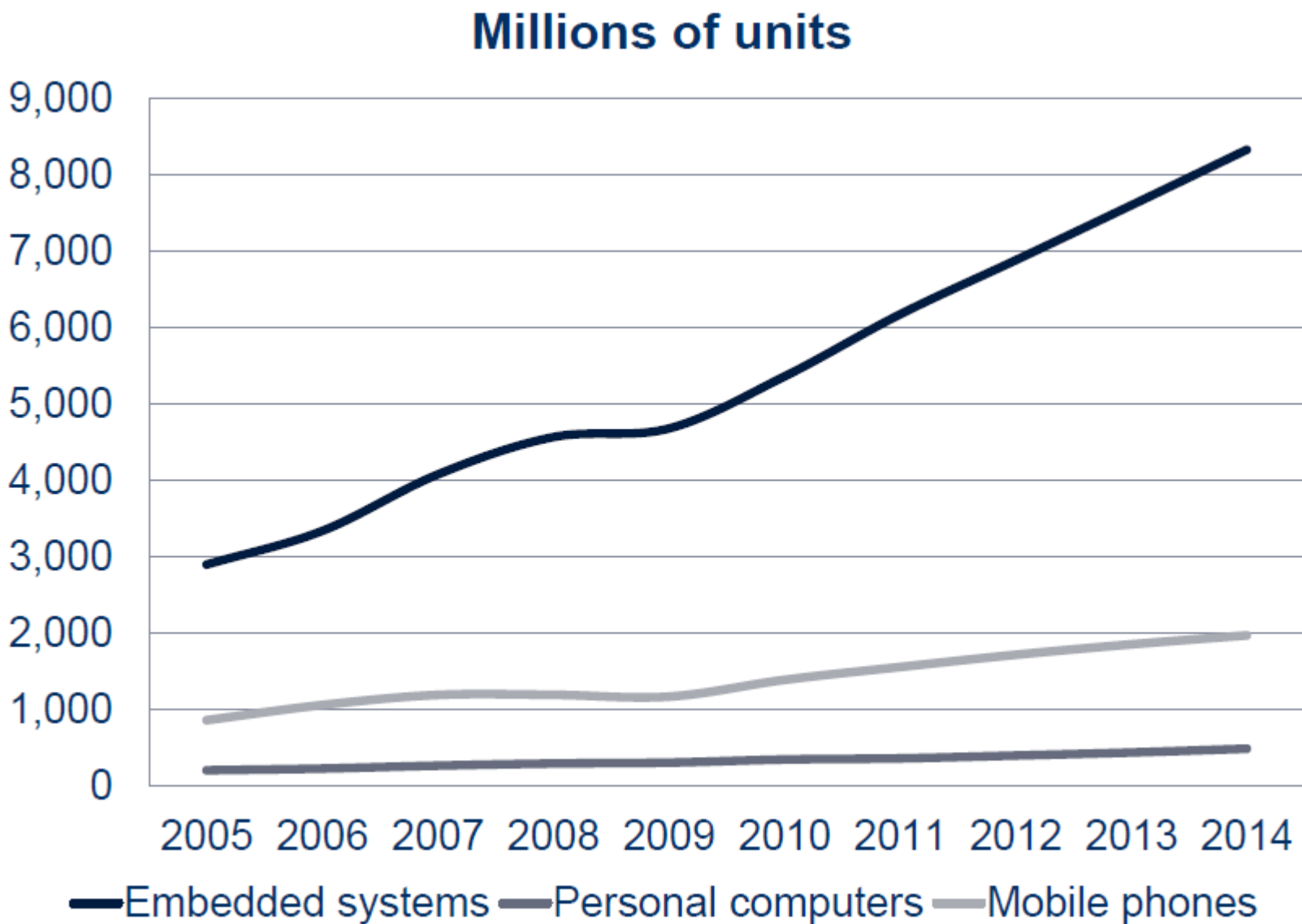
Logistic

- Đánh dấu đối tượng (tagging): RFID, Barcode...
- Tự động theo dõi vị trí/lộ trình đối tượng.



Location	Date	Local Time	Activity
TOKYO, JP	09/03/2016	3:48 P.M.	Delivered
Tokyo, Japan	09/02/2016	7:10 P.M.	Transferred to a local agent for delivery. The delivery will be rescheduled.
	09/02/2016	7:09 P.M.	The delivery change was completed. / The package is being held for a future delivery date.
	09/02/2016	10:07 A.M.	A delivery change for this package is in progress. / We've rescheduled this delivery.
Tokyo, Japan	08/30/2016	7:18 P.M.	The receiver was not available at the time of the final delivery attempt. / We'll contact the sender or receiver about this delivery.
	08/30/2016	2:28 P.M.	The receiver was not available at the time of the final delivery attempt.
Tokyo, Japan	08/29/2016	11:17 A.M.	The receiver was not available at the time of the second delivery attempt. A final attempt will be made.
	08/29/2016	7:48 A.M.	The package is awaiting clearing agency review. / Your package was released by the clearing agency.
Tokyo, Japan	08/26/2016	8:30 P.M.	Transferred to a local agent for delivery. The delivery will be rescheduled.
	08/26/2016	2:15 P.M.	The receiver was not available at the time of the first delivery attempt. A second attempt will be made.
	08/26/2016	1:11 P.M.	Destination Scan
	08/26/2016	1:00 P.M.	Arrival Scan
	08/26/2016	12:55 P.M.	Departure Scan
	08/26/2016	12:38 P.M.	Import Scan
Narita, Japan	08/26/2016	9:03 A.M.	Arrival Scan
	08/26/2016	8:44 A.M.	A late flight has caused a delay. We're adjusting plans and working to deliver your package as quickly as possible.
Anchorage, AK, United States	08/25/2016	8:24 A.M.	Departure Scan
	08/25/2016	6:32 A.M.	Arrival Scan
Ontario, CA, United States	08/25/2016	2:21 A.M.	Departure Scan
Ontario, CA, United States	08/24/2016	11:10 P.M.	Arrival Scan
Commerce City, CO, United States	08/24/2016	9:55 P.M.	Departure Scan
Denver, CO, United States	08/24/2016	8:24 P.M.	Arrival Scan
Boulder, CO, United States	08/24/2016	7:35 P.M.	Departure Scan
	08/24/2016	7:21 P.M.	Origin Scan
United States	08/24/2016	5:03 P.M.	Order Processed: Ready for UPS

Giá trị của thị trường hệ thống nhúng (IDC)



Giá trị của thị trường hệ thống nhúng

Global Embedded System Market Trends



e-estimated, p-projected

© 2009 - 2020 MarketsandMarkets Research Private Ltd. All rights reserved

Đặc trưng của hệ nhúng

- ❑ (1) Mục đích chuyên dụng (special-purpose):
 - | Thông thường, hệ nhúng được thiết kế để thực hiện một chương trình nào đó, lặp đi lặp lại
 - | Thực hiện nhiều chức năng nhưng cùng một mục đích



Đặc trưng của hệ nhúng

❑ (2) Ràng buộc chặt chẽ bởi các yếu tố:

- | Chi phí
- | Hệ thống đơn giản
- | Dựa trên ít thành phần
- | Tốc độ xử lý
- | Năng lượng tiêu thụ

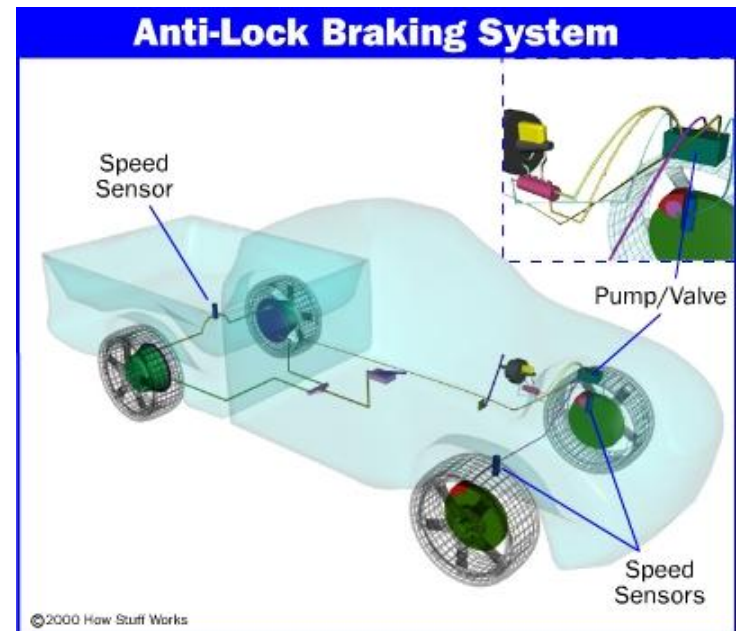
❑ (3) Giới hạn về tài nguyên:

- | Hiệu năng bộ vi xử lý
- | Dung lượng bộ nhớ



Đặc trưng của hệ nhúng

- ❑ (4) Tính tương tác và đáp ứng sự kiện thời gian thực:
 - | Thường xuyên tương tác với các sự kiện bên ngoài (reactive)
 - | Xử lý tính toán đáp ứng thời gian thực (real time)
- ❑ (5) Thỏa mãn yêu cầu về:
 - | Độ tin cậy trong môi trường khắc nghiệt
 - | Khả năng chịu lỗi
- ❑ Ví dụ:
 - | ABS
 - | airbag

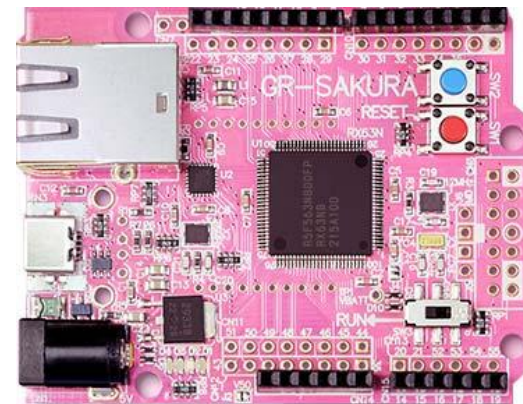
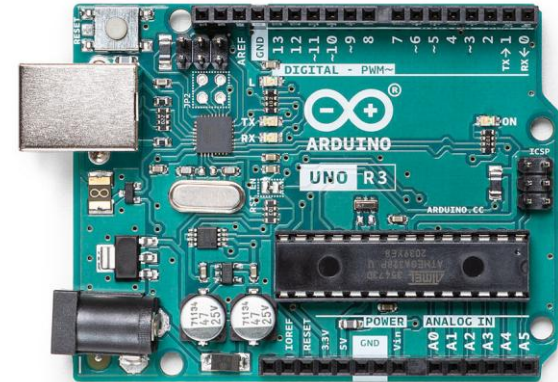
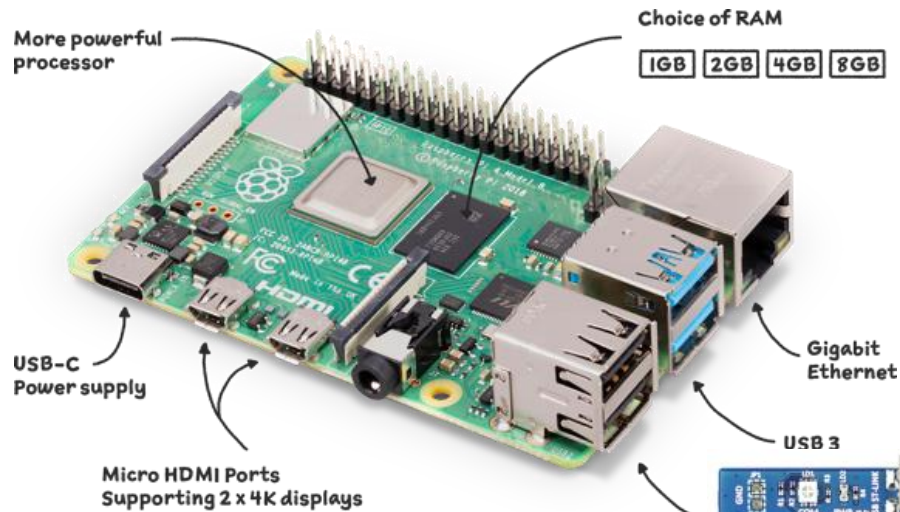


Đặc trưng của hệ nhúng

- ❑ (6) Phần cứng và phần mềm song hành:
 - | Phần mềm thường cài đặt cố định lên bộ nhớ trong hệ nhúng (firmware)
 - | Thường lưu trữ trong bộ nhớ EEPROM hoặc FLASH

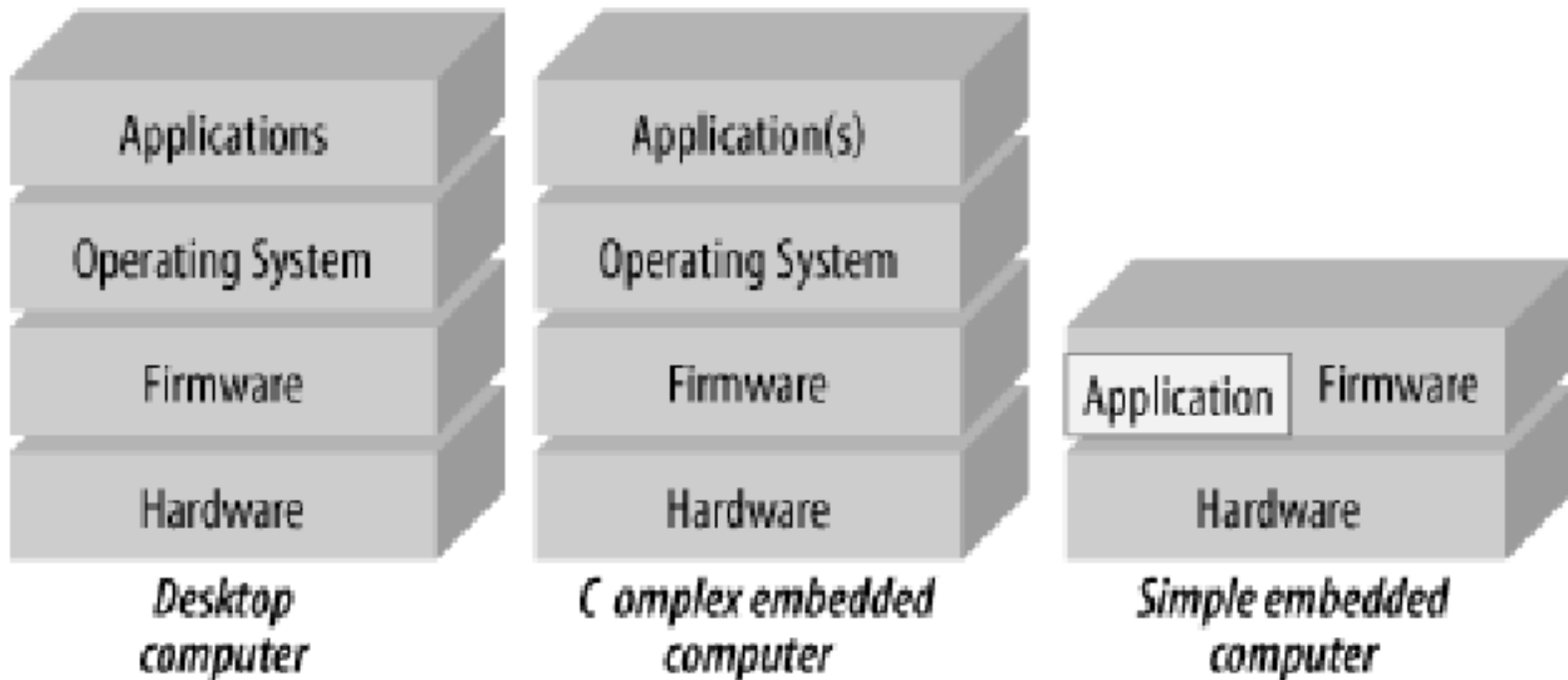


1.3. Kiến trúc tổng quan hệ nhúng



1.3. Kiến trúc tổng quan hệ nhúng

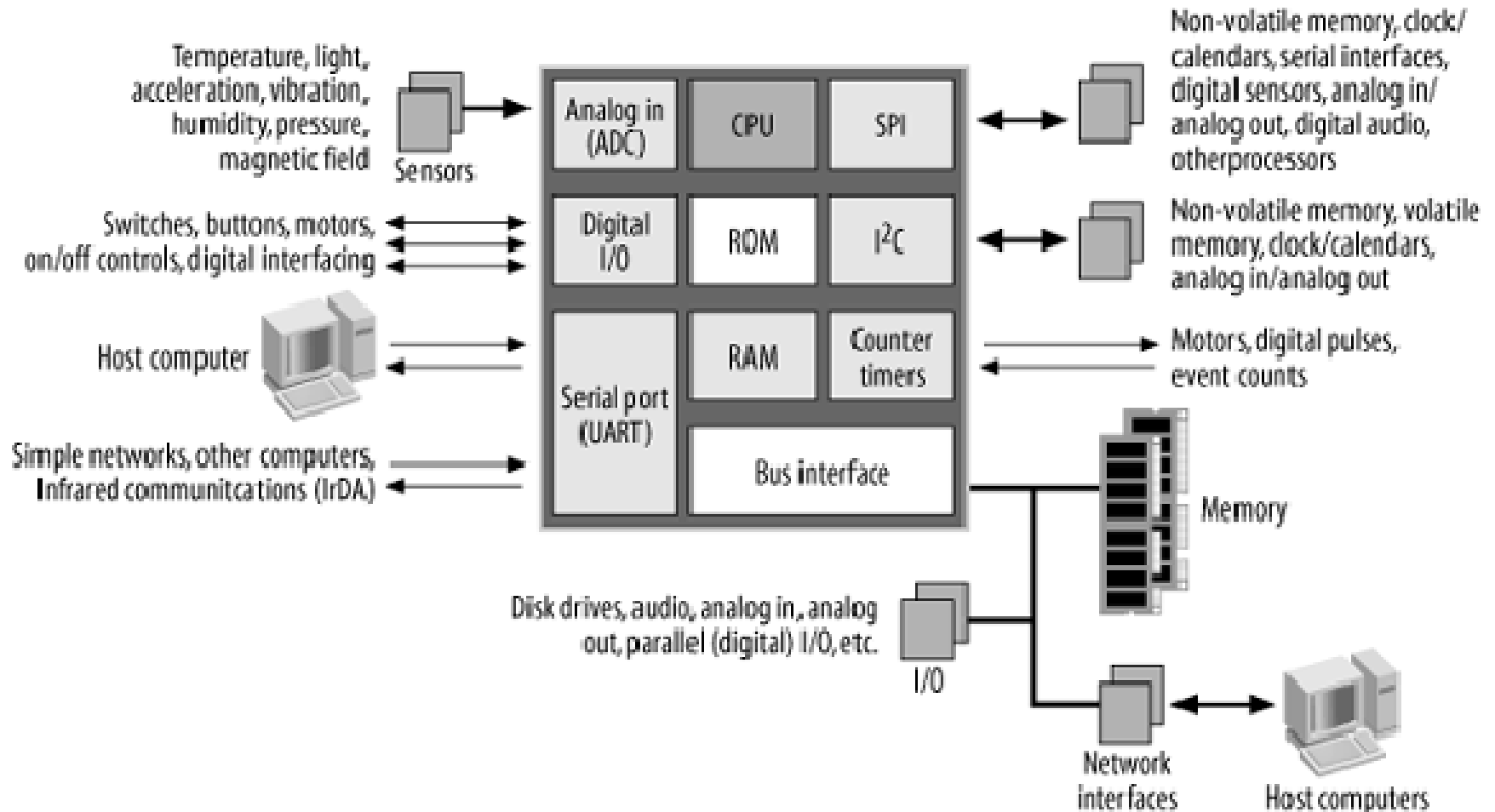
❑ Sơ đồ phân lớp:



Kiến trúc tổng quan hệ nhúng

❑ Hệ trung tâm

❑ Ngoại vi



❑ Microprocessor:

- | Một bộ xử lý độc lập không thể thực hiện được nhiệm vụ gì.
- | Cần giao tiếp với bộ nhớ (chứa chương trình, dữ liệu), và thiết bị vào ra (giao tiếp với thế giới bên ngoài)

❑ Microcontroller: (Bộ vi điều khiển)

- | Chứa bộ vi xử lý, bộ nhớ, các cổng vào ra trên một chip đơn, mạch tích hợp.
- | Thường sử dụng trong các hệ nhúng
- | Phạm vi rộng: AVR, PICs, ARMs, ...
- | Kiến trúc: 8 bit, 16 bit, 32 bit, (64 bit).
- | Bộ nhớ trong cùng chip hoặc phối ghép mở rộng bên ngoài.

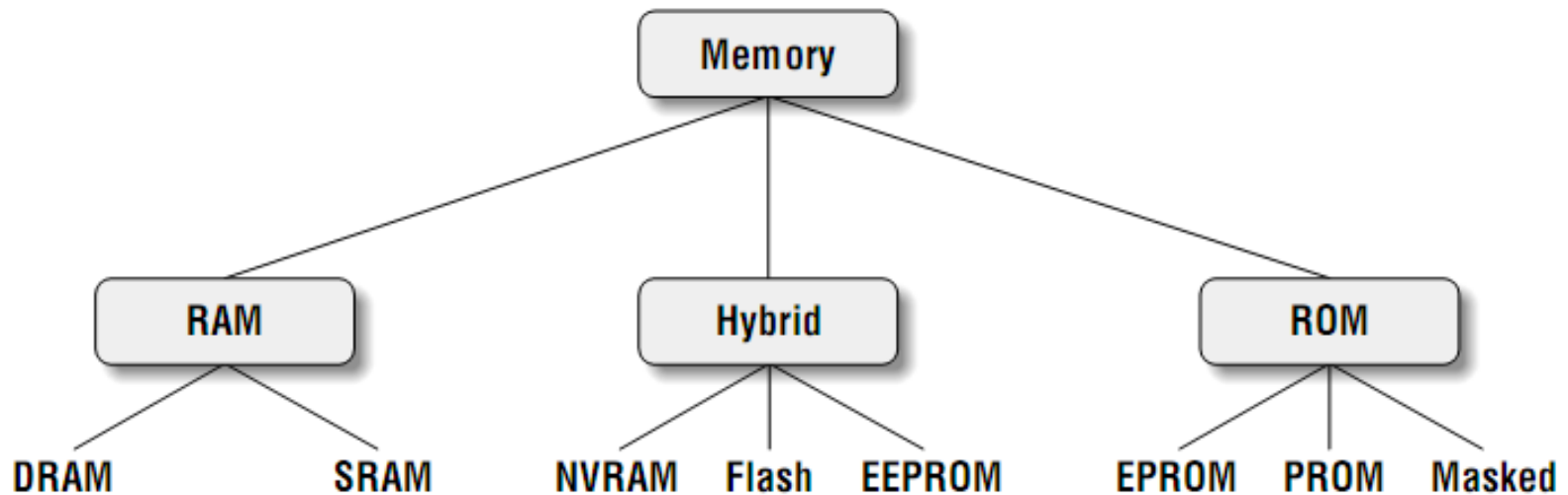
❑ SoC (System-on-chip):

- | Nhiều thành phần của hệ thống được tích hợp cùng lên một vi mạch: CPU, GPU, modem...

Bộ nhớ

❑ Bộ nhớ (Memory):

- | RAM
- | ROM, EPROM, EEROM (EEPROM)
- | Flash (newest ROM technology, dominant), sử dụng rộng rãi trong vi điều khiển, hệ nhúng



Các loại bộ nhớ

Hệ thống vào ra

❑ Các loại thiết bị ngoại vi

- | Input: sensors, button, switch, knob, ADC...
- | Output: display, actuators, DAC...
- | Communication: UART, SPI, I2C, CAN,...
- | Storage: EEPROM, Flash memory,...

❑ Các phương pháp vào ra:

- | Programmed I/O
- | Interrupt-driven I/O
- | Direct Memory Access (DMA)

Bài tập

- ❑ Tìm hiểu bo mạch STM32F429
- ❑ Mô tả hoạt động của nút User button & Reset button

Hết chương 1