

# NHẬP MÔN MẠCH SỐ

## **CHƯƠNG 1**

### **Giới thiệu tổng quan**



# Thông tin giảng viên, Sách tham khảo, Qui định môn học



**Môn học:** Nhập môn Mạch số

**Giảng viên:** ThS. Phan Đình Duy

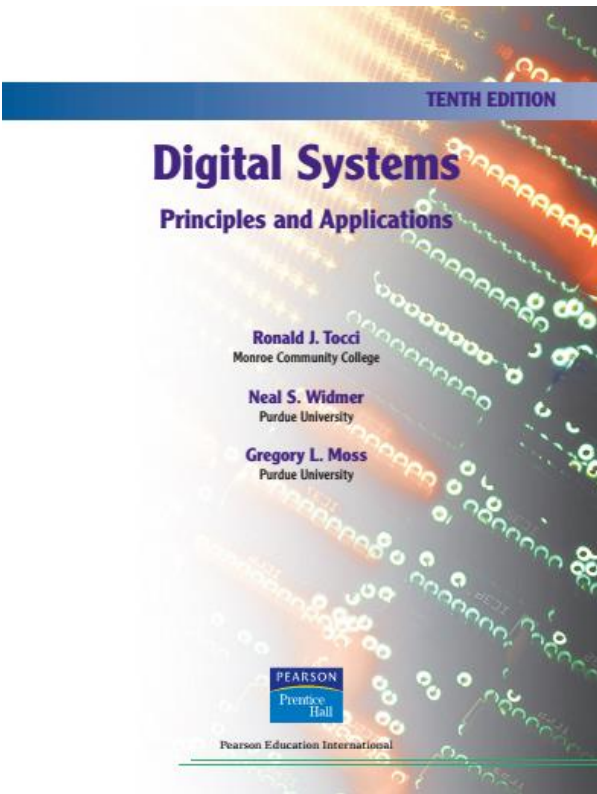
**Email:** [duypd@uit.edu.vn](mailto:duypd@uit.edu.vn)

**Giờ tiếp SV:** 15h20 – 16h20, thứ 4 hàng tuần

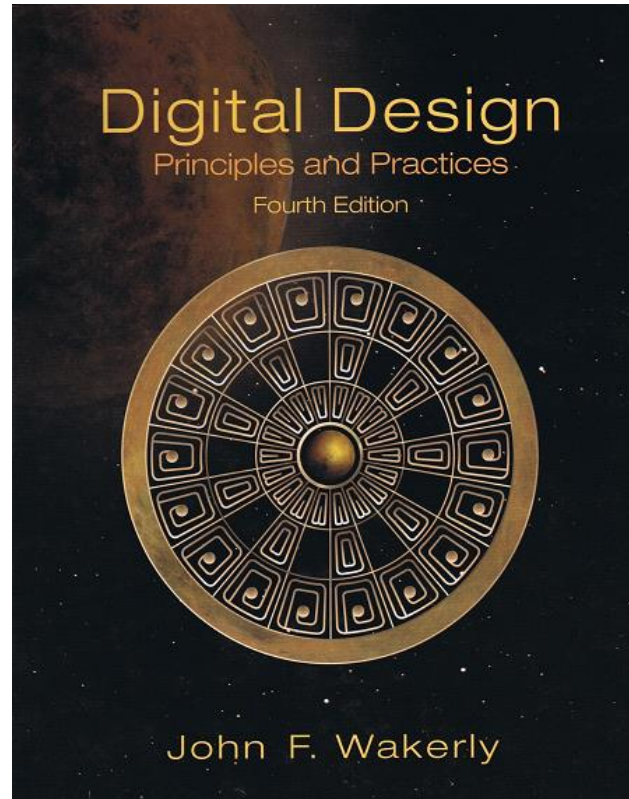
**Địa điểm:** P.A325

# Thông tin giảng viên, Sách tham khảo, Qui định môn học

## Sách tham khảo



*Digital Systems - principles and applications*, Ronald J. Tocci, 10<sup>th</sup> Edition, Prentice-Hall, 2001.



*Digital design - Principles and Practices*, John F. Wakerly, 4<sup>th</sup> Edition, Prentice-Hall, 2001.



*Kỹ thuật số 1*  
Nguyễn Như Anh, NXB  
ĐHQG TP.HCM, 2002.

# THÔNG TIN GIẢNG VIÊN, SÁCH THAM KHẢO, QUI ĐỊNH MÔN HỌC



Trọng số đánh giá các phần:

- ❖ Thực hành: **20%**
- ❖ Kiểm tra giữa kì: **30%**
- ❖ Thi cuối kì: **50%**

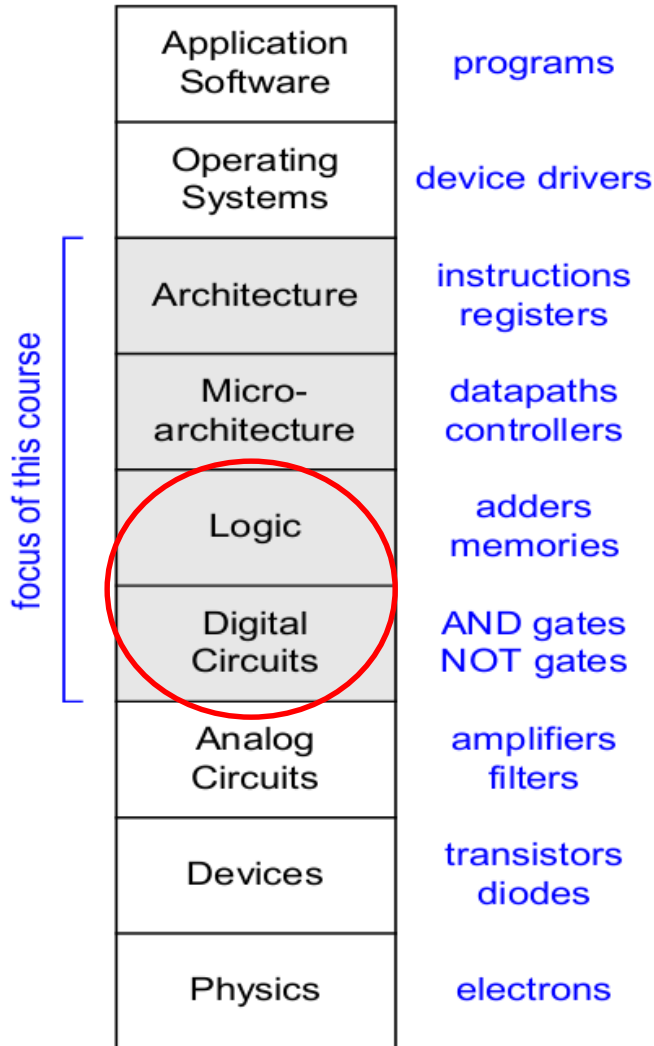
# Mục tiêu môn học



- Hiểu được luận lý số (digital logic) ở mức cổng (gate level) và mức chuyển mạch (switch level) của các thành phần logic tổ hợp (combinational logic) và logic tuần tự (sequential logic)
- Thiết kế và thực thi các mạch logic tổ hợp và tuần tự
- Phân tích được các mạch logic số từ đơn giản đến phức tạp
- Biết sử dụng các công cụ (tools) hỗ trợ và các Kit thực hành trong thiết kế logic Số

# Vị trí, đối tượng môn học trong chuỗi thiết kế và ứng dụng chip

## ❖ Vị trí của môn học



## ❖ Đối tượng môn học:

- Cổng logic: AND, OR, NOT, NAND, NOR,...
- Chốt, Flip-flop, thanh ghi (register)
- Mạch logic tổ hợp: cộng, trừ, so sánh, chọn kênh, phân kênh,...
- Mạch logic tuần tự: mạch đếm đồng bộ, bất đồng bộ, thanh ghi dịch,...

# Chuỗi các môn học về thiết kế và ứng dụng chip



- Toán rời rạc
- Nhập môn mạch số
- Kiến trúc máy tính
- Thiết kế luận lý số
- Thiết kế vi mạch với HDL
- Thiết kế vi mạch: số, tương tự, hỗn hợp
- Hệ điều hành
- Hệ thống nhúng
- Vi xử lý – Vi điều khiển

# Nhập môn Mạch số

## Nội dung môn học:

- ❖ Chương 1: Giới thiệu
- ❖ Chương 2: Biểu diễn số trong các hệ cơ số khác nhau
- ❖ Chương 3: Đại số Boolean và các cổng luận lý (logic gates)
- ❖ Chương 4: Mạch logic và đánh giá tối ưu
- ❖ Chương 5: Mạch tổ hợp
- ❖ Chương 6: Mạch tuần tự



# Chương 1: Giới thiệu



- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- Quy trình thiết kế Số (digital design processing)
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số

# Chương 1: Giới thiệu



- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- Quy trình thiết kế Số (digital design processing)
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số

# Tổng quan



- Công nghệ vi điện tử hay vi mạch tích hợp đã có cuộc cách mạng to lớn trên thế giới với các thiết bị thông minh ra đời: laptop, máy tính bảng, điện thoại thông minh, internet, ...
- Nền công nghiệp bán dẫn đã có doanh thu tăng vượt bậc, từ 21 tỷ đô la năm 1985 đến 324 tỷ đô la năm 2012

# Tổng quan

## Robert Noyce, 1927 - 1990

- Biệt danh “ông chủ của thung lũng Silicon” (Mayor of Silicon Valley)
- Đồng sáng lập công ty bán dẫn Fairchild năm 1957
- Đồng sáng lập công ty Intel năm 1968 với Gordon Moore
- Đồng phát minh ra mạch tích hợp (integrated circuit) với Jack Kilby



Nguồn: [http://en.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Noyce](http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Noyce)

# Tổng quan

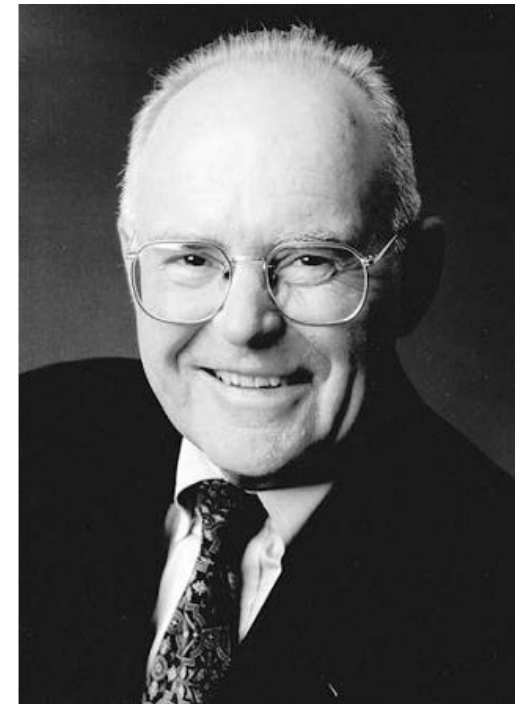
## Gordon Moore, 1929 -

- Đồng sáng lập công ty Intel năm 1968 với Robert Noyce
- Tác giả của định luật Moore (Moore's law) nổi tiếng:

Số lượng transistor trên mạch tích hợp sẽ tăng xấp xỉ gấp đôi sau mỗi 2 năm

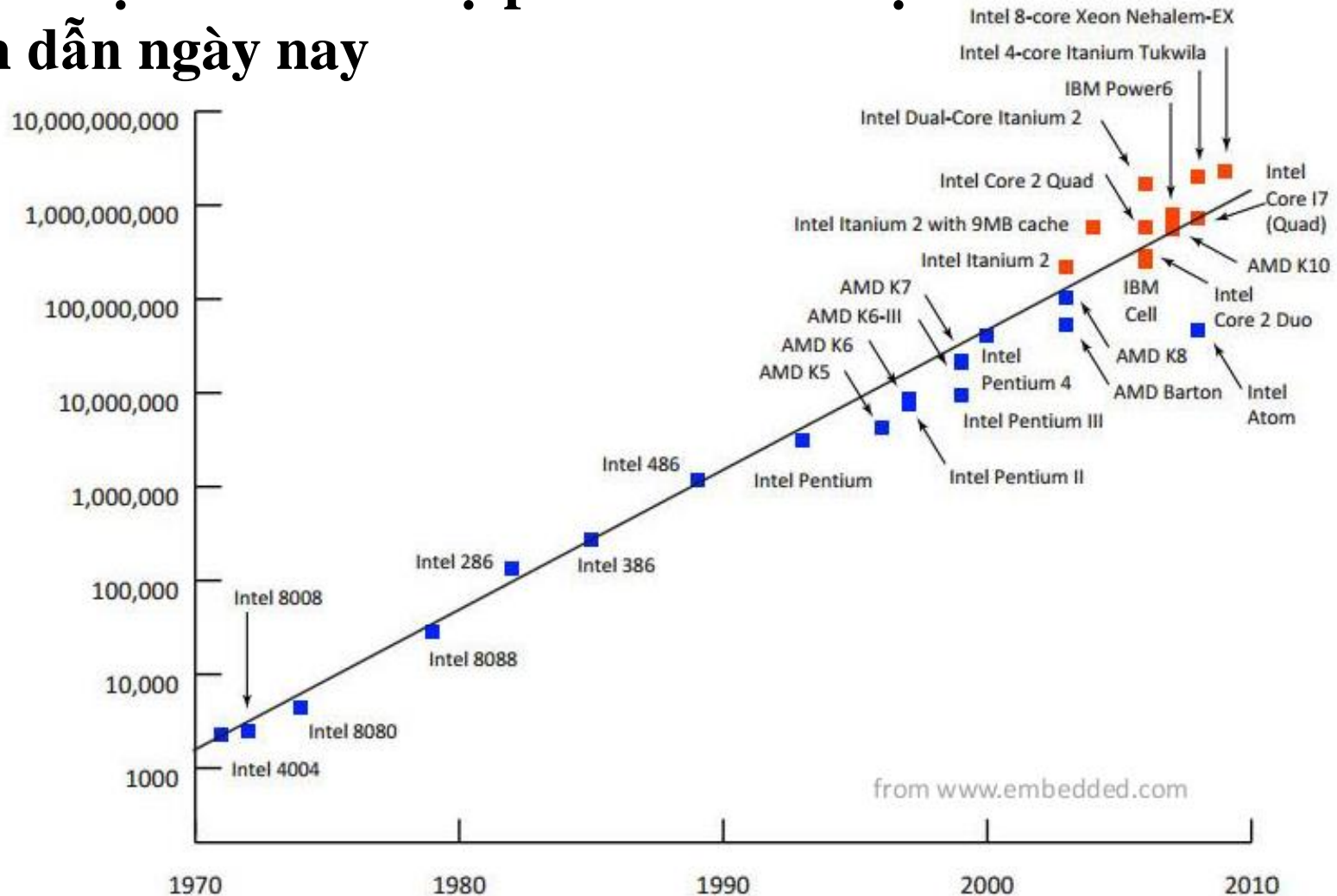
([http://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s\\_Law](http://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_Law) )

Định luật Moore được phát biểu năm 1965.



# Tổng quan

## Định luật Moore và sự phát triển vi mạch bán dẫn ngày nay



# Tổng quan

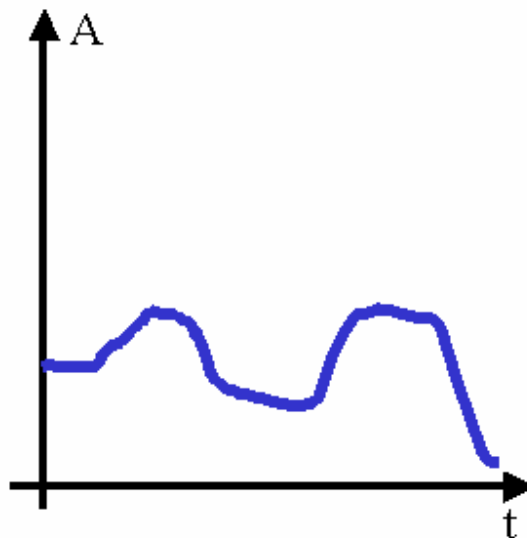
## Tương tự (Analog) và Số (Digital)

- ❖ Các thiết bị và hệ thống Tương tự (Analog)
  - Xử lý trên các tín hiệu liên tục (ví dụ: tín hiệu âm thanh truyền đến một Micro)
- ❖ Các thiết bị và hệ thống Số (Digital)
  - Xử lý trên các giá trị rời rạc của tín hiệu tại mỗi thời điểm, giá trị này hoặc bằng 0 hoặc bằng 1 (ví dụ: sự sáng hay tắt của một bóng đèn)

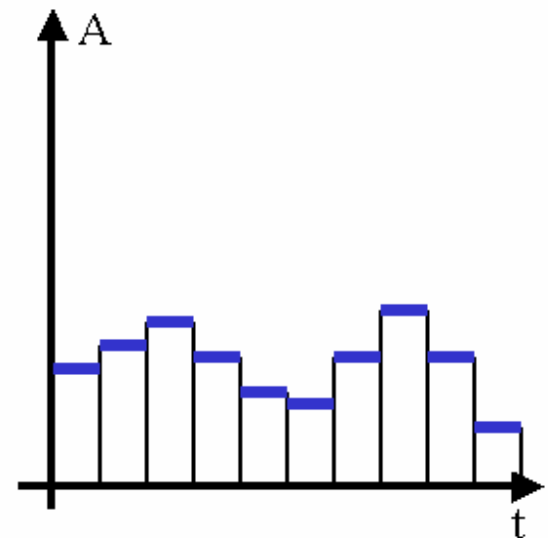
# Tổng quan

## Tương tự (Analog) và Số (Digital)

- ❖ Hệ thống Tương tự (analog system) thường tiêu tốn nhiều công suất hơn hệ thống Số (digital system)
- ❖ Hệ thống Số có thể xử lý, lưu trữ và truyền dữ liệu hiệu quả hơn hệ thống Tương tự, nhưng nó chỉ có thể xử lý tín hiệu tại mỗi thời điểm riêng biệt.



Analog signal



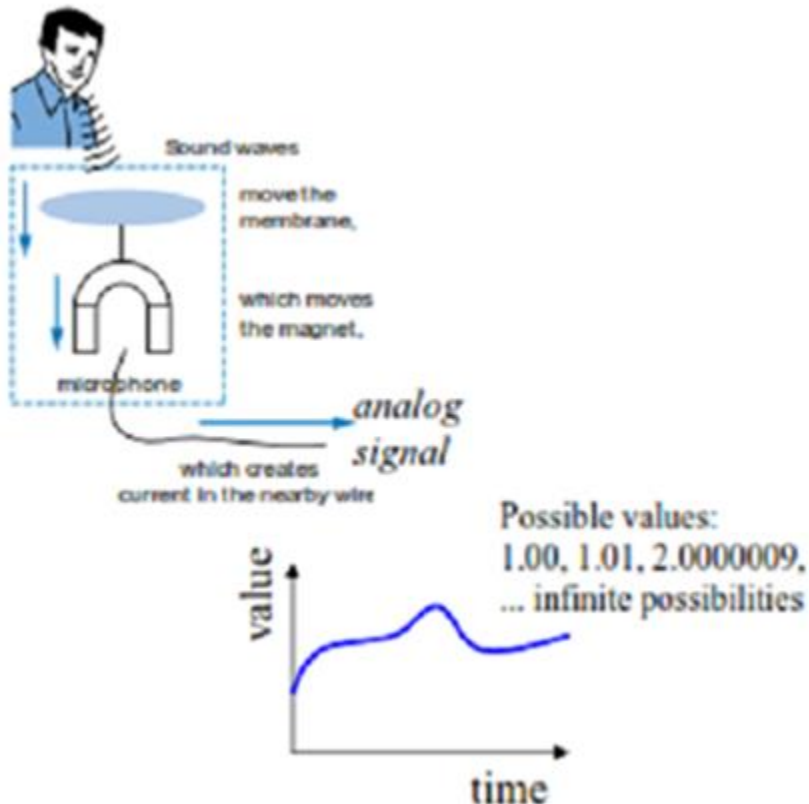
Digital signal



# Tổng quan

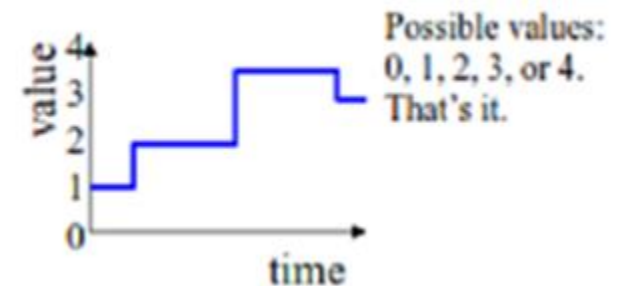
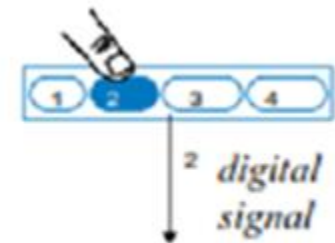
## ❖ Tín hiệu tương tự (Analog signal)

- Điện áp trên dây dẫn của một Microphone
- Âm thanh truyền đến một Microphone



## ❖ Tín hiệu số (Digital signal)

- Nút nhấn trên một bàn phím



# Ví dụ

Phân biệt những trường hợp bên dưới thuộc Tương tự hay Số?

- (a) Đồng hồ điện tử
- (b) Dòng điện ra ngoài một ổ cắm
- (c) Nhiệt độ
- (d) Cát trên bãi biển
- (e) Điều khiển tăng/giảm âm thanh của Radio

# Các thiết bị và hệ thống số ngày nay

- Ngày nay, thuật ngữ “Số” hoặc “kỹ thuật số” đã trở nên rất quen thuộc thông qua các sản phẩm được sử dụng rộng rãi: computer, điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy nghe nhạc, máy chụp hình/quay phim, tự động hóa, robots, giao thông, truyền thông và giải trí.



# Những thuận lợi khi thao tác trên dữ liệu số



- Dễ thiết kế
- Thông tin được lưu trữ dễ dàng
- Độ chính xác cao và ít bị tác động bởi nhiễu (noise)
- Có thể lập trình được
- Tốc độ đáp ứng nhanh
- Nhiều mạch số có thể chế tạo thành các Chip

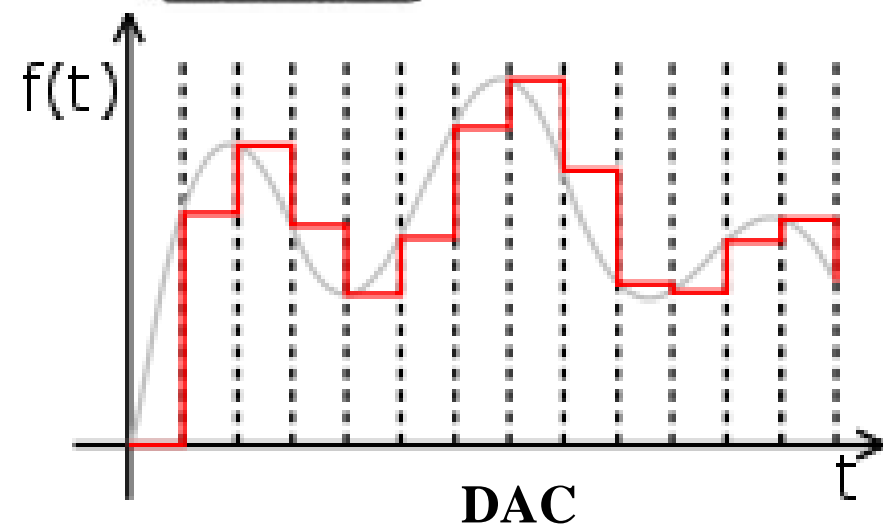
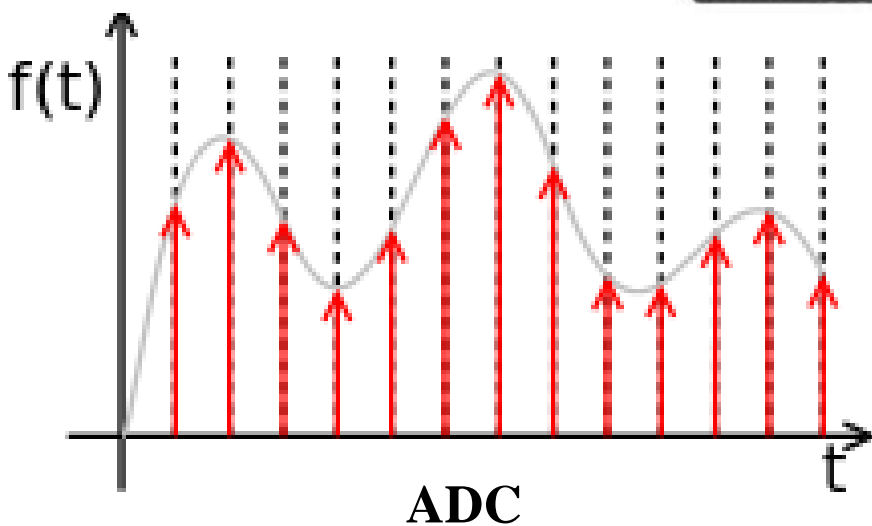
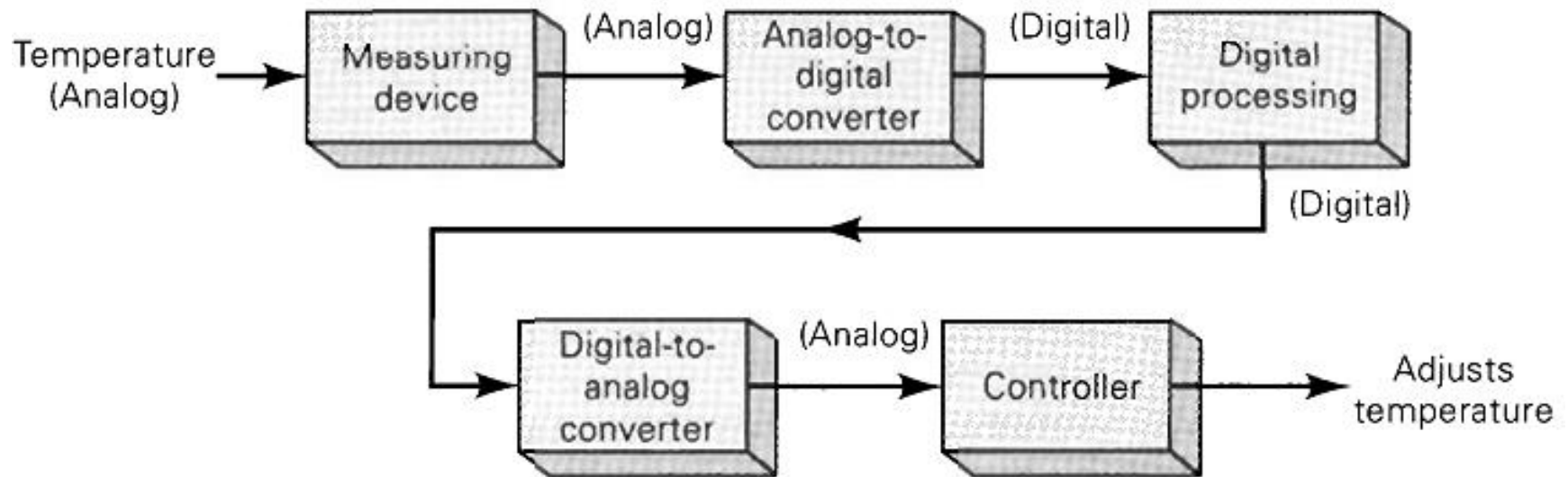
# Những hạn chế khi thao tác trên dữ liệu số

- ❖ Các tín hiệu/thành phần trong thế giới thực chủ yếu tồn tại ở dạng tương tự (analog): nhiệt độ, áp suất, âm thanh, tốc độ, ...

Việc chuyển dữ liệu từ dạng tương tự (analog) về dạng dữ liệu số (digital) để xử lý, thông thường 3 bước sau được áp dụng:

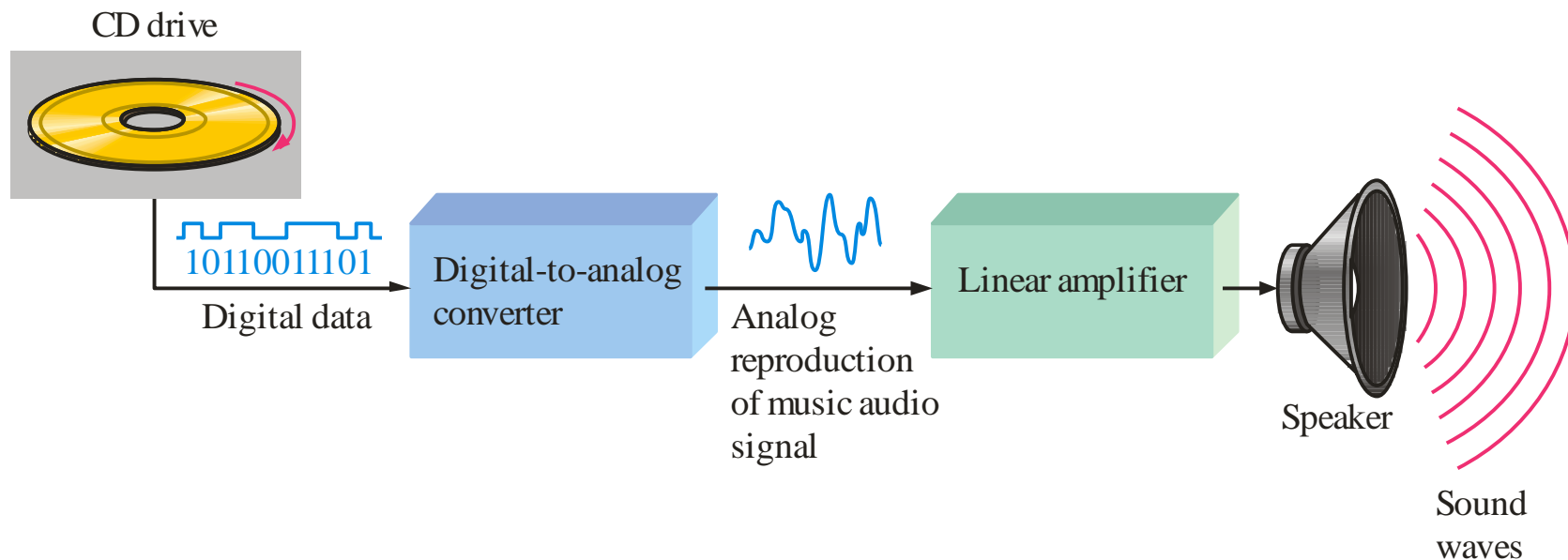
- Chuyển tín hiệu tương tự từ thực tại về hình thức số
- Xử lý trên dữ liệu thuộc dạng số
- Chuyển dữ liệu số ở ngõ ra về lại hình thức tương tự rồi xuất kết quả ra bên ngoài.

# Tương tự (analog) $\Leftrightarrow$ Số (digital)

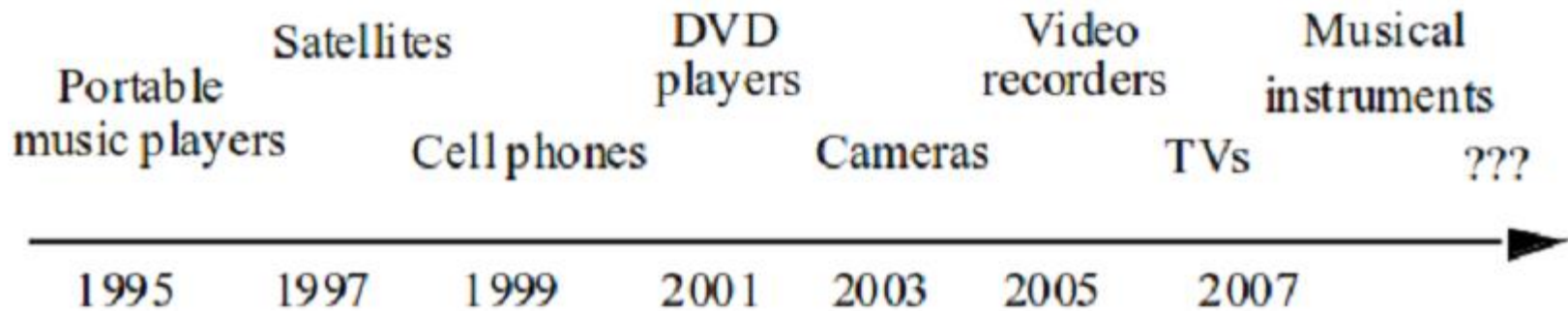
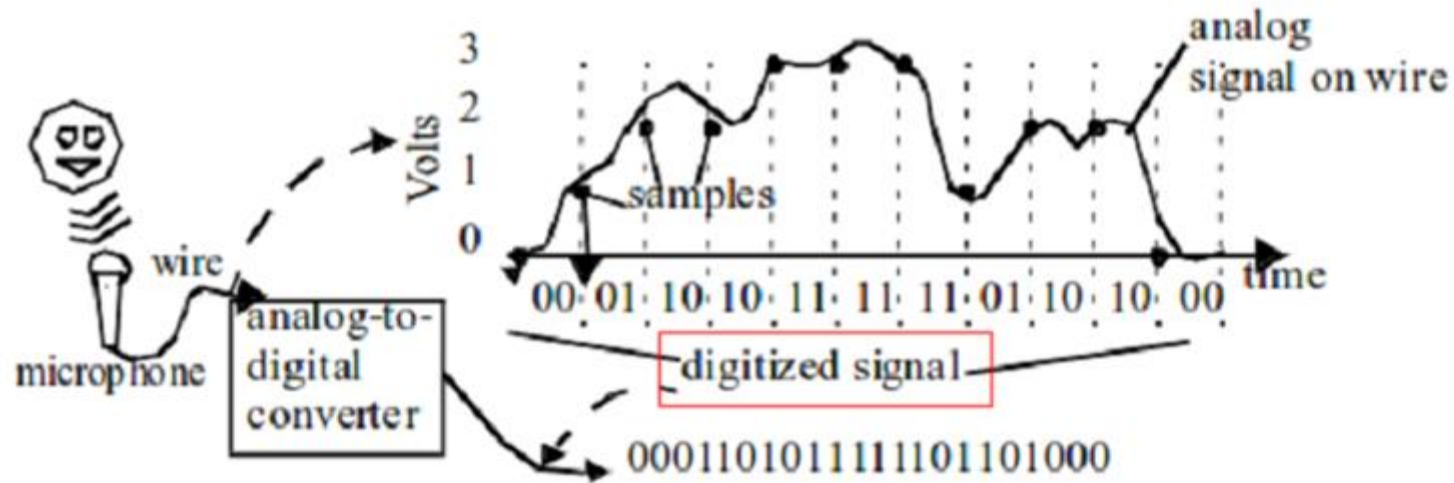


# Tương tự (analog) $\Leftrightarrow$ Số (digital)

Nhiều hệ thống kết hợp giữa xử lý tín hiệu tương tự và tín hiệu số để đạt mục đích mong muốn.

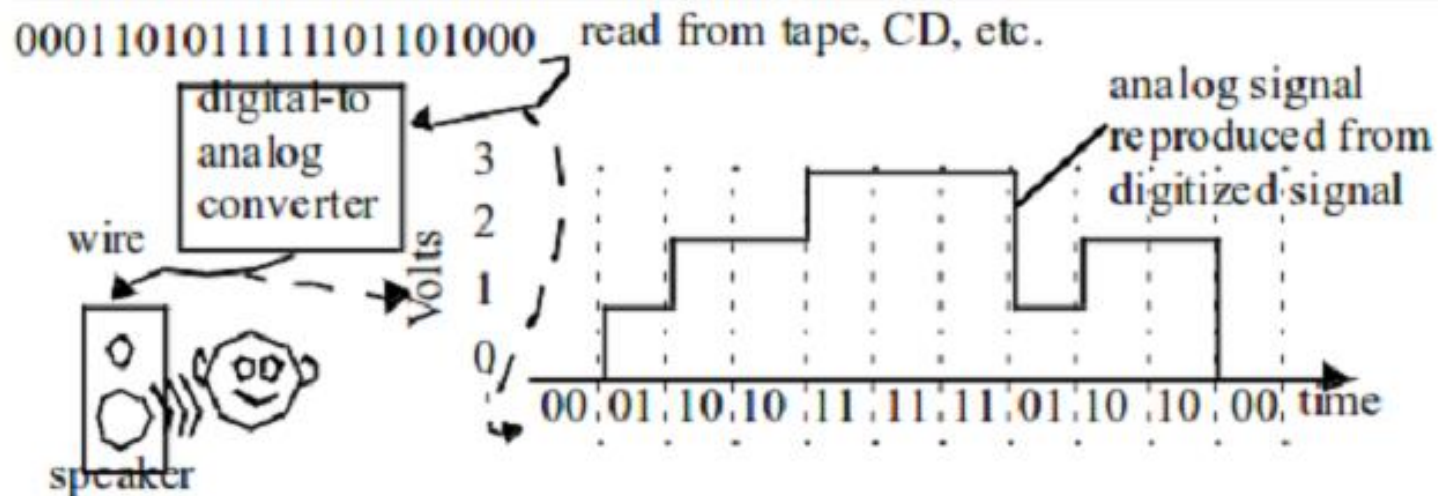
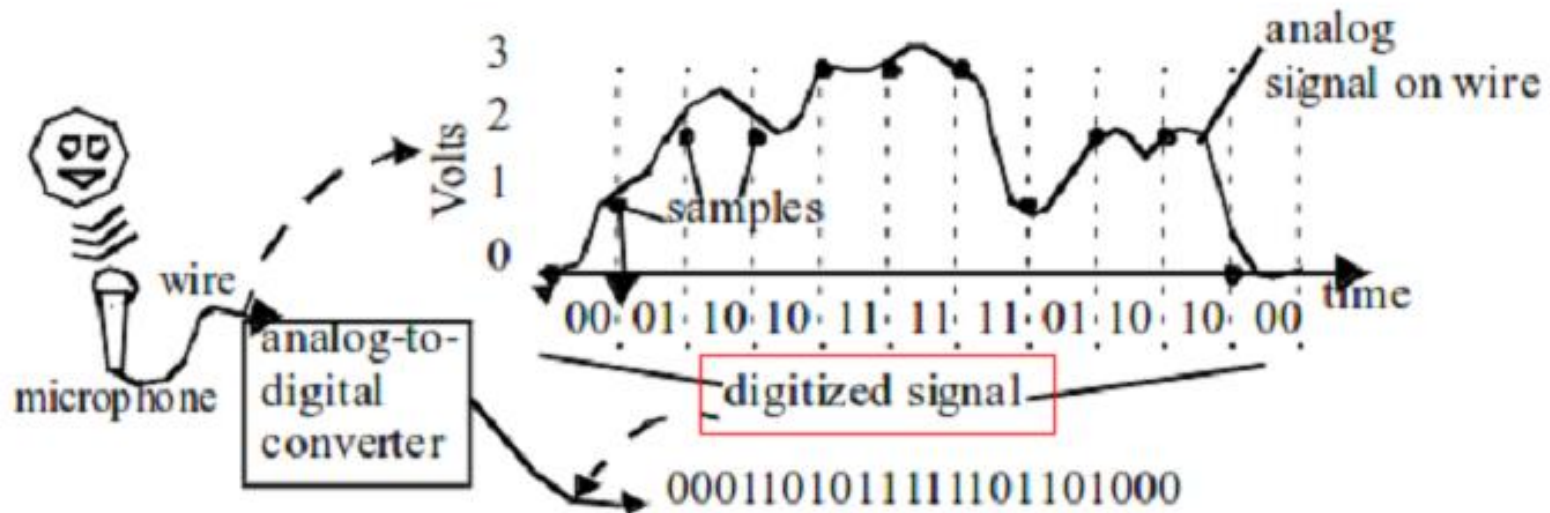


# Tương tự (analog) $\Leftrightarrow$ Số (digital)





# Tương tự (analog) $\Leftrightarrow$ Số (digital)



# Ví dụ thao tác trên dữ liệu số

- Nén audio/video để giảm dung lượng: MP3, MP4, ...  
Một CD có thể lưu trữ 20 bài hát khi không nén, nhưng có thể lưu trữ 200 bài hát đã nén dữ liệu.
- Nén dữ liệu số cũng được dùng trong xử lý ảnh: JPEG, PNG, ...

Một ví dụ về cách thức nén dữ liệu

00 --> 0000000000  
01 --> 1111111111  
1X --> X

0000000000 0000000000 0000001111 1111111111  
                    ↙          ↘          ↙          ↘  
                    00 00 10000001111 01

# Chương 1: Giới thiệu

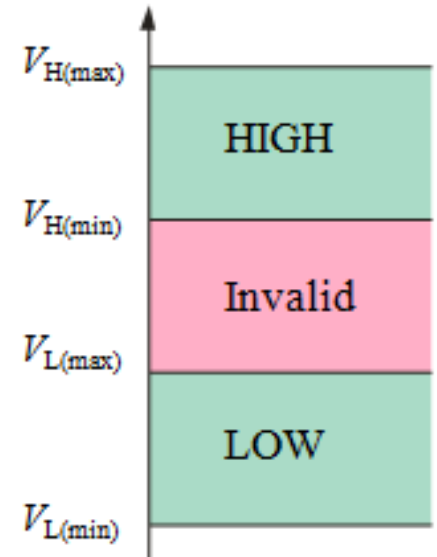


- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- Quy trình thiết kế Số (digital design processing)
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số

# Những đặc điểm của số

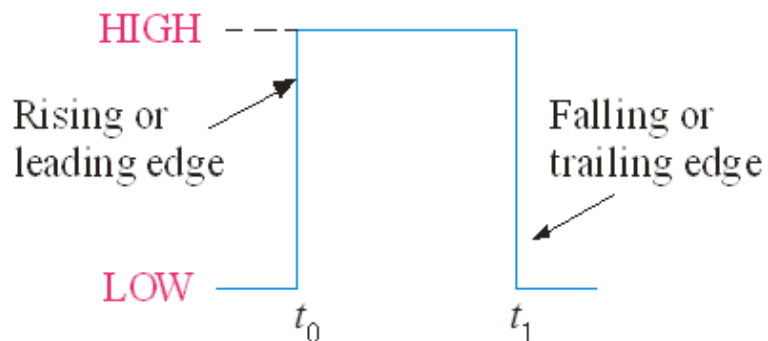
- **Trạng thái**

- Cao (High): điện áp từ 2V đến 5V
- Thấp (Low): điện áp từ 0V đến 0.8V
- Không xác định (Invalid): điện áp từ 0.8V đến 2V
  - Có thể tạo ra lỗi (error) trong mạch số

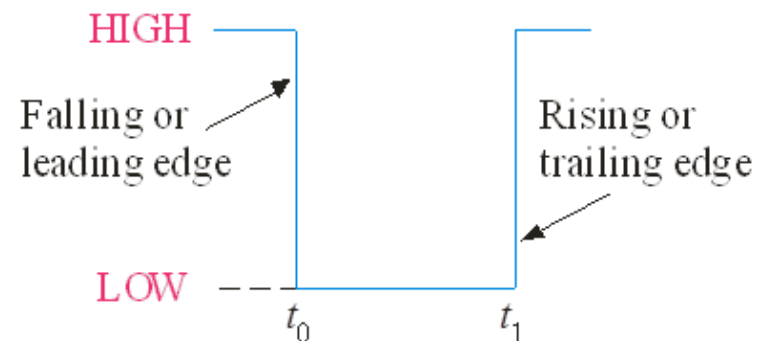


# Những đặc điểm của số

- Dạng sóng kiểu số (digital waveform) thay đổi giữa mức thấp (Low) và mức cao (High) hoặc ngược lại.
  - Một **xung chuyển mức dương** (positive-going pulse) khi nó chuyển từ mức logic thấp (low) đến mức logic cao (high). Ngược lại được gọi là xung chuyển mức âm (negative-going pulse).
  - Dạng sóng kiểu số được hình thành từ các chuỗi xung kết hợp lại.



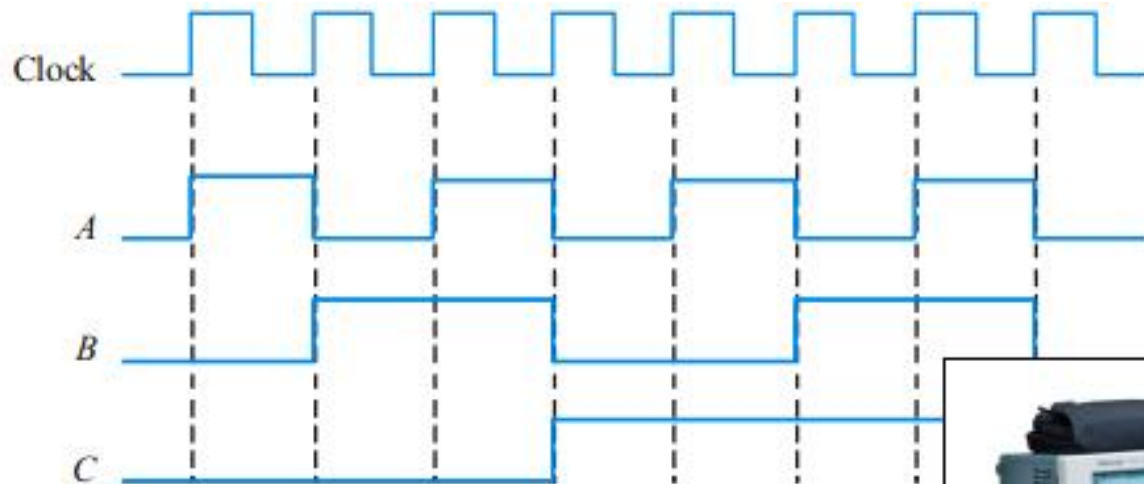
Positive-going pulse



Negative-going pulse

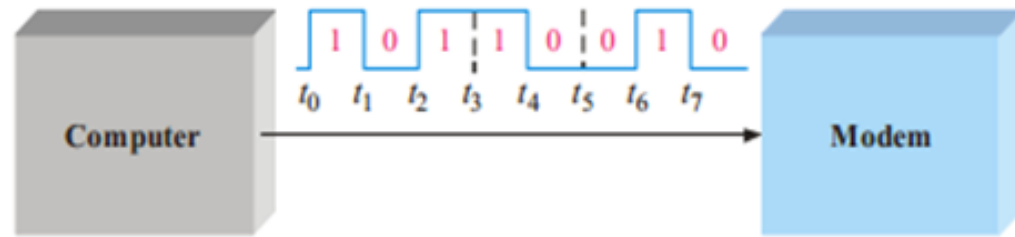
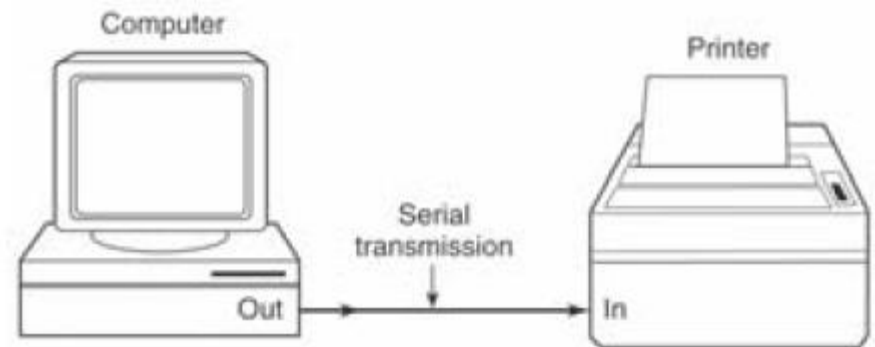
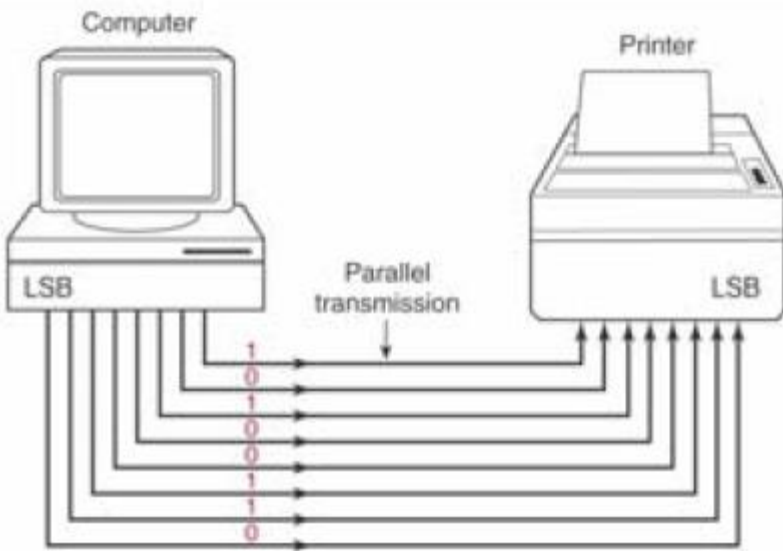
# Giản đồ định thời (timing diagram)

- Giản đồ định thời được dùng để chỉ ra quan hệ giữa hai hay nhiều dạng sóng kiểu số



# Dữ liệu nối tiếp (serial data) và song song (parallel data)

- Dữ liệu Số có thể được truyền giữa hai thiết bị theo kiểu nối tiếp (serial) hoặc theo kiểu song song (parallel)



# Chương 1: Giới thiệu



- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- **Quy trình thiết kế Số (digital design processing)**
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số



# Quy trình thiết kế Số

## ❖ Truyền thống

- Dựa vào các mô hình toán học
- Sử dụng các phương pháp phân tích
- Qui định các ràng buộc
- Hữu ích với các thiết kế nhỏ
- Không phù hợp với các thiết kế lớn trong thực tế

## ❖ CAD (Computer-Aided Design):

Thiết kế dựa vào máy tính

- Sử dụng phần mềm dựa trên mô hình toán học và các phương pháp phân tích
- Dễ dàng, tiện lợi cho người sử dụng
- Nhiều chi tiết được trừu tượng hóa
- Rất phù hợp cho các thiết kế trong thực tế (thiết kế phức tạp)

# Quy trình thiết kế Số

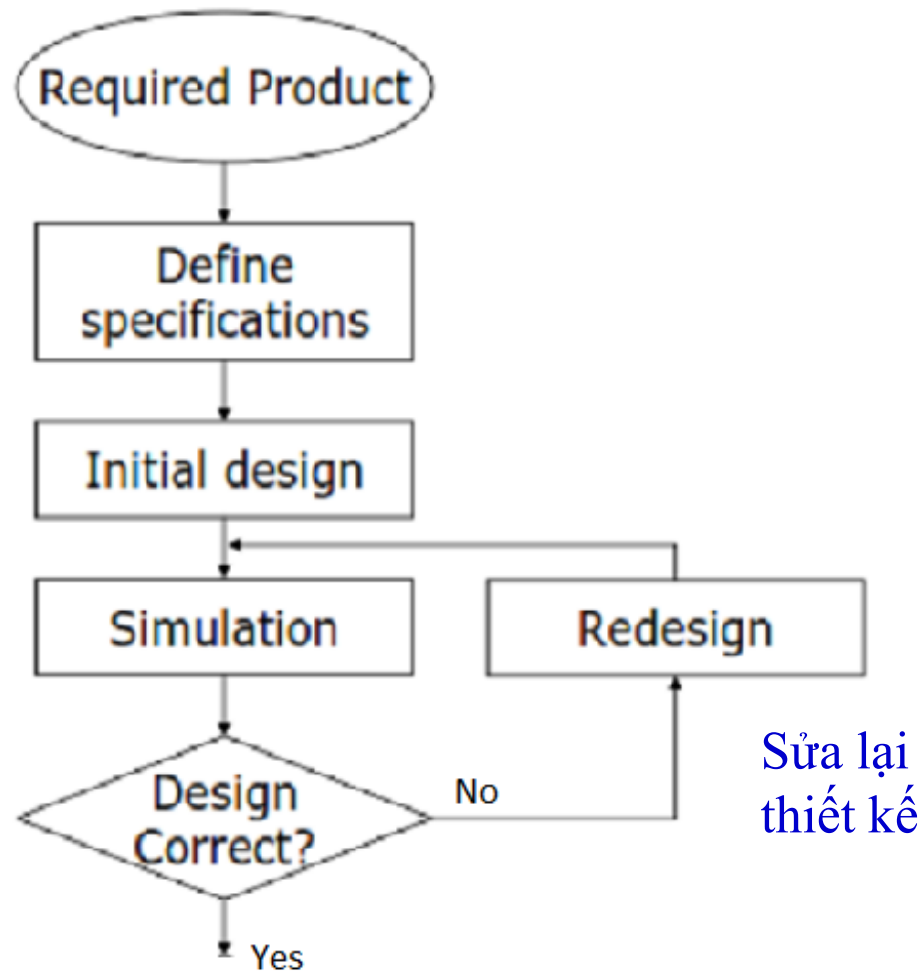
Yêu cầu thiết kế

Mô tả kỹ thuật  
bằng sơ đồ, lưu đồ

Thiết kế

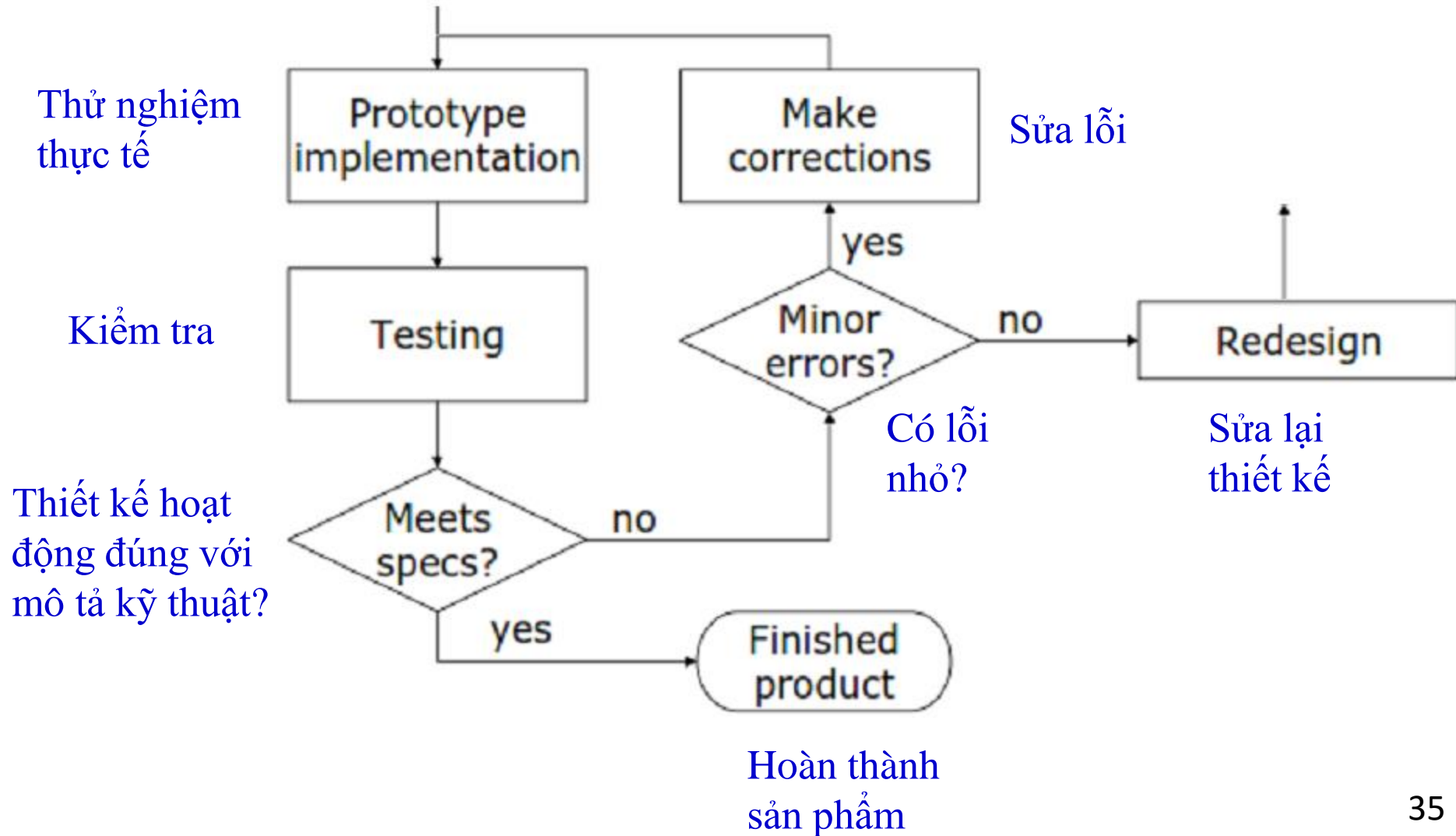
Mô phỏng

Thiết kế hoạt  
động đúng?



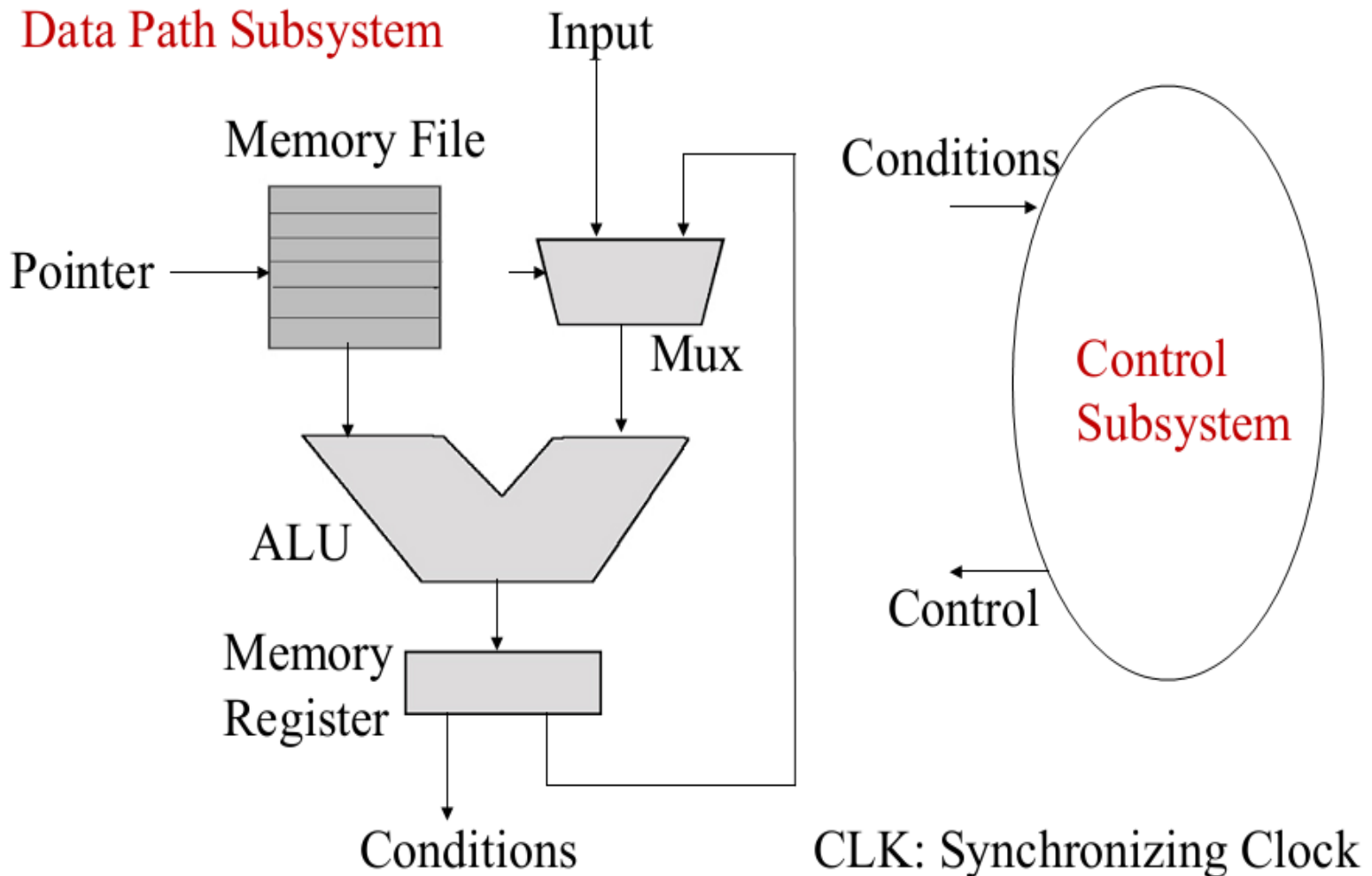
Sửa lại  
thiết kế

# Quy trình thiết kế Số



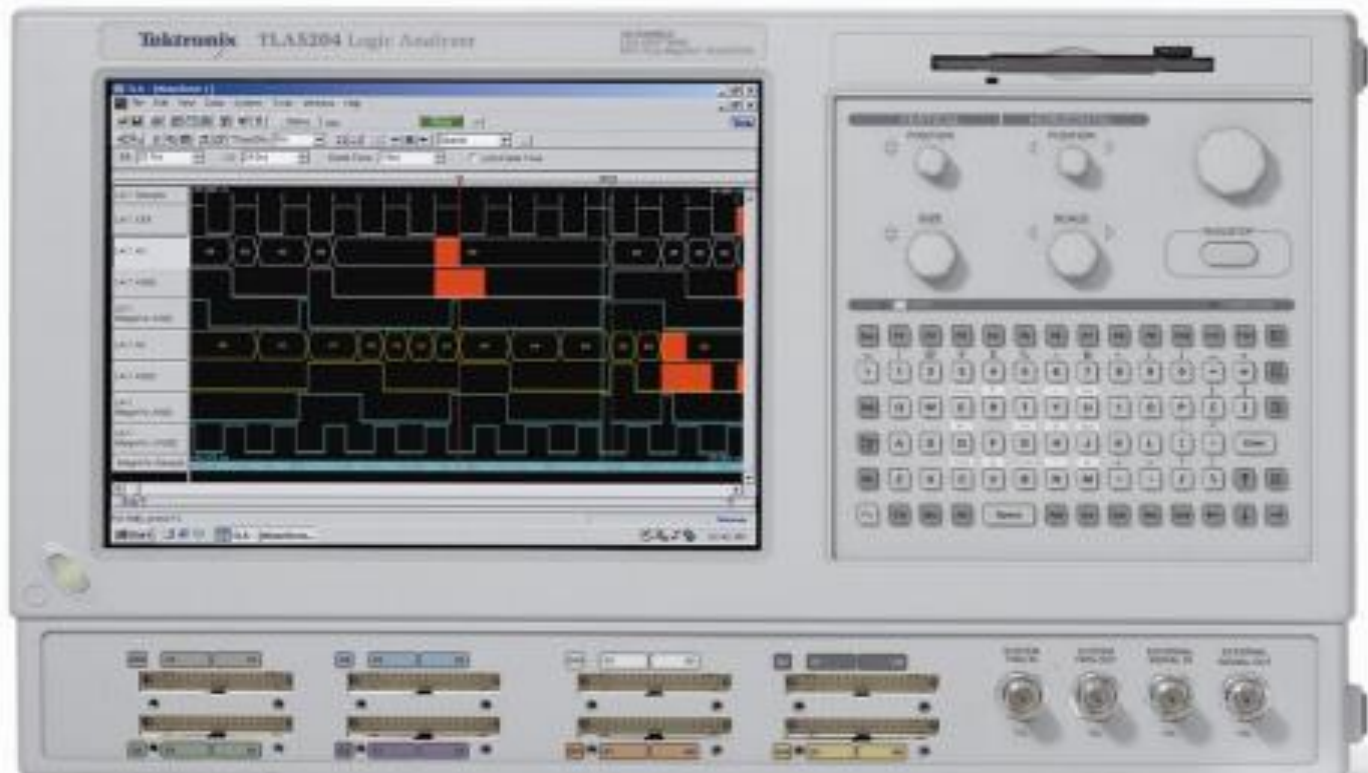
# Ví dụ: đường dữ liệu (data path) của một chip đơn giản

## Data Path Subsystem



# Thiết bị kiểm tra và đo lường

- Máy phân tích luận lý (logic analyzer) có thể hiển thị đồng thời nhiều kênh (channels) của thông tin dạng số và có thể hiển thị giá trị dữ liệu của từng tín hiệu tại từng thời điểm cụ thể trên màn hình hiển thị



# Chương 1: Giới thiệu



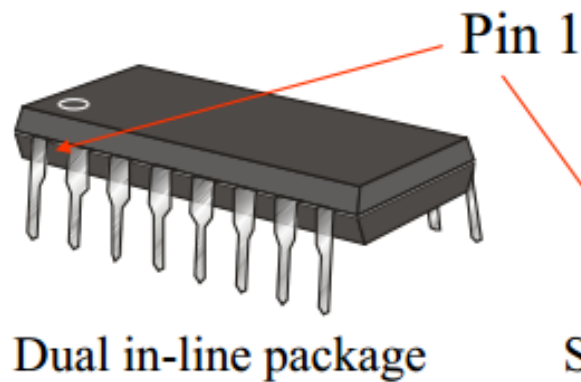
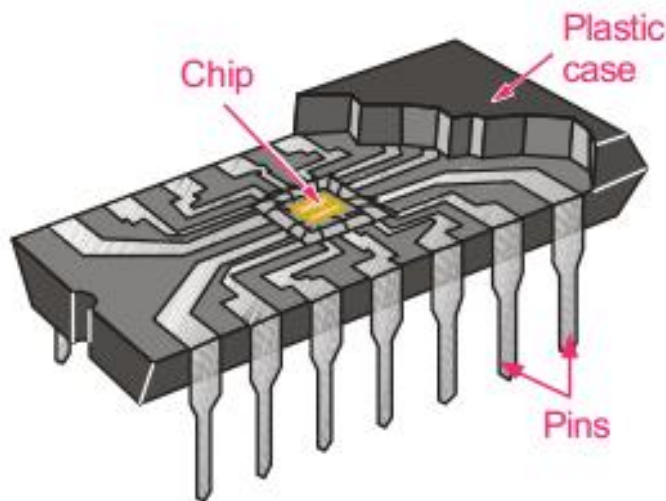
- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- Quy trình thiết kế Số (digital design processing)
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số

# Các loại chip Số

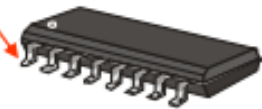
## A. Dựa vào đặc điểm, tính năng

### 1. Các chip tiêu chuẩn, cơ bản (Standard chip)

- Chứa một lượng nhỏ các cổng logic
- Thực thi những hàm, chức năng đơn giản (NOT, AND, OR,...)
- Ví dụ: các chip họ 74xx



Dual in-line package



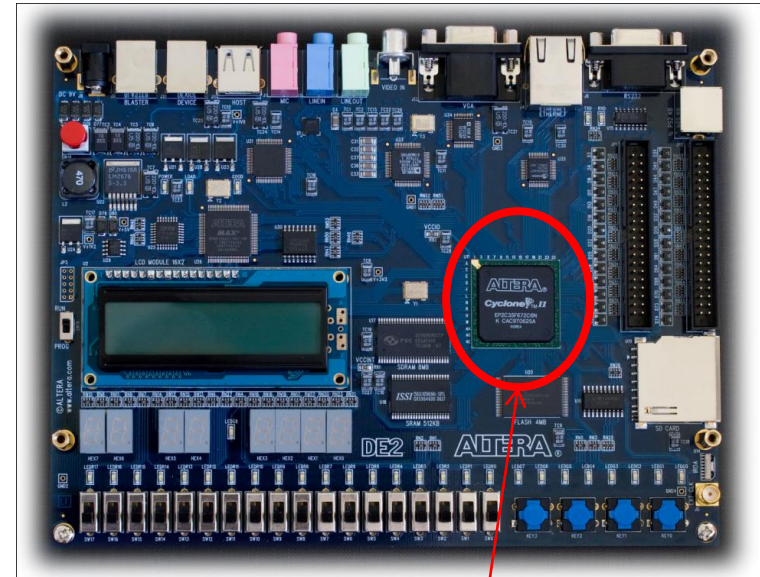
Small outline IC (SOIC)

# Các loại chip Số

## A. Dựa vào đặc điểm, tính năng

### 2. Các chip có khả năng lập trình được (Programmable Logic Devices (**PLD**) hoặc Field-Programmable Gate Array (**FPGA**))

- Tập hợp các cổng chưa được kết nối, việc kết nối giữa các cổng này được lập trình bởi người sử dụng thông qua các CAD tools
- Chức năng của chip có thể được thiết kế bởi người sử dụng



Altera DE2 board with Cyclone II FPGA chip

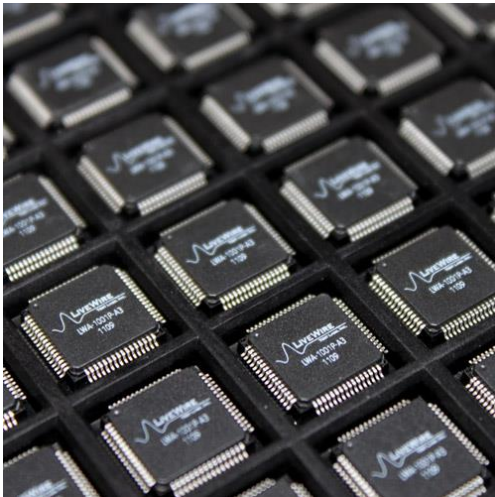


# Các loại chip Số

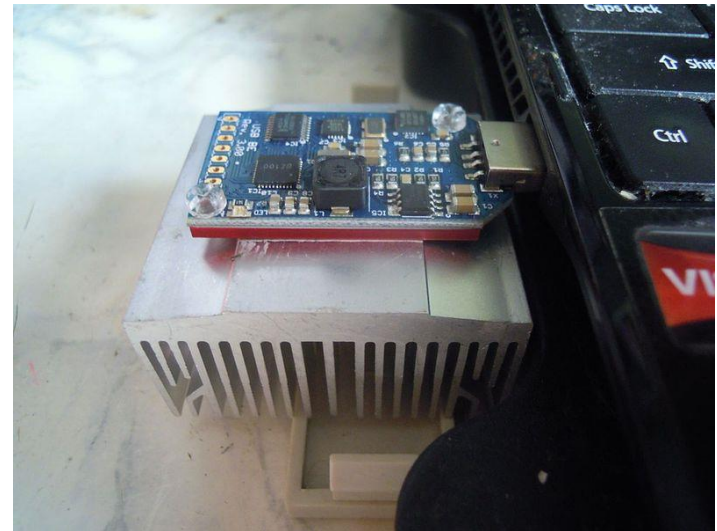
## A. Dựa vào đặc điểm, tính năng

### 3. Các chip chuyên dụng thực hiện một ứng dụng cụ thể (Application-Specific Integrated Circuit (ASIC))

- Tối ưu để thực thi một chức năng cụ thể
- Tối ưu về hiệu suất, tốc độ thực thi
- Nhiều mạch logic được tích hợp hơn
- Giá thành cao



A tray of **ASIC** chips



An ASIC-based [USB Bitcoin](#) miner. The ASIC chip is on the bottom-left of the device

# Các loại chip Số

## B. Dựa vào độ tích hợp của các cổng logic

- Độ tích hợp nhỏ (Small Scale Integration - **SSI**):  
1 đến 20 cổng
- Độ tích hợp trung bình (Medium Scale Integration - **MSI**):  
20 đến 200 cổng
- Độ tích hợp lớn (Large Scale Integration - **LSI**):  
200 đến 1.000 .000 cổng
- Độ tích hợp cực lớn (Very Large Scale Integration - **VLSI**):  
trên 1.000.000 cổng

# Chương 1: Giới thiệu



- Tổng quan
- Những đặc điểm của Số (digital features)
- Quy trình thiết kế Số (digital design processing)
- Các loại chip Số
- Những thuật ngữ của Số

# Những thuật ngữ của Số

- **Tương tự (analog):** tín hiệu được biểu diễn liên tục
- **Số (digital):** biểu diễn một lượng rời rạc hoặc tập hợp của các giá trị rời rạc
- **Nhi phân (binary):** Một hệ cơ số 2, biểu diễn bằng hai giá trị 0 hoặc 1
- **Bit:** một ký tự nhị phân, có thể là 0 hoặc 1
- **Chip logic lập trình được (programmable logic chip):** Một loại chip số có khả năng lập trình được để thực hiện một chức năng cụ thể  
—————→ **FPGA**
- **Chip logic chức năng cố định (fixed-function logic chip):** Những loại chip số có chức năng cố định, không thể thay đổi

—————→ **ASIC**

**THẢO LUẬN ???**

