

# Chương 2. Tổng quan phần cứng hệ nhúng

- 2.1. Thiết kế điện tử
- 2.2. Các mạch chức năng cơ bản
- 2.3. Các chuẩn giao tiếp, truyền thông
- 2.4. Ghép nối và đo lường tín hiệu tương tự

## 2.1. Thiết kế điện tử

- 2.1.1. Linh kiện điện tử
- 2.1.2. Các thiết bị trợ giúp
- 2.1.3. Phần mềm thiết kế
- 2.1.4. Tài liệu thiết kế

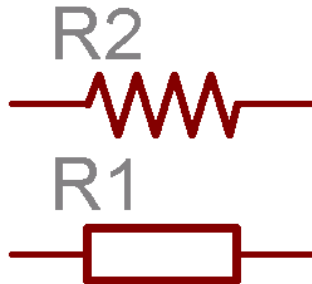
## 2.1.1. Linh kiện điện tử

### ■ Các linh kiện điện tử:

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

- Ký hiệu và điện trở dán

## Ký hiệu



## SMD Resistors Cheat Sheet

**223**  
=  $22 \times 10^3$   
= 22,000 Ohm  
= 22K Ohm

Three-Digit Resistor

**8202**  
=  $820 \times 10^2$  Ohm  
= 82,000 Ohm  
= 82 KOhm

Four-Digit Resistor

**4R7**  
= 4.7 Ohm

Resistor With Radix Point

**0R22**  
= 0.22 Ohm

Resistor With Radix Point

**0**  
= 0 Ohm

Zero-Ohm Resistor

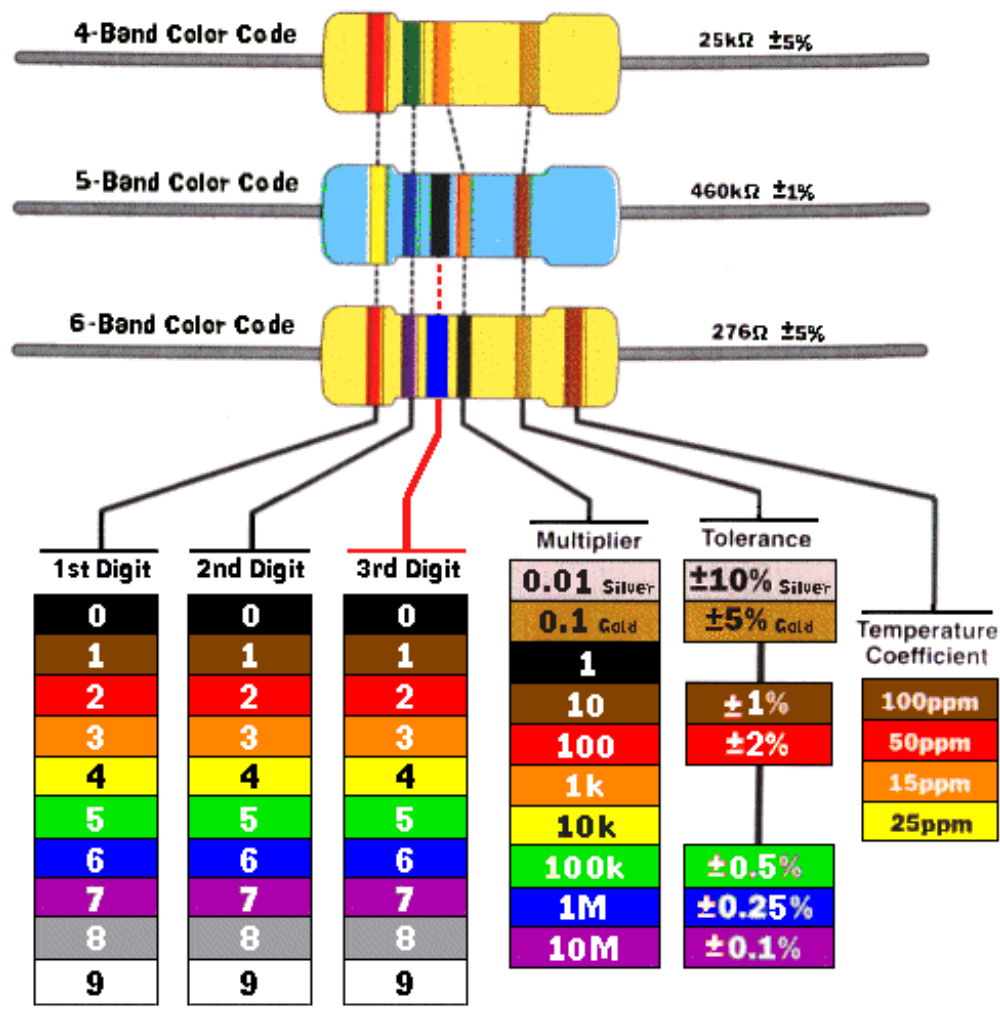
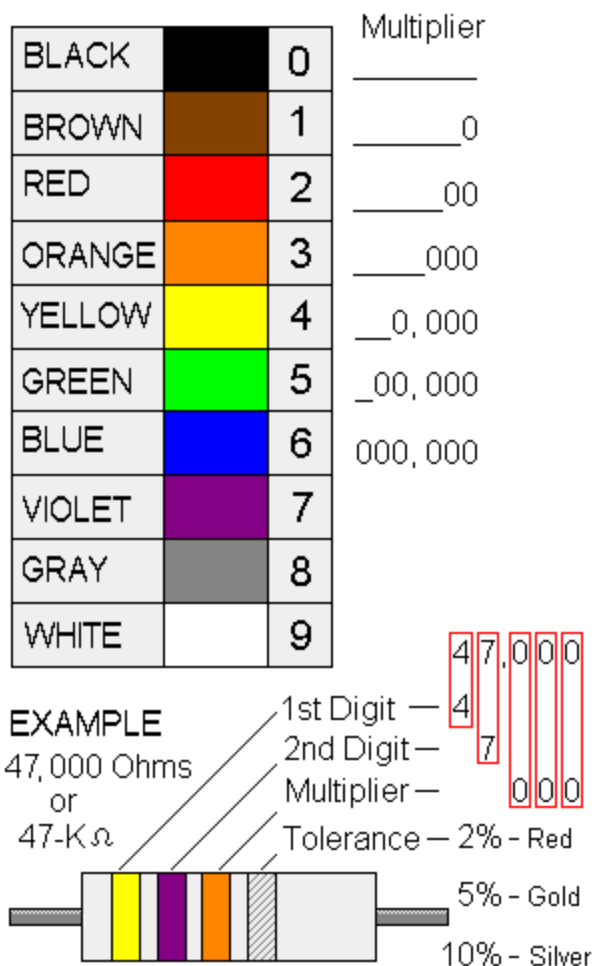
**000**  
= 0 Ohm

Precision Zero-Ohm Resistor

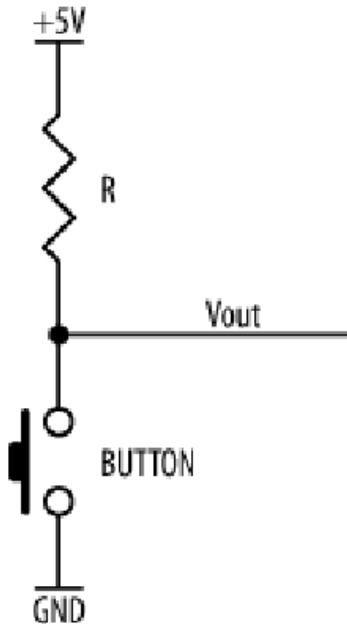
## Surface mount resistors

## ■ Đọc giá trị

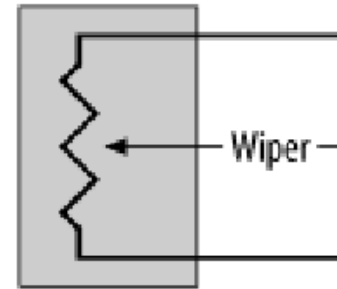
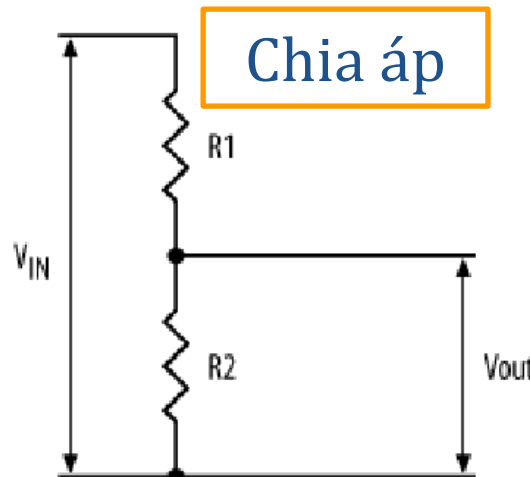
### Through hole resistors



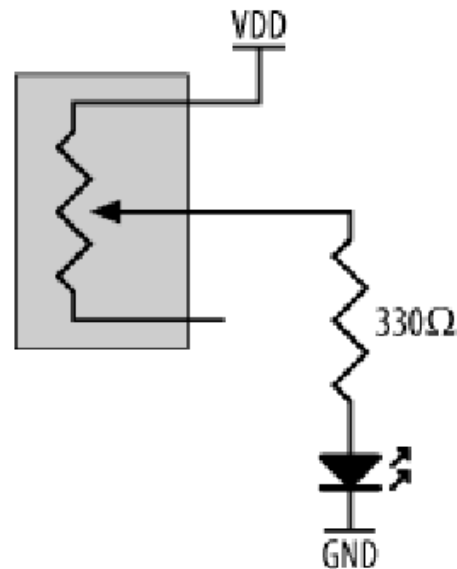
## ■ Ví dụ sử dụng:



Điện trở treo (pull-up)  
cho 1 nút bấm



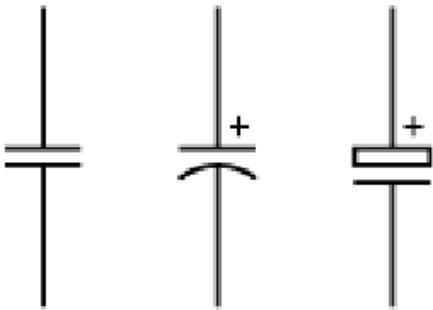
Biến trở  
(potentiometer)



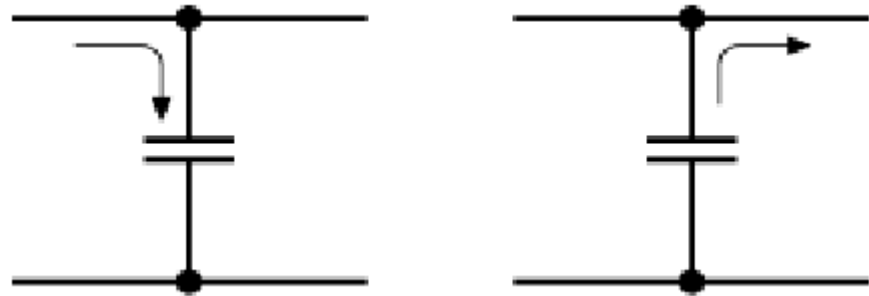
Thay đổi độ sáng  
LED

# Capacitors

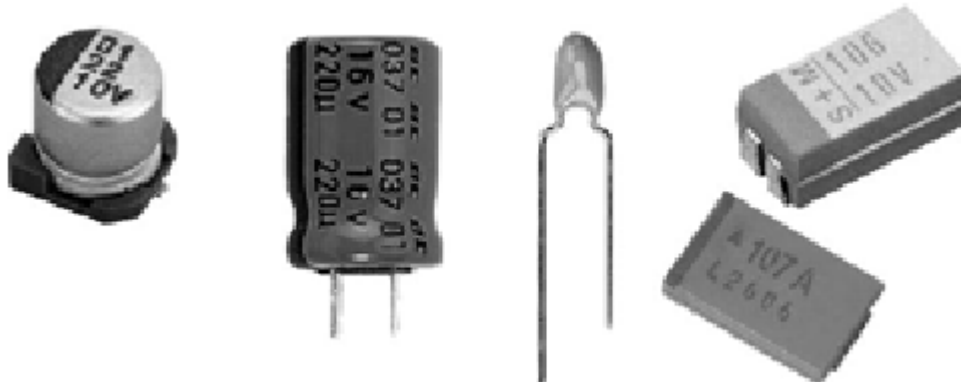
## Ký hiệu



## Tích (charging) và phóng (discharging)

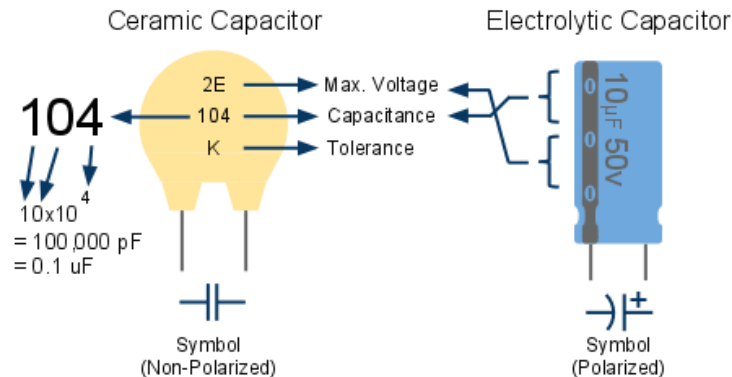


## Các loại tụ



## ■ Cách đọc giá trị

## Capacitors



### 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

### Max. Operating Voltage

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

### 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%



Ký hiệu



Surface mount Inductors

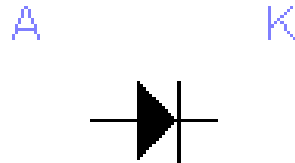
# Transformers

Ký hiệu



## ■ Diode:

- Kí hiệu:



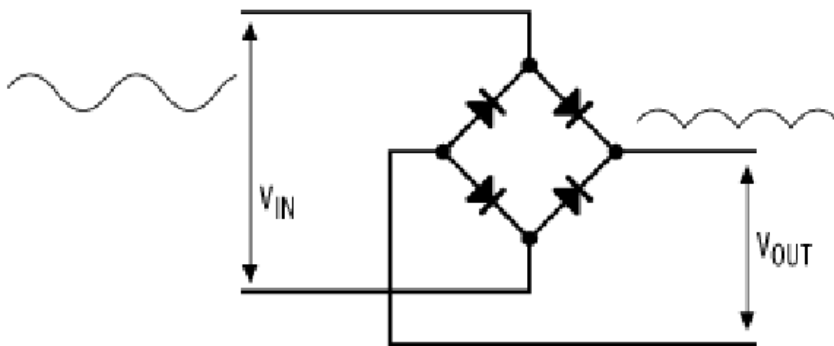
Power diode (1N4004)



- 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

## ■ Ví dụ sử dụng:

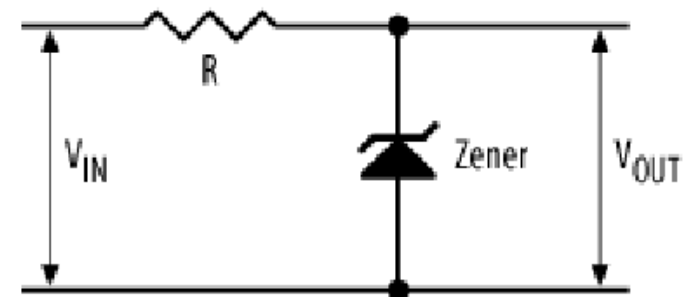
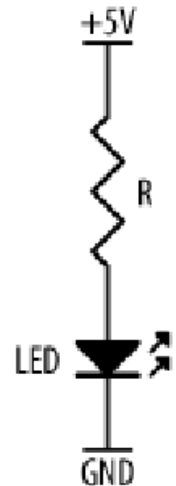
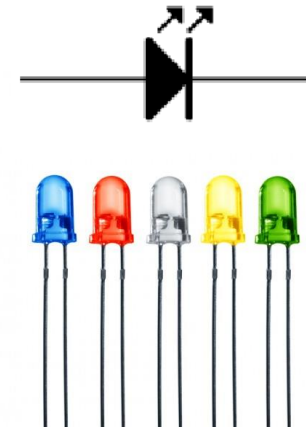
Mạch cầu chỉnh lưu  
(bridge rectifier)



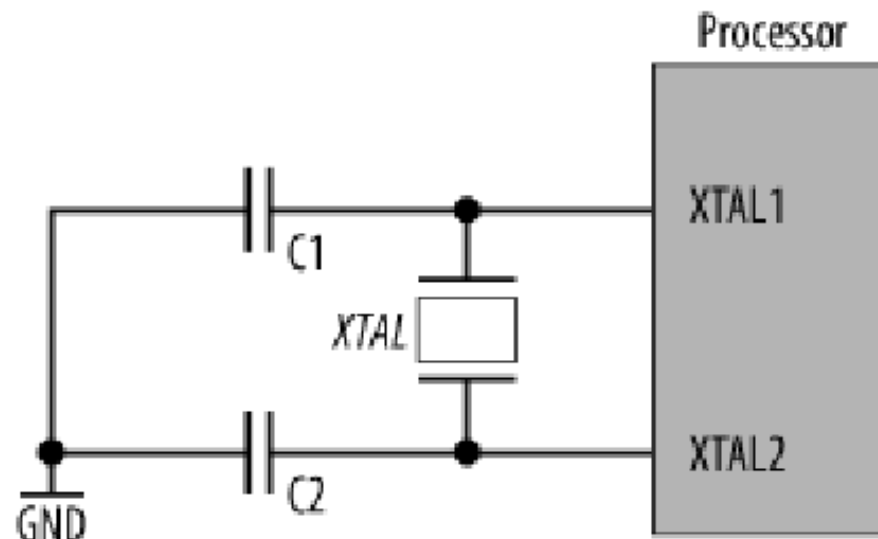
Diodes Zener và Schotky



LED



Ký hiệu



## 2.1.2. Các thiết bị trợ giúp

- Một số thiết bị:
  - Đồng hồ vạn năng (Multimeter)
  - Máy hiện sóng (Oscilloscope)
  - Máy tạo tín hiệu (Function Generator)
  - Bộ nguồn (Power Supply)
  - Bộ hàn (Weller)
  - Các dụng cụ (Tools)

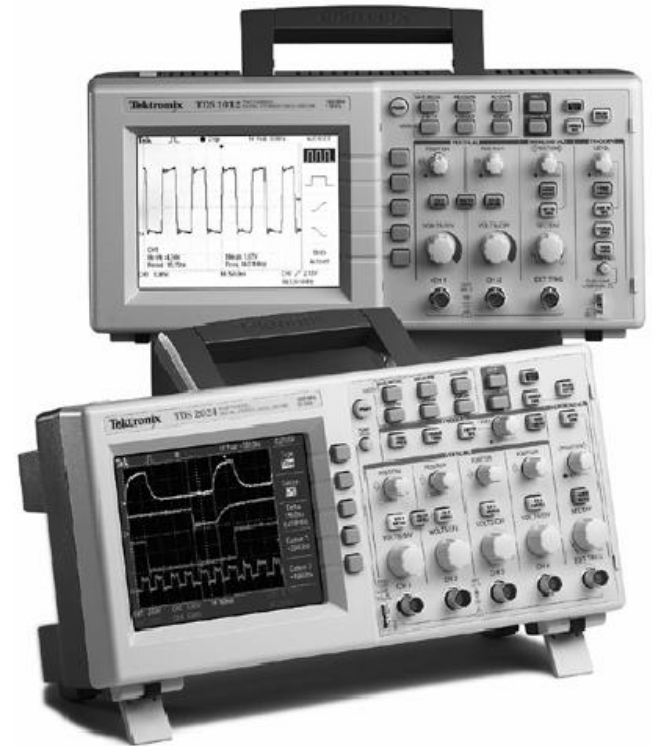
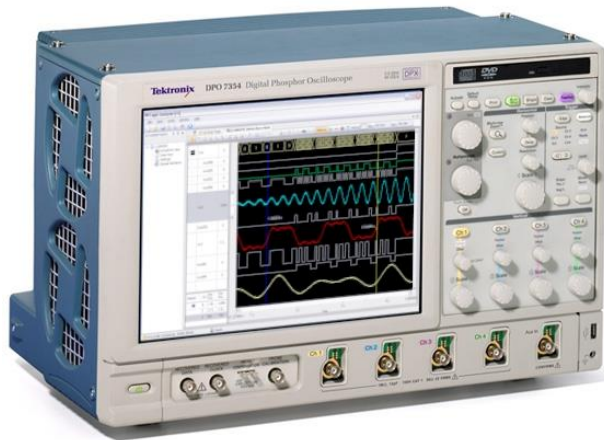
# Multimeter

- 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)
  - OS: Windows embedded XP



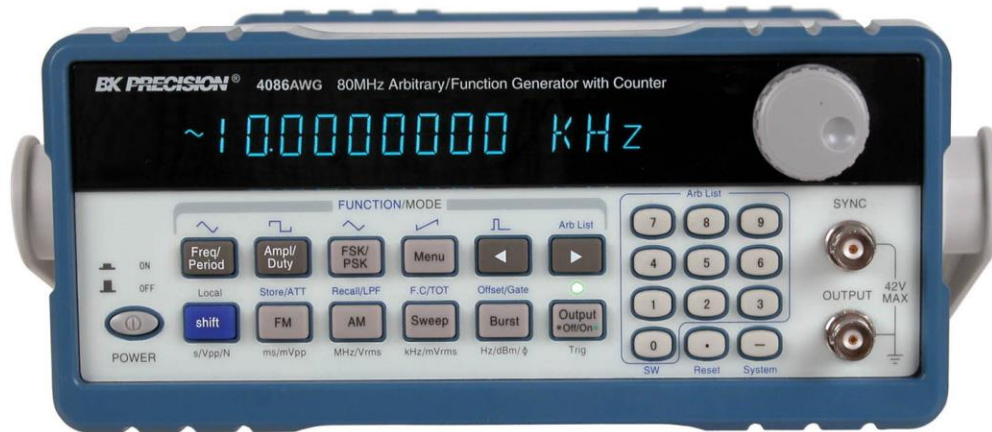
How to use an oscilloscope ? Video: (Tektronik tutorial)

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



# Function Generator

- Máy tạo tín hiệu:
  - Tùy chỉnh đại lượng tín hiệu: tần số, biên độ
  - Dạng sóng tín hiệu: xung vuông, tam giác, sin

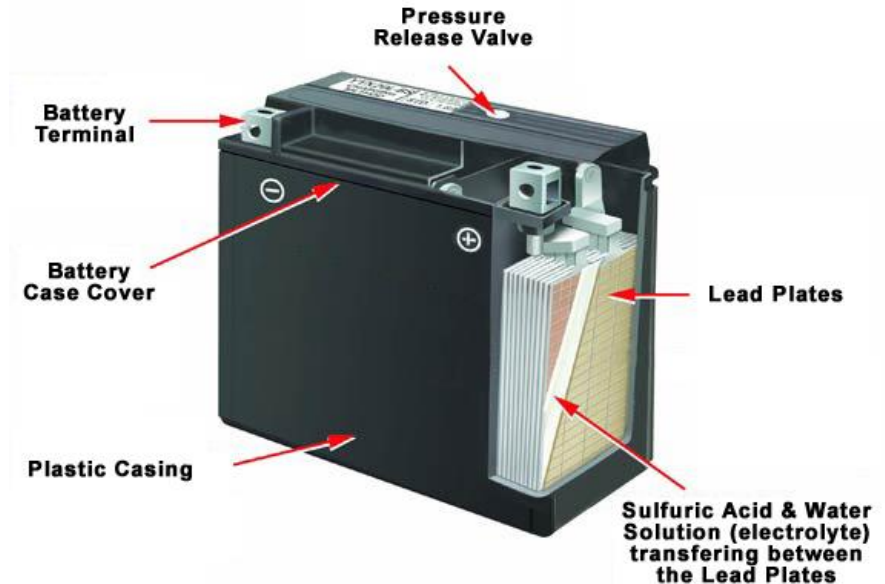


# Power supply

## ■ Bộ tạo nguồn chuẩn



## Batteries & Acquy

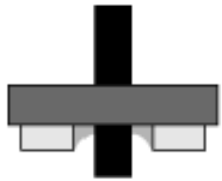


AC-DC Adapter  
Input: AC 100-240V  
Output: DC  
5V/6V/9V, ...  
500mA/1A/2A, ...



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

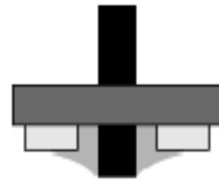
## ■ How to solder ?



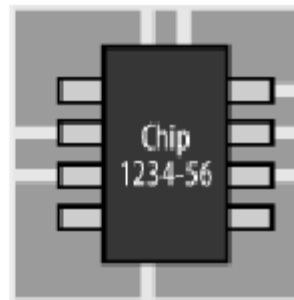
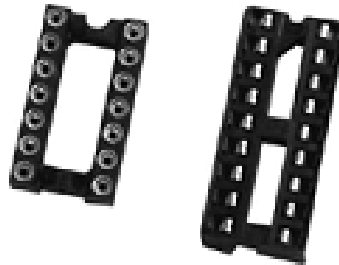
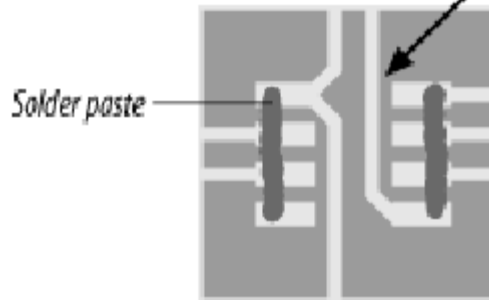
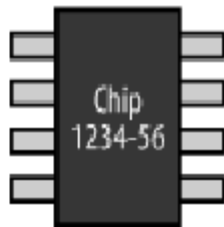
Not enough



Too much



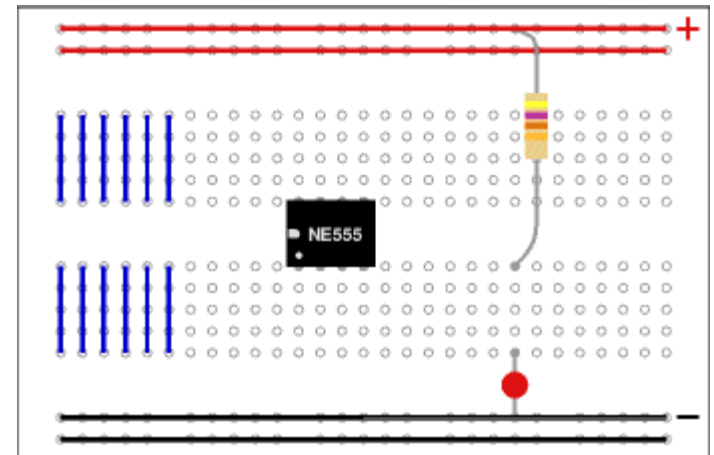
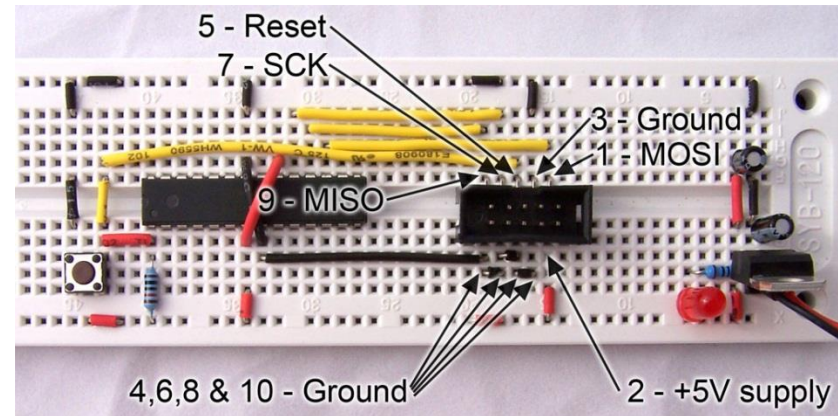
Just right



## ■ Construction tools



## Breadboard



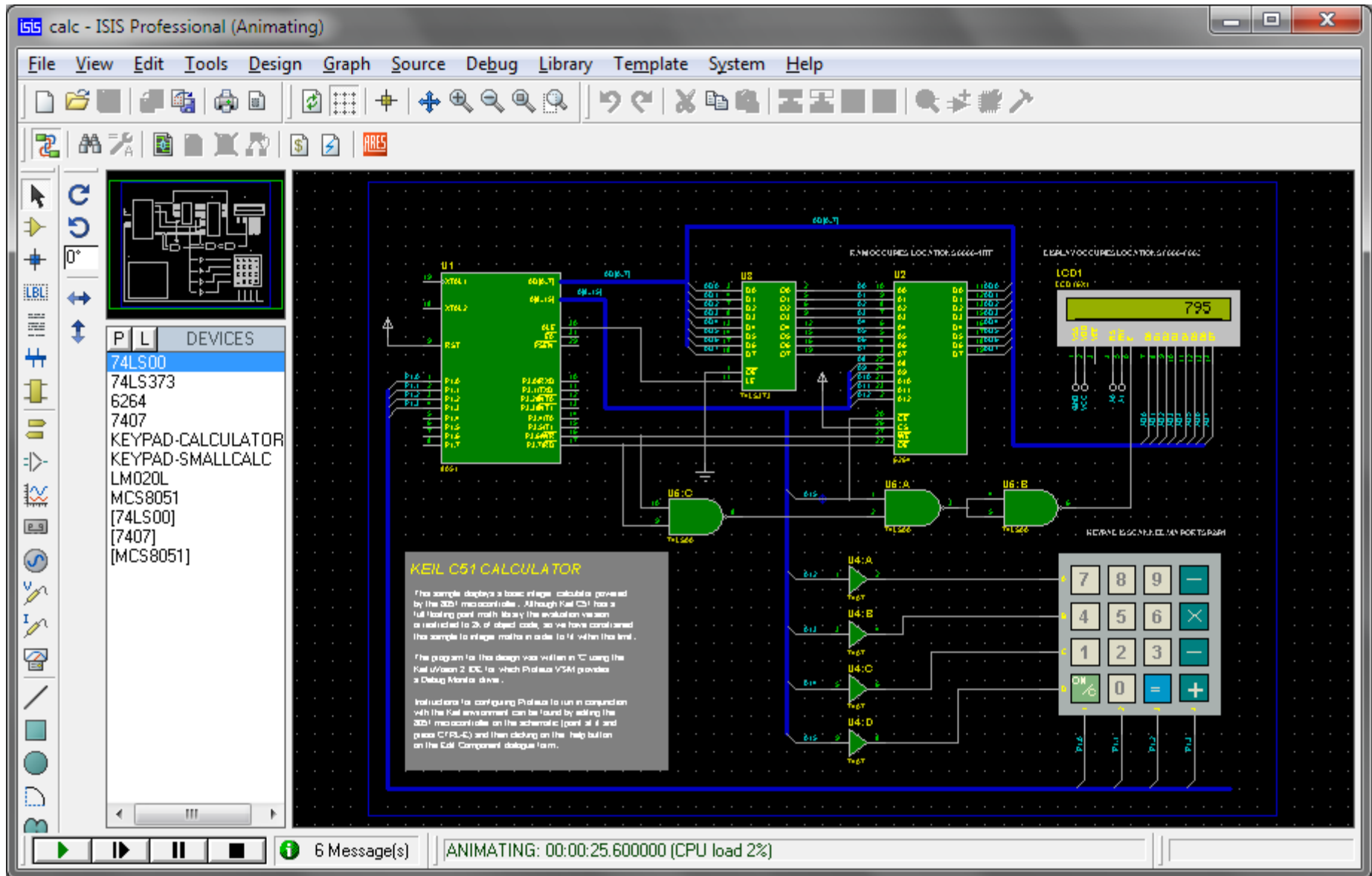
## 2.1.3. Phần mềm thiết kế

- Phần mềm thiết kế, mô phỏng: Proteus
- Phần mềm thiết kế mạch nguyên lý, mạch in:
  - Altium Designer/Protel DXP
  - Orcad

# Phần mềm mô phỏng Proteus

- Khả 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
- How to use ? (Youtube: Proteus tutorials)

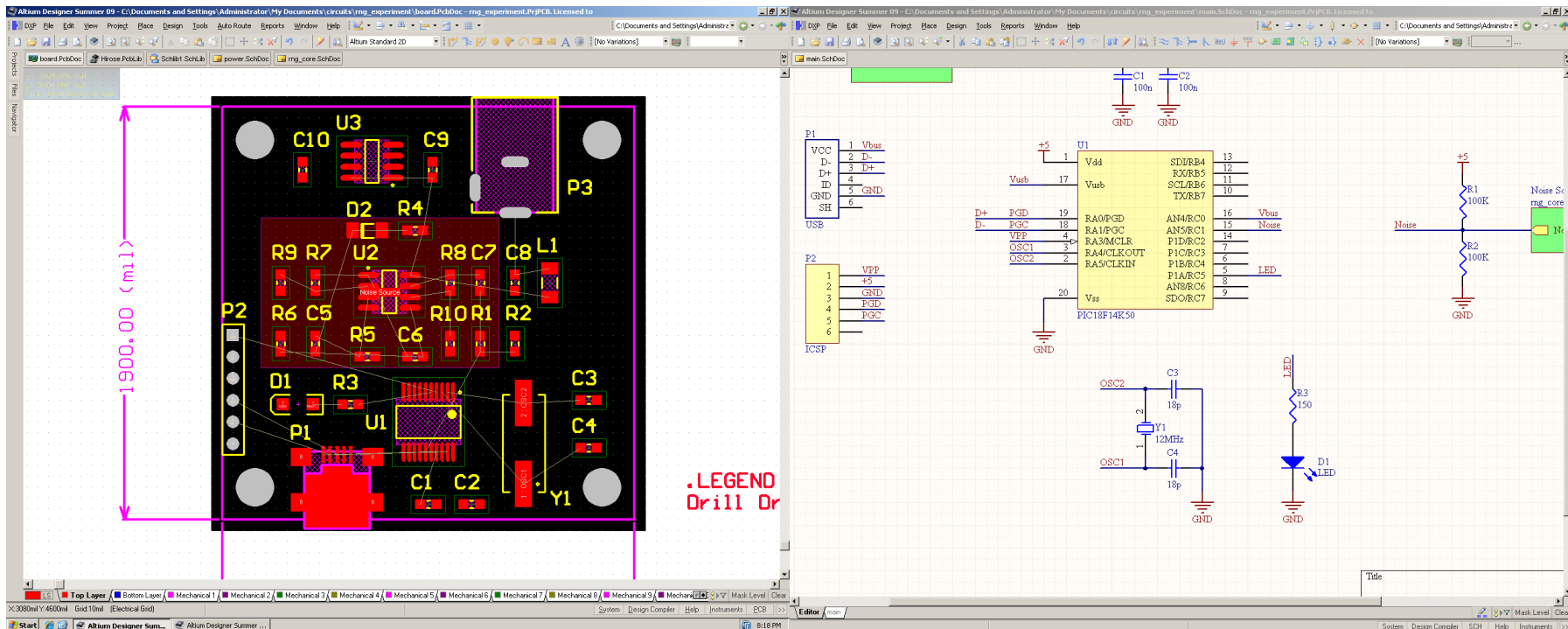
# Phần mềm mô phỏng Proteus





# Phần mềm thiết kế Altium/Protel

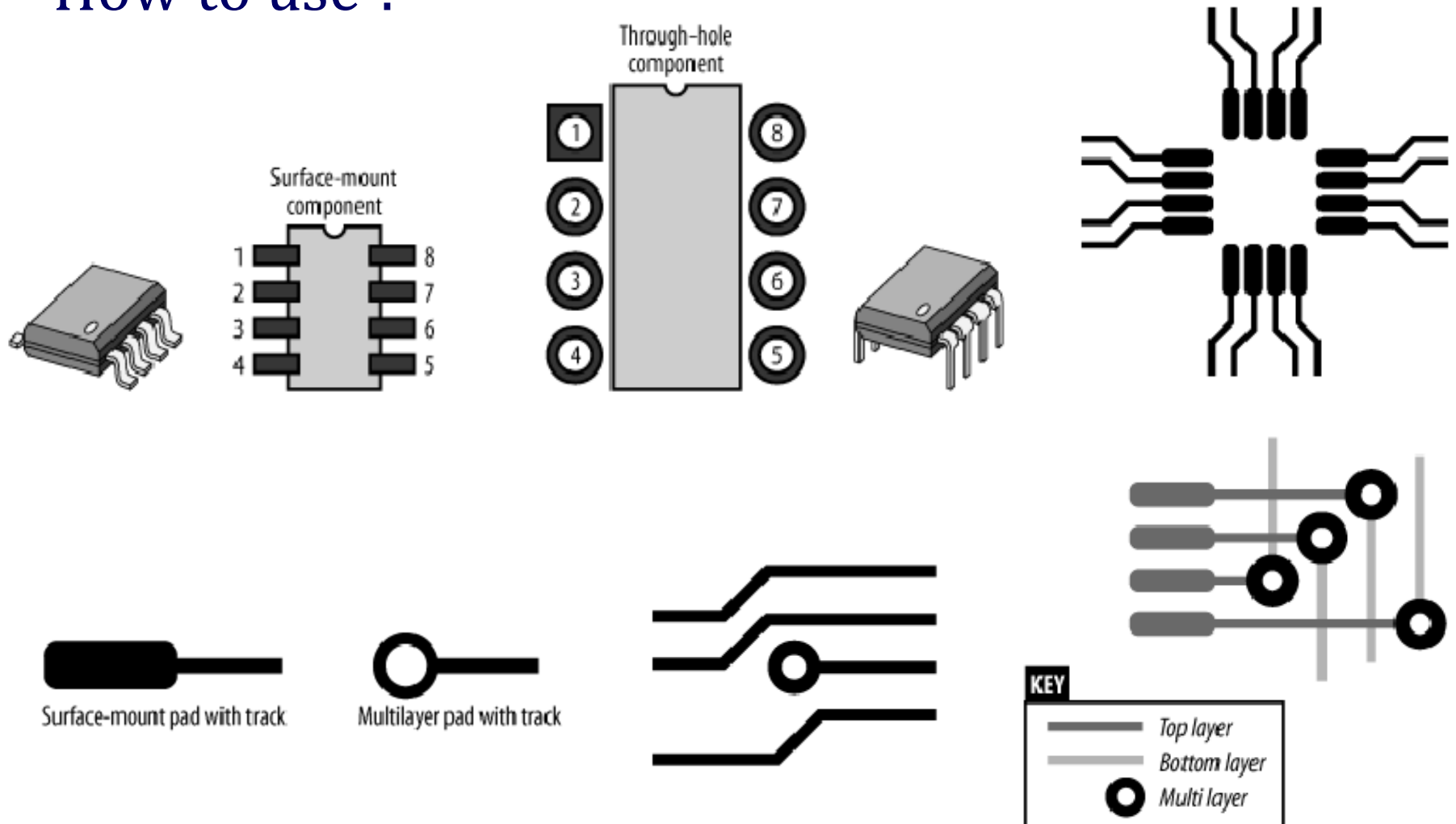
- Khả năng:
  - Thiết kế sơ đồ nguyên lý (schematics)
  - Thiết kế mạch in (PCB)
  - Cung cấp thư viện linh kiện (pinout, footprint) đồ sộ





# Thiết kế mạch in

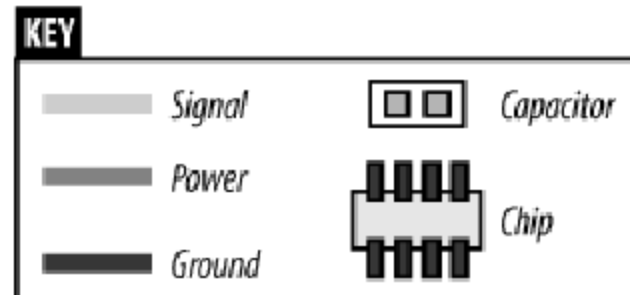
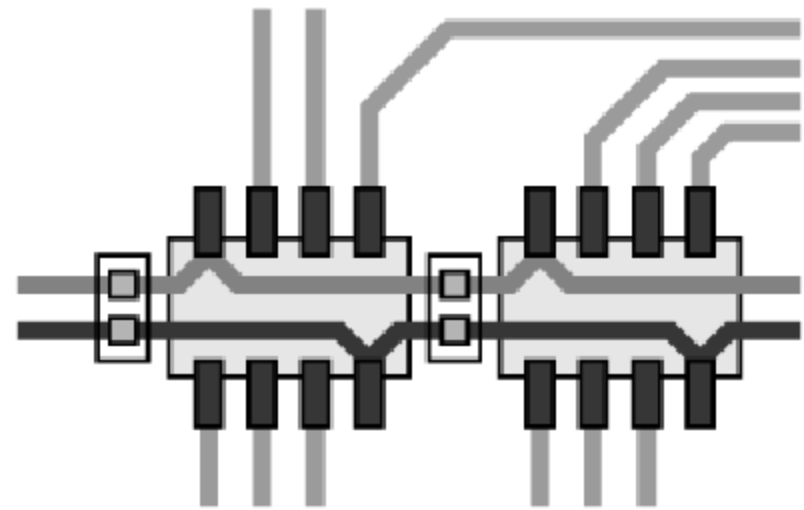
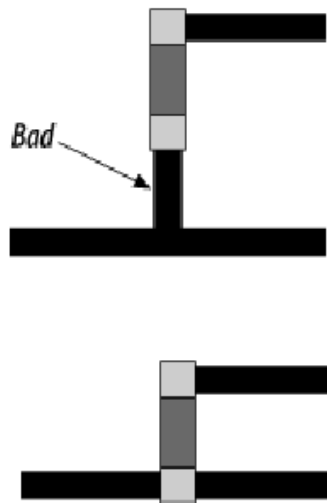
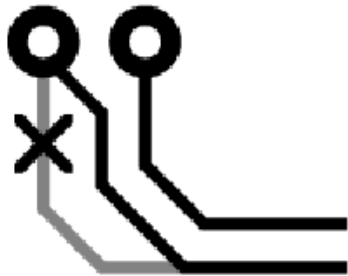
## ■ How to use ?



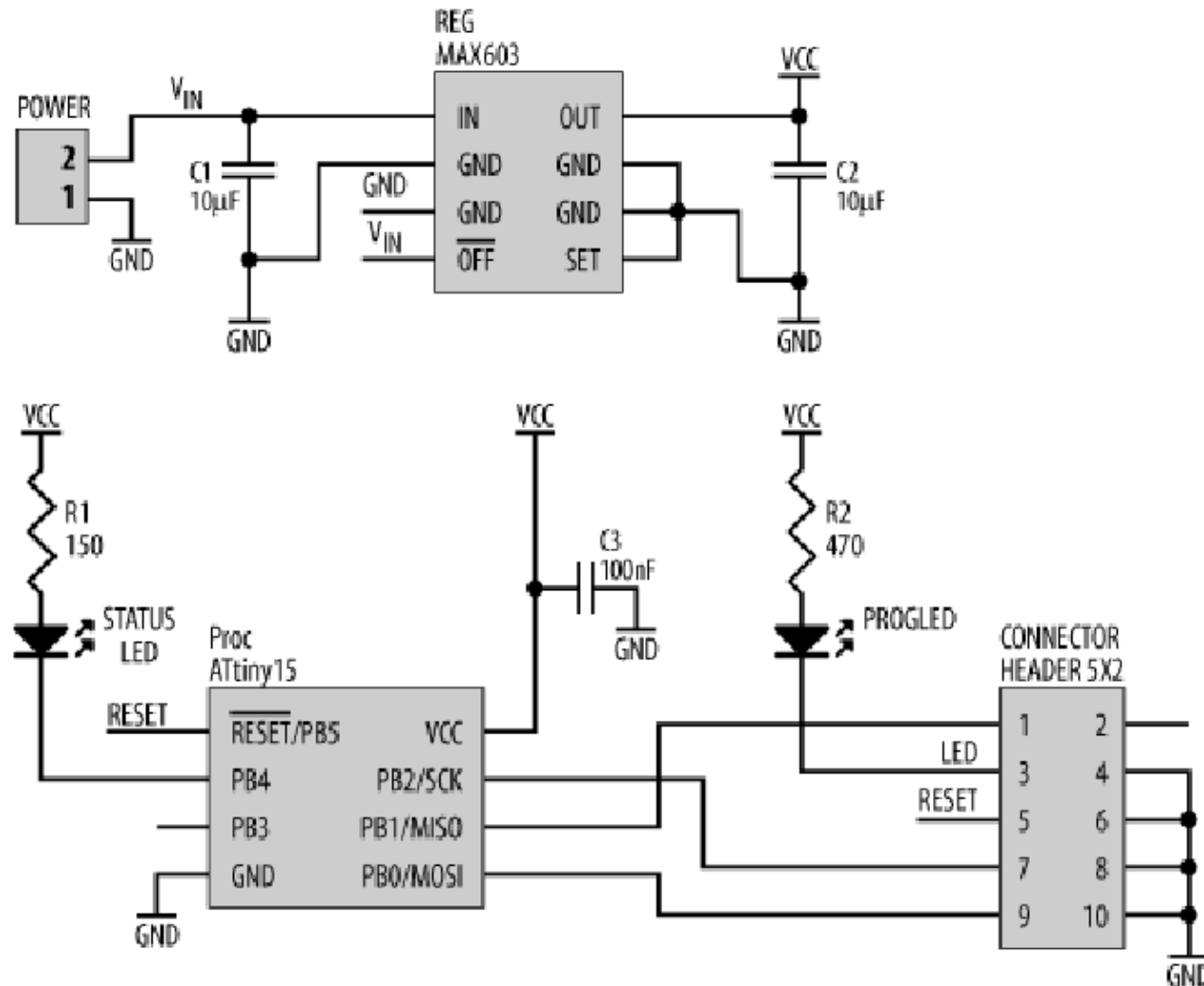
# Thiết kế mạch in

## ■ How to use ?

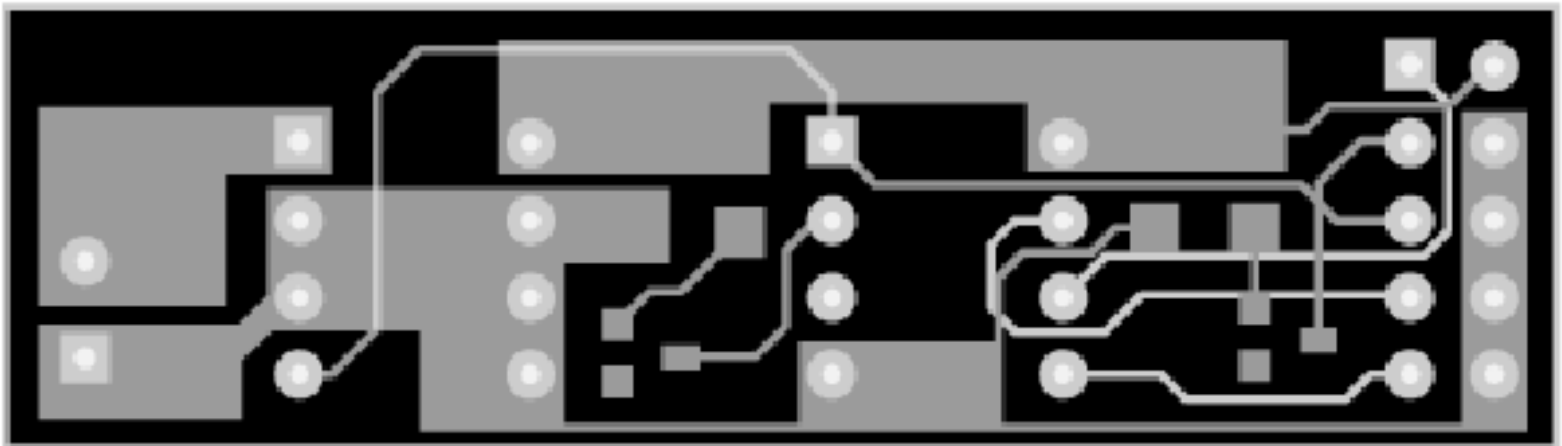
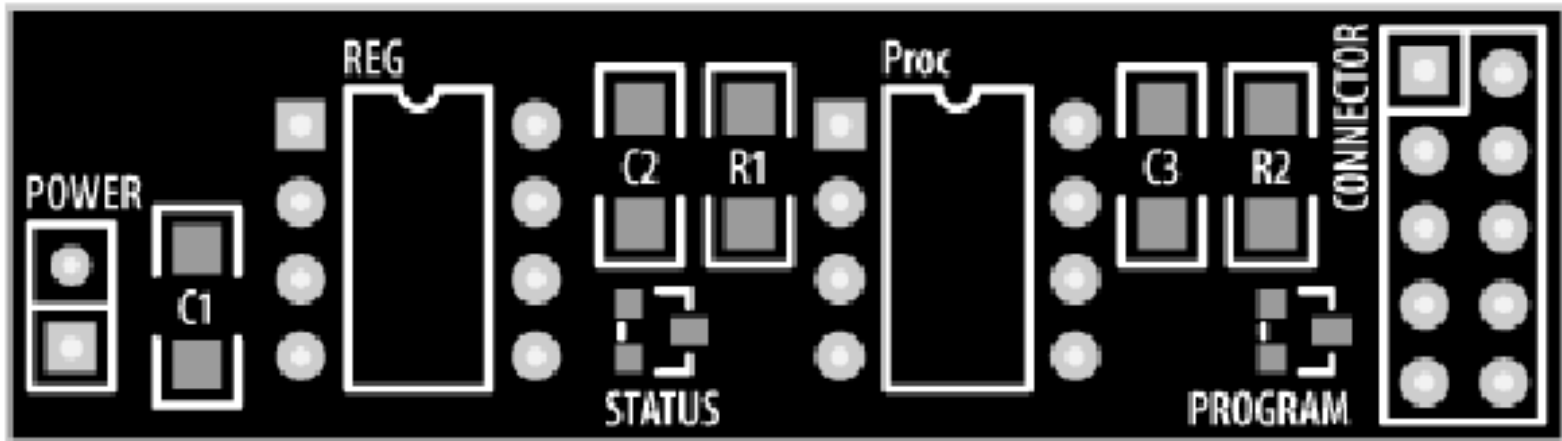
Keep buses parallel to minimize skew



## ■ Schematics:



## ■ PCB



## 2.1.4. Tài liệu thiết kế

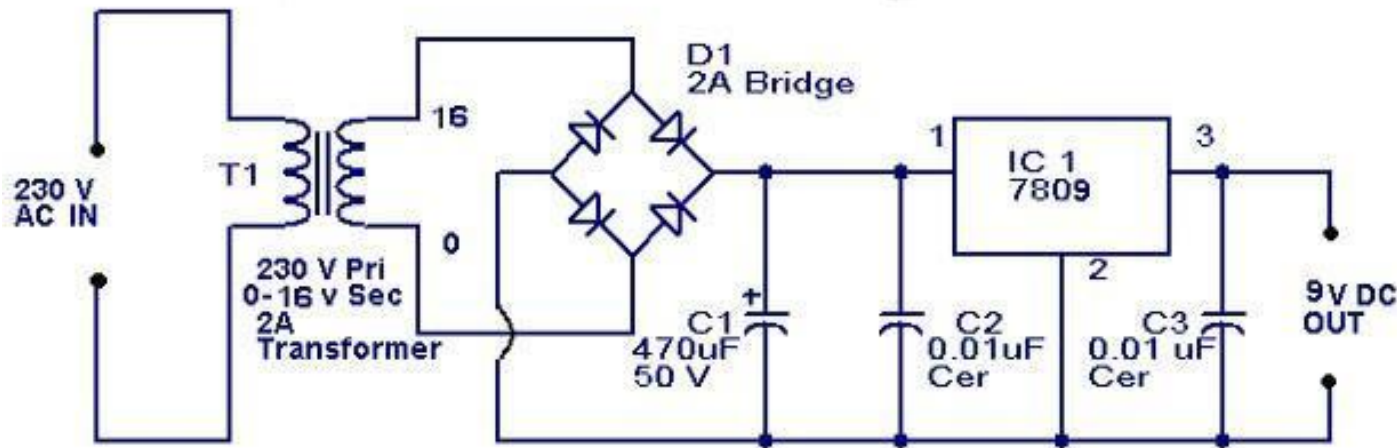
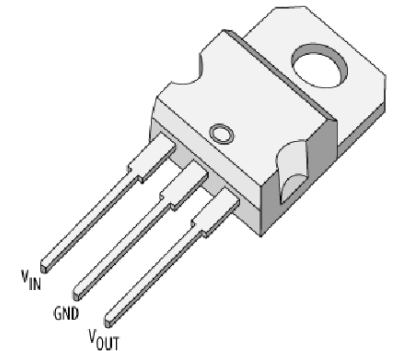
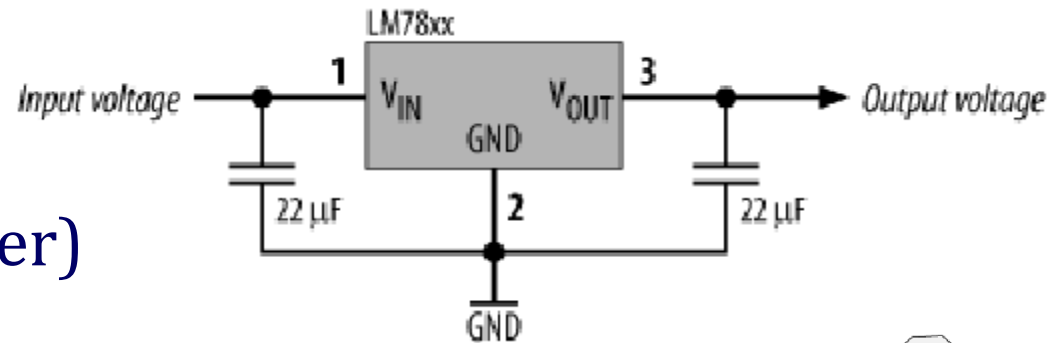
- Schematic, PCB
- Datasheet
- Application notes

## 2.2. Các mạch chức năng cơ bản

- 2.2.1. Power Source (Mạch cấp nguồn)
- 2.2.2. Clock Oscillator (Mạch dao động)
- 2.2.3. Reset (Mạch khởi động lại)
- 2.2.4. Programmers/Debugger (Mạch nạp)
- 2.2.5. Các ghép nối cơ bản

## 2.2.1. Power Source

- AC-DC Adapter
  - Transformer
  - Diodes (bridge rectifier)
- Regulators (IC ổn áp):
  - Tạo điện áp ổn định
  - LM78xx regulators (Output: 5V, 6V, 9V, ...)

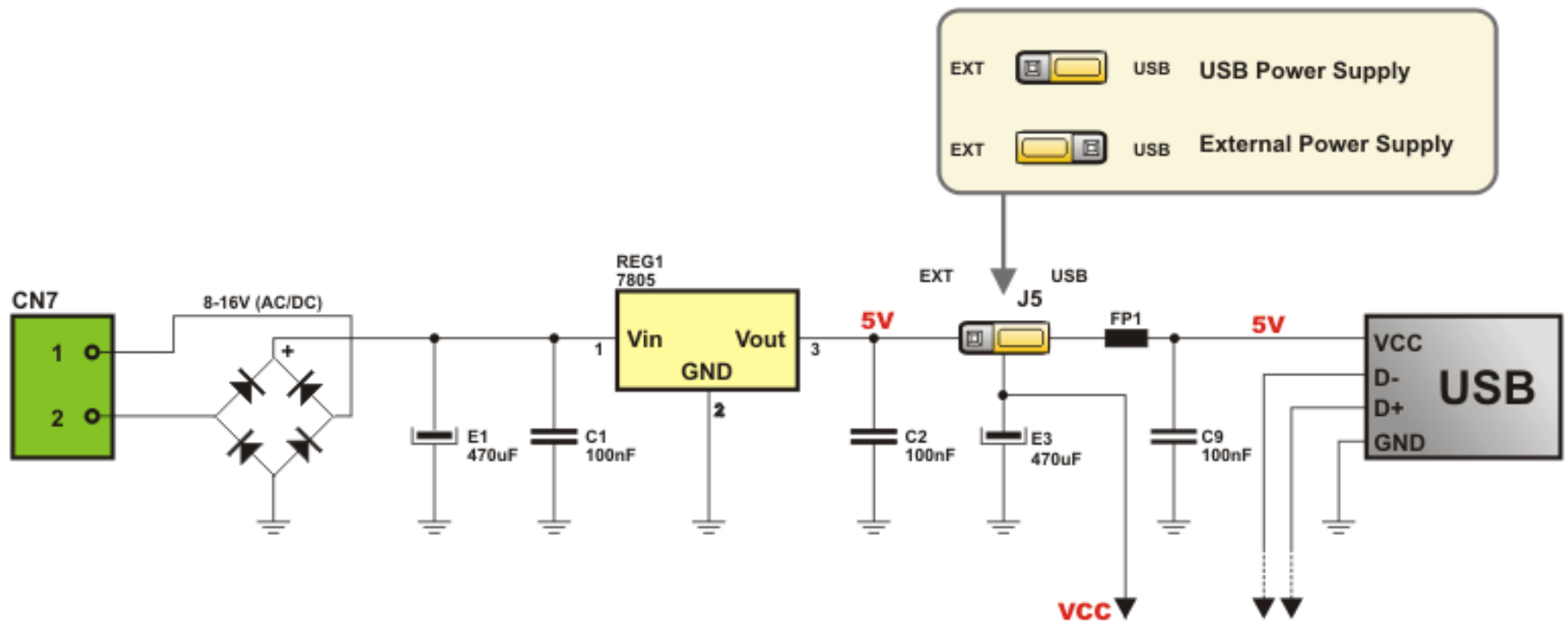


9V DC REGULATOR USING 7806

[www.circuitstoday.com](http://www.circuitstoday.com)

# Power Source – Ví dụ

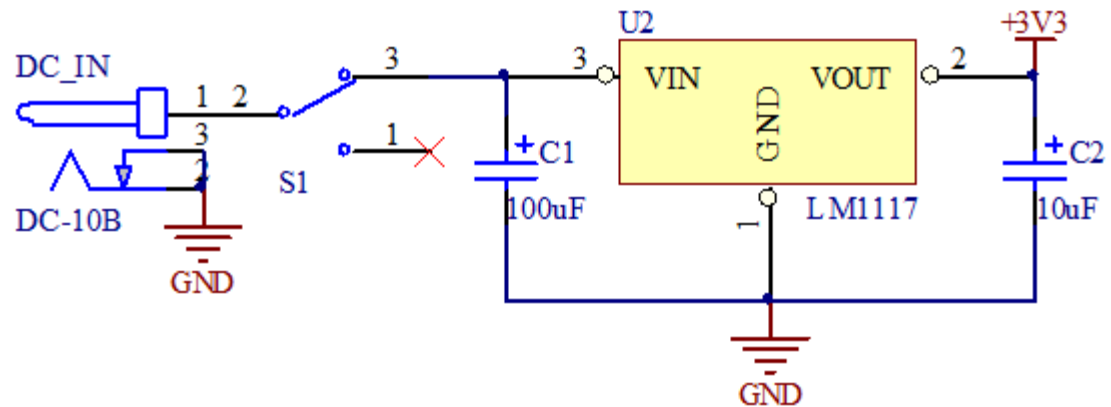
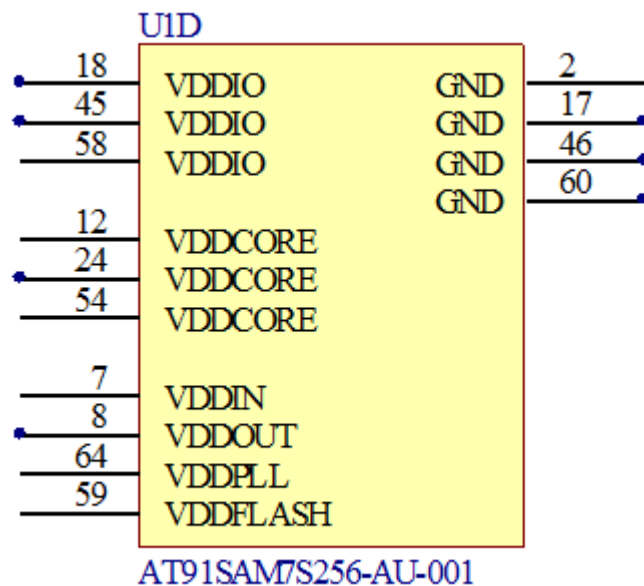
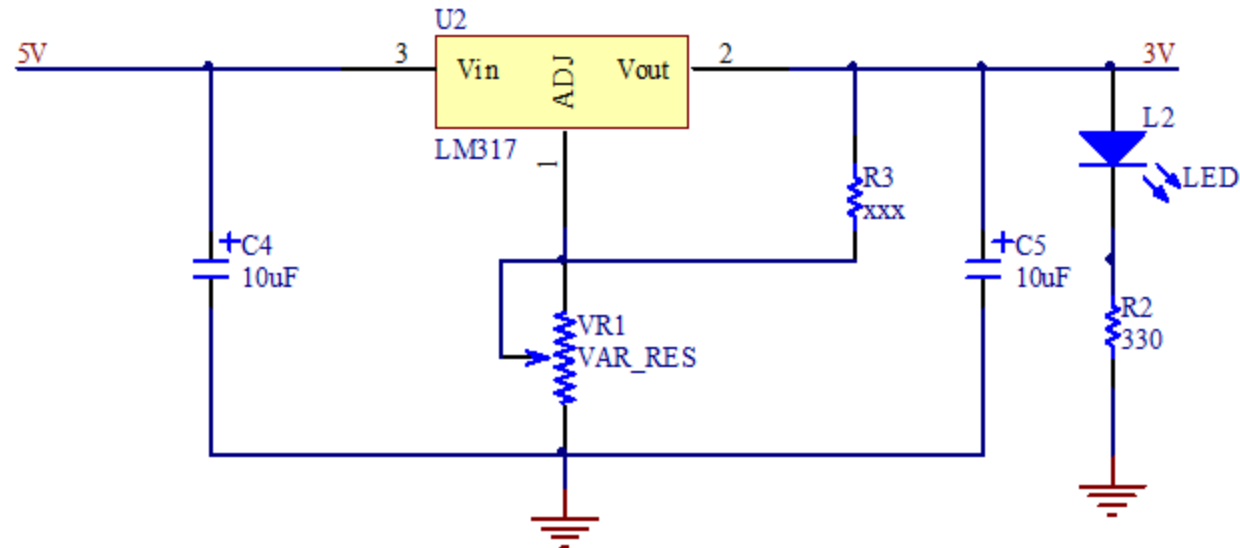
- Mạch cấp nguồn sử dụng 2 kiểu nguồn vào:
  - Input AC/DC: 8-16V
  - USB (5V)





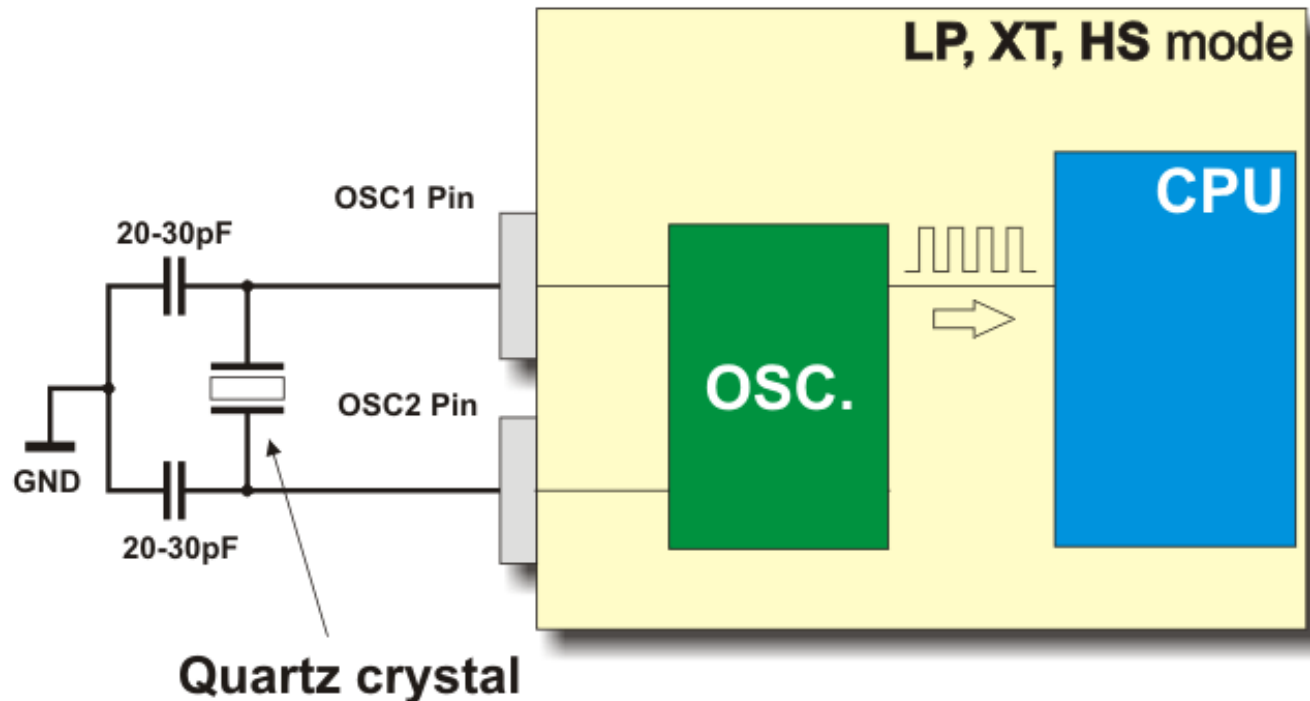
# Power Source

- Output: 1.8V, 2.5V, 3.3V ?
- Sử dụng External AC-DC Adapter
- Sử dụng IC LM317, LM1117



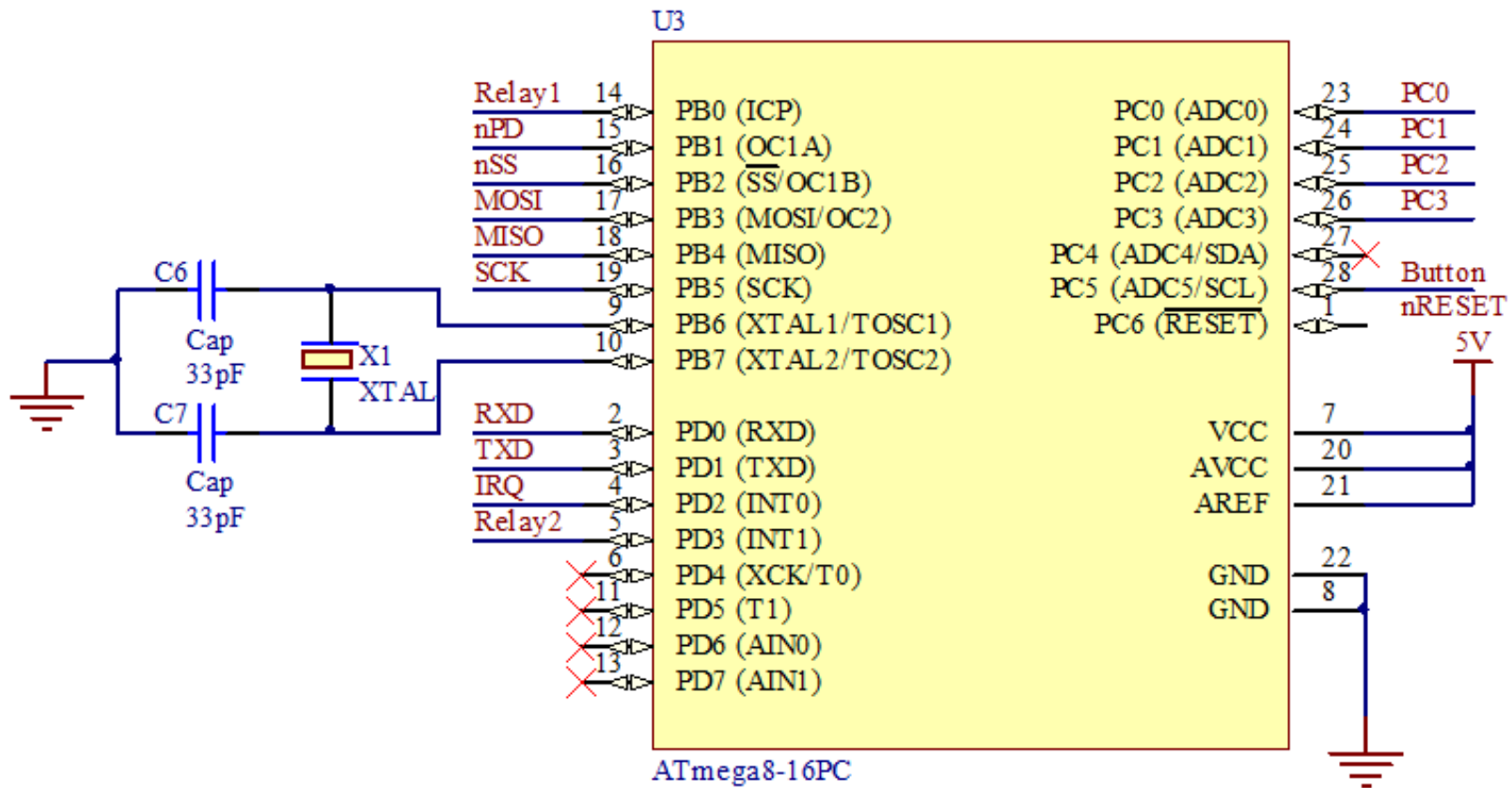
## 2.2.2. Clock Oscillator

- Tạo xung nhịp đồng bộ cho các thành phần trong hệ thống (hoạt động ở nhiều tần số dao động khác nhau)
- Bộ dao động nội (Internal Osc.)
- Bộ dao động ngoài (External Osc.): Thường dùng thạch anh để cung cấp tín hiệu clock và ổn định tần số.



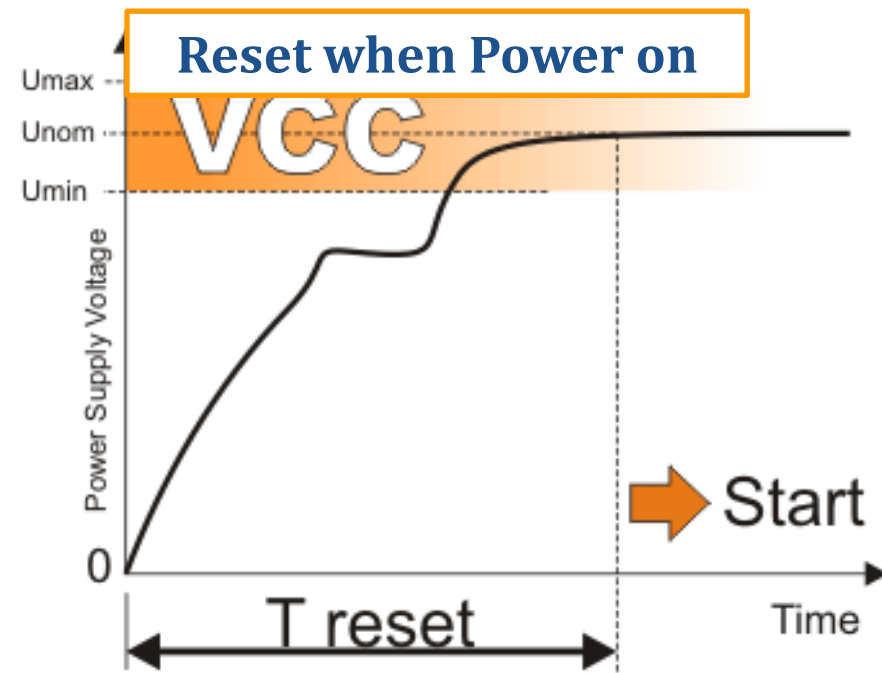
# Clock Oscillator – Ví dụ

- Ví dụ mạch dao động ngoài cho Vi điều khiển ATmega8 sử dụng thạch anh tần số 8MHz

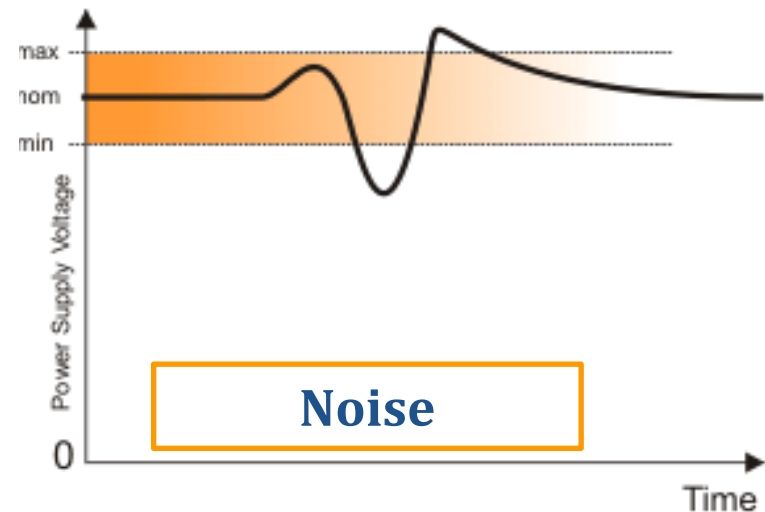
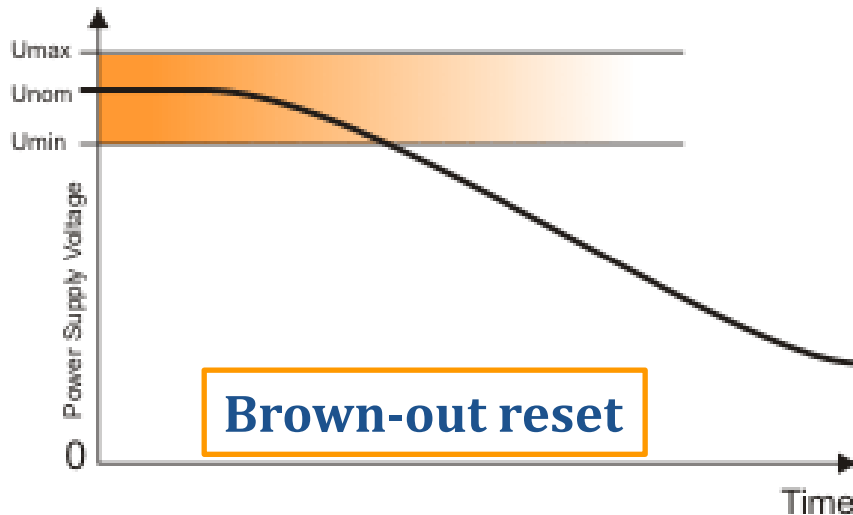
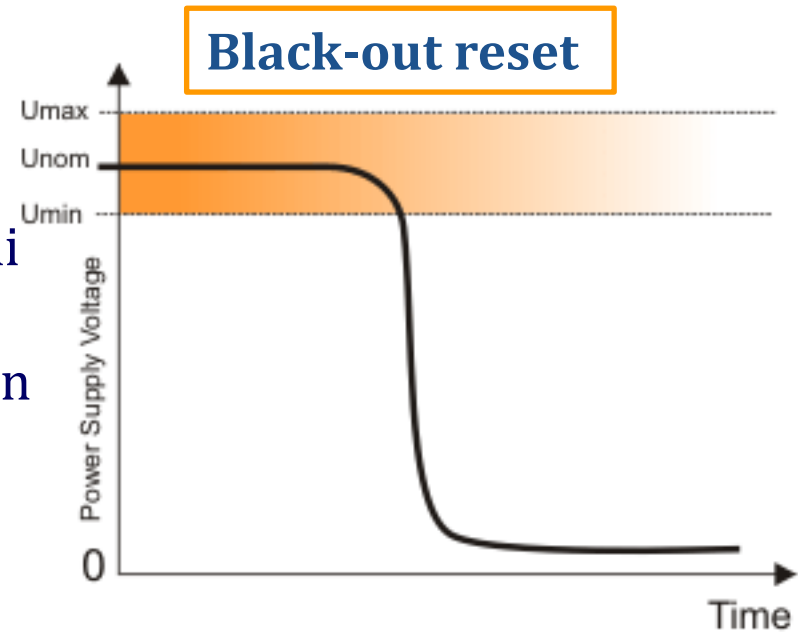


## 2.3.3. Reset

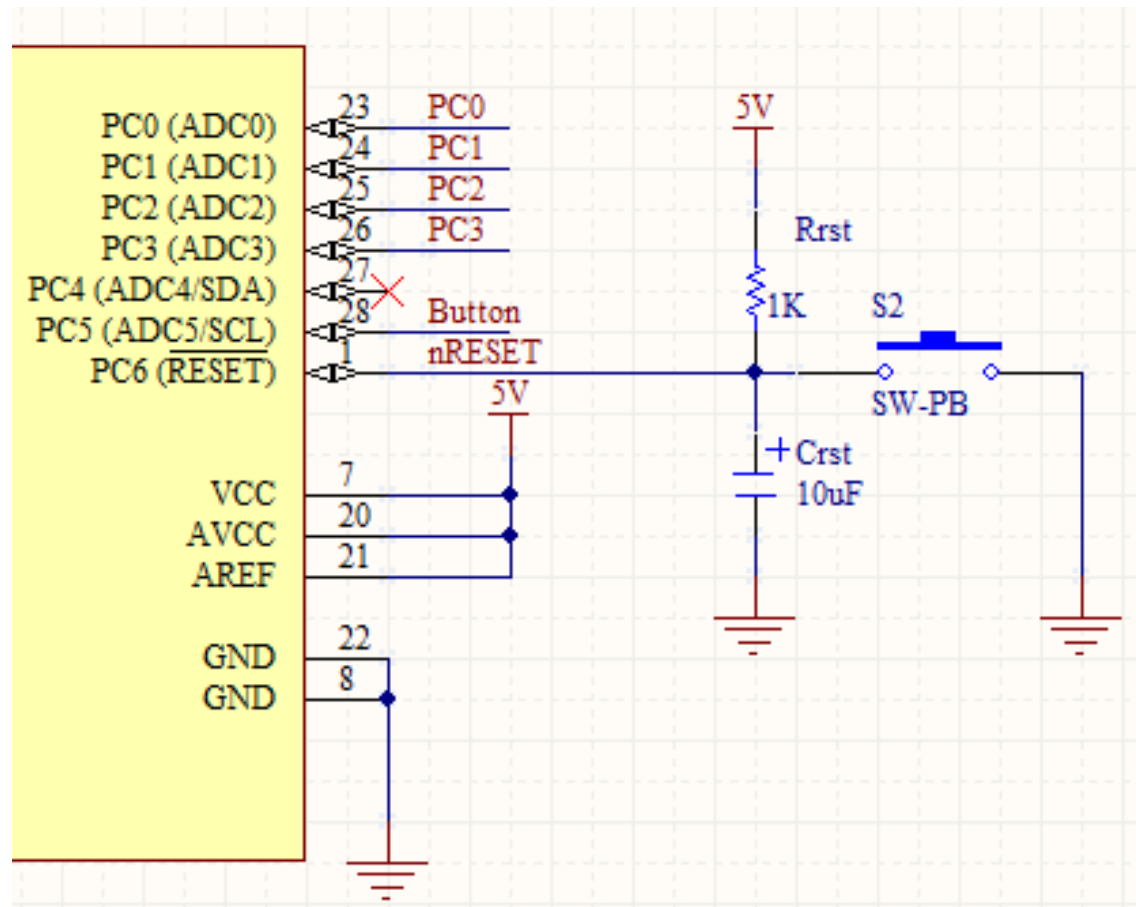
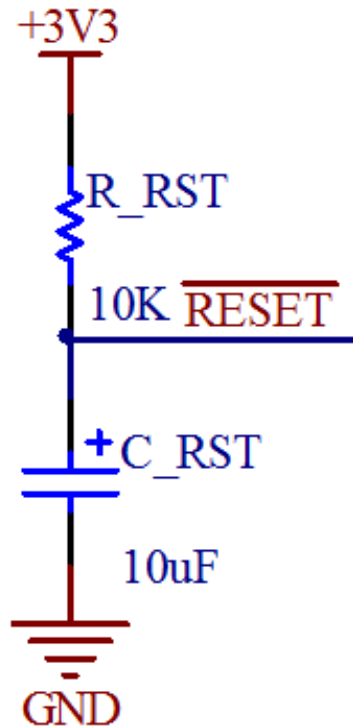
- Reset ? Dừng hoạt động hệ thống và xóa các thanh ghi.
- Tín hiệu reset:
  - Từ mạch reset ngoài (chân MCLR, tích cực mức thấp)
  - Từ mạch điều khiển logic bên trong (built-in)
- Chân MCLR (Master clear reset) cần ở mức cao khi hệ thống hoạt động
- Khi power on, hệ thống cần một khoảng thời gian trễ ( $T_{reset}$ ) trước khi khởi động hoạt động của các thành phần.



- Black-out reset: Xảy ra khi power off bình thường (no danger)
- Brown-out reset: Xảy ra khi điện áp nguồn cấp giảm từ từ. Một số mạch ngoại vi dùng điện áp cao hơn CPU sẽ rơi vào trạng thái «chập chờn» trong khi CPU vẫn hoạt động → nguy hiểm cho hệ thống.
- Noise: Một loại brown-out reset đặc biệt xảy ra trong môi trường công nghiệp



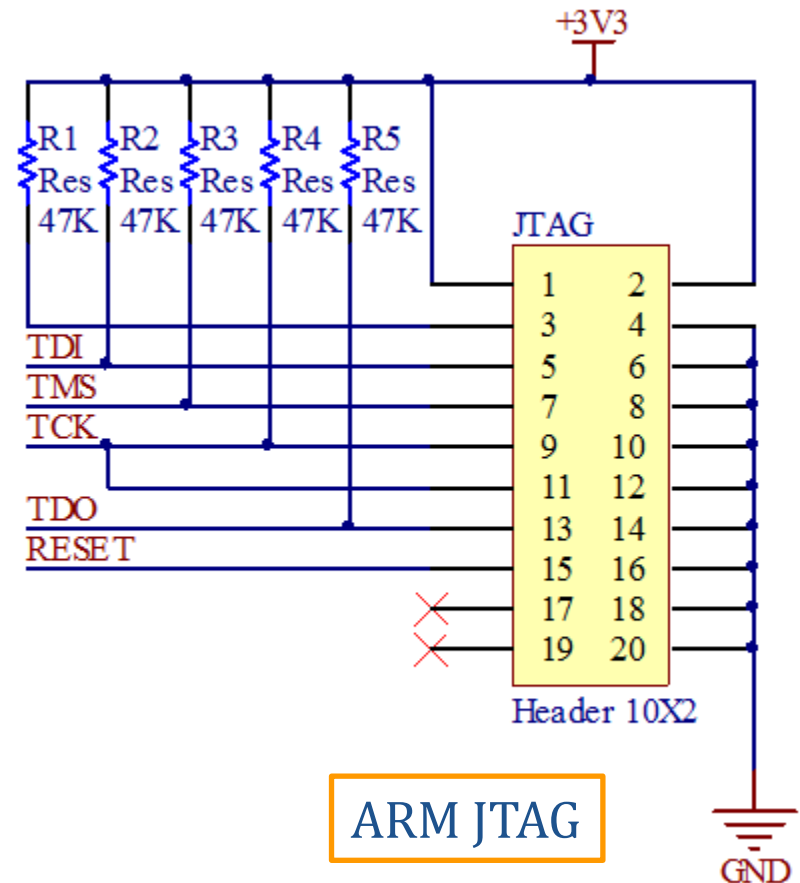
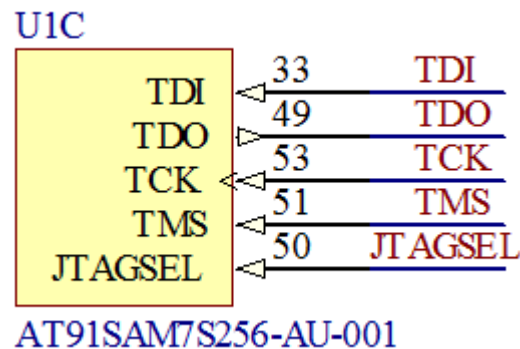
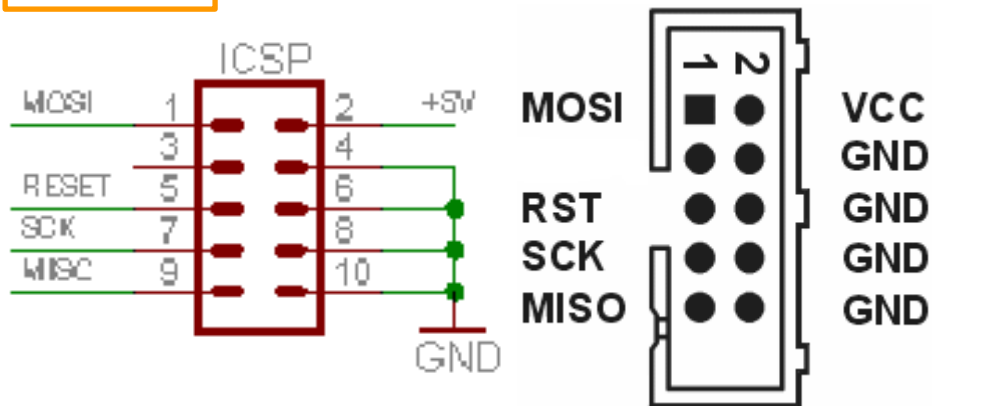
- Ví dụ schematic mạch reset
- Mạch reset ngoài tín hiệu mức cao + nút bấm



## 2.2.4. Programmers/Debuggers

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

### AVRISP



### ARM JTAG

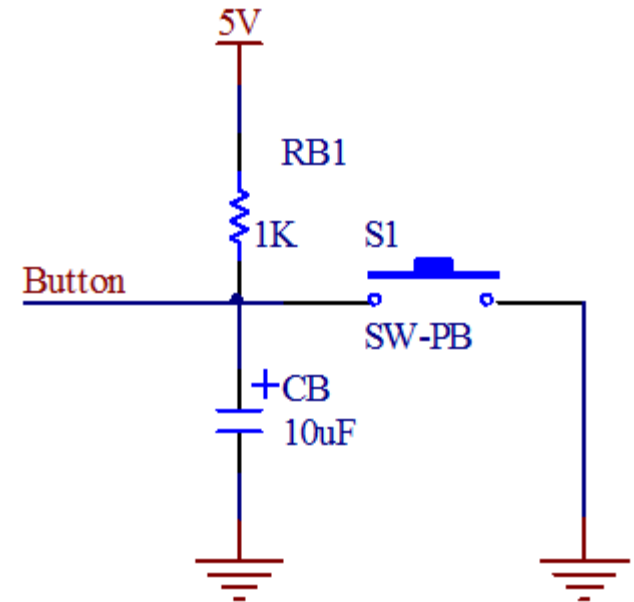
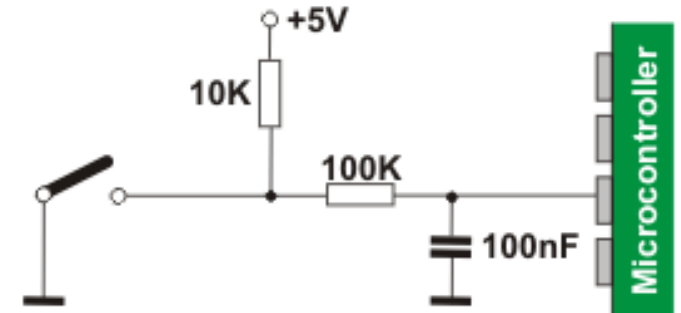
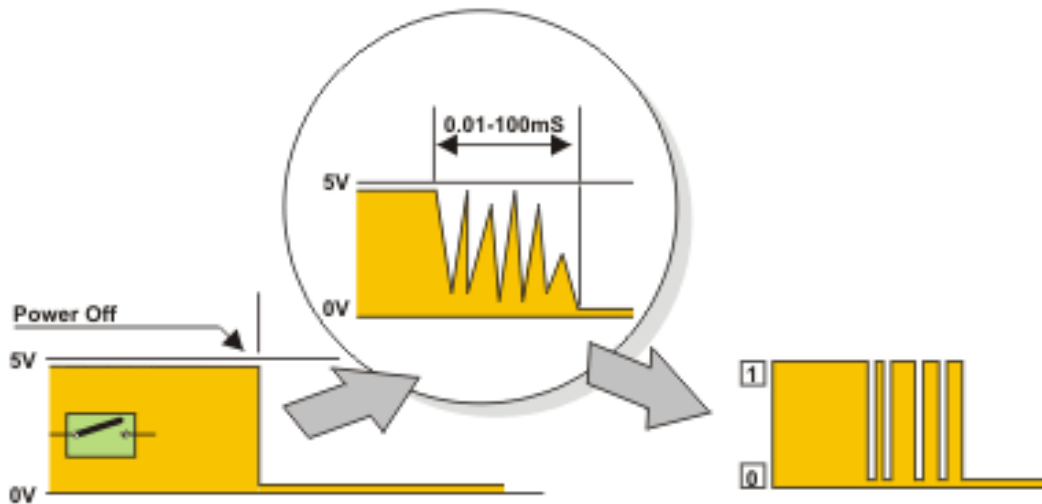
## 2.2.5. Các ghép nối cơ bản

- Ghép nối switch, button
- Ghép nối Optocoupler
- Ghép nối Relay
- Ghép nối LED
- Ghép nối LED 7 SEG



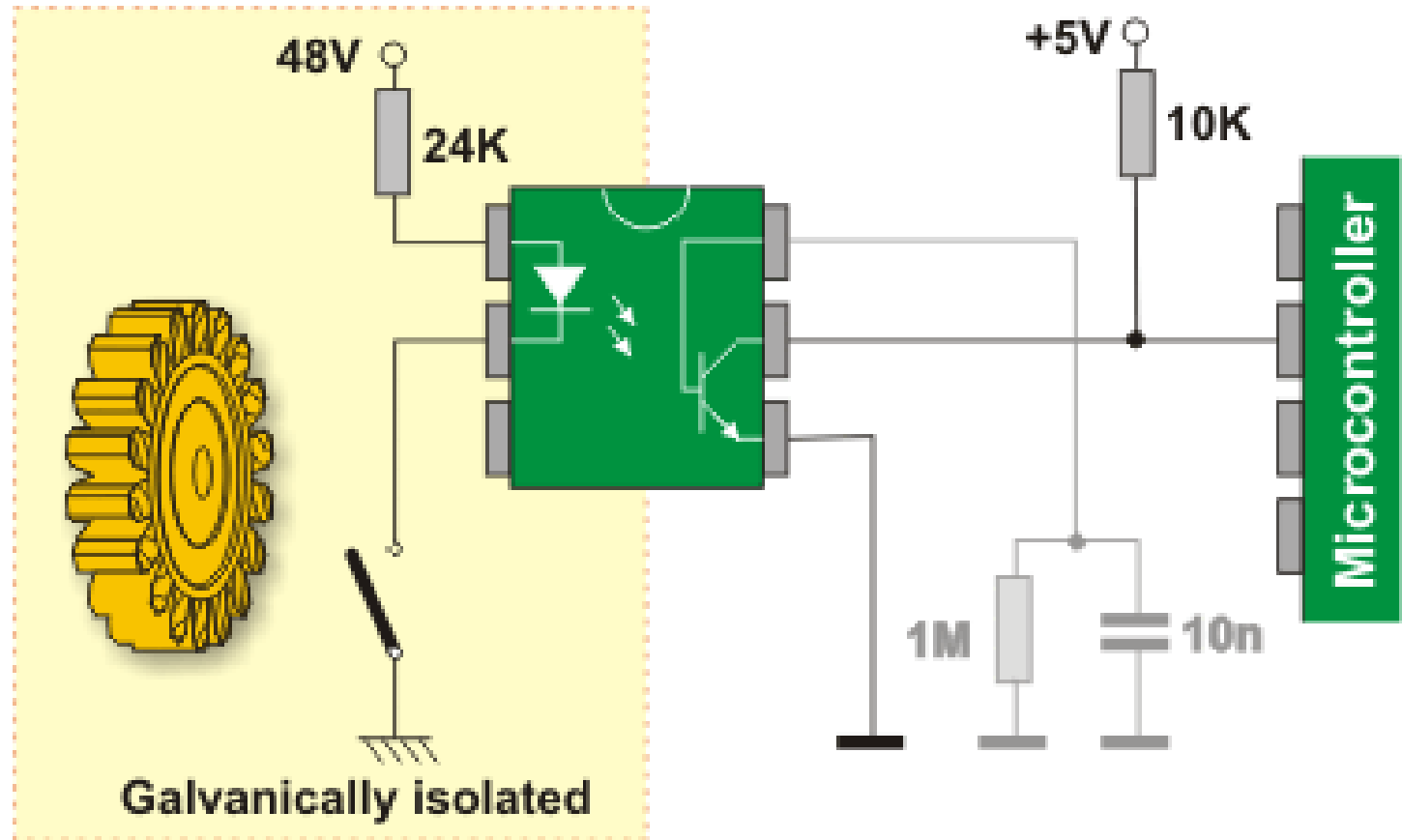
# Ghép nối Switch, Button

- Hiện tượng nảy phím
- Chống nảy phím bằng mạch RC



# Ghép nối Optocoupler

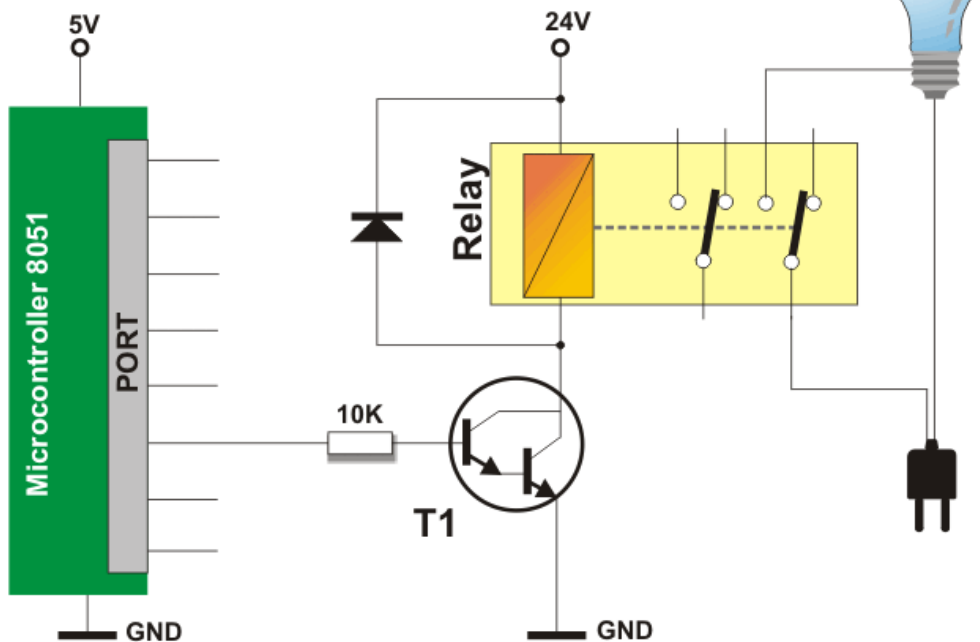
- Cách li quang học



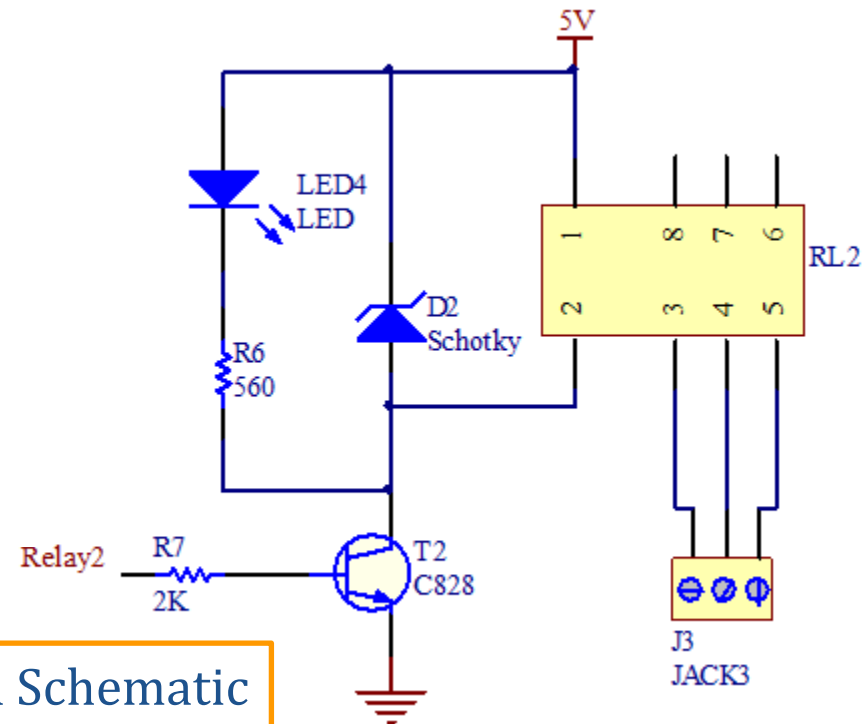
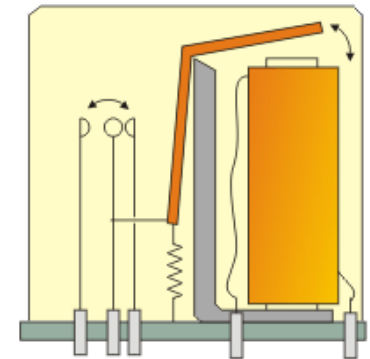
# Ghép nối Relay

## ■ Điều khiển đóng cắt Rơ-le

Nguyên lý hoạt động



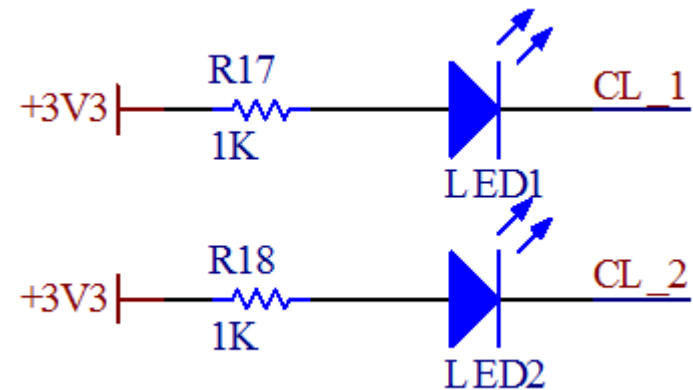
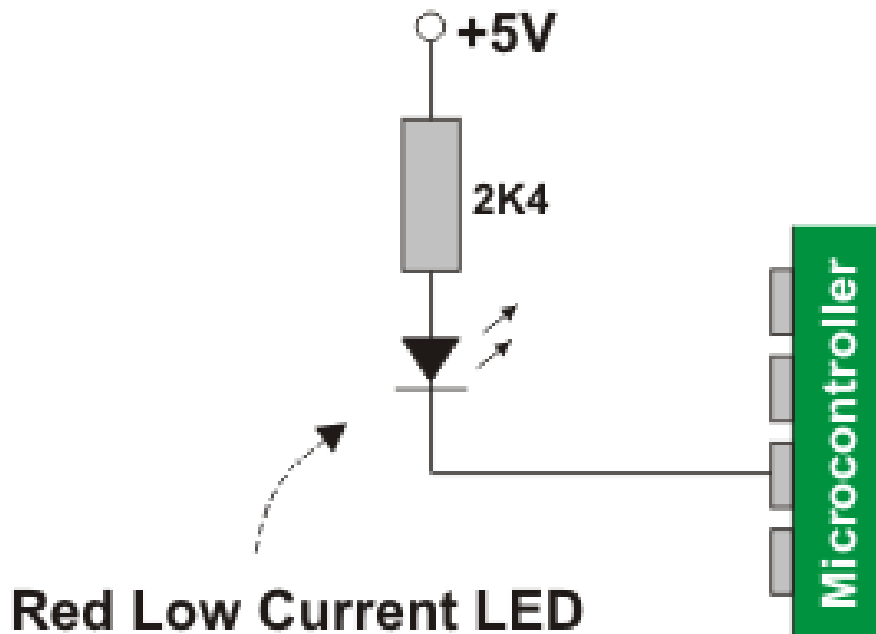
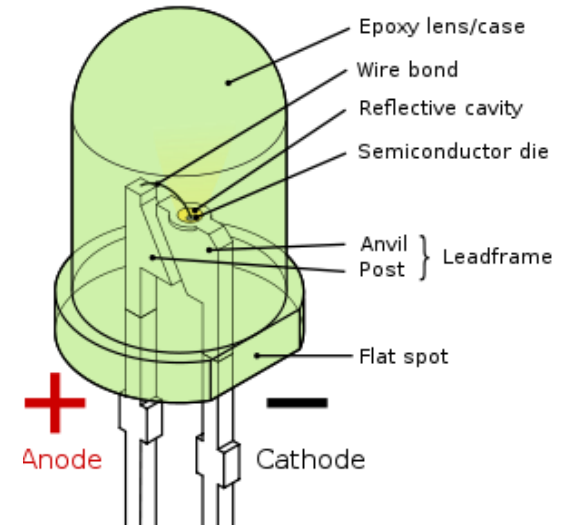
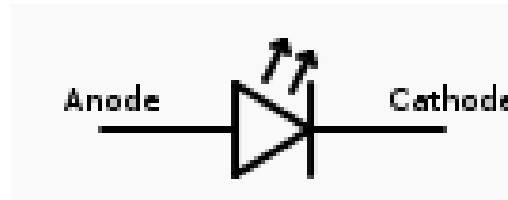
Cấu tạo Rơ-le



Ví dụ Schematic

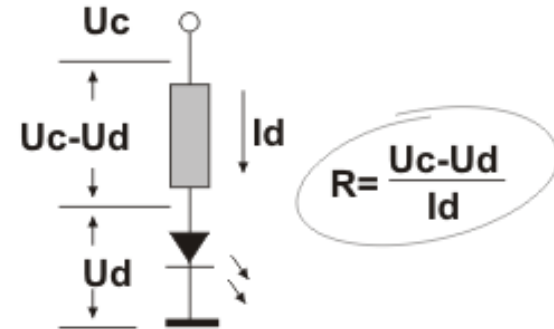
# Ghép nối LED

- LED = Light-Emitting Diodes
- Nguyên lý:



# Ghép nối LED

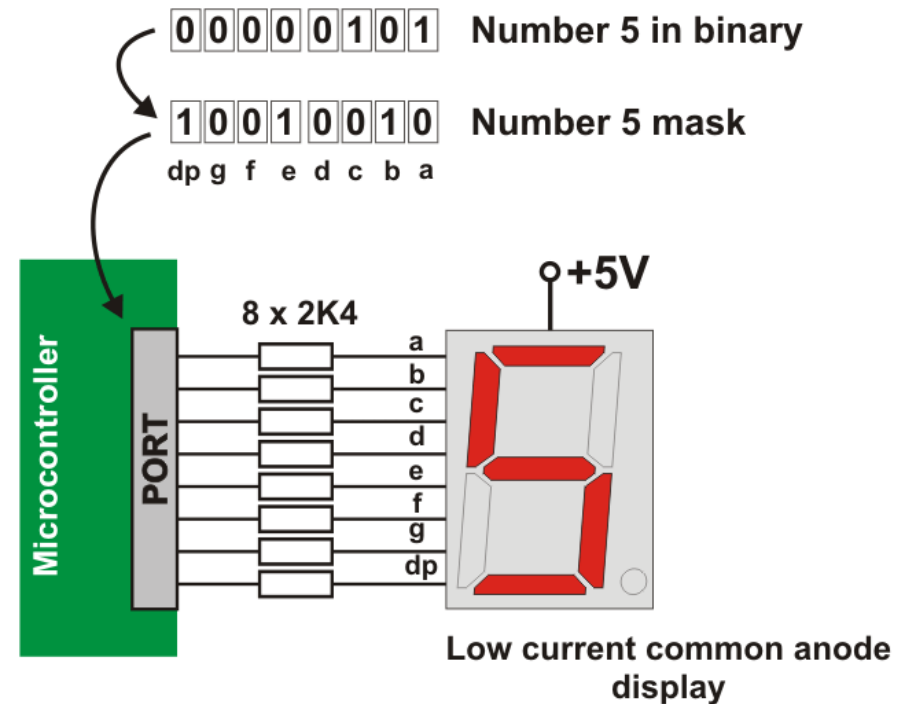
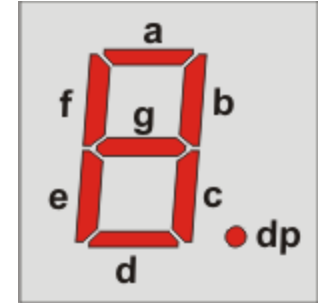
- Màu sắc và cường độ sáng



COLOR	TYPE	TYPICAL CURRENT $I_D$ (mA)	MAXIMAL CURRENT $I_F$ (mA)	VOLTAGE DROP $U_D$ (V)
Infrared	-	30	50	1.4
Red	Standard	20	30	1.7
Red	Super Bright	20	30	1.85
Red	Low Current	2	30	1.7
Orange	-	10	30	2.0
Green	Low Current	2	20	2.1
Yellow	-	20	30	2.1
Blue	-	20	30	4.5
White	-	25	35	4.4

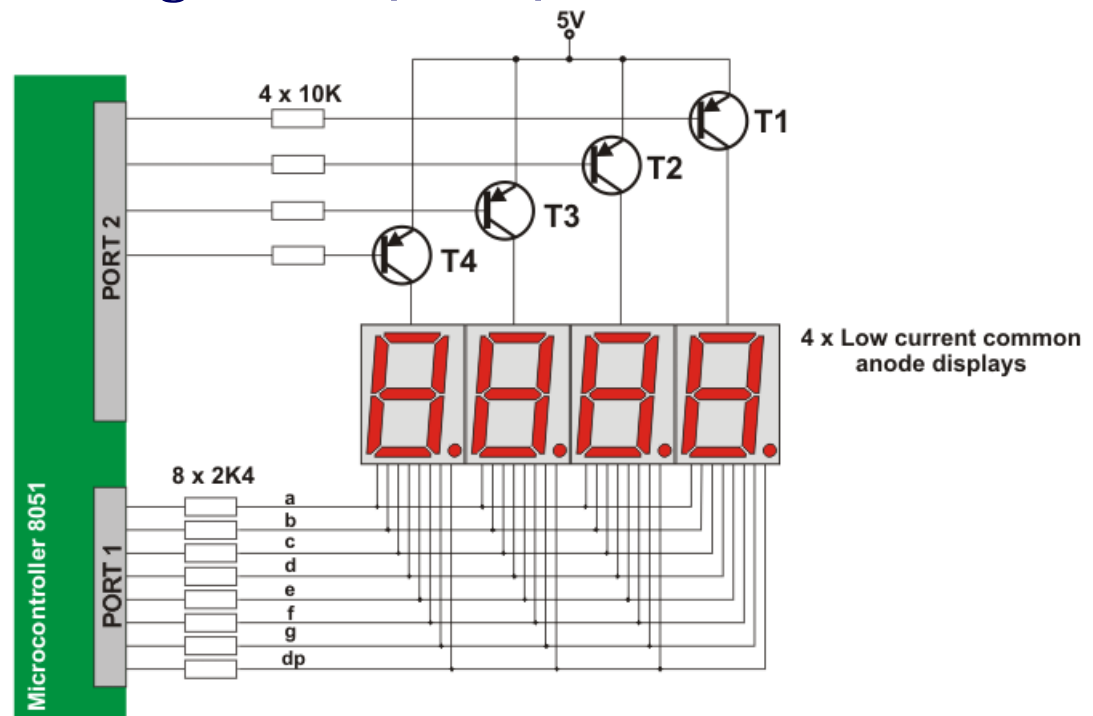
# Ghép nối LED 7 thanh

- 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)



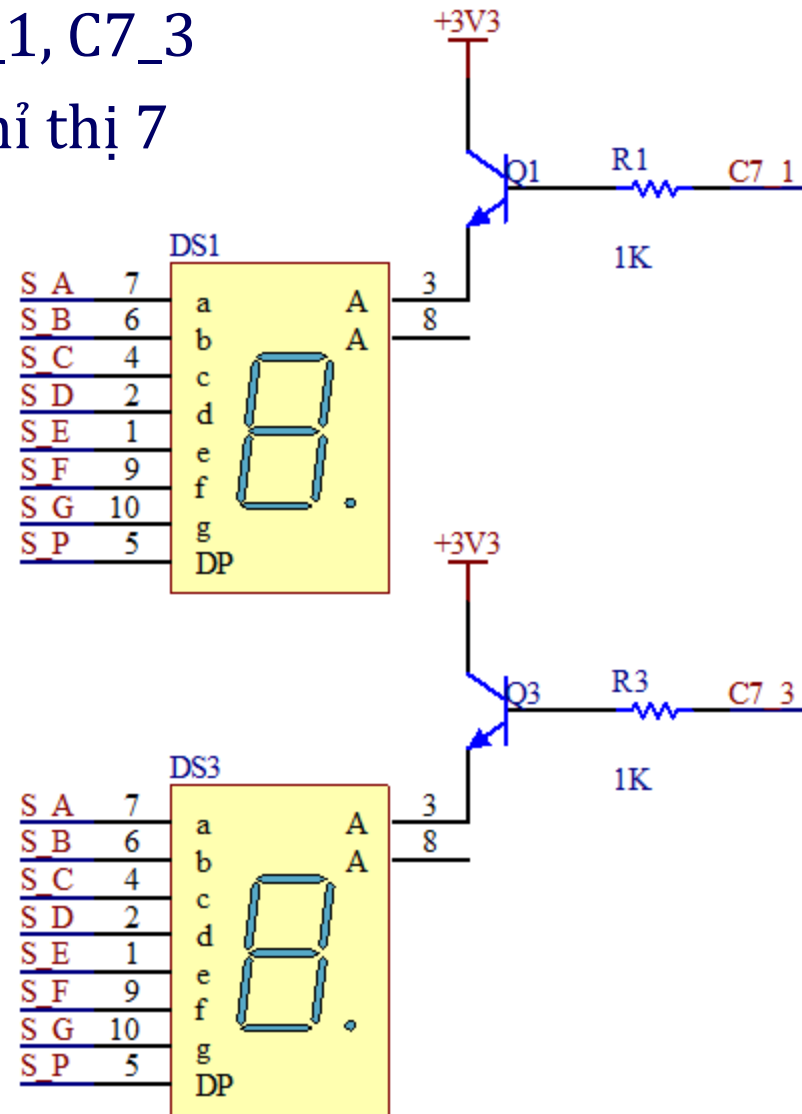
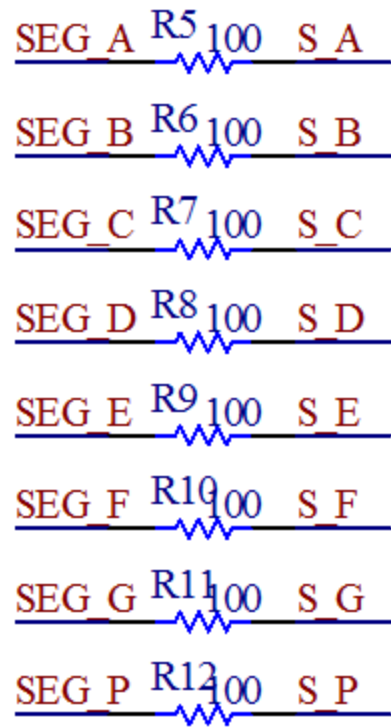
# Ghép nối LED 7 thanh

- Điều khiển (trực tiếp) nhiều Led 7 segment
- Nguyên lý:
  - Điều khiển chọn mở từng led
  - Quét giá trị hiển thị cho từng led được chọn



# Led 7 thanh – Ví dụ Schematic

- Các chân điều khiển chọn 7 seg: C7\_1, C7\_3
- Các chân điều khiển mã quét (mã chỉ thị 7 thanh trực tiếp): SEG\_A, B, ....P



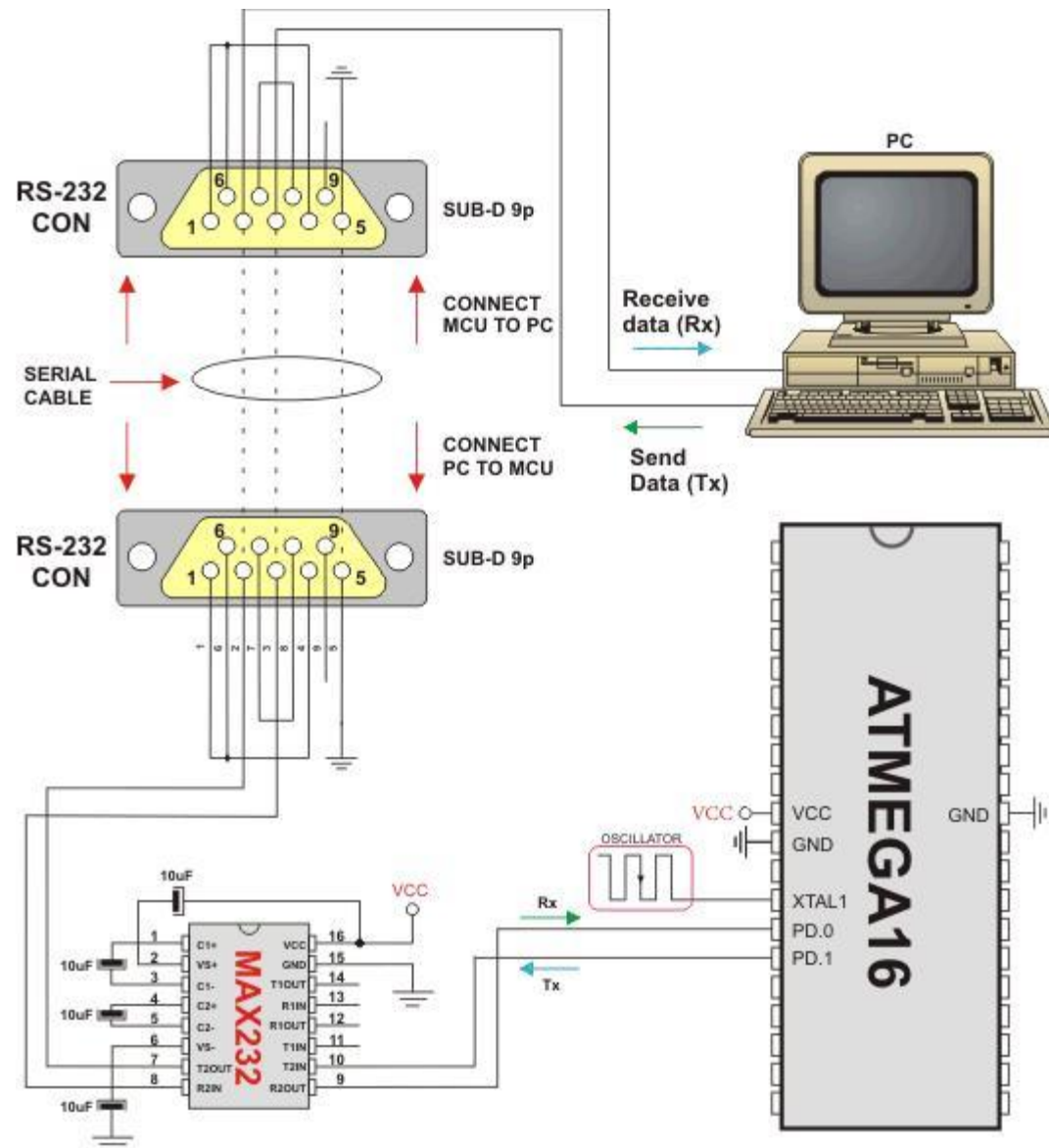
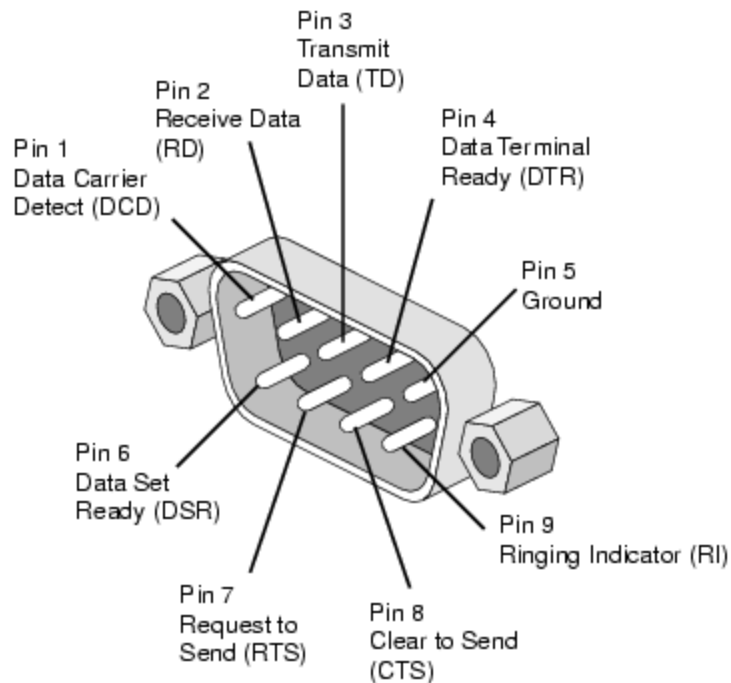


## 2.3. Các chuẩn giao tiếp, truyền thông

- 2.3.1. Giao tiếp RS232
- 2.3.2. Giao tiếp SPI
- 2.3.3. Giao tiếp I2C
- 2.3.4. Giao tiếp USB

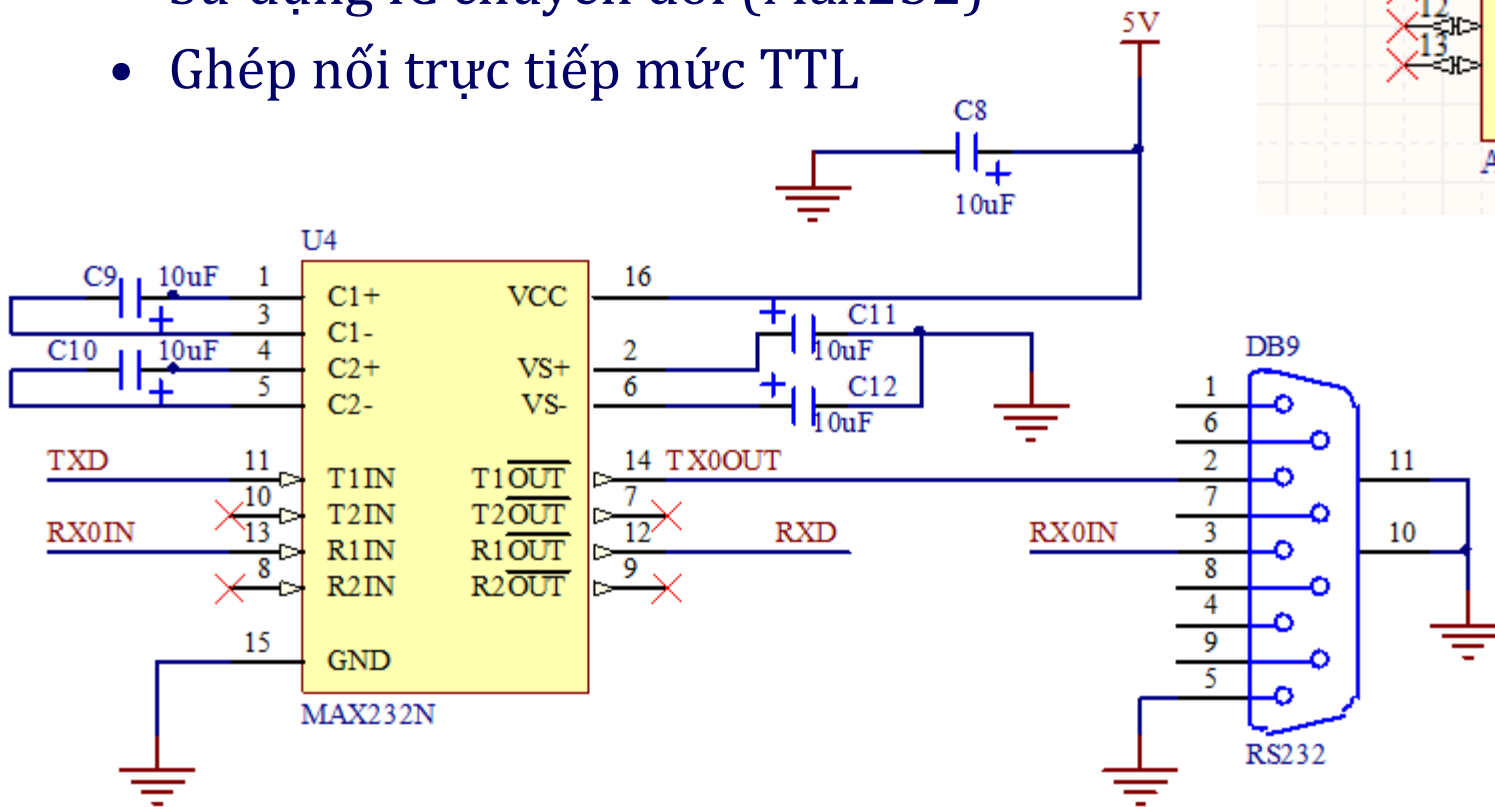
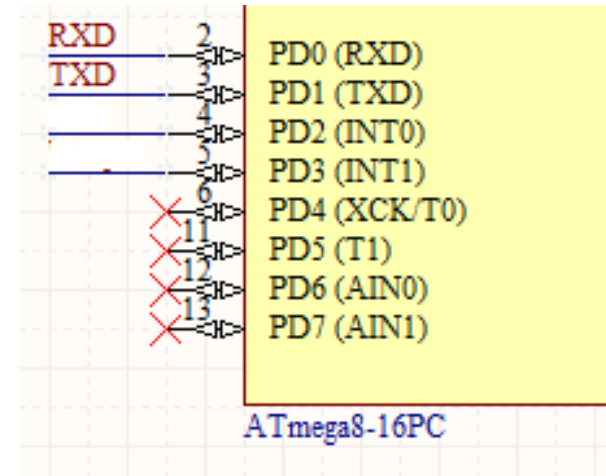
## 2.3.1. RS232

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



# RS232 – Ví dụ Schematic

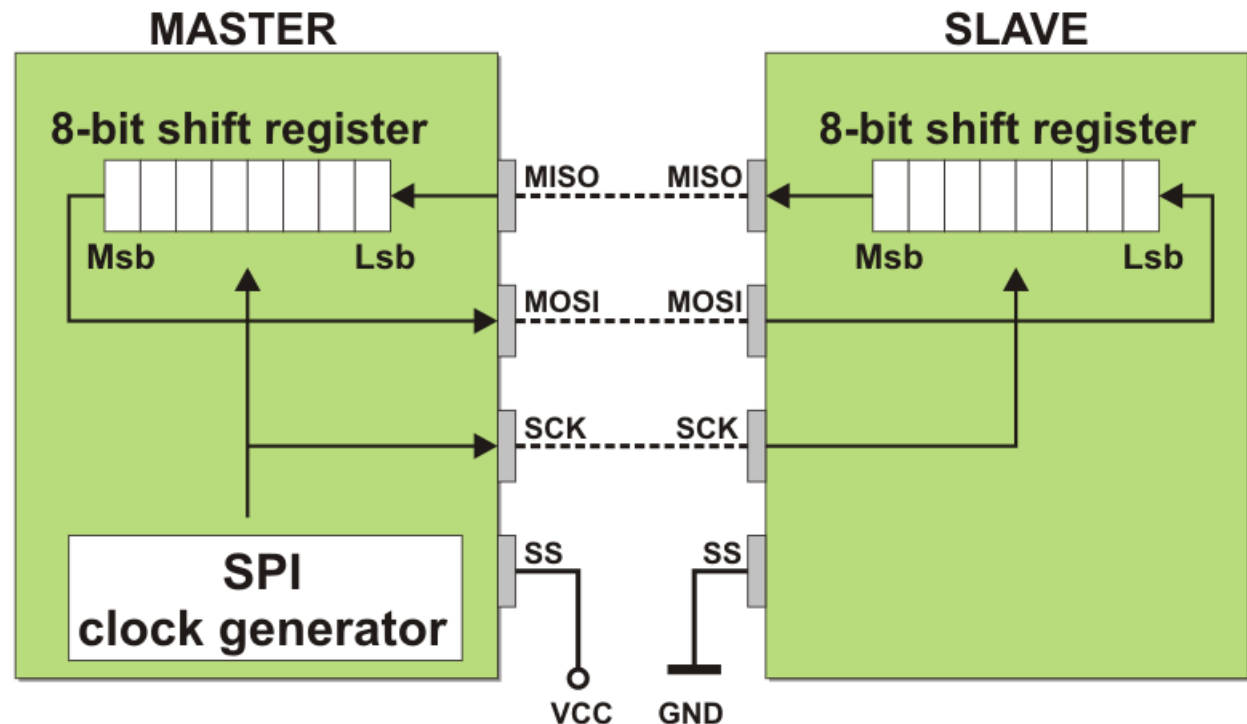
- Mức điện áp đường truyền (-12V, +12V)
- Mức điện áp của MCU là TTL (0V-5V)
- 2 kiểu:
  - Sử dụng IC chuyển đổi (Max232)
  - Ghép nối trực tiếp mức TTL



## 2.3.2. SPI

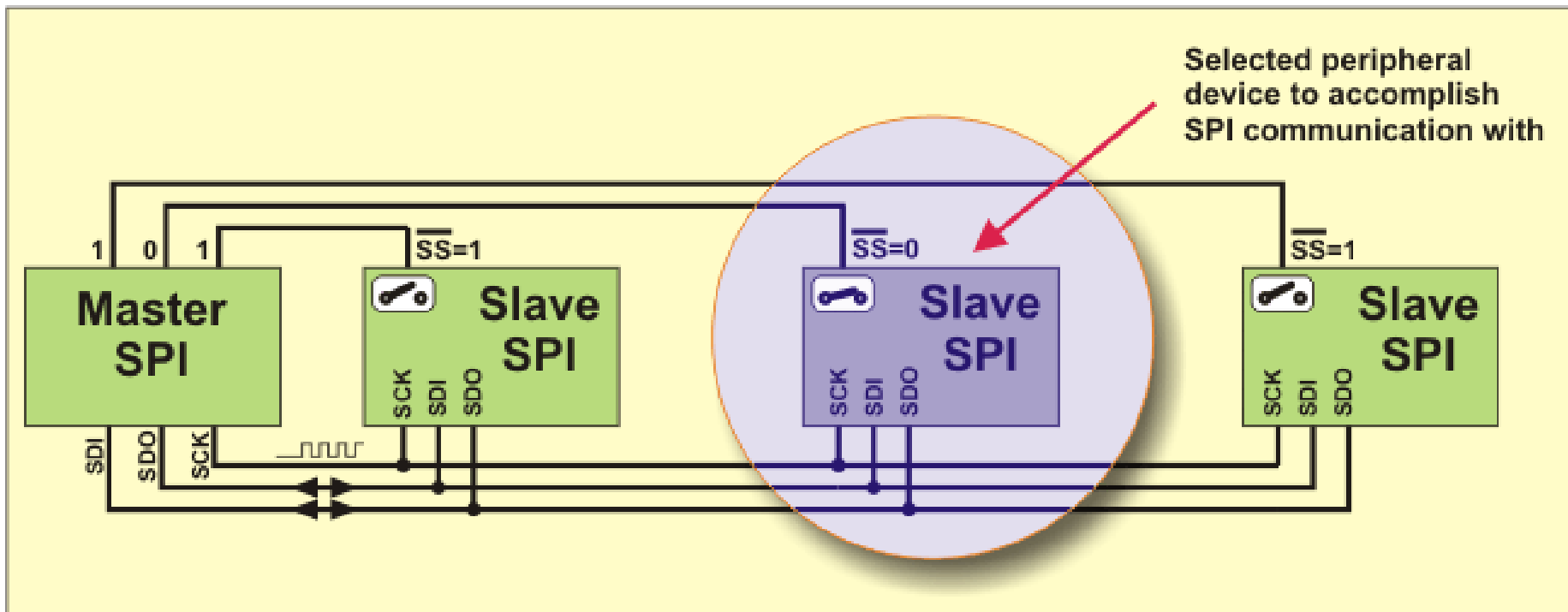
- SPI (Serial Peripheral Interface)  
(synchronous and bidirectional)
- Sử dụng:
  - Giao tiếp giữa MCU – MCUs (MCU=MicroController Unit)
  - Giao tiếp giữa MCU – Devices (EEPROM, transceiver modules, ...)
- 1 Master 1 Slave

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



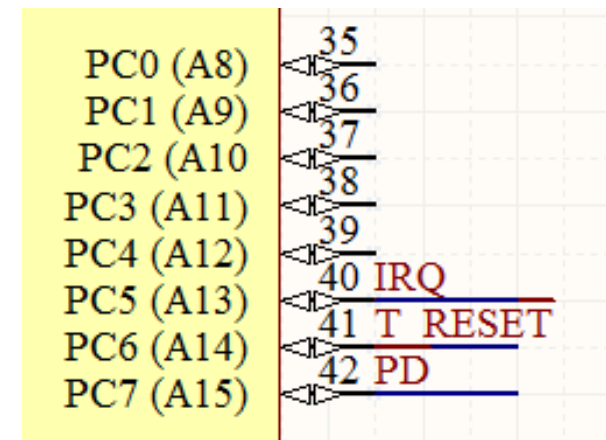
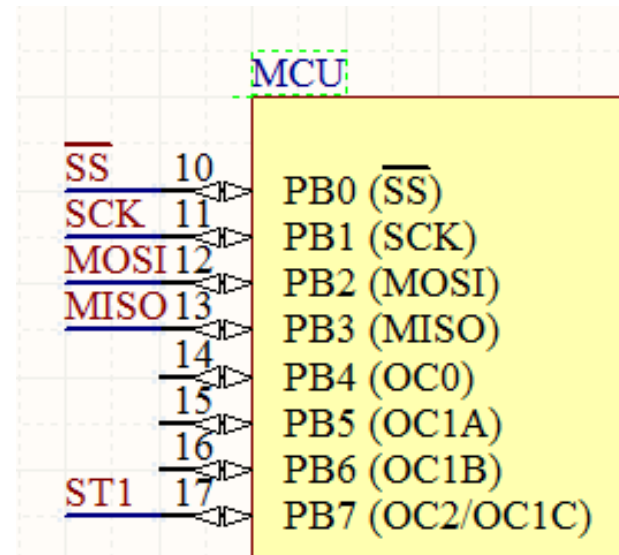
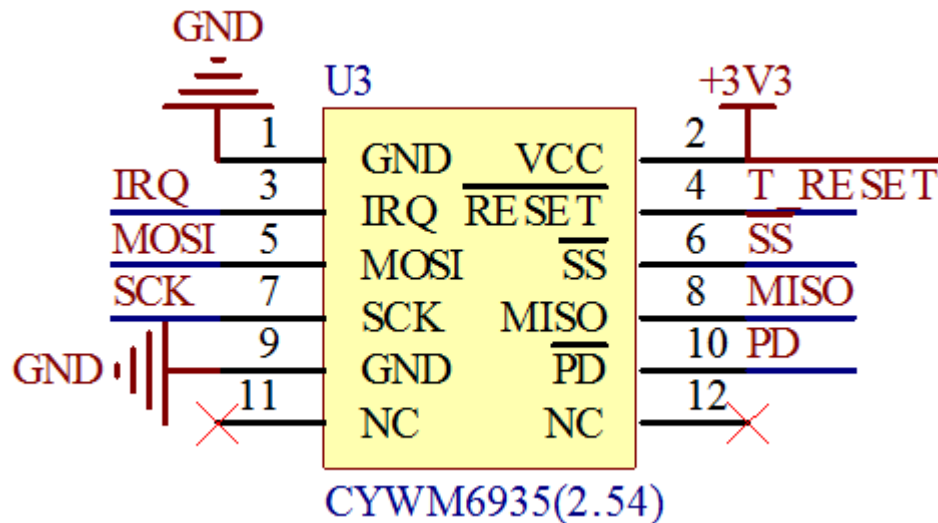
- Chuẩn giao thức như nhau nhưng đặc tả có thể khác nhau tùy từng dòng VDK
- Ví dụ SPI trên PIC
- Mô hình 1 Master + multi Slaves

(PIC microcontroller)  
 SDO = Serial Data Out  
 SDI = Serial Data In  
 SCK = Serial Clock  
 SS = Slave Select



# SPI – Ví dụ Schematic

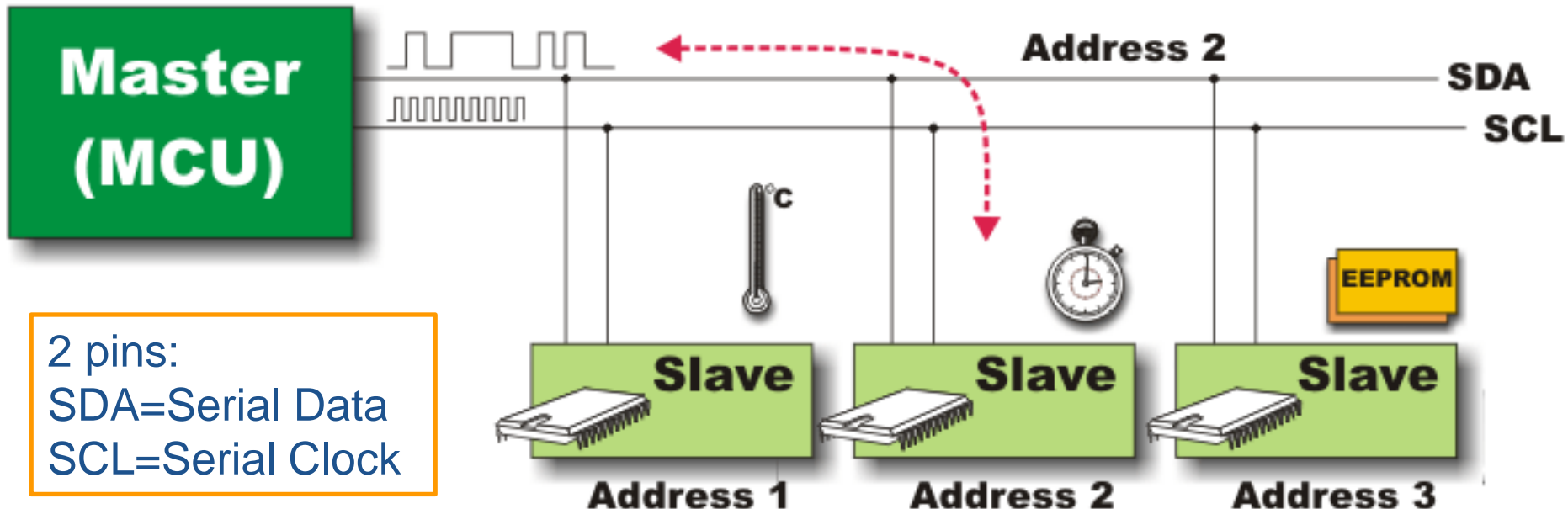
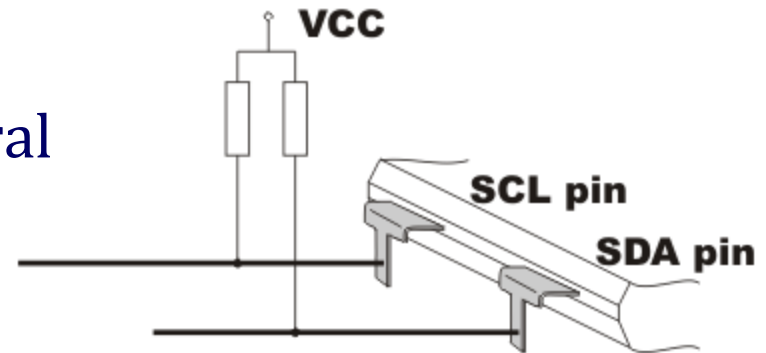
- Ví dụ giao tiếp với Module RF CYWM6935 dùng chuẩn SPI



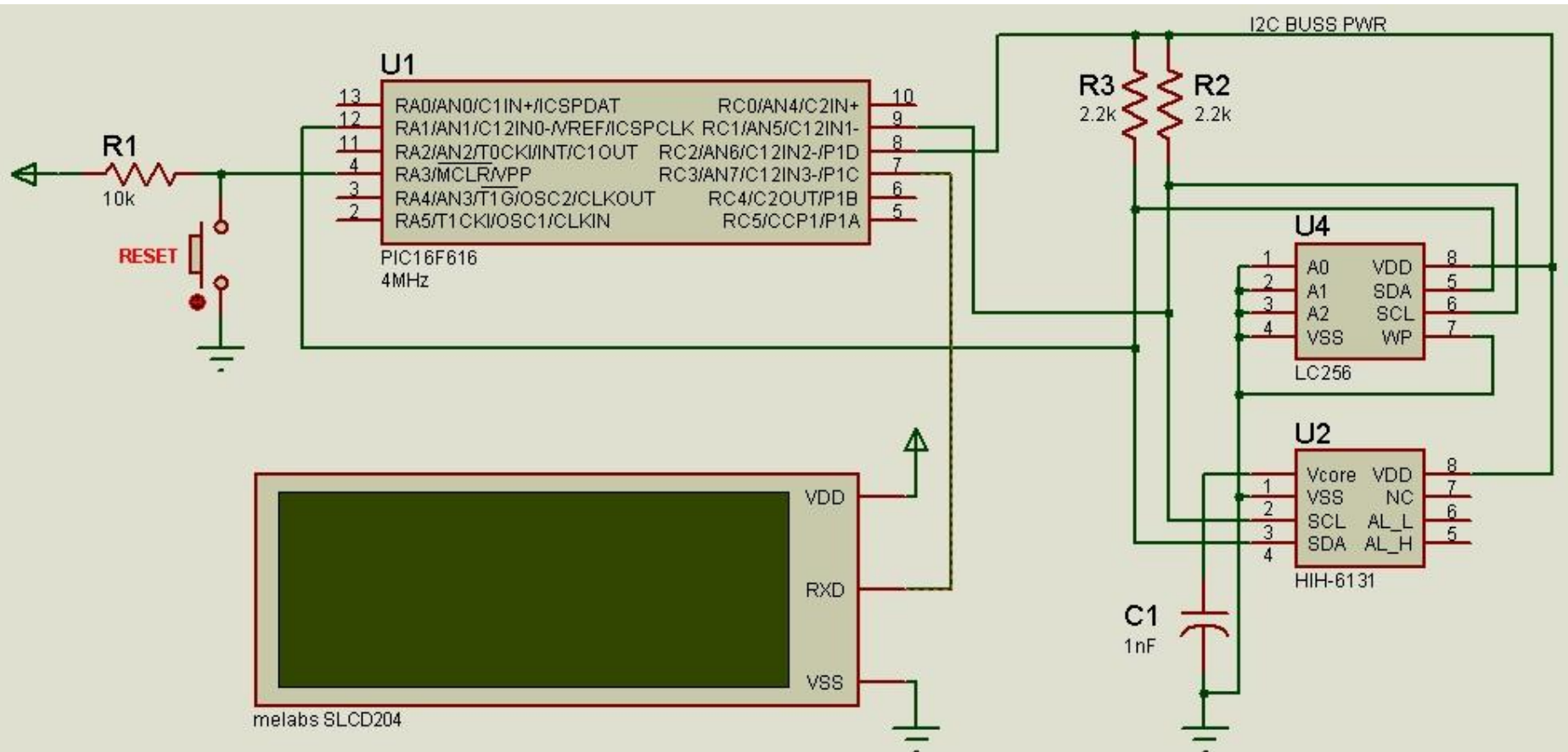
## 2.3.3. I2C

- I2C (I<sup>2</sup>C) = Inter IC Bus  
(~SPI, synchronous + bidirectional)
- Sử dụng: MCU-MCUs, smart peripheral  
(temp sensor, real-time clock, ...)
- Nguyên lý

Open Drain Output Resistors



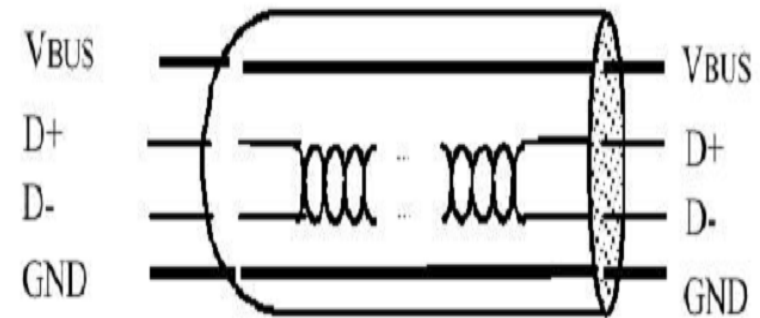
- Ví dụ giao tiếp I2C: VĐK PIC16F giao tiếp I2C với EEPROM (LC256), temperature/humidity sensors (HIH6131)





## 2.3.4. USB

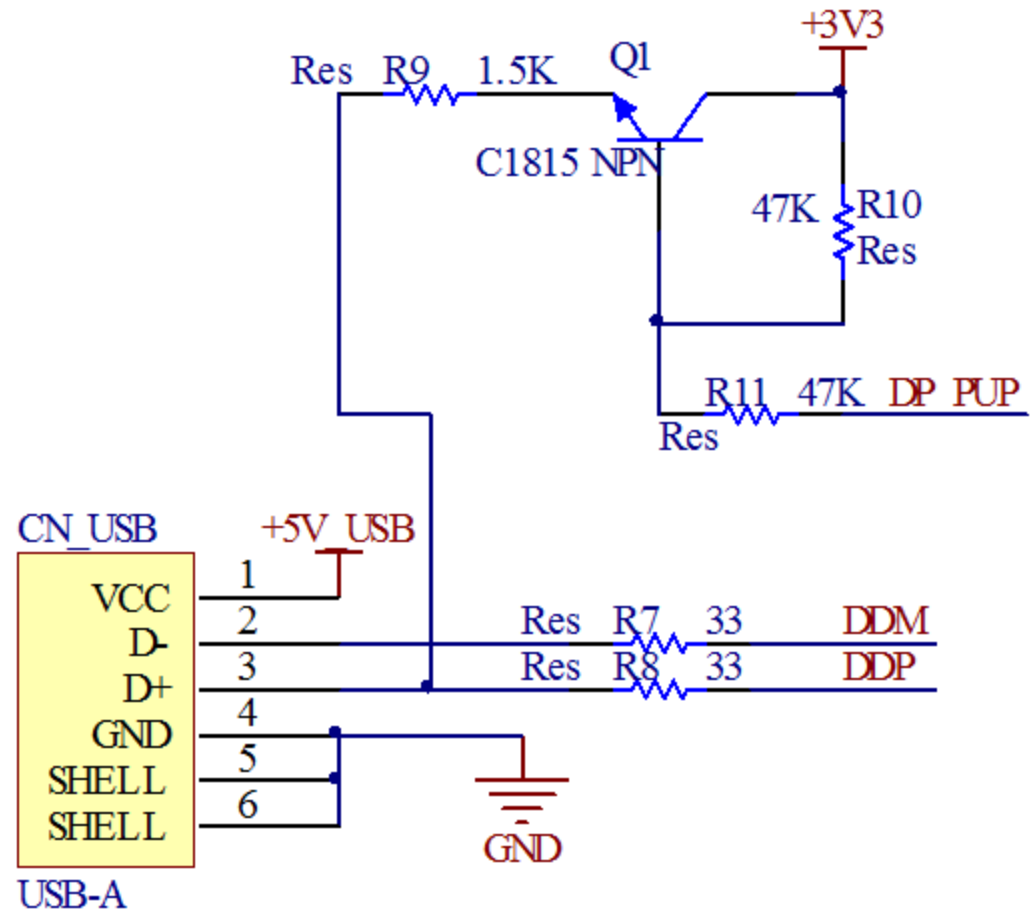
- USB=Universal Serial Bus
- Giao tiếp nối tiếp đa năng
- Đường truyền tín hiệu vi sai
- Nhiều kiểu connectors:
  - Type A, B; Male/Female



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

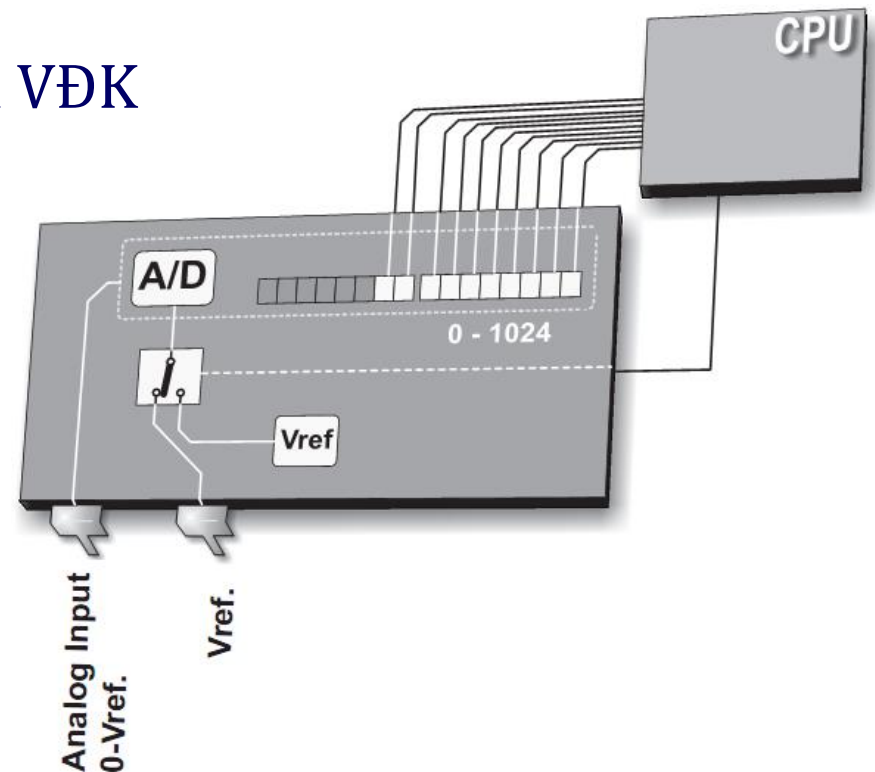
# USB – Ví dụ Schematic

- Ví dụ thiết kế usb interface cho MCU
- PCB: D+/D- (differential signals)



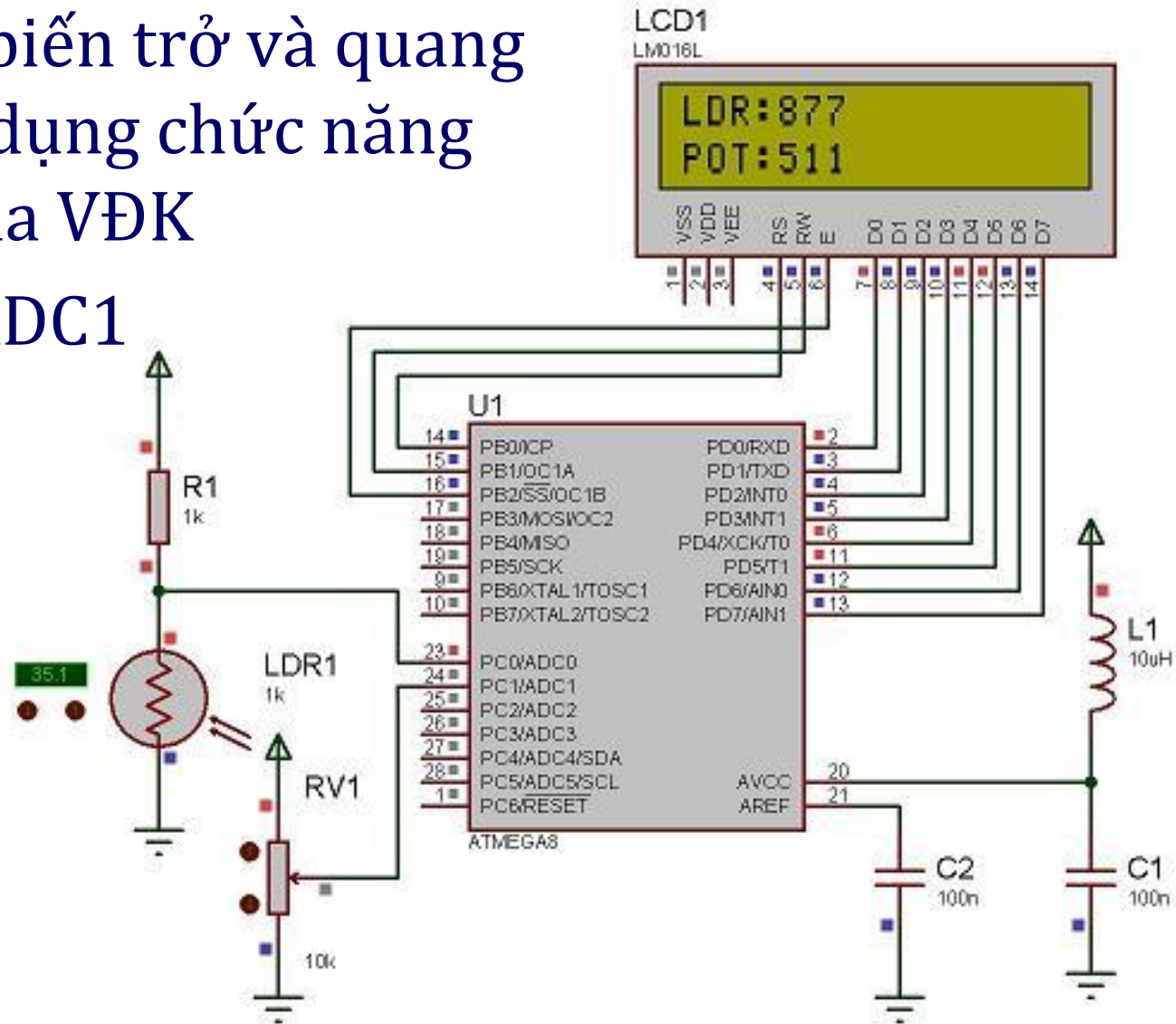
## 2.4. Ghép nối đo lường tín hiệu tương tự

- Đo lường tín hiệu tương tự bằng ADC
- Sử dụng: giao tiếp với các cảm biến (sensors), biến trở (potentiometer), ...
- 2 kiểu:
  - Dùng module ADC có sẵn của VĐK
  - Ghép nối qua chip ADC ngoài



# Ví dụ ghép nối ADC

- Ghép nối với biến trở và quang trở (LDR) sử dụng chức năng ADC có sẵn của VĐK
- Kênh ADC0, ADC1



# Ví dụ ghép nối ADC

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

