
Embedded System

Ngô Lam Trung

Department of Computer Engineering

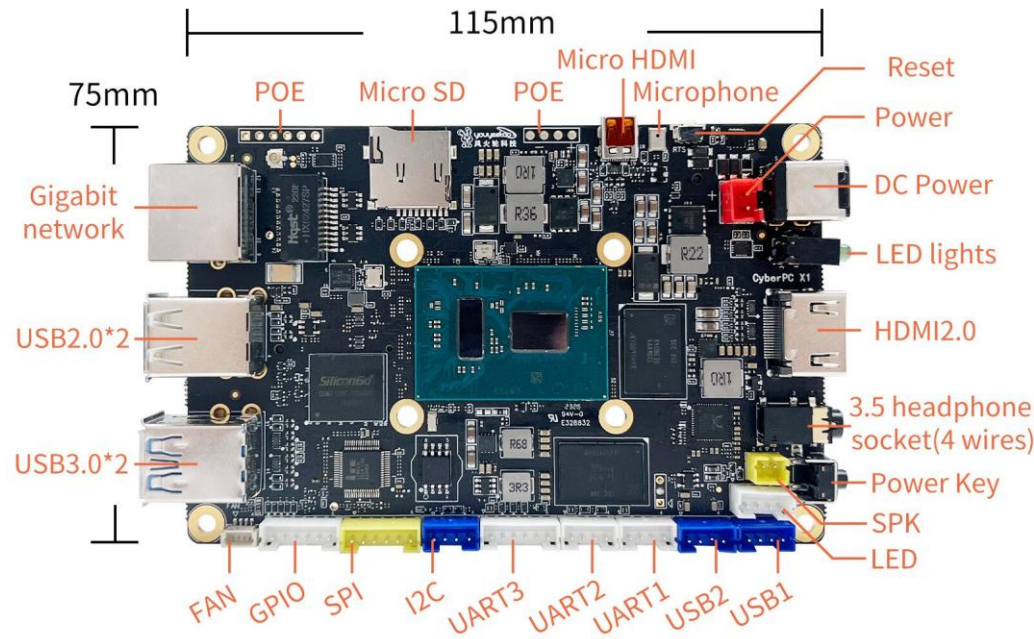
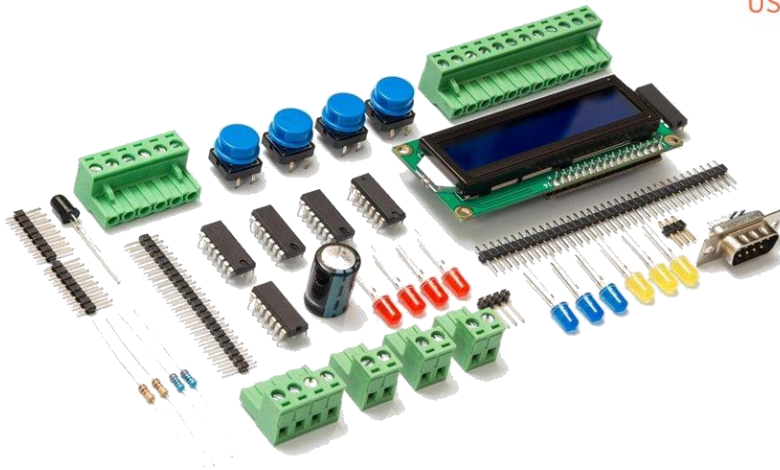
School of Information and Communication Technology (SoICT)

Hanoi University of Science and Technology

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

Chương 2: Phần cứng của hệ nhúng

❑ What are the “things” on these boards?



Chương 2. Tổ chức phần cứng hệ nhúng

- ❑ 2.1 Linh kiện điện tử
- ❑ 2.2 Tổ chức cơ bản của hệ nhúng
- ❑ 2.3 Ví dụ: Board 8051 PRO, STM32F4

2.1. Linh kiện điện tử

- ❑ 2.1.1 Các linh kiện cơ bản
- ❑ 2.1.2 Mạch tích hợp (IC)
- ❑ 2.1.3 Thiết bị và dụng cụ

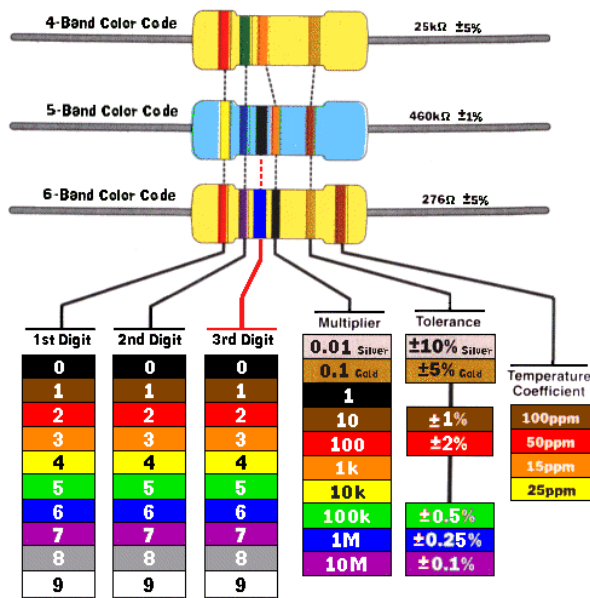
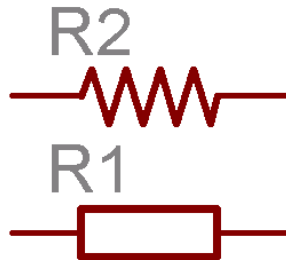
2.1.1 Linh kiện cơ bản

❑ Các linh kiện điện tử:

- | Điện trở (Resistors)
- | Tụ điện (Capacitors)
- | Cuộn cảm (Inductors)
- | Đi-ốt (Diodes)
- | Thạch anh (Crystal)

Điện trở

□ Ký hiệu và các loại điện trở



223
223
= 22×10^3
= 22,000 Ohm
= 22K Ohm
Three-Digit Resistor

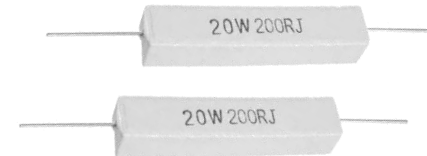
8202
8202
= 820×10^2 Ohm
= 82,000 Ohm
= 82 KOhm
Four-Digit Resistor

4R7
4R7
= 4.7 Ohm
Resistor With Radix Point

0R22
0R22
= 0.22 Ohm
Resistor With Radix Point

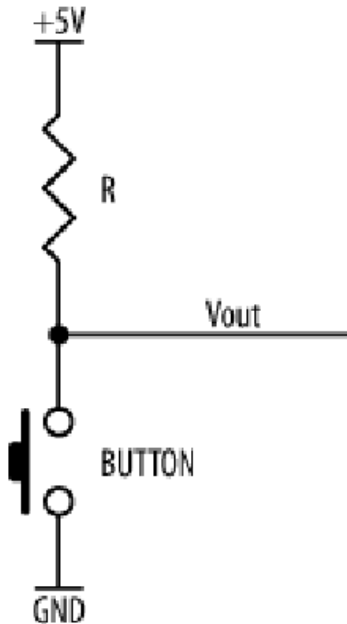
0
0
= 0 Ohm
Zero-Ohm Resistor

000
000
= 0 Ohm
Precision Zero-Ohm Resistor

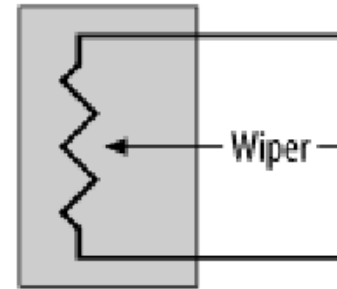
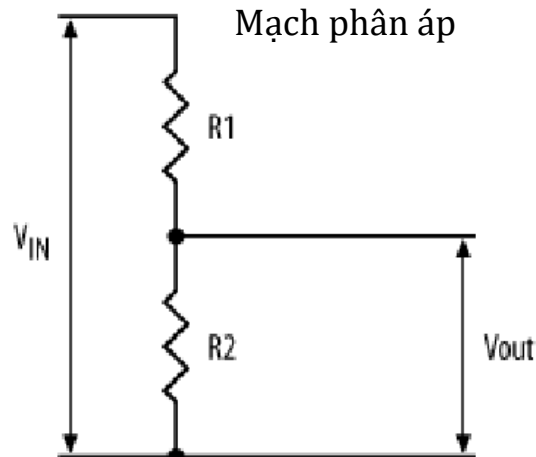


Resistors

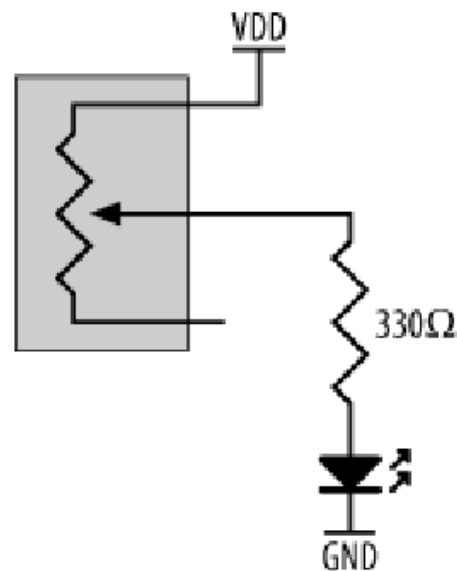
❑ Ví dụ sử dụng:



Điện trở treo (pull-up)
cho nút bấm

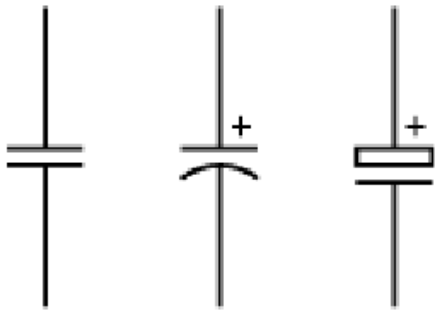


Biến trở
(potentiometer)

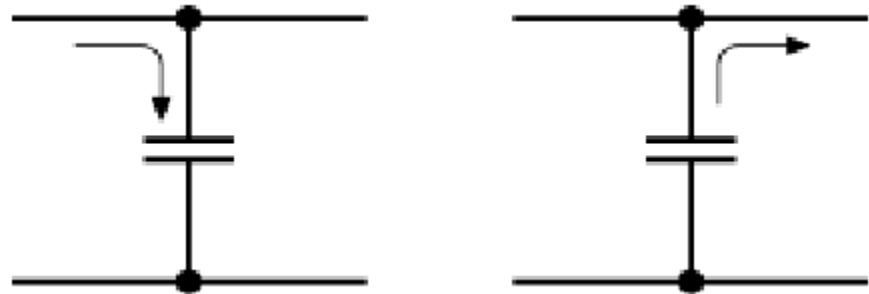


Capacitors

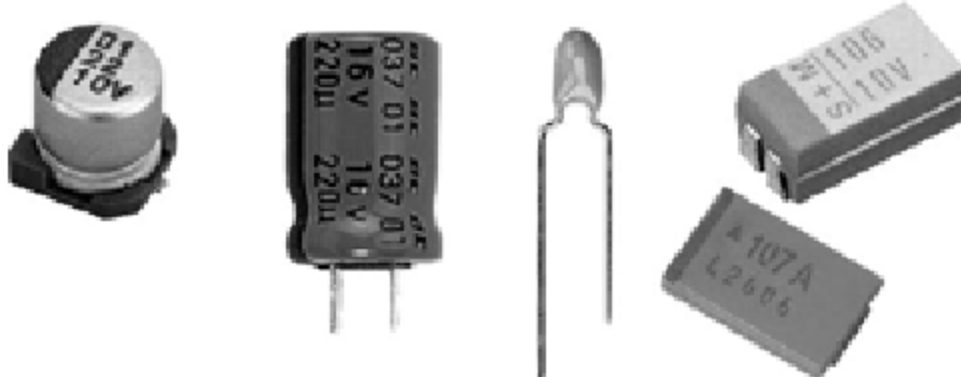
Ký hiệu



Tích (charging) và phóng (discharging)



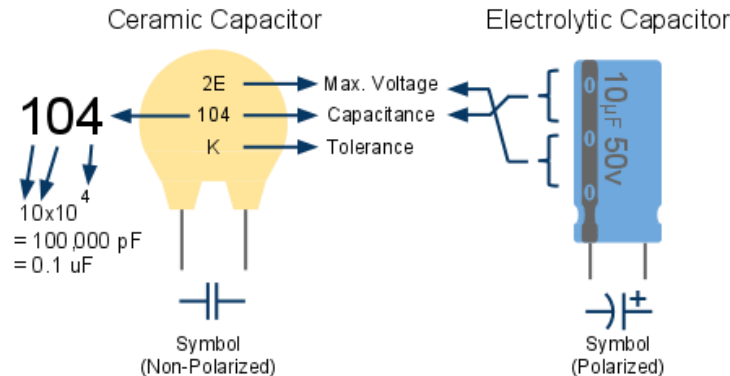
Các loại tụ



Capacitors

❑ Cách đọc giá trị

Capacitors



Max. Operating Voltage

Code	Max. Voltage
1H	50V
2A	100V
2T	150V
2D	200V
2E	250V
2G	400V
2J	630V

Capacitance Conversion Values

Microfarads (µF)	Nanofarads (nF)	Picofarads (pF)
0.000001 µF	0.001 nF	1 pF
0.00001 µF	0.01 nF	10 pF
0.0001 µF	0.1 nF	100 pF
0.001 µF	1 nF	1,000 pF
0.01 µF	10 nF	10,000 pF
0.1 µF	100 nF	100,000 pF
1 µF	1,000 nF	1,000,000 pF
10 µF	10,000 nF	10,000,000 pF
100 µF	100,000 nF	100,000,000 pF

Tolerance

Code	Percentage
B	± 0.1 pF
C	±0.25 pF
D	±0.5 pF
F	±1%
G	±2%
H	±3%
J	±5%
K	±10%
M	±20%
Z	+80%, -20%

Inductors

Ký hiệu

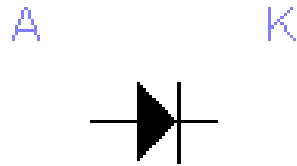


Surface mount Inductors

Diodes

□ Diode:

| Kí hiệu:



Power diode (1N4004)

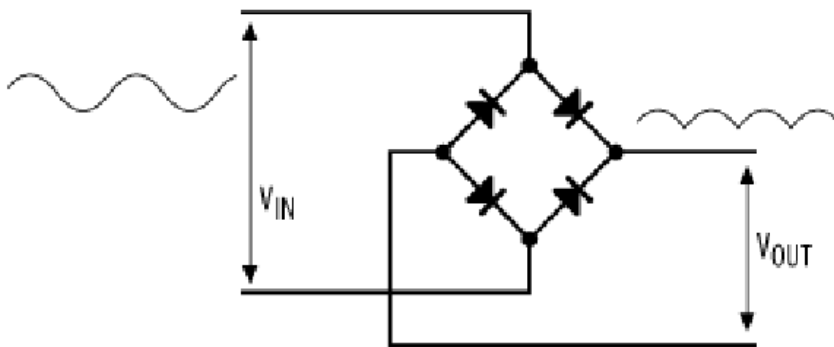


- | Chức năng: cho dòng điện đi qua theo 1 chiều từ A đến K
- | Hoạt động:
 - Nếu $U_A > U_K$ thì $I_{AK} > 0$, Diode làm việc ở chế độ Thông
 - Nếu $U_A \leq U_K$ thì $I_{AK} = 0$, Diode làm việc ở chế độ Tắt

Diodes

❑ Ví dụ sử dụng:

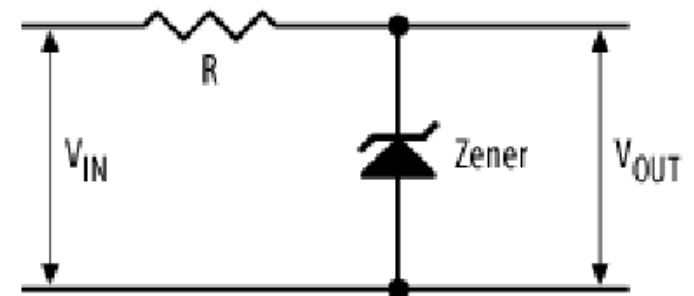
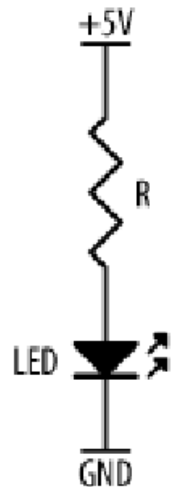
Mạch cầu chỉnh lưu
(bridge rectifier)



Diodes Zener và Schotky

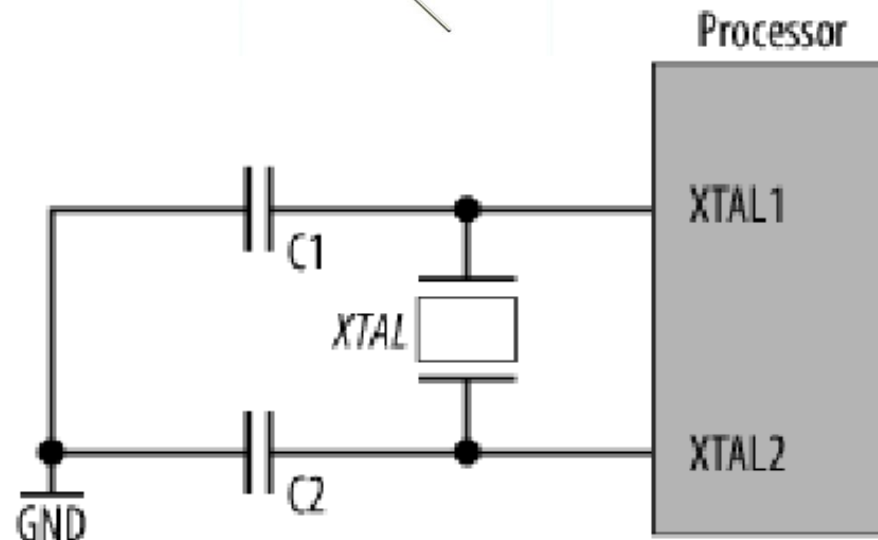
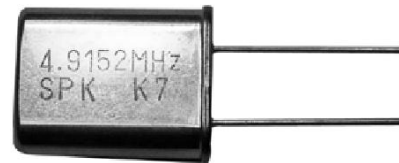


LED



Crystal (bộ tạo dao động)

- ❑ Tạo dao động với tần số ổn định, đưa vào mạch tạo xung để CPU hoạt động



2.1.2 Mạch tích hợp (IC)

- ❑ IC nguồn
- ❑ Bộ xử lý, vi điều khiển (MCU)
- ❑ Bộ nhớ
- ❑ Cảm biến
- ❑ IC ghép nối
- ❑ IC chức năng
- ❑ ...

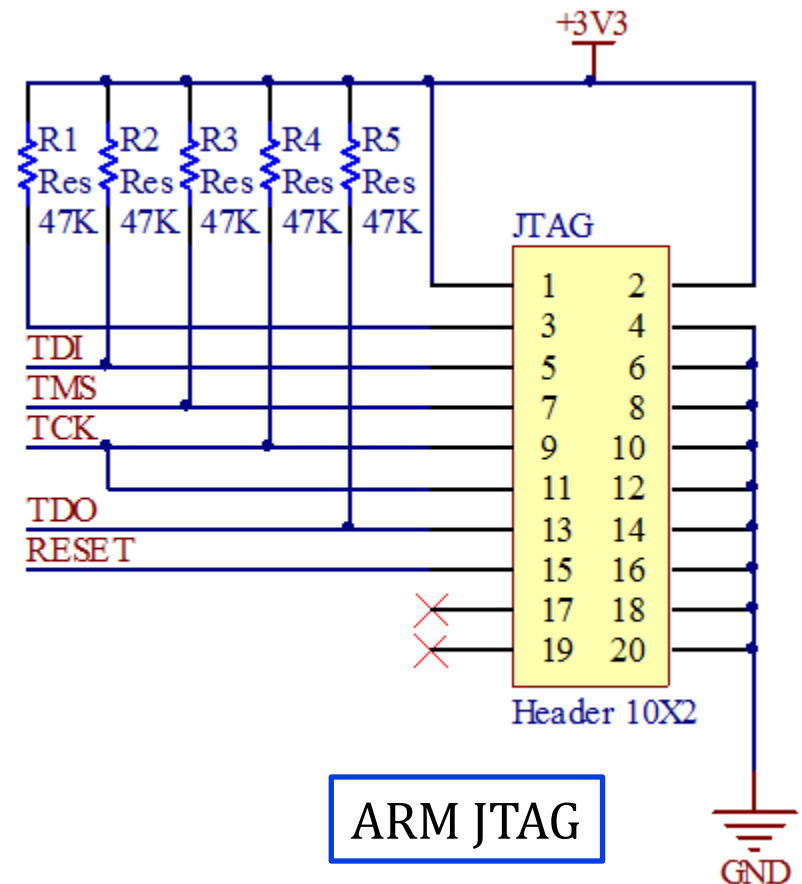
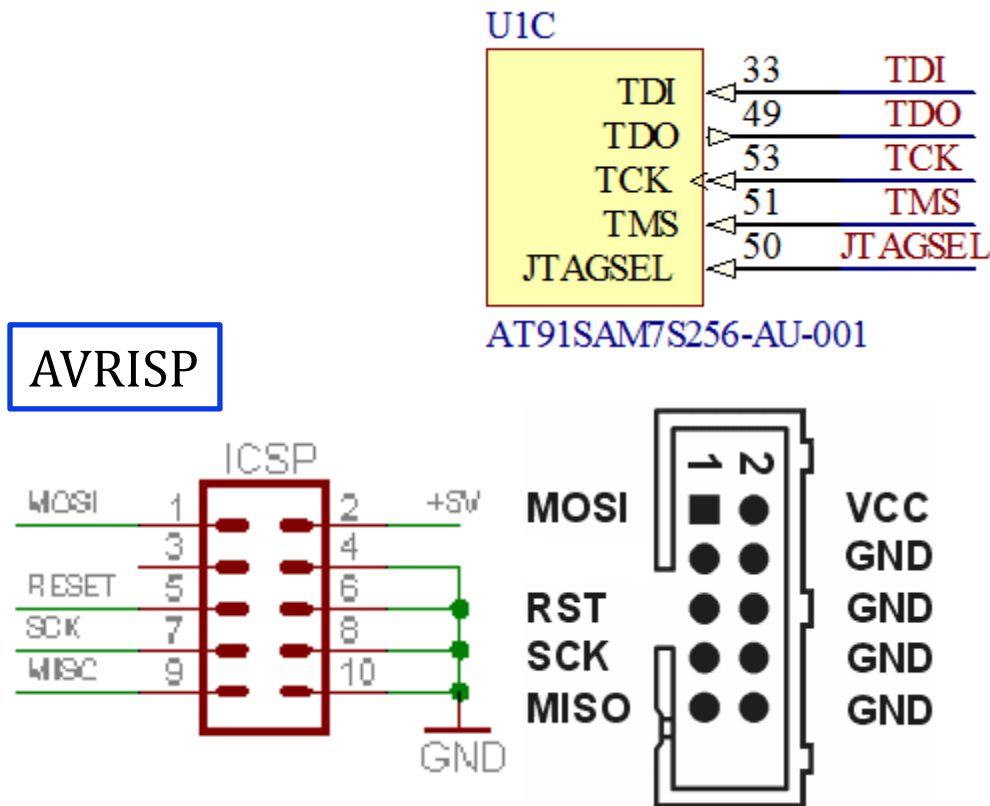
2.1.3 Các thiết bị và dụng cụ

❑ Một số thiết bị:

- | Mạch nạp và debug
- | Đồng hồ vạn năng
- | Máy hiện sóng
- | Bộ nguồn
- | Máy hàn
- | Các dụng cụ

2.2.4. Programmers/Debuggers

- ❑ Nhiều chuẩn nạp: JTAG, ISP, ...
- ❑ Đi kèm công cụ (programmer, debugger) và phụ thuộc các dòng vi điều khiển.



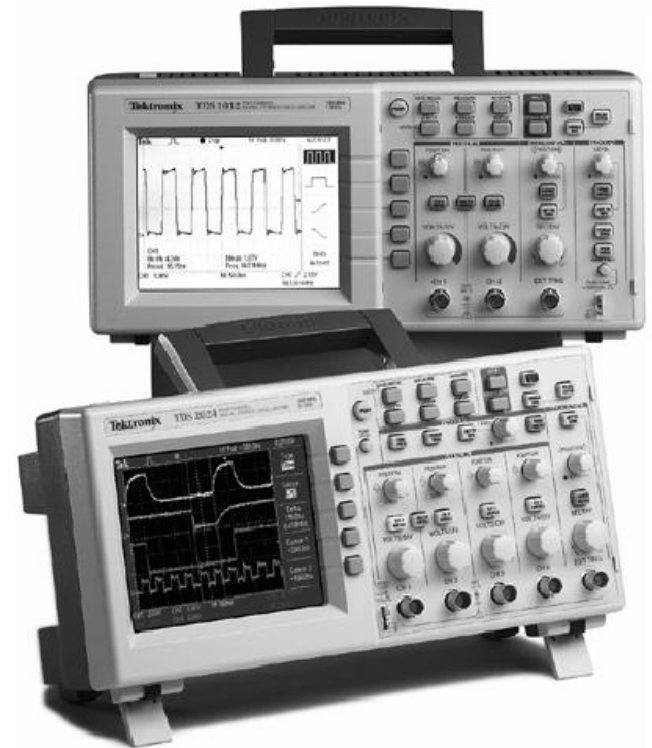
Multimeter

- ❑ Đo lường các đại lượng vật lý: điện áp, dòng điện, điện trở, điện dung, điện cảm, đặc biệt là kiểm tra kết nối đường mạch (đo thông)



Oscilloscope

- ❑ Hiện thị dạng sóng tín hiệu (waveforms)
- ❑ Băng thông (bandwidth): 20Mhz, 100Mhz, ...
- ❑ Ví dụ: Tektronik TDS5104
 - | 1 GHz bandwidth, 4 channels
 - | 5 GSs (giga samples/s)
 - | C d XP



How to use an oscilloscope ? Video: (Tektronik tutorial)

<http://www.youtube.com/watch?v=tzndcBJu-Ns&list=PLF6BB1B46F7AD8751>

Power supply

❑ Bộ tạo nguồn chuẩn

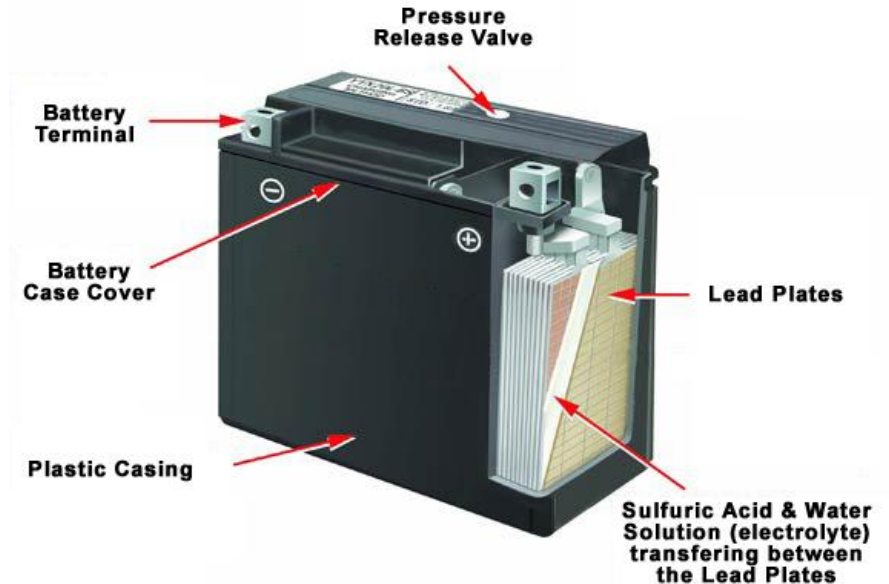


AC-DC Adapter
Input: AC 100-240V
Output: DC 5V/6V/9V, ...
500mA/1A/2A, ...



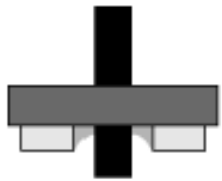
Alkaline
Zinc-carbon
Lithium (Li-ion)
Nickel-cadmium (NiCd)
Nickel metal hydride (NiMH)
Lead-based

Batteries & Acquy



Mở hàn

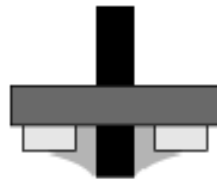
How to solder ?



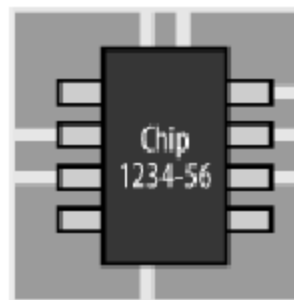
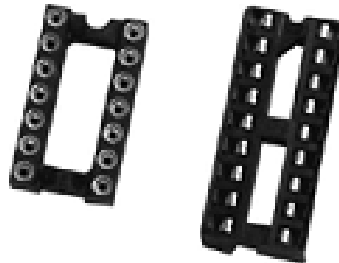
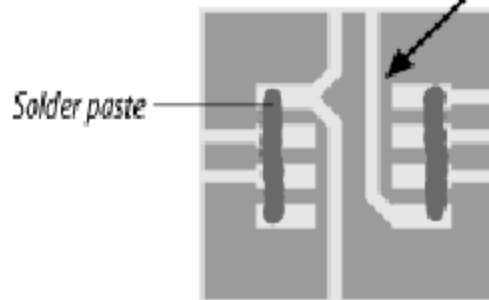
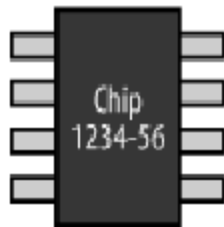
Not enough



Too much



Just right

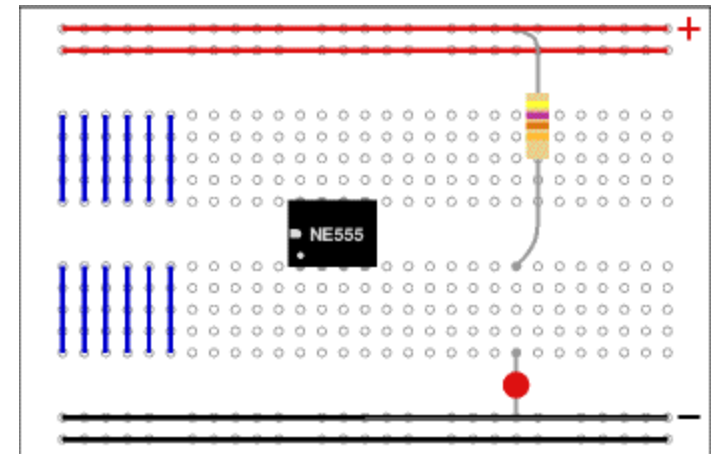
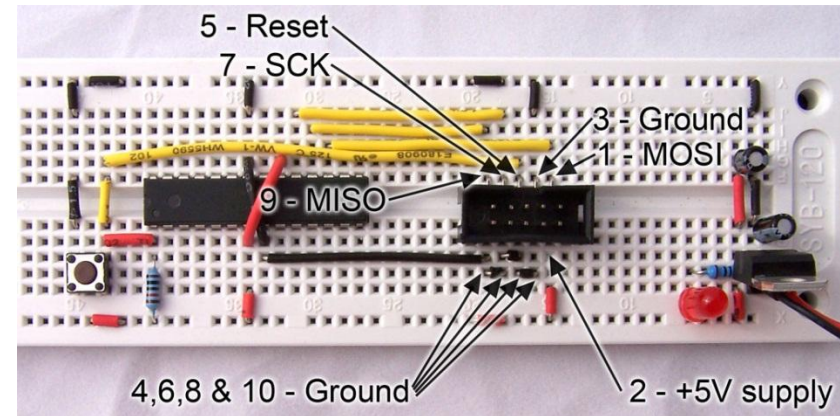


Các dụng cụ

❑ Construction tools



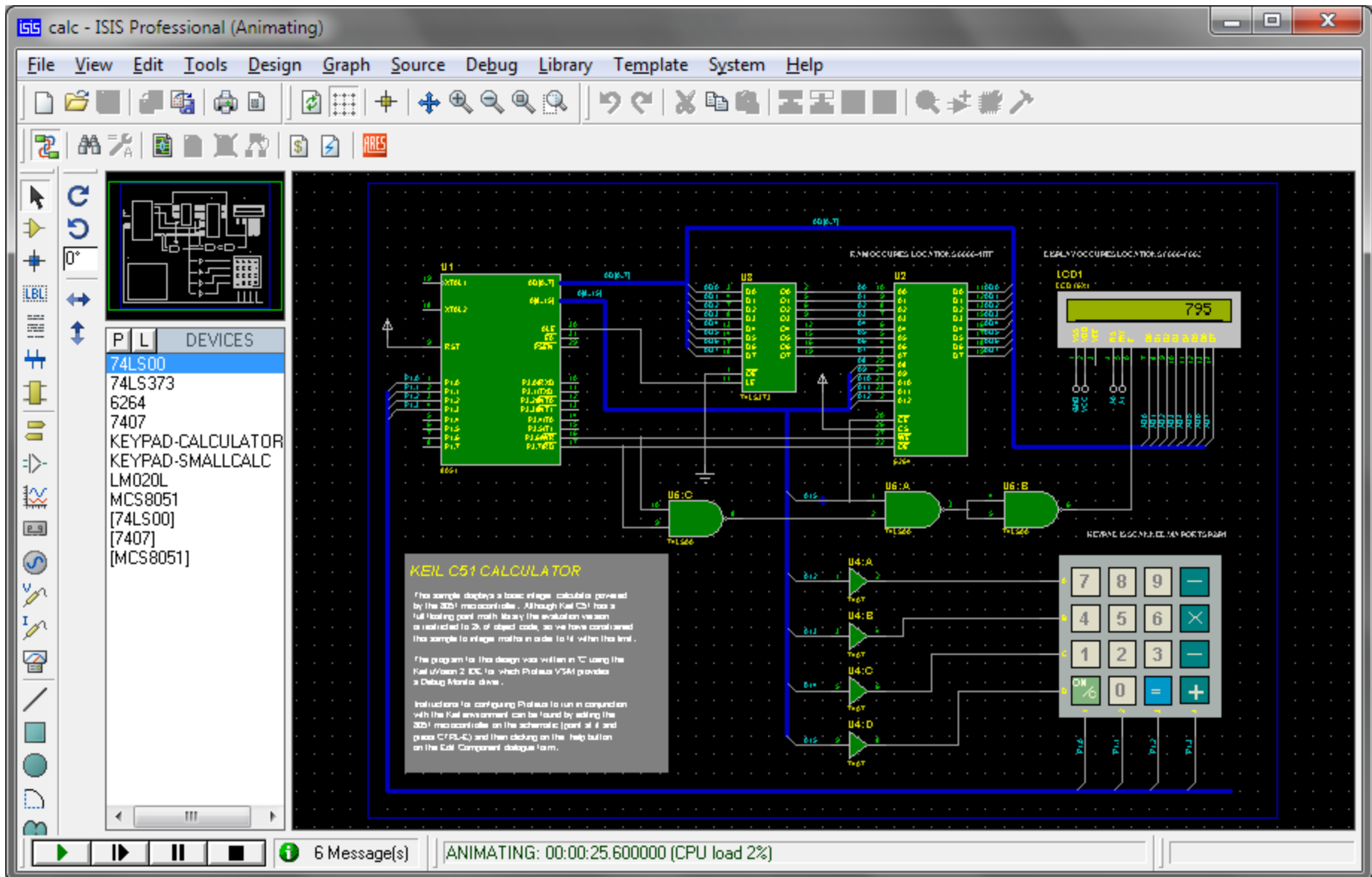
Breadboard



Phần mềm mô phỏng:

- ❑ Ví dụ: Proteus, Multisim,...
- ❑ Tính năng:
 - | Thiết kế mô phỏng sơ đồ nguyên lý
 - | Thư viện linh kiện: microcontrollers, logic gates, resistor, capacitor, button, led, 7 seg, LCD, v.v...
 - | Mô phỏng nạp chương trình
 - | Chạy mô phỏng
- ❑ Tham khảo: YouTube Proteus tutorials

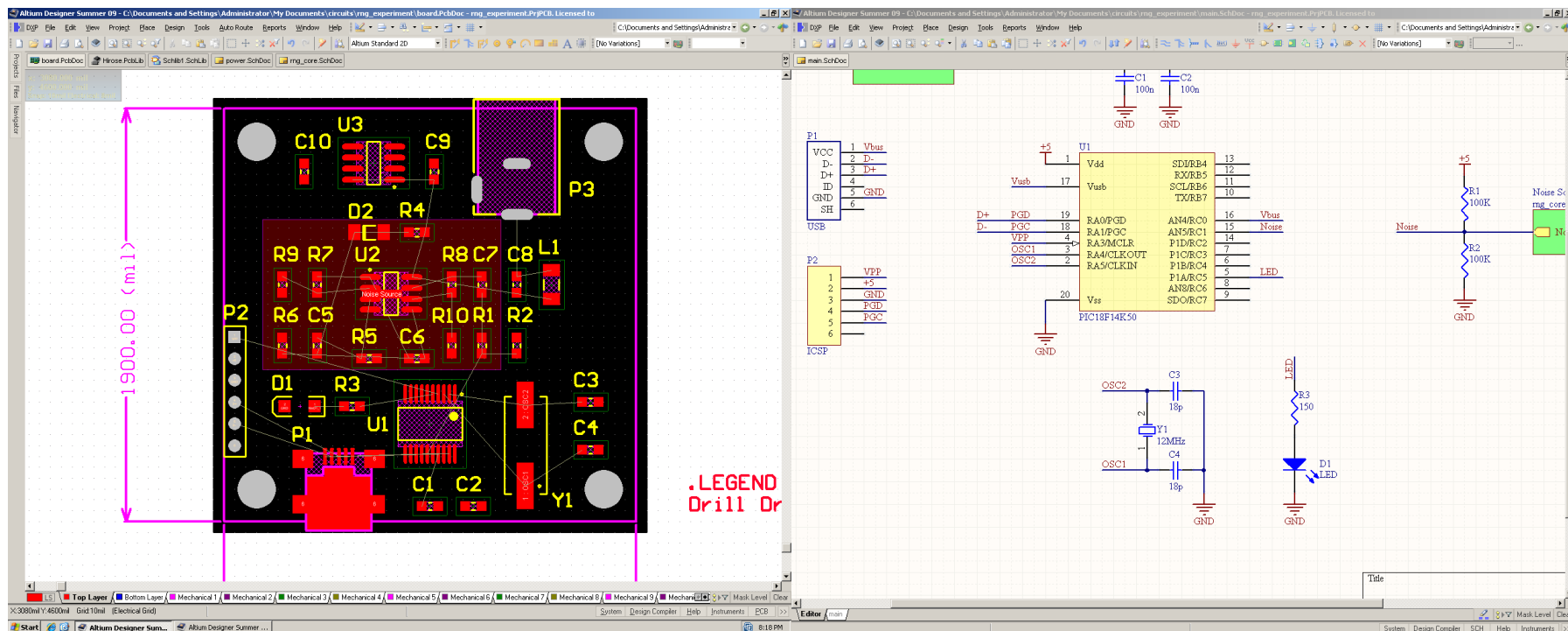
Phần mềm mô phỏng Proteus



Phần mềm thiết kế Altium/Protel

❑ Khả năng:

- Thiết kế sơ đồ nguyên lý (schematics)
- Thiết kế mạch in (PCB)
- Cung cấp thư viện linh kiện (pinout, footprint) đồ sộ



2.2. Tổ chức cơ bản của hệ nhúng

❑ 2.2.1 Hệ trung tâm

- | CPU và bộ nhớ
- | Mạch reset
- | Mạch nguồn
- | Mạch tạo dao động

❑ 2.2.2 Các ngoại vi

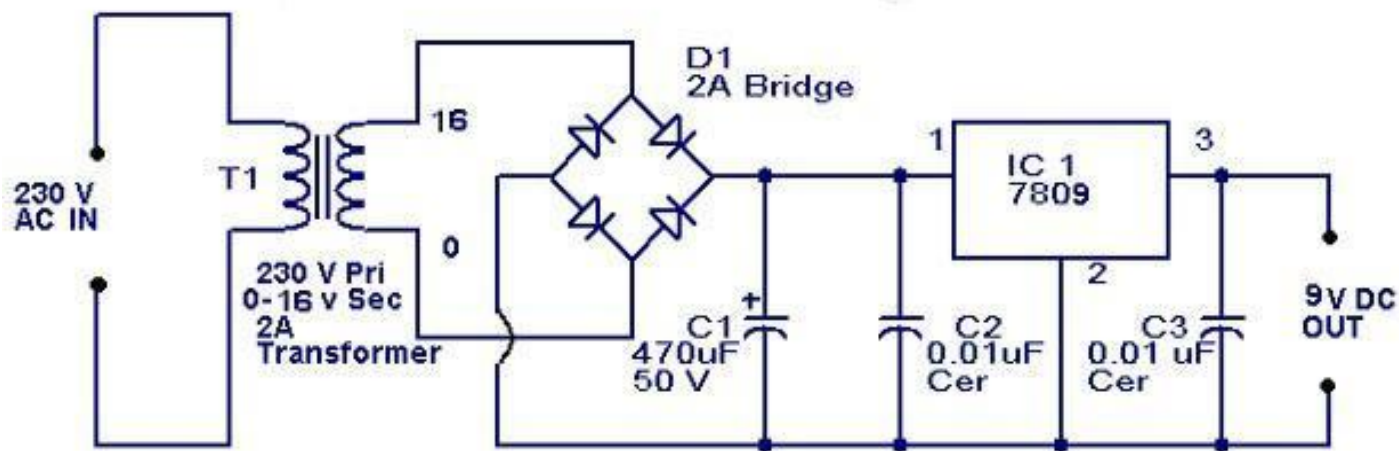
- | Vào ra tín hiệu số
- | Truyền thông và lưu trữ dữ liệu
- | Ghép nối tín hiệu tương tự

2.2.1 Hệ trung tâm

- ❑ Gồm CPU cùng các thành phần cần thiết tạo thành module tính toán và thực thi chương trình.
- ❑ Có thể được thiết kế rời, hoặc tích hợp cùng board mạch của cả hệ thống.
 - | Ví dụ: Arduino: hệ trung tâm thiết kế rời
- ❑ CPU: thường sử dụng bộ vi điều khiển (MCU) tích hợp cả CPU, bộ nhớ, và một số ngoại vi cơ bản.
- ❑ Bộ nhớ: có thể tích hợp sẵn trên MCU, hoặc ghép nối riêng thêm bên ngoài.
- ❑ VD: chip STM32F429ZGT6
 - | CPU ARM Cortex-M4 tốc độ max 180 MHz
 - | Tích hợp sẵn 1 MB ROM và 260 KB SRAM
 - | Cho phép ghép nối thêm DRAM ngoài

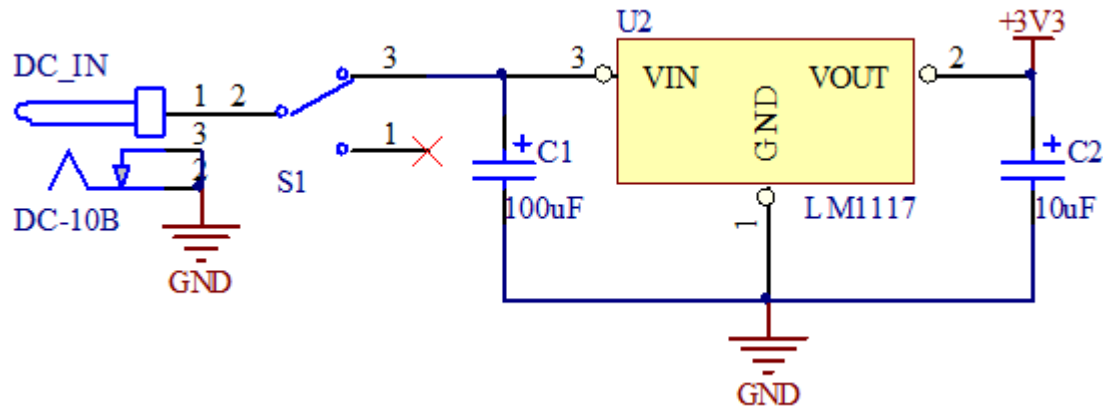
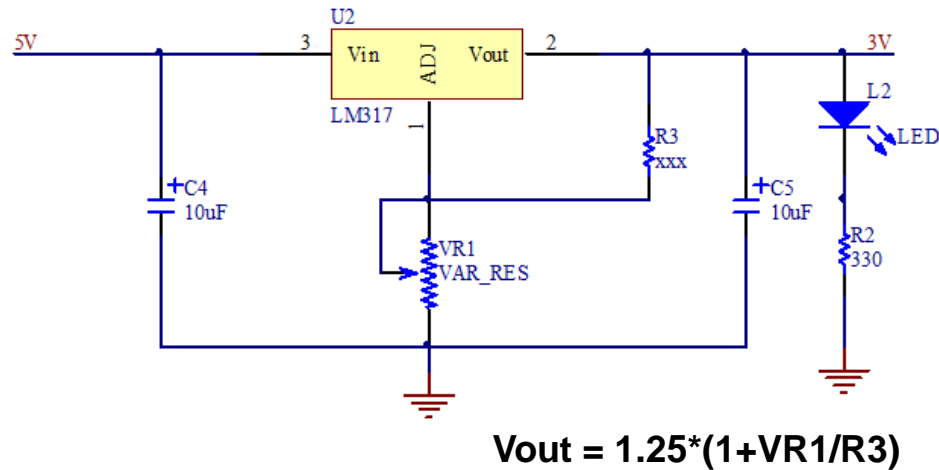
2.2.1. Power Source

- ❑ Tạo điện áp phù hợp và ổn định cho mạch hoạt động
- ❑ Ví dụ: AC-DC Adapter
 - | Biến áp
 - | Mạch chỉnh lưu
 - | Mạch ổn áp



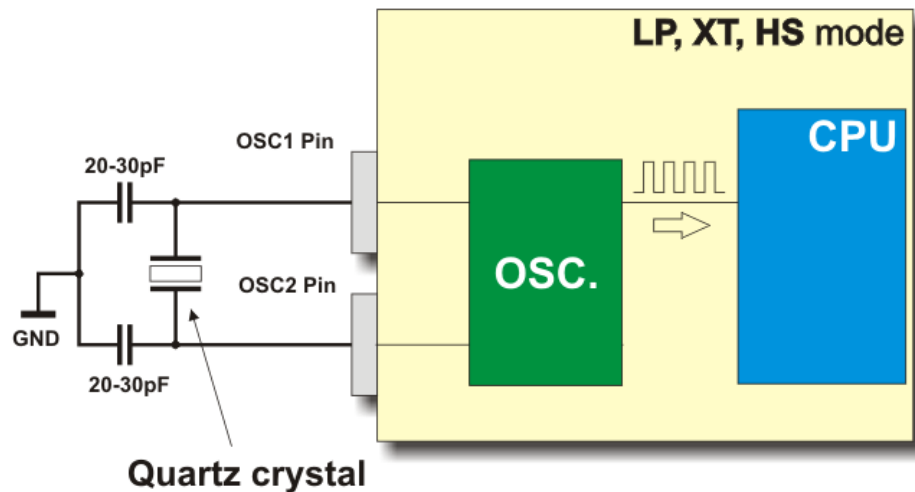
Power Source

- ❑ Thường dùng IC ổn áp để tạo điện áp ổn định.
- ❑ Một số IC thông dụng: 7805/7809, LM317/1117,



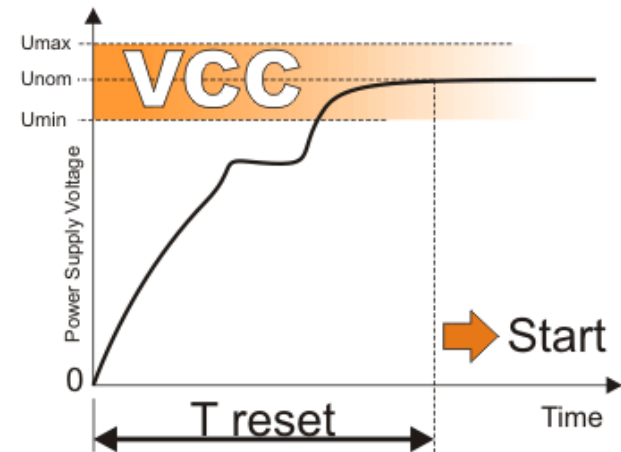
Mạch dao động

- ❑ Tạo xung nhịp cho mạch hoạt động
 - | CPU
 - | Real-time clock, USB IC, Ethernet IC,...
- ❑ Bộ dao động nội (Internal Osc.)
- ❑ Bộ dao động ngoại (External Osc.): Thường dùng thạch anh tạo dao động với tần số ổn định.



Mạch Reset

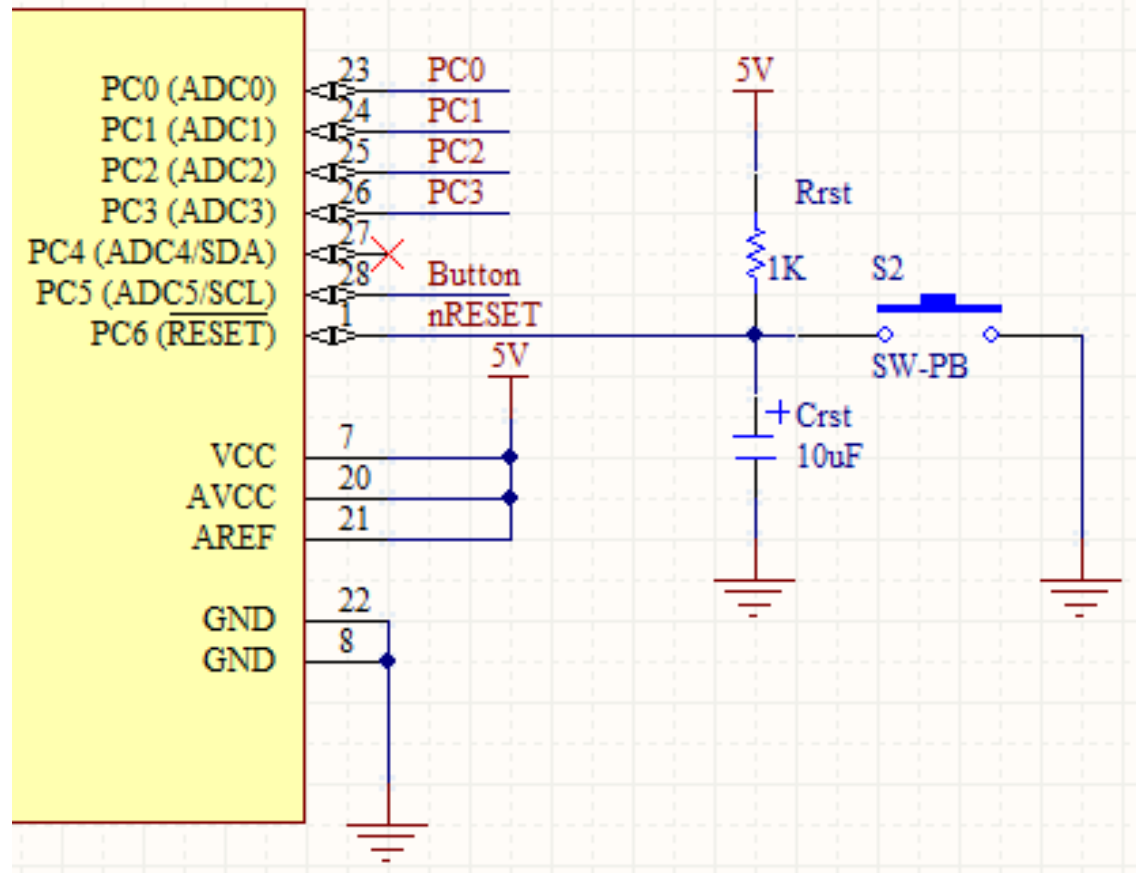
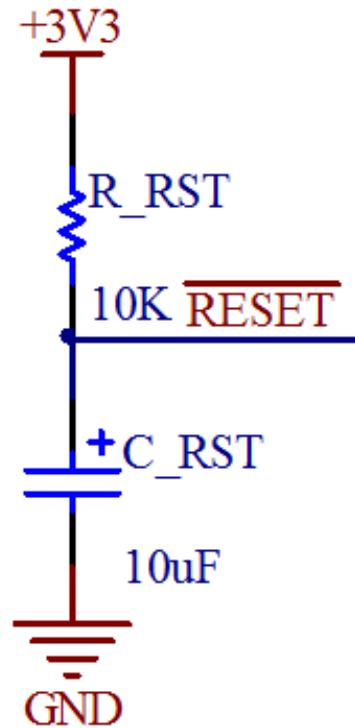
- ❑ Tín hiệu reset:
 - | Bắt buộc phải có cho mọi CPU/MCU
 - | Điều khiển bởi mạch reset bên ngoài, hoặc tích hợp sẵn
- ❑ Khi có tín hiệu reset: CPU được khởi tạo trạng thái an toàn để hoạt động
 - | Thanh ghi PC: trở vào Reset vector
 - | Các thanh ghi khác: về giá trị mặc định (xem đặc tả của CPU)
- ❑ Nguyên tắc: khi mạch được cấp nguồn, điện áp ở chân reset được giữ ở mức cao hoặc thấp trong khoảng thời gian T_{reset} .
 - | Thực hiện: dùng 1 tụ điện.



Reset when Power on

Reset

- ❑ Ví dụ thiết kế mạch reset
- ❑ Mạch reset ngoài tín hiệu mức cao + nút bấm

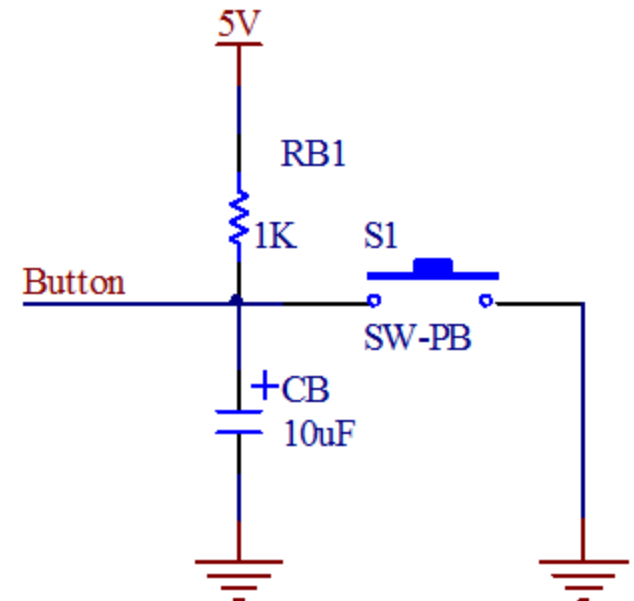
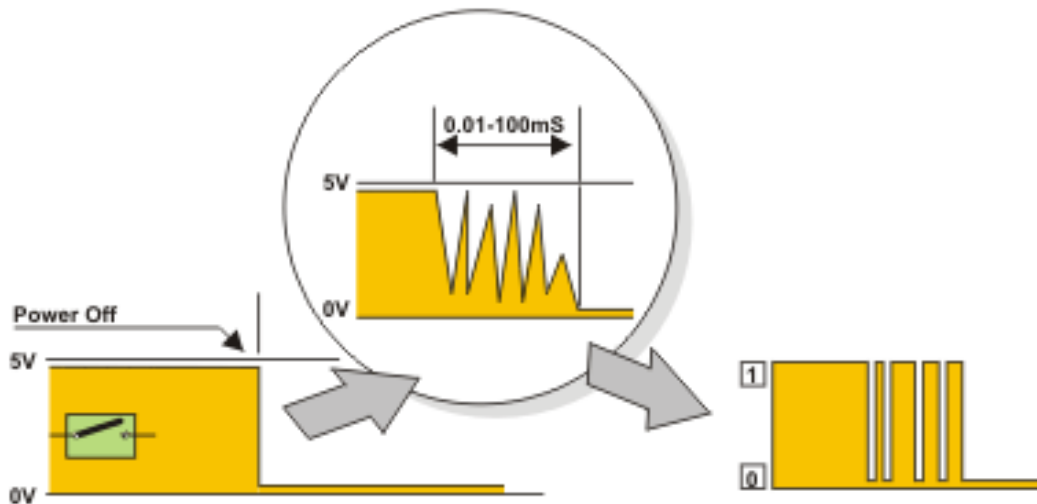
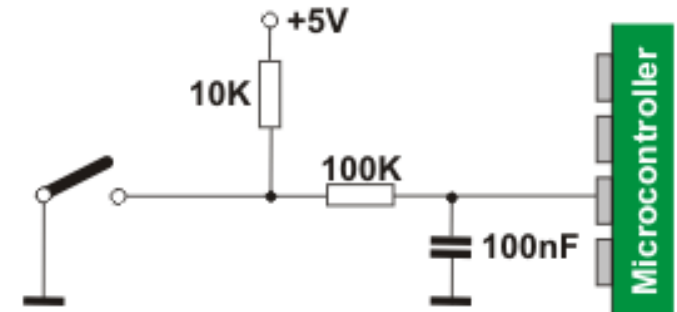


2.2.2 Các mạch ngoại vi

- ❑ Digital interface: switch, button, LED, LCD,...
- ❑ Communication: UART, SPI, I2C, USB,...
- ❑ Analog interface: DAC, ADC,...

Ghép nối Switch, Button

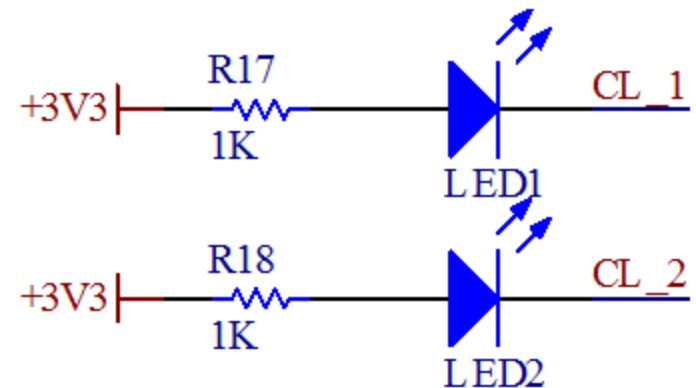
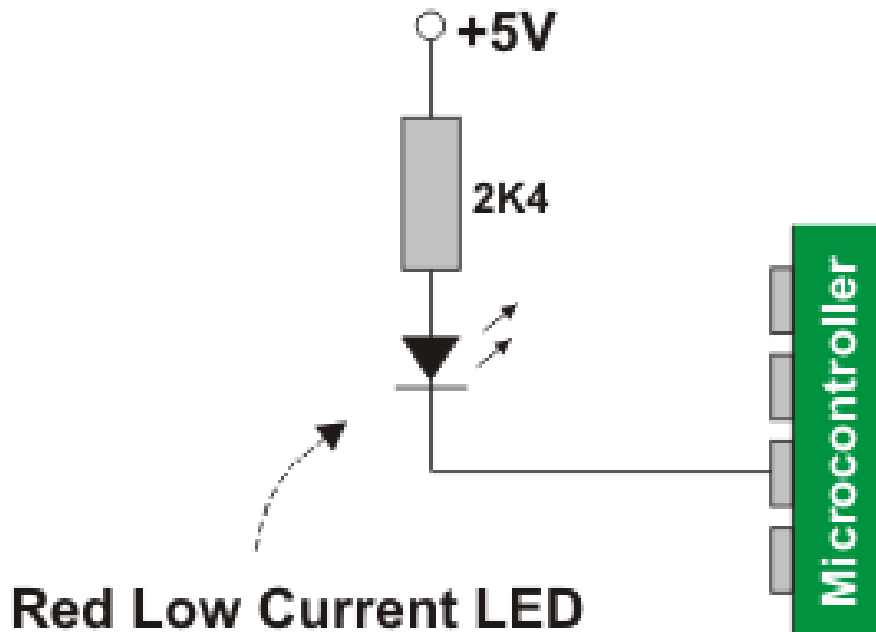
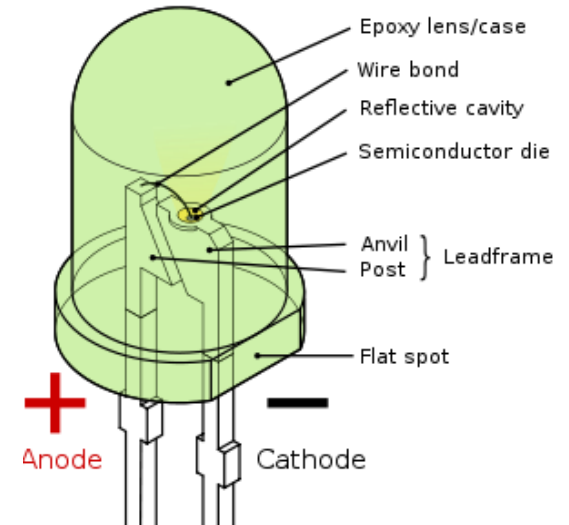
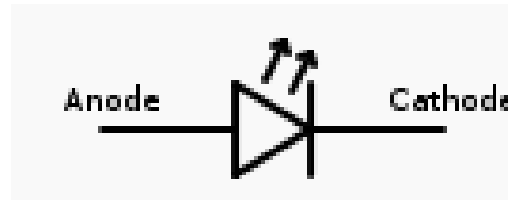
- ❑ Switch: bật/tắt tín hiệu và giữ cố định
- ❑ Button: bật/tắt tín hiệu tạm thời
- ❑ Hiện tượng nảy phím
 - | Chống nảy phím bằng phần cứng
 - | Chống nảy phím bằng phần mềm



Ghép nối LED

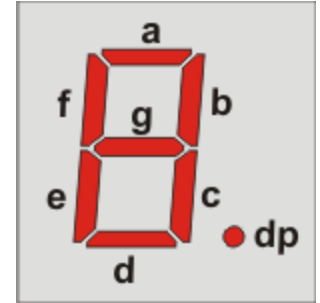
❑ LED = Light-Emitting Diodes

❑ Nguyên lý:



Ghép nối LED 7 thanh

❑ Led 7 thanh: nguyên lý gồm các thanh Led đơn (a,b,c,d,e,f,g,dp)

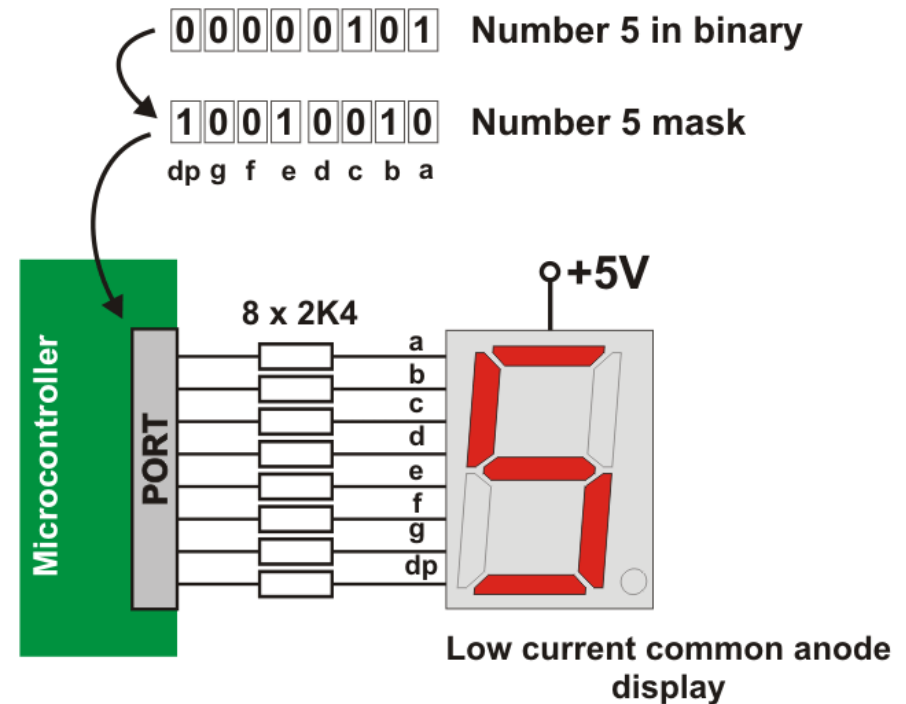


❑ 2 loại:

- | AC (Anode Common),
- | CC (Cathode Common)

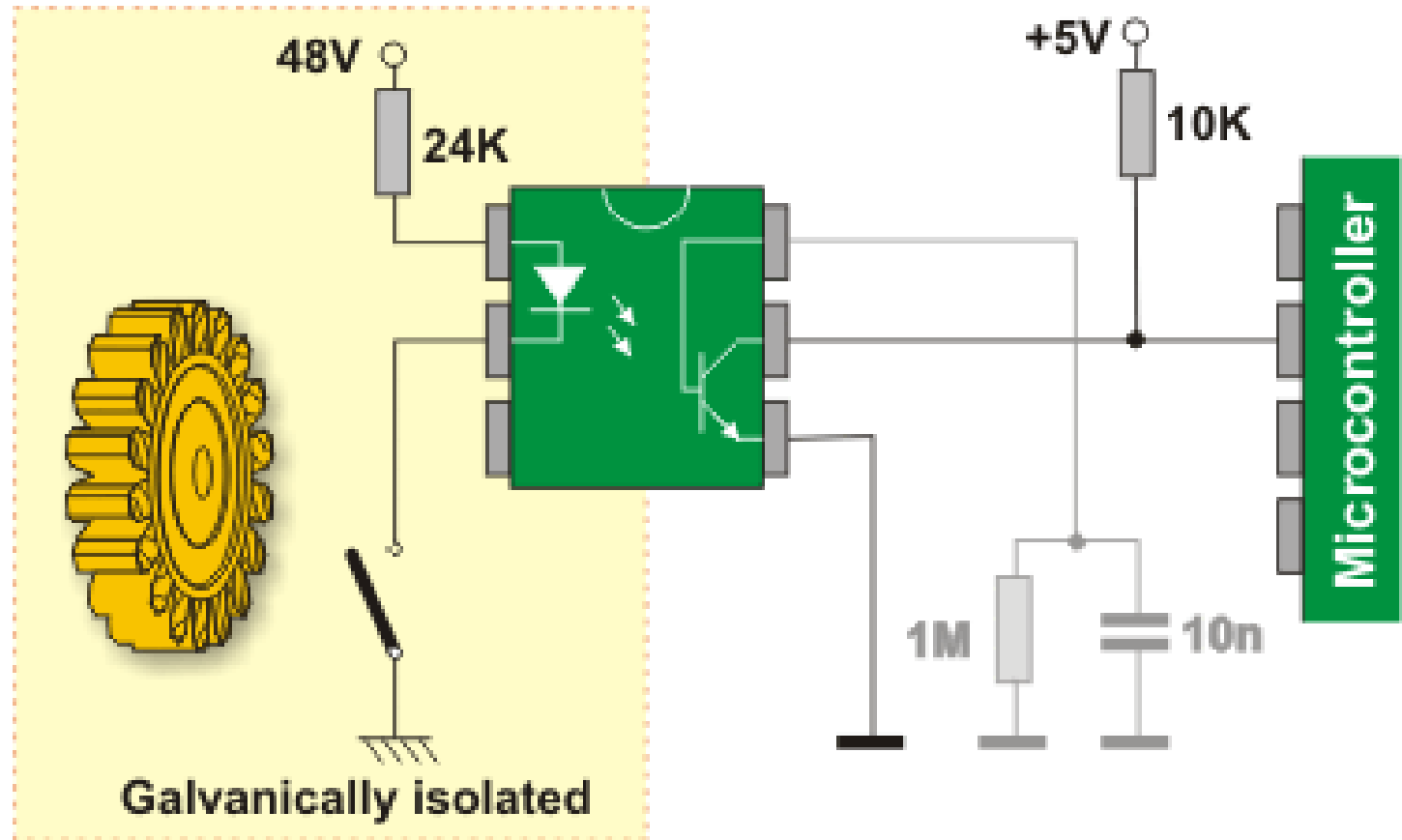
■ Ghép nối điều khiển:

- Điều khiển trực tiếp mã 7 thanh
- Sử dụng bộ giải mã BCD-7 thanh (74247)



Cách ly quang học

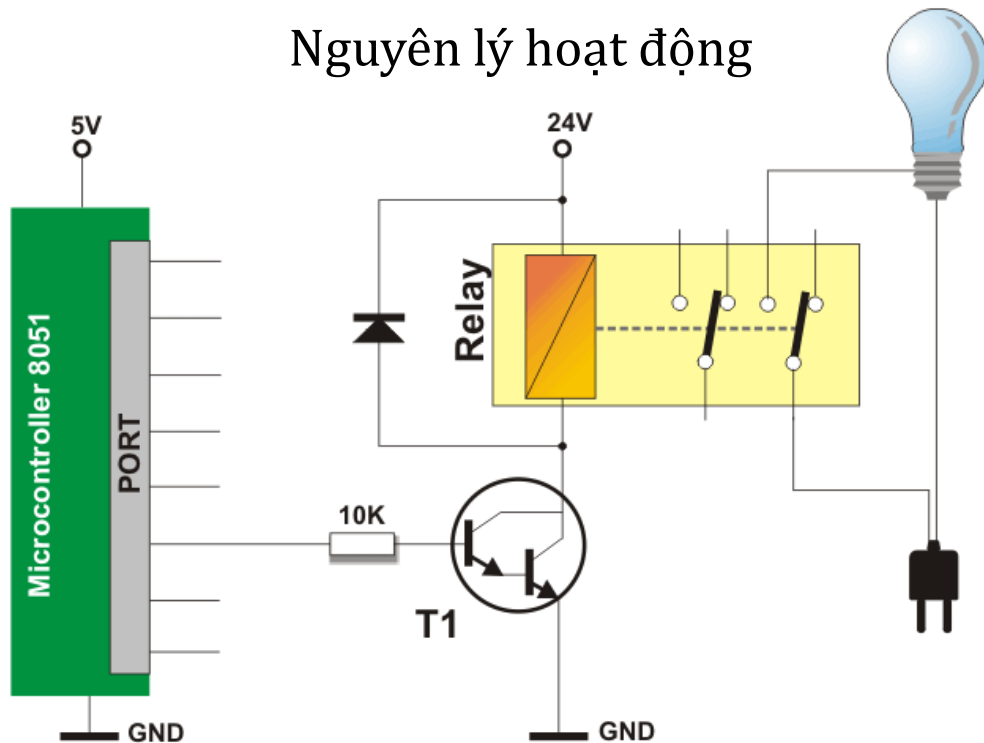
❑ Cách ly quang học



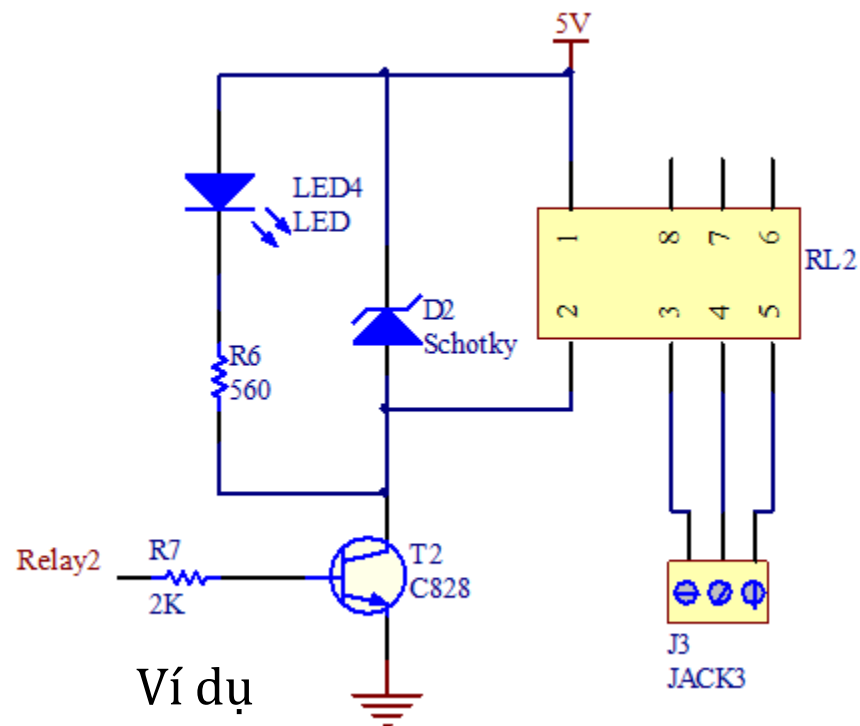
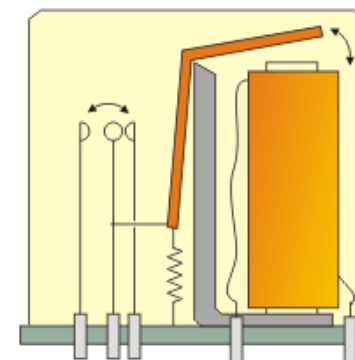
Ghép nối Relay

❑ Điều khiển đóng cắt Rơ-le

Nguyên lý hoạt động



Cấu tạo Rơ-le



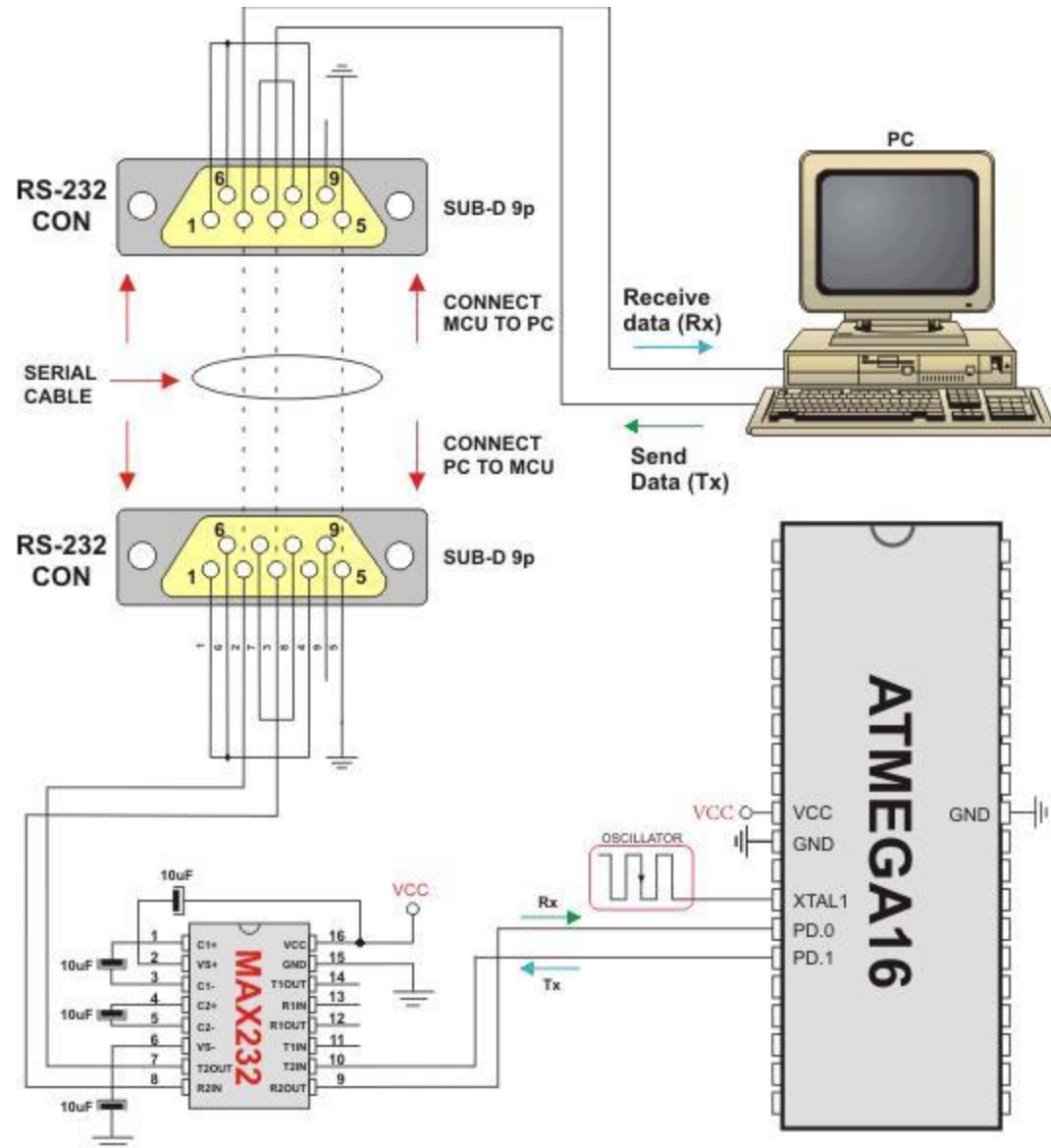
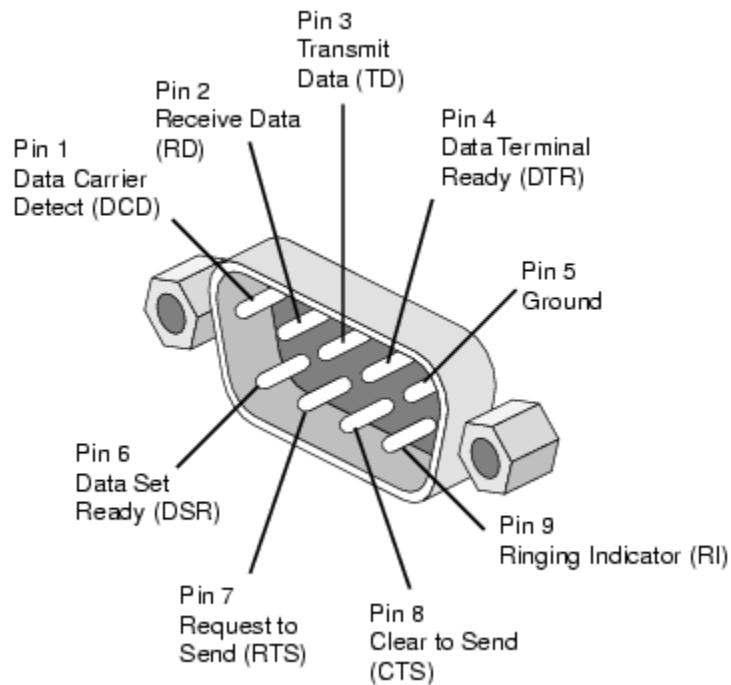
Ví dụ

2.2.5. Các chuẩn giao tiếp, truyền thông

- ❑ Giao tiếp RS232
- ❑ Giao tiếp SPI
- ❑ Giao tiếp I2C
- ❑ Giao tiếp USB

RS232

- Serial Communication
- UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)
- Full Duplex



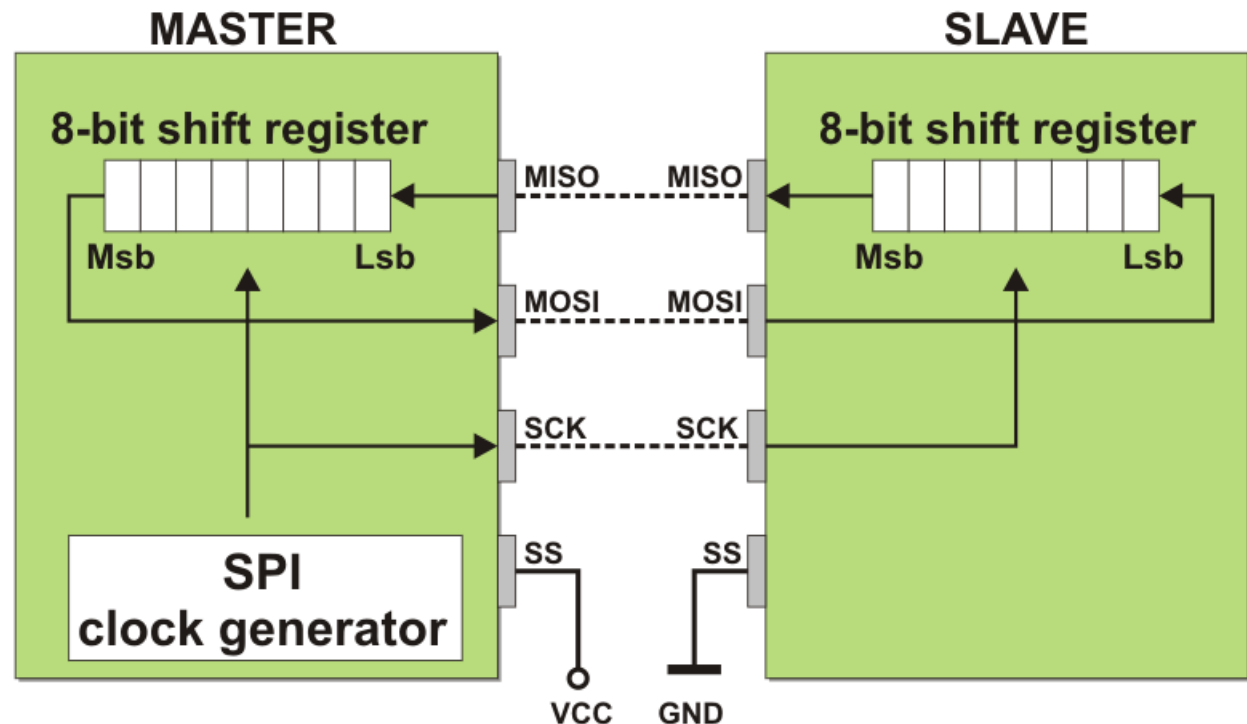
SPI

❑ SPI (Serial Peripheral Interface)

- | Giao tiếp giữa MCU – MCUs
- | Giao tiếp giữa MCU – Devices (EEPROM, display,...)

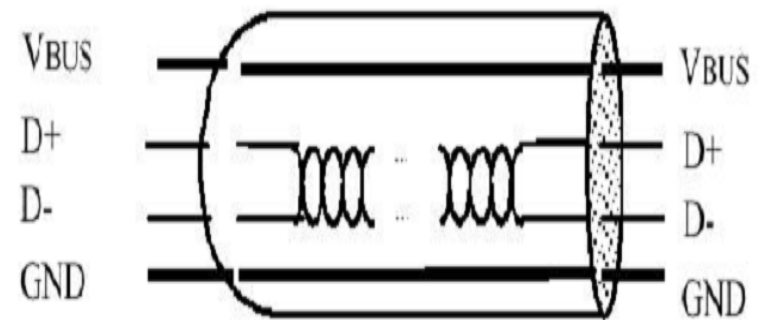
❑ Phân chia vai trò Master và Slave

MOSI = Master Out Slave In
MISO = Master In Slave Out
SCK = Serial Clock
SS = Slave Select



USB

- ❑ USB=Universal Serial Bus
- ❑ Giao tiếp nối tiếp đa năng
- ❑ Đường truyền tín hiệu vi sai
- ❑ Nhiều kiểu connectors:
 - | Type A, B; Male/Female



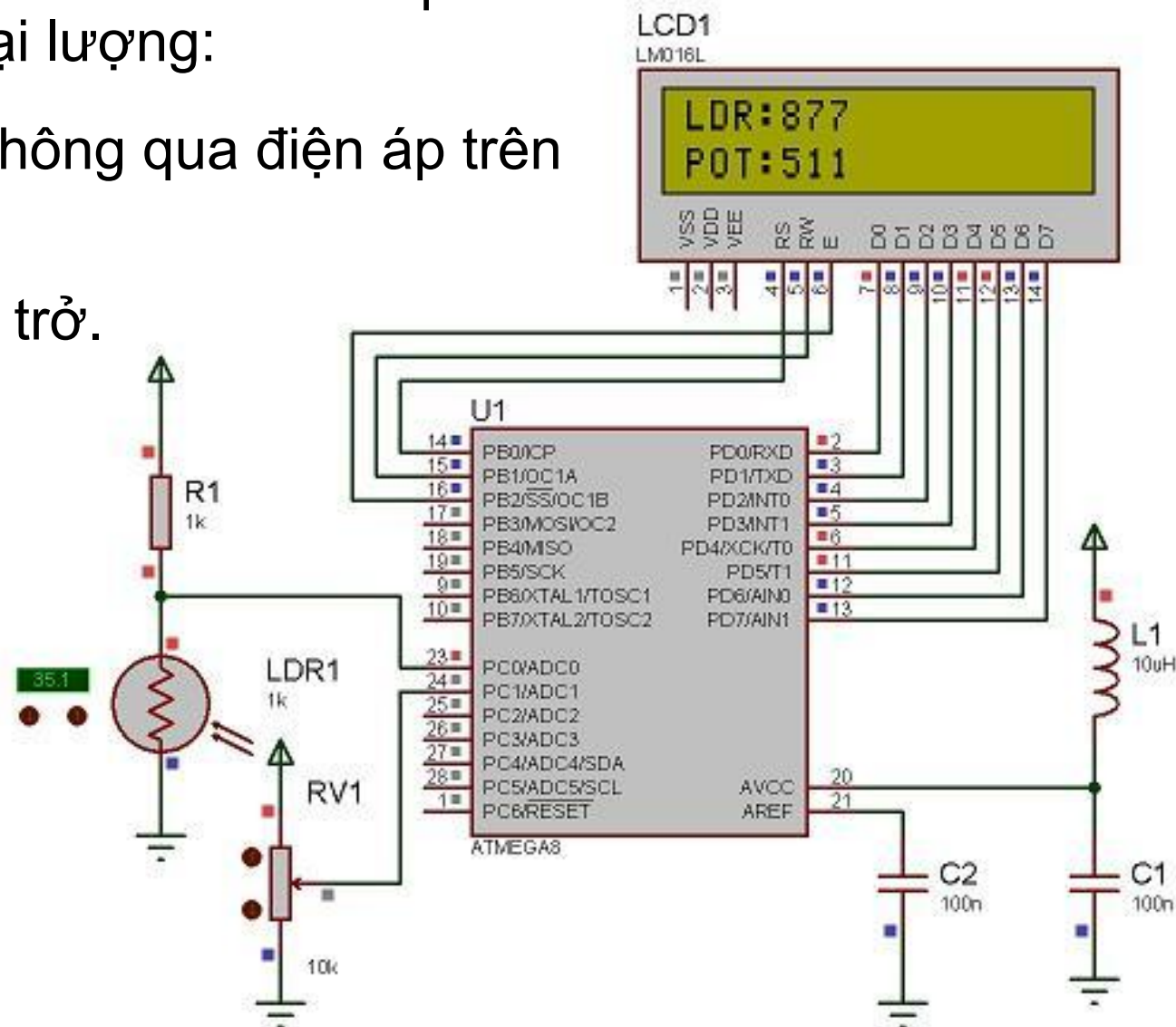
Chân	Tên	Mô tả	Màu
1	VBUS	+5 VDC	Red
2	D-	Data -	White
3	D+	Data +	Green
4	GND	Ground	Black

Ghép nối tín hiệu tương tự

- ❑ Các hệ thống đo lường luôn sử dụng cảm biến để chuyển đại lượng cần đo về dạng tín hiệu điện.
- ❑ Hệ nhúng đo độ lớn tín hiệu điện bằng ADC (Analog to Digital Converter).
- ❑ 2 kiểu ADC:
 - | Dùng module ADC có sẵn trên MCU
 - | Dùng chip ADC chuyên dụng

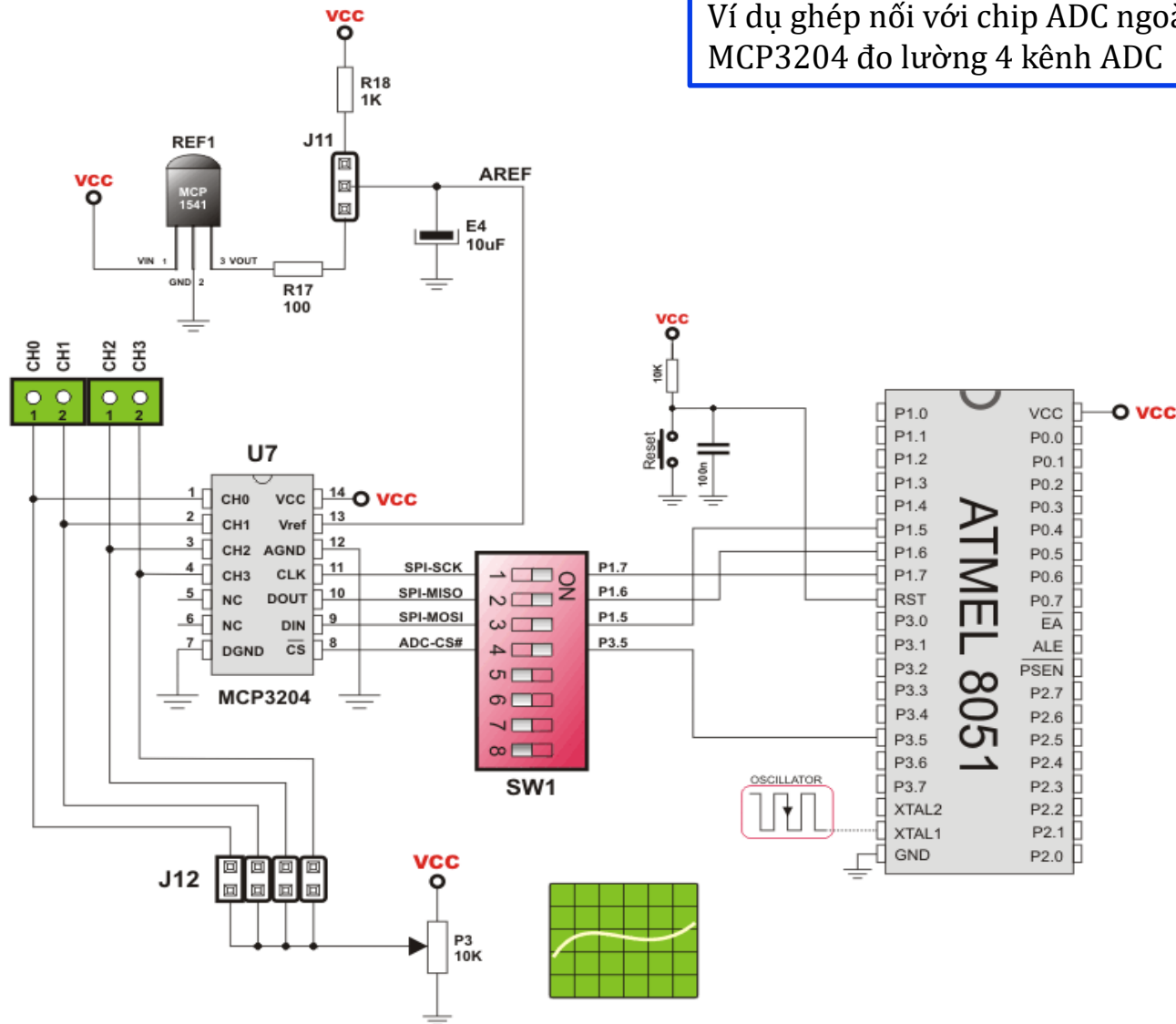
Ví dụ ghép nối với ADC có sẵn trên MCU

- ❑ Sử dụng ADC có sẵn của trên chip ATmega8 đo 2 đại lượng:
- ❑ cường độ sáng, thông qua điện áp trên quang trở.
- ❑ Điện áp trên biến trở.



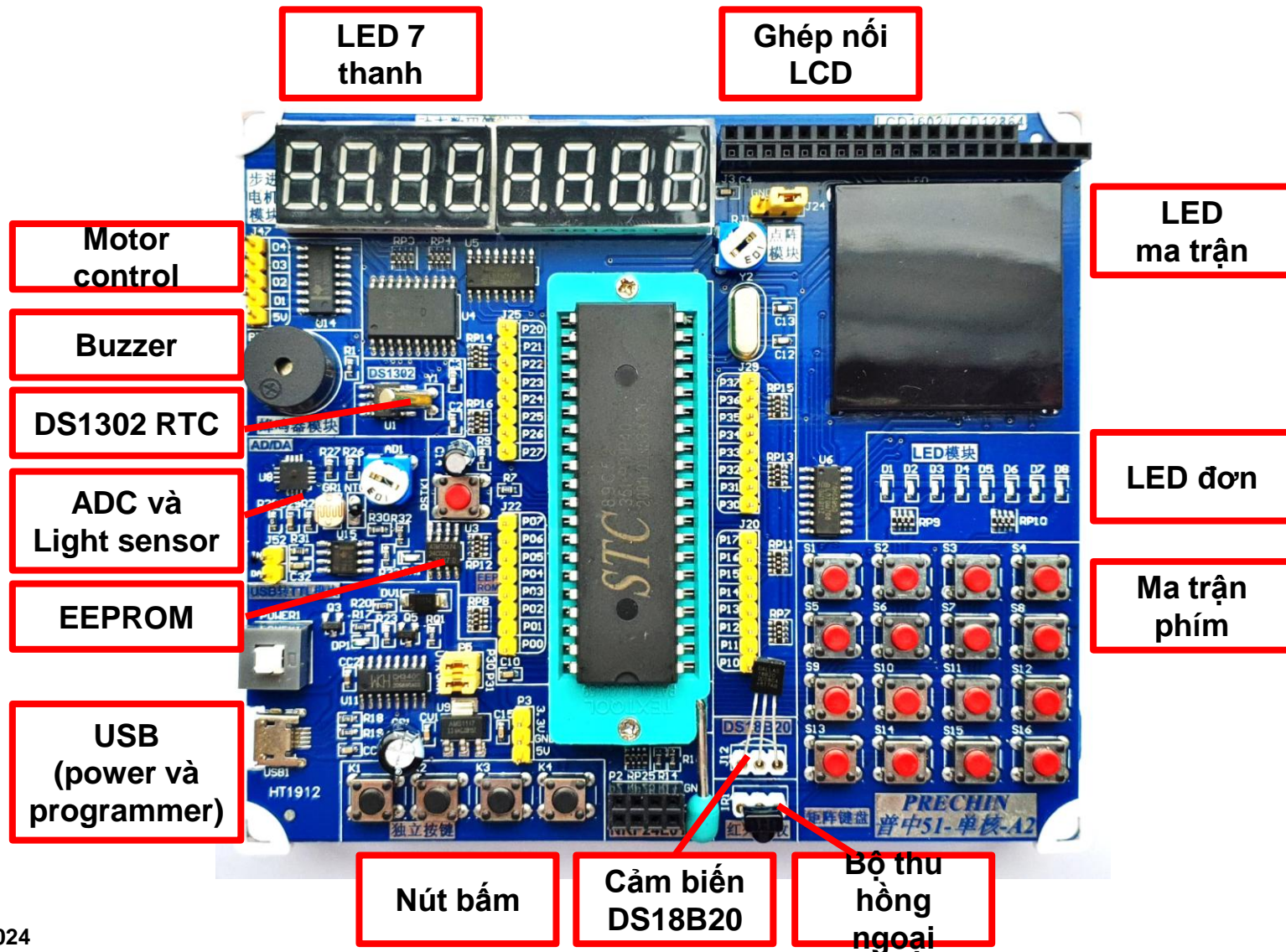
Ví dụ ghép nối chip ADC chuyên dụng

Ví dụ ghép nối với chip ADC ngoài
MCP3204 đo lường 4 kênh ADC



2.3 Case study: board phát triển 8051 PRO

- ❑ CPU: 89S52, 11.0592MHz, 8 KB ROM, 256 Bytes RAM



Bài tập

- ❑ Tìm hiểu datasheet STM32F429
- ❑ Cài đặt môi trường làm việc
 - | STM32CubeIDE
 - | STM32CubeF4

