

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

VIỆN TOÁN ỨNG DỤNG & TIN HỌC



Bài giảng

KIẾN TRÚC MÁY TÍNH

Giảng viên : Phạm Huyền Linh
Bộ môn : Toán Tin

Nội dung



Chương 1: **Tổng quan**

Chương 2: **Hệ đếm và Logic số**

Chương 3: **Số học máy tính**

Chương 4: **Kiến trúc tập lệnh**

Chương 5: **Hợp ngữ MIPS**

Chương 6: **Bộ xử lý trung tâm (CPU)**

Chương 7: **Bộ nhớ máy tính (Memory)**

Chương 8: **Hệ thống Vào ra (In/Out System)**

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

NỘI DUNG



- 1. Chức năng và cấu trúc**
- 2. Lịch sử hình thành**
- 3. Phân loại máy tính**
- 4. Khái niệm kiến trúc máy tính**
- 5. Hiệu suất của máy tính**

1. Chức năng và cấu trúc



- Chức năng (Function)
- Cấu trúc (Structure)

Hàm (Function)

- Data processing
- Data storage
- Data movement
- Control

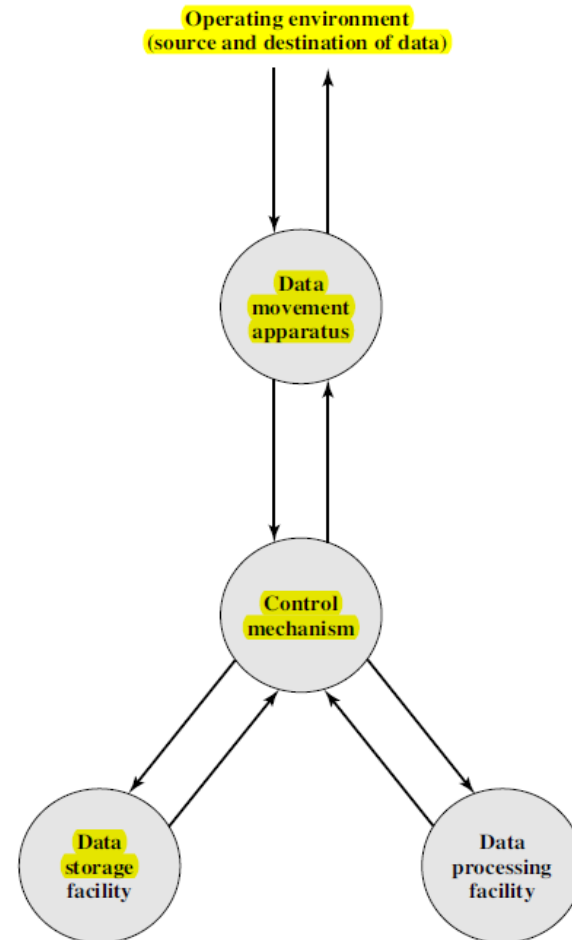


Figure 1.1 A Functional View of the Computer

Hàm (Function)

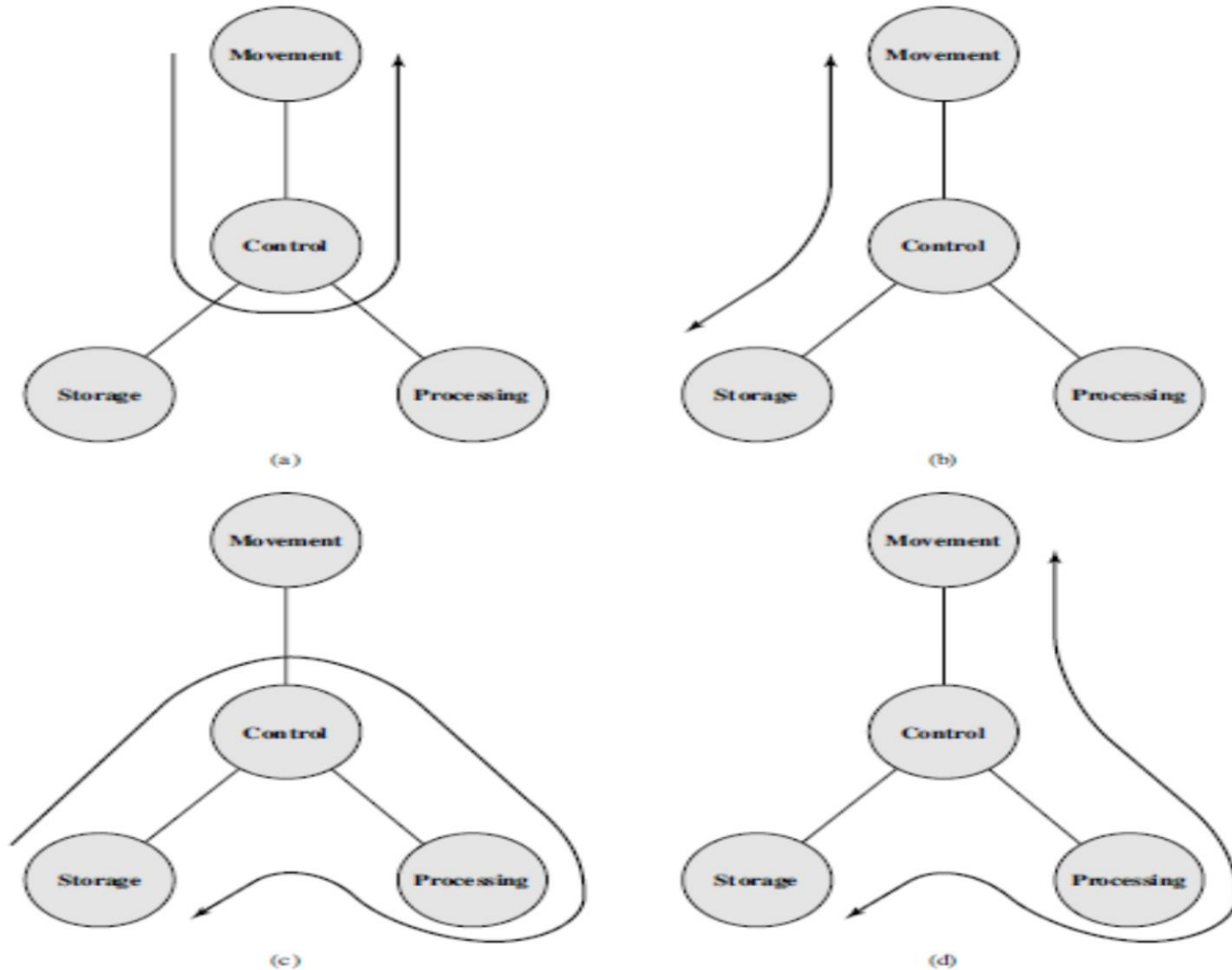


Figure 1.2 Possible Computer Operations

Cấu trúc (Structure)

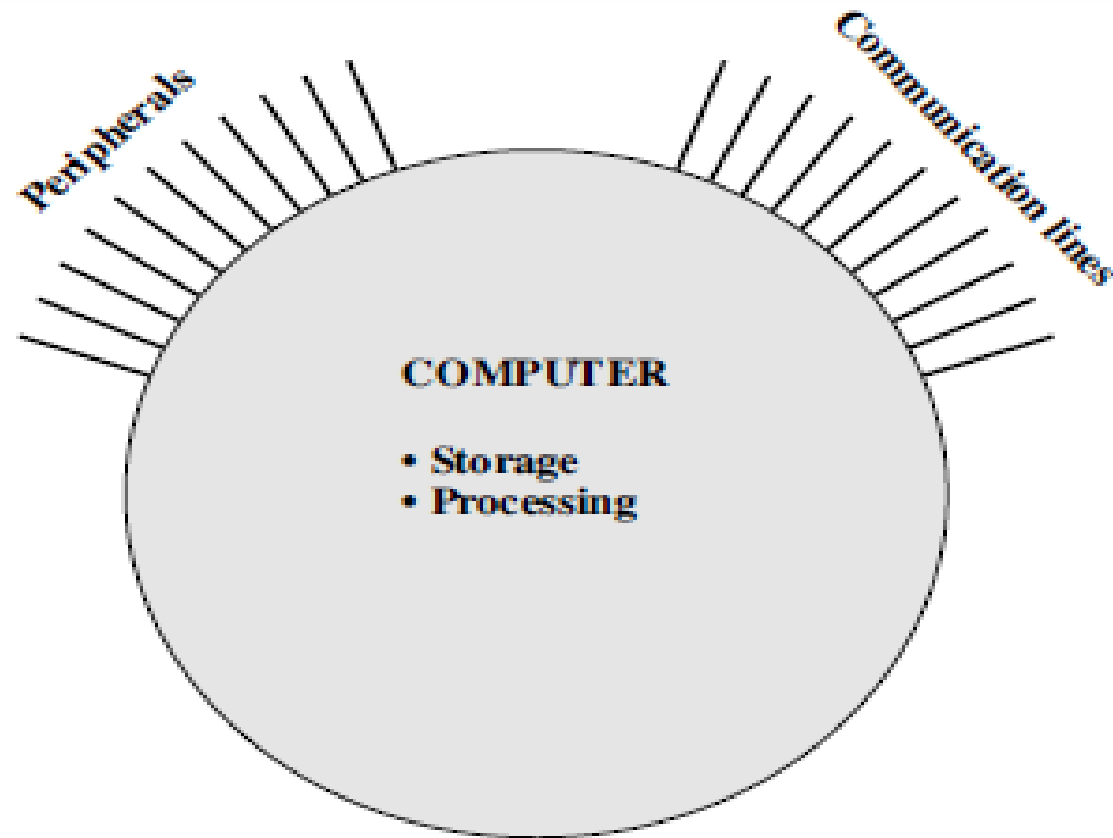


Figure 1.3 The Computer

Cấu trúc (Structure)

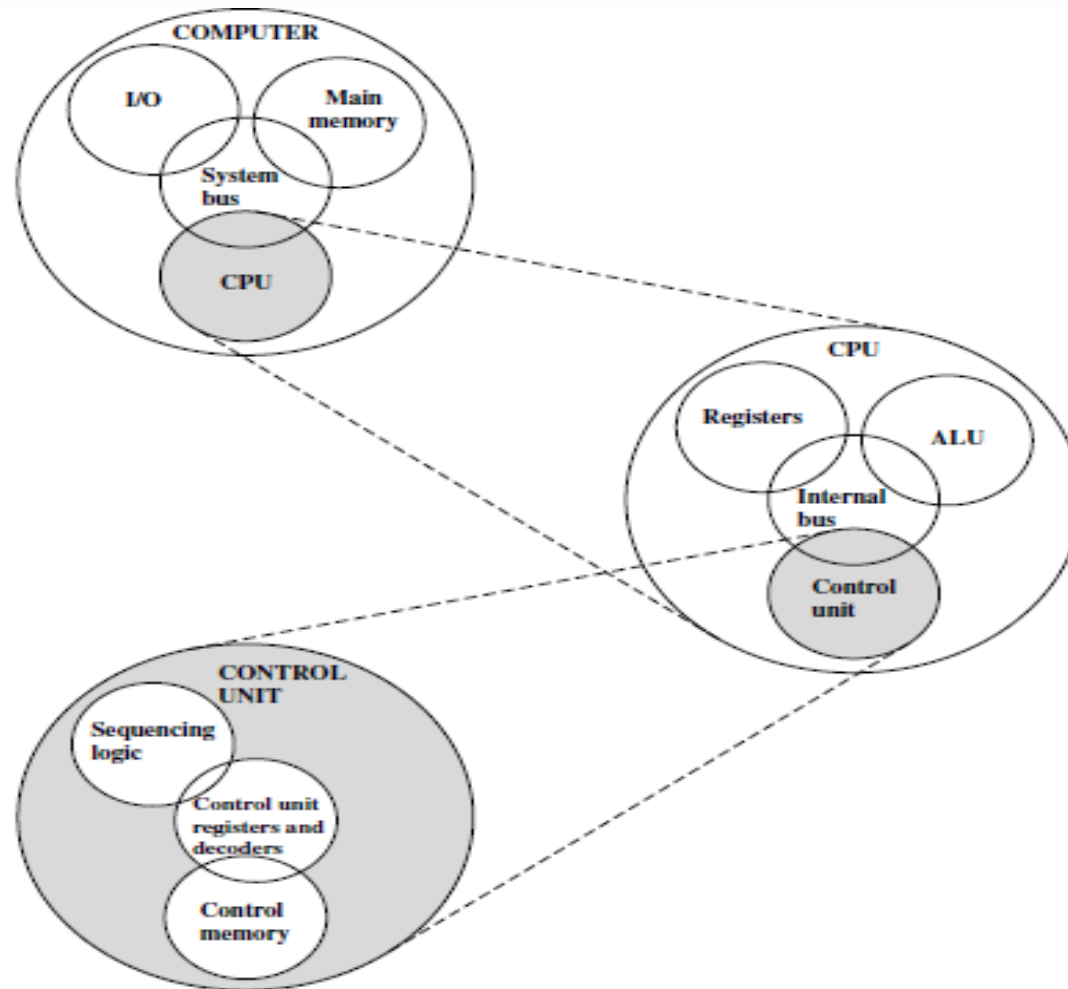


Figure 1.4 The Computer: Top-Level Structure

NỘI DUNG



1. Chức năng và cấu trúc
2. Lịch sử hình thành
3. Phân loại máy tính
4. Khái niệm kiến trúc máy tính
5. Hiệu suất của máy tính

2. Lịch sử hình thành



- Các thể hệ máy tính được đánh giá dựa trên:
 - Sự thay đổi: tốc độ CPU, độ lớn của main, khả năng và tốc độ truy cập I/O;
 - Giảm kích thước của các thành phần trong MT;
 - Tăng tốc độ xử lý: Giảm kích thước CPU để giảm k/c truyền DL, KT xử lý //, pipeline, KT suy đoán sao cho CPU busy nhất có thể;
 - Sự thay đổi cân bằng giữa các bộ phận, vd: C/N cache, độ rộng bus, chip nhớ thông minh giúp cho tốc độ truy nhập M đáp ứng được tốc độ XL của CPU.

2. Lịch sử hình thành



- Máy tính cơ khí
- Đèn chân không (Vacuum Tubes), 1950s
- Dòng linh kiện bán dẫn (Transistors), 1960s
- Dòng mạch tích hợp (IC), 1970s
- Dòng vi mạch VLSI, 1980s
- Dòng vi mạch ULSI, 1990-nay

Máy tính cơ khí (Non Digital Computer)



- Nhà khoa học Pháp **Blasé Pascal** (1623 – 1662):
 - Chiếc máy đầu tiên năm 1642
 - Thực hiện phép tính cộng và trừ
 - Sử dụng bánh rang, và năng lượng cung cấp là sức người bằng quay tay
- Nhà bác học Đức **Baron Gottfried von Leibniz** (1646-1716):
 - 30 năm sau, Máy tính cơ khí khác: cộng, trừ, nhân, chia



Máy tính cơ khí

- Giáo sư toán học **Charles Babbage** (1792-1871):
 - Máy chạy thuật toán duy nhất – pp sai phân hữu hạn sử dụng đa thức, để tính các bảng số phục vụ hải quân
 - Đưa kết quả ra ngoài -> Đánh dấu sự ra đời thiết bị ghi (1 lần)
 - Cải tiến thành máy mới Analitical Engine:
 - “The store” – Bộ nhớ máy tính
 - “The mill”- Đơn vị tính toán
 - “The input section” – Thiết bị vào (máy đọc bìa đục lỗ)
 - “The output section” – Thiết bị ra (Thiết bị bìa đục lỗ)
 - Bìa đục lỗ: Tám đồng, chương trình hay kết quả được ghi trên tám đồng
- 1930: **Konrad Zuse**
 - Chế tạo máy tính tự động sử dụng rơ le điện tử

Các thế hệ máy tính



- Máy tính cơ khí
- Đèn chân không (1950s)
- Dùng linh kiện bán dẫn (1960s)
- Dùng mạch tích hợp (1970s)
- Dùng vi mạch VLSI (1980s)
- Dùng vi mạch ULSI (1990-nay)

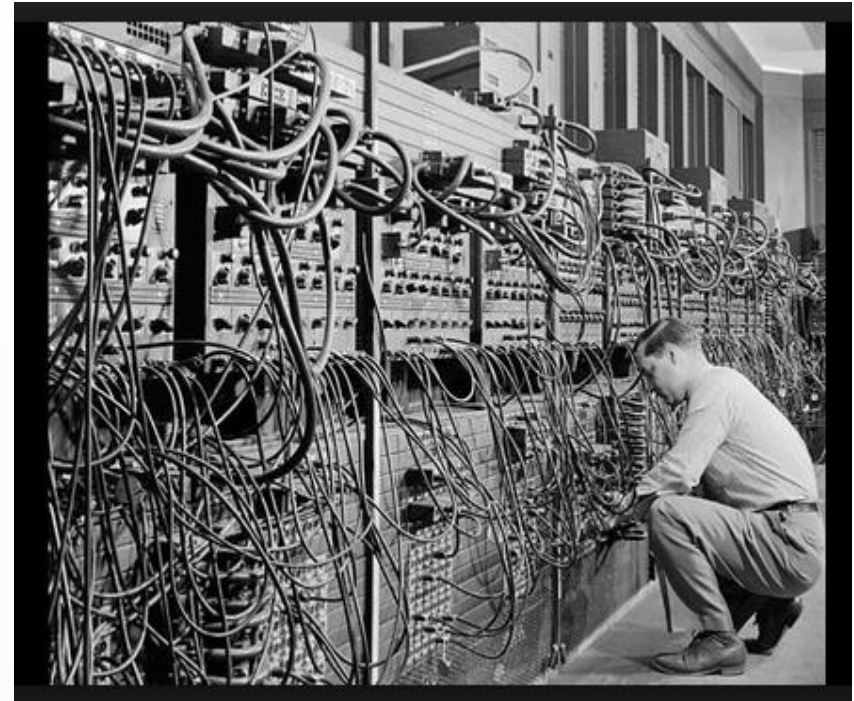
Các thể hệ máy tính



Đèn chân không (COLOSSUS)



- 1939-1941 được phát minh bởi **Harold Thomas Flowers** thiết kế: **COLOSSUS**
 - Phục vụ cho c/tranh thế giới thứ 2: Dùng để phá hoạt động của đài truyền hình NAZI của Đức quốc xã, giải mã thông tin của Đức từng phút giúp đồng minh giải cứu Anh.



Đèn chân không (ENIAC)



Đèn chân không (ENIAC)

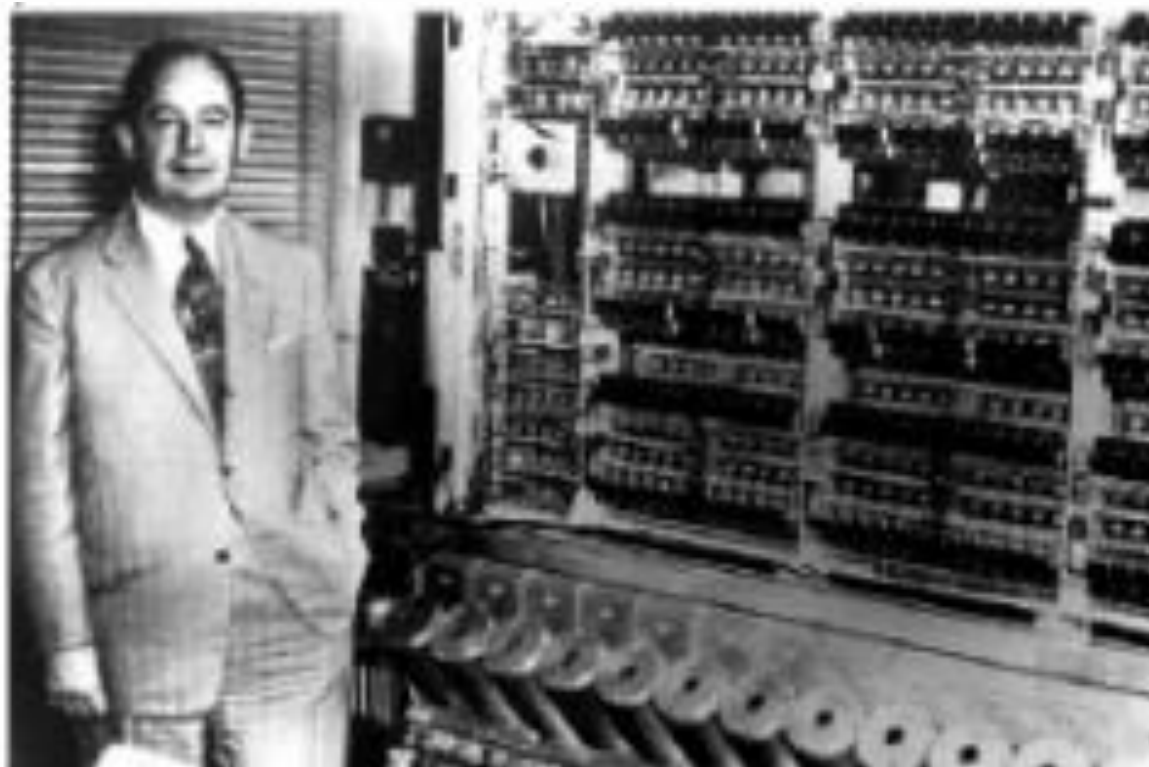


- 1943_1946: **John Mauchley và J.Presper Eckert** ở Mỹ thiết kế máy **ENIAC**:
 - Được xây dựng tại trường Đh Pennsylvannia của Mỹ
 - 18000 đèn chân không, 1500 rơ le
 - Là MT khổng lồ nặng 30 tấn...
 - 20 thanh ghi
 - Mỗi giây thực hiện: 5000 phép cộng, 340 phép trừ
 - Sử dụng hệ thập phân thay vì hệ nhị phân, BD được số có 10 chữ số, mỗi chữ số dùng 10 bóng đèn, chỉ 1 trong số bóng đèn đó “ON”.
 - LT bằng tay, bởi việc ngắt hay cài đặt switch của cable (Đó là trở ngại của ENIAC)
 - Là cơ sở và nền tảng cho máy tính sau này
 - Ý tưởng này sau đó được pt bởi nhiều nhà khoa học

Đèn chân không (ISA)



- 1946-1952: **John Von Neumann** thiết kế IAS.



Đèn chân không (ISA)



- Máy tính **Von Neumann**
- CT được lưu trữ trong bộ nhớ (stored-program), 1945
- Thực hiện chỉ thị lệnh tuần tự
- Lưu trữ và tính toán trong hệ nhị phân
- *Nó là hình mẫu đầu tiên cho các máy tính*

Đền chân không (ISA)

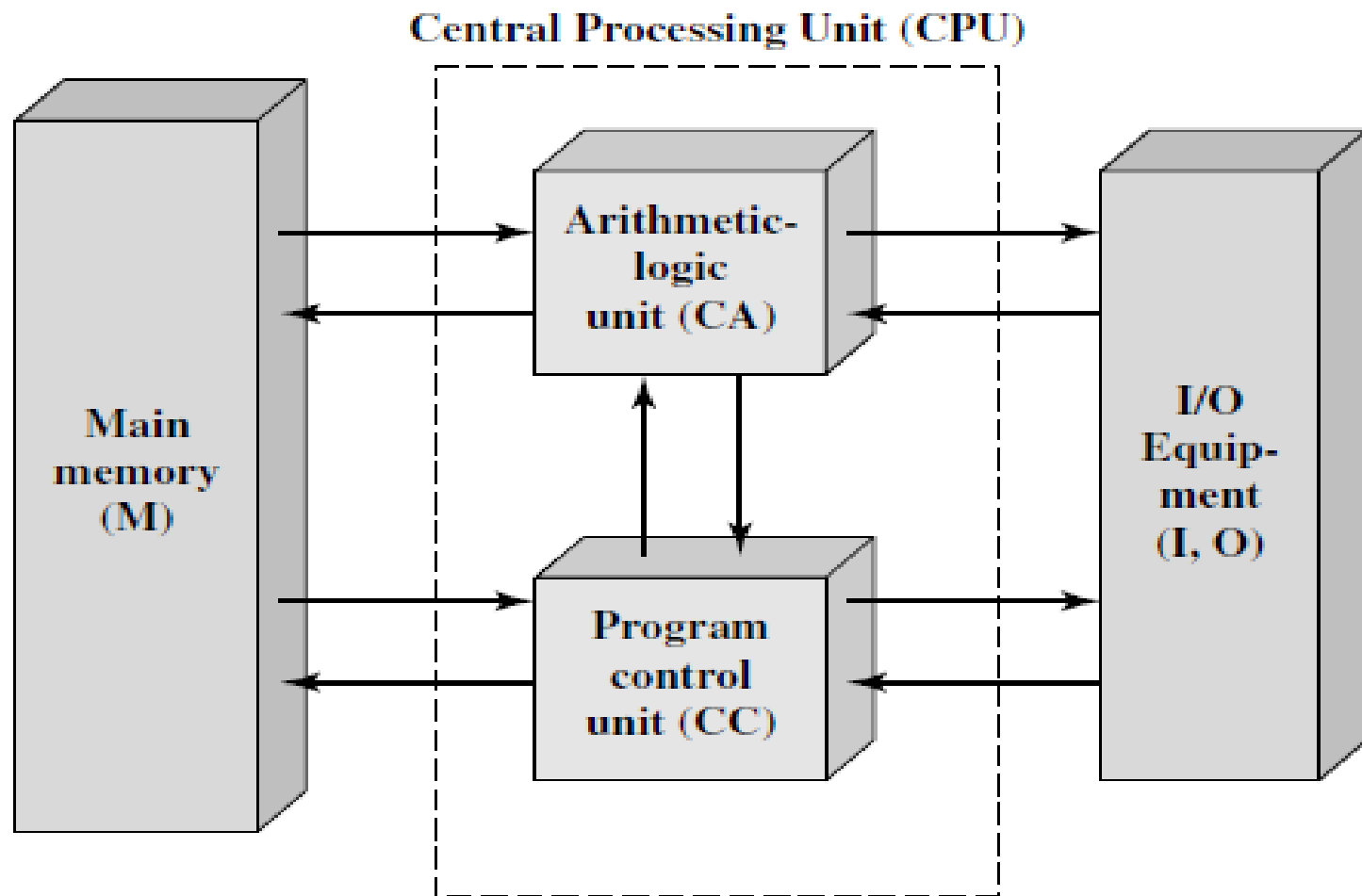
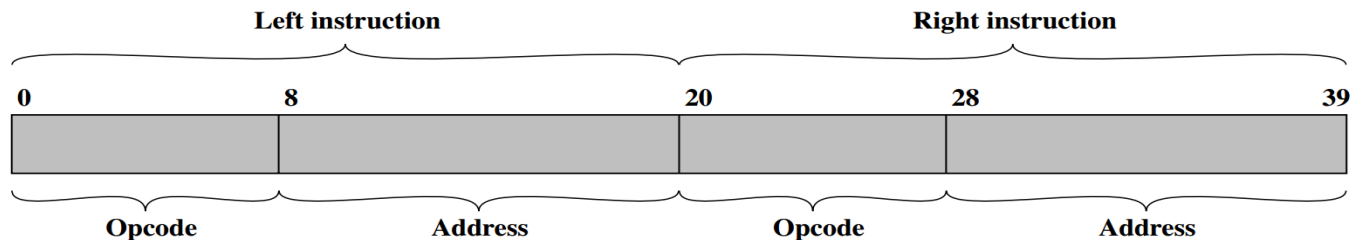
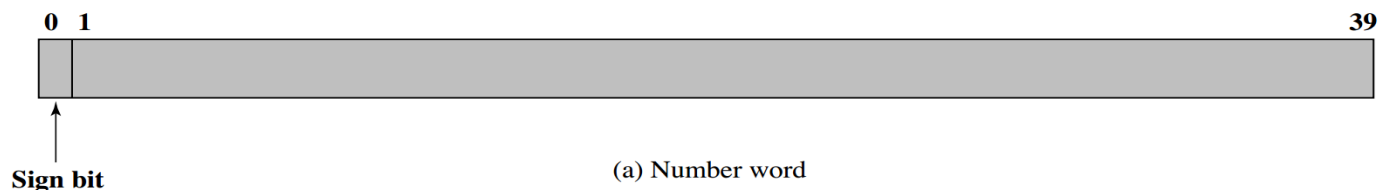


Figure 2.1 Structure of the IAS Computer

Đèn chân không (ISA)



IAS Memory Formats

- Nó lưu trữ được 1000 từ nhớ
- Mỗi từ nhớ dài 40 bits
 - DL lưu trong 1: 1bit dấu, 39 bits giá trị
 - 1 chỉ thị lưu bởi 20 bits

Đèn chân không (UNIVAC)



Eckert and Mauchly formed the Eckert-Mauchly Computer Corpora, 1947

- Các máy tính thương mại ra đời, hướng tới ứng dụng trong KHKT và thương mại
 - UNIVAC1, 1947;
 - UNIVAC2, 1950. Tốc độ và khả năng nhớ tăng lên gấp nhiều



Đền chân không (IBM)



- IBM cho ra đời dòng máy stored-program đầu tiên
- 1953, IBM 701, hướng vào ứng dụng khoa học
- 1955, IBM 703 hướng tới các ứng dụng thương mại



Các thế hệ máy tính



- Máy tính cơ khí (1942 – 1945)
- Đèn chân không (1950s)
- **Dùng linh kiện bán dẫn (1960s)**
- Dùng mạch tích hợp (1970s)
- Dùng vi mạch VLSI (1980s)
- Dùng vi mạch ULSI (1990-nay)

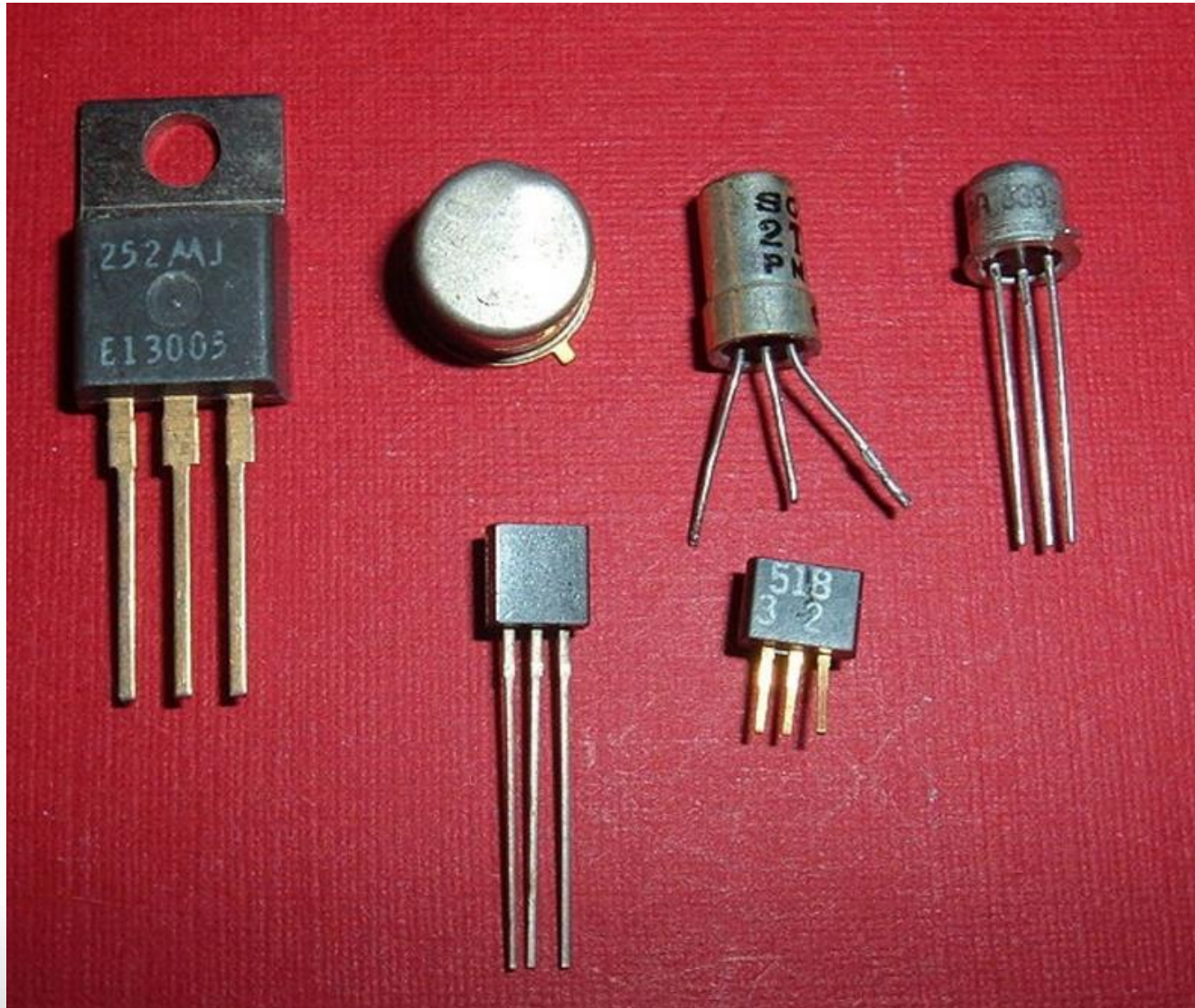
Linh kiện bán dẫn (Transistor)



- 1948- John Barden, Walter Brattain, William Schockley sáng chế ra Transistor (1948)



Transistor



Linh kiện bán dẫn (Transistor)



- **DEC:** 1957 - Thành lập bởi Kenneth Olsen sản xuất máy thương mại PDP-1, PDP-8



Linh kiện bán dẫn



- **IBM:** 1958 ra đời họ 709 đánh dấu sự kết thúc ENIAC
- Bên cạnh đó IBM bán rất nhiều máy nhỏ hướng đến phục vụ kinh doanh có tên gọi là 1401. Cho phép đọc ghi băng từ.

Linh kiện bán dẫn



- **IBM:** Ra đời họ 709 đánh dấu sự kết thúc ENIAC

Example members of the IBM 700/7000 Series

Model Number	First Delivery	CPU Technology	Memory Technology	Cycle Time (μ s)	Memory Size (K)	Number of Opcodes	Number of Index Registers	Hardwired Floating-Point	I/O Overlap (Channels)	Instruction Fetch Overlap	Speed (relative to 701)
701	1952	Vacuum tubes	Electrostatic tubes	30	2-4	24	0	no	no	no	1
704	1955	Vacuum tubes	Core	12	4-32	80	3	yes	no	no	2.5
709	1958	Vacuum tubes	Core	12	32	140	3	yes	yes	no	4
7090	1960	Transistor	Core	2.18	32	169	3	yes	yes	no	25
7094 I	1962	Transistor	Core	2	32	185	7	yes (double precision)	yes	yes	30
7094 II	1964	Transistor	Core	1.4	32	185	7	yes (double precision)	yes	yes	50

Linh kiện bán dẫn



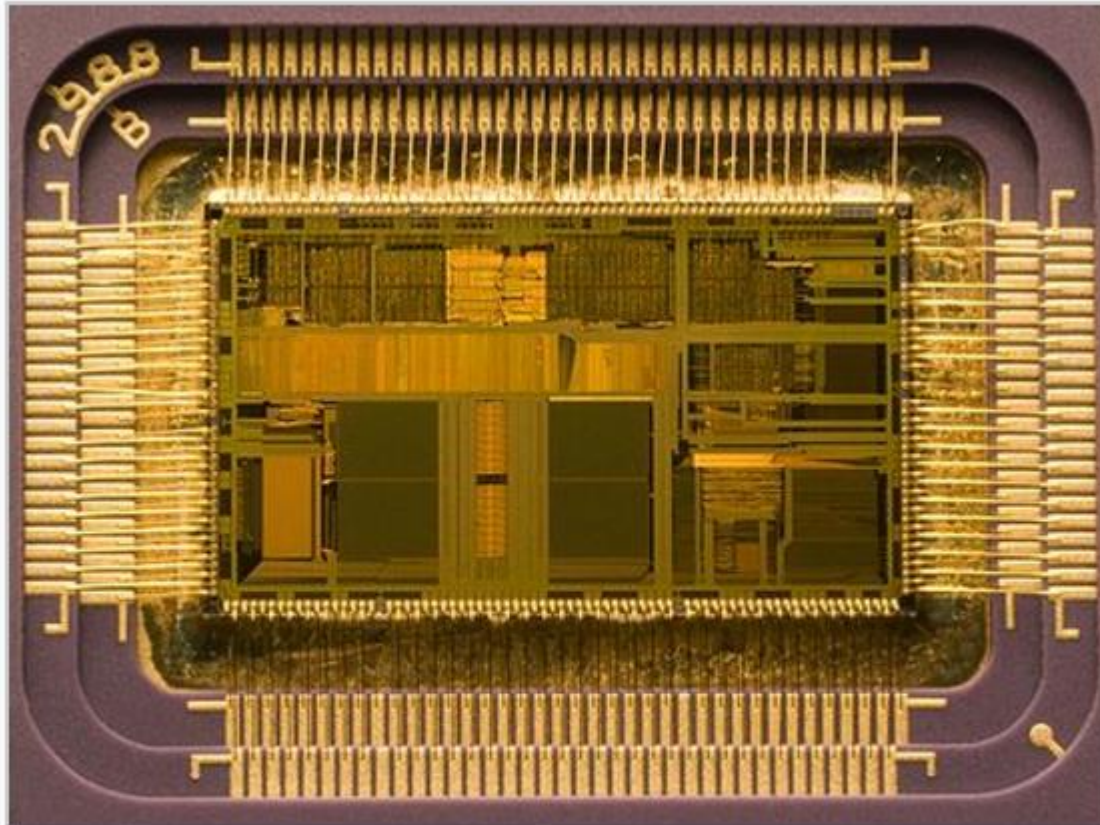
- **CDC:** 1964 giới thiệu máy 6600 nhanh hơn rất nhiều so với IBM 7094
 - CPU có nhiều đơn vị cùng làm 1 chức năng cộng, trừ, nhân, chia
 - Cho phép chạy 10 chỉ thị đồng thời=>k/n song song trong CPU

Các thế hệ máy tính



- Máy tính cơ khí (1942 – 1945)
- Đèn chân không (1950s)
- Dùng linh kiện bán dẫn (1960s)
- Dùng mạch tích hợp (1970s)
- Dùng vi mạch VLSI (1980s)
- Dùng vi mạch ULSI (1990-nay)

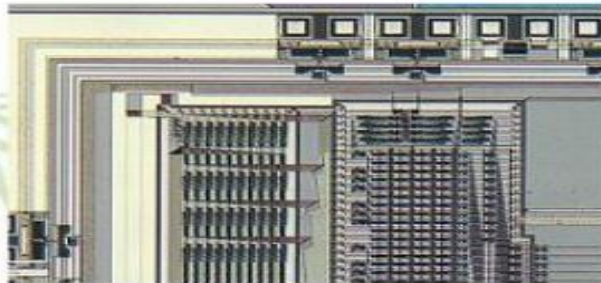
Integrated circuit (IC)



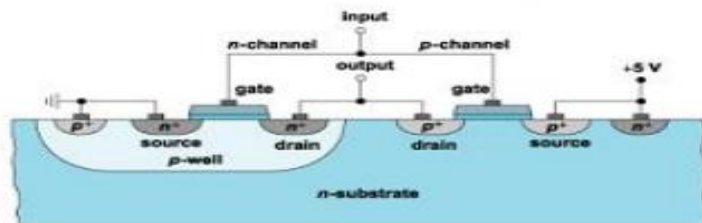
CPU Intel 80486 DX2 có kích thước 
12×6.75 mm.

Mạch tích hợp (IC)

- **IBM System 360**
 - Tính tương thích cao
 - Đặc tính đa chương trình
 - Không gian địa chỉ lớn
- **Các thế hệ 370, 4300, 3080 và 3090**



Integrated circuit (IC)



IBM 360

http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_360

Mạch tích hợp (IC)



Key Characteristics of the System/360 Family

Characteristic	Model 30	Model 40	Model 50	Model 65	Model 75
Maximum memory size (bytes)	64K	256K	256K	512K	512K
Data rate from memory (Mbytes/sec)	0.5	0.8	2.0	8.0	16.0
Processor cycle time μ s)	1.0	0.625	0.5	0.25	0.2
Relative speed	1	3.5	10	21	50
Maximum number of data channels	3	3	4	6	6
Maximum data rate on one channel (Kbytes/s)	250	400	800	1250	1250

Các thế hệ máy tính

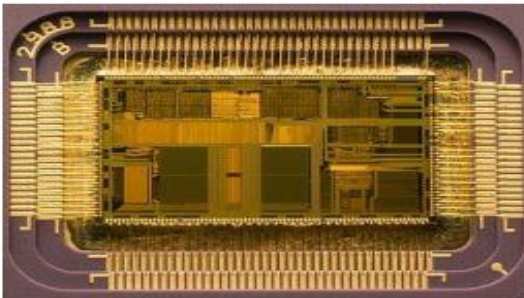


- Máy tính cơ khí (1942 – 1945)
- Đèn chân không (1950s)
- Dùng linh kiện bán dẫn (1960s)
- Dùng mạch tích hợp (1970s)
- Dùng vi mạch VLSI (1980s)
- Dùng vi mạch ULSI (1990-nay)

Mạch VLSI/ULSI



- VLSI (Very Large Scale Integrator):
 - Microcomputer:
 - Minicomputer
 - Supermini
 - Mainframe
 - Super Computer



Bộ vi xử lý Intel 80486DX2



Intel 4004 with 2300 transistors inside



XT computer with Intel 8086 chip

Tổng kết các thế hệ MT



Generation	Approximate Dates	Technology	Typical Speed (ops/s)
1	1946-1957	Vacuum Tube	40.000
2	1958-1964	Transistor	200.000
3	1965-1971	Small & medium scale integration	1.000.000
3	1972-1977	Large scale integration (LSI)	10.000.000
4	1978-1991	Very large scale integration (VLSI) (1000- 100 000 devices/chip)	100.000.000
5	1991 -	Ultra large scale integration (ULSI) (Over 100.000.000 devices/chip)	1.000.000.000

Sự phát triển của bộ vi xử lý Intel



Table 2.6 Evolution of Intel Microprocessors

(a) 1970s Processors

	4004	8008	8080	8086	8088
Introduced	1971	1972	1974	1978	1979
Clock speeds	108 kHz	108 kHz	2 MHz	5 MHz, 8 MHz, 10 MHz	5 MHz, 8 MHz
Bus width	4 bits	8 bits	8 bits	16 bits	8 bits
Number of transistors	2,300	3,500	6,000	29,000	29,000
Feature size (μm)	10		6	3	6
Addressable memory	640 Bytes	16 KB	64 KB	1 MB	1 MB

(b) 1980s Processors

	80286	386TM DX	386TM SX	486TM DX CPU
Introduced	1982	1985	1988	1989
Clock speeds	6 MHz–12.5 MHz	16 MHz–33 MHz	16 MHz–33 MHz	25 MHz–50 MHz
Bus width	16 bits	32 bits	16 bits	32 bits
Number of transistors	134,000	275,000	275,000	1.2 million
Feature size (μm)	1.5	1	1	0.8–1
Addressable memory	16 MB	4 GB	16 MB	4 GB
Virtual memory	1 GB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	—	—	—	8 kB

Sự phát triển của bộ vi xử lý Intel

(c) 1990s Processors

	486TM SX	Pentium	Pentium Pro	Pentium II
Introduced	1991	1993	1995	1997
Clock speeds	16 MHz–33 MHz	60 MHz–166 MHz,	150 MHz–200 MHz	200 MHz–300 MHz
Bus width	32 bits	32 bits	64 bits	64 bits
Number of transistors	1.185 million	3.1 million	5.5 million	7.5 million
Feature size (μm)	1	0.8	0.6	0.35
Addressable memory	4 GB	4 GB	64 GB	64 GB
Virtual memory	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	8 kB	8 kB	512 kB L1 and 1 MB L2	512 kB L2

(d) Recent Processors

	Pentium III	Pentium 4	Core 2 Duo	Core 2 Quad
Introduced	1999	2000	2006	2008
Clock speeds	450–660 MHz	1.3–1.8 GHz	1.06–1.2 GHz	3 GHz
Bus width	64 bits	64 bits	64 bits	64 bits
Number of transistors	9.5 million	42 million	167 million	820 million
Feature size (nm)	250	180	65	45
Addressable memory	64 GB	64 GB	64 GB	64 GB
Virtual memory	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	512 kB L2	256 kB L2	2 MB L2	6 MB L2

Sự phát triển của bộ vi xử lý Intel



Ví dụ: Các dòng Core i cho Desktop

DESKTOP	Số nhân	Số luồng	Xung nhịp	Turbo Boost	Hyper-Threading	Cache
Core i3	2	4	3.2-3.9GHz	Không	Có	3-4MB
Core i5	4	4	2.2-3.5GHz	Có	Không	6MB
Core i7	4	8	2.8-4GHz	Có	Có	8MB

Các công nghệ cho dòng Core:

-Turbo boost: Có ở core i5, i7, cho phép các nhân tự ép xung. Tự tăng xung nhịp các nhân xử lý nặng hơn để tăng hiệu suất

-Hyper Threading (HT): Có ở mọi dòng core, giúp 1 nhân tách thành 2 nhân logic để xử lý được 2 luồng cùng 1 lúc (Có thể tăng hiệu năng 17% trong thử nghiệm của Trusted Reviews)

Sự phát triển của bộ vi xử lý Intel



Các thế hệ của Core i

- **Nehalem (1):** 45nm, tích hợp công nghệ Turbo Boost cùng với Hyper Threading, tăng hiệu năng đáng kể
- **Sandy Bridge (2):** 32nm cho cả GPU, GPU và CPU trên cùng 1 đế xử dụng chung bộ nhớ đệm nên tiết kiệm điện, giảm diện tích. Tăng khả năng mã hóa và giải mã video (Intel quick sync Video), tăng khả năng turbo boost (Version 2.0)
- **Ivy Bridge (3):** 22nm, tích hợp sẵn chip đồ họa hỗ trợ DirectX 11 như HD 4000, có khả năng phát video siêu phân giải và xử lý các nội dung 3D
- **Haswell (4):** 22nm, Tiết kiệm điện gấp 20 lần dòng trước, chip đồ họa nâng cấp Iris/ Iris Pro
- **Broadwell (5):** 14nm, hiệu quả hơn 30% dòng trước, tiết kiệm pin, nâng cao hiệu suất
- **Skylake (6):** 14nm, hiệu năng tăng hơn dòng trước 10-30%
- **Kabylake (7):** 14nm, tập trung xử lý đồ họa, video với độ phân giải 4K, video 360 độ và VR thực tế ảo hiệu năng xử lý tăng 12%, duyệt web tăng 17%. Công nghệ này ứng dụng sản xuất laptop siêu mỏng
- **Coffelake (8):** 14nm, Khả năng xử lý đa nhiệm tăng 45%, dòng mạnh nhất (i7-8700K) có hiệu năng hơn 25% dòng mạnh nhất thế hệ trước (i7-7700K). Đặc biệt có dòng i3 tới 4 nhân thay vì 2; i5 và 7 là 6 nhân thay vì 4 như trước

Sự pt của bộ vi xử lý

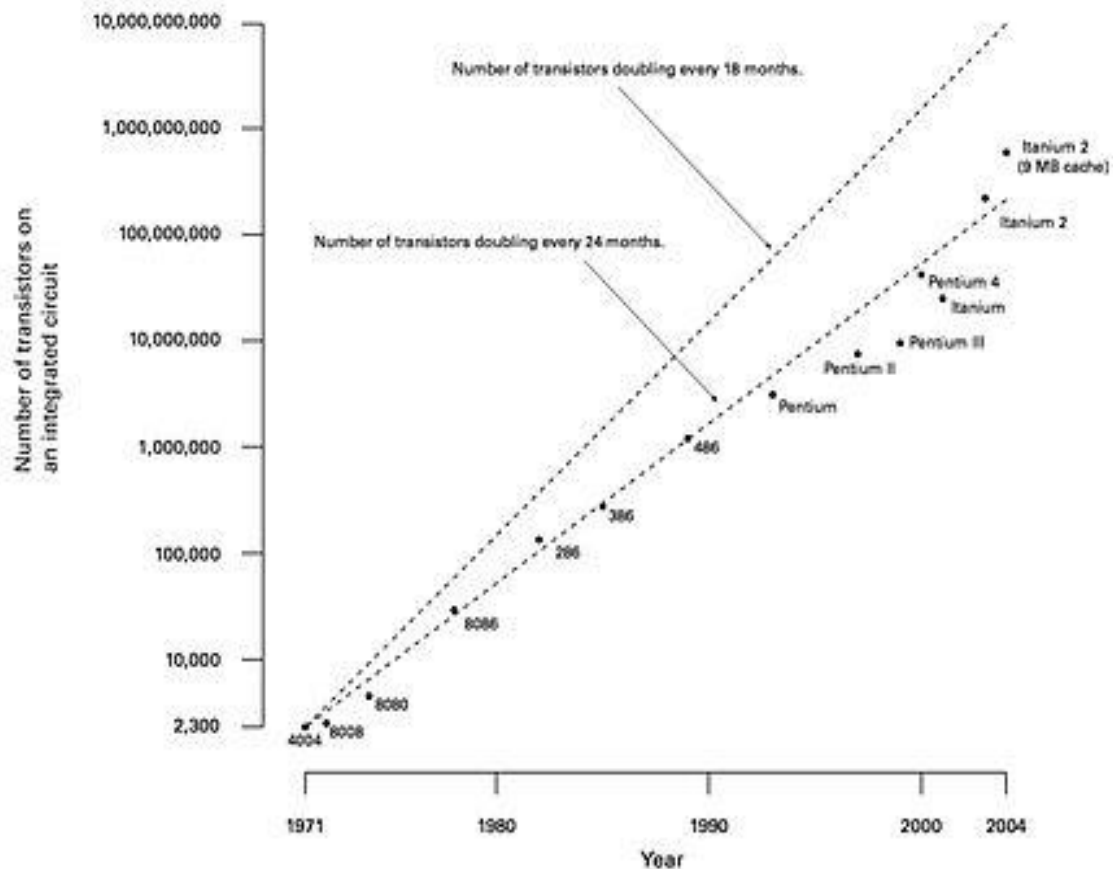


- **Pentium:**
 - Multiply instructions in parallel
- **Pentium Pro:**
 - Dự đoán, phân luồng dữ liệu
- **Pentium II:**
 - Xử lý đồ họa, video & audio
- **Pentium III:**
 - Thêm các lệnh xử lý dấu phẩy động cho đồ họa 3D
- **Pentim IV:**
 - Tăng cường xử lý số dấu phẩy động và multimedia
- **Duo Core:** 2 bộ xử lý / chip
- **Core 2 Quad:** 820 triệu transistor 4 bộ xử lý / chip
- **Core i:** Hyper threading, Turbo boost

Định luật MOORE



Moore's Law



Gordon Moore



Gordon Moore năm 2004

Sinh	3 tháng 1, 1929 (86 tuổi) San Francisco, California
Công việc	Retired / Chairman Emeritus, co-founder and former Chairman and CEO of Intel Corporation
Tài sản	▼ 3,7 tỷ đô la Mỹ (2006)

Định luật MOORE



- Số transistor trên chip sẽ gấp đôi sau 18 tháng
- Giá thành của chip hầu như không thay đổi
- Mật độ cao hơn, do vậy đường dẫn ngắn hơn
- Kích thước nhỏ dẫn đến độ phức tạp lớn hơn
- Ít điện năng tiêu thụ
- Ít các chip liên kết với nhau -> tăng độ tin cậy

NỘI DUNG



1. Chức năng và cấu trúc
2. Lịch sử hình thành
3. Phân loại máy tính
4. Khái niệm kiến trúc máy tính
5. Hiệu suất của máy tính

3. Phân loại máy tính



- Máy tính cá nhân (Personal Computers)
- Máy chủ (Server)
- Siêu máy tính (Super Computers)
- Điện toán đám mây (Cloud Computing)
- Khác (Other)

Máy tính cá nhân PC



- Desktop
- Laptop/Notebook/Portable
- Minitower



Máy chủ (Server)



- Là máy chuyên dụng thực hiện một nhiệm vụ.
- Hiệu năng và độ tin cậy cao
- Sử dụng lưu trữ và xử lý dữ liệu trong mạng



Siêu máy tính (Super Computer)

- Là máy tính vượt trội về khả năng và tốc độ xử lý, có thể XL hàng nghìn tỷ phép tính/s
- Có thể hiểu là hệ thống các máy tính làm việc song song
- Giá hàng triệu đến trăm triệu USD



Điện toán đám mây (Cloud Computing)



- Thuật ngữ ra đời năm 2007
- Sử dụng máy tính gồm nhiều server kết nối
- Cung cấp, cho thuê dịch vụ
- Amazon, Google, Microsoft...



Others



- Máy tính nhúng (Embedded computer)
 - Đặt ẩn trong máy tính khác
 - Thiết kế chuyên dụng
- Thiết bị di động (Personal Mobile Device)
 - Smartphone, Tablet
 - Kết nối Internet (Wifi, 3G..)



NỘI DUNG



1. Chức năng và cấu trúc
2. Lịch sử hình thành
3. Phân loại máy tính
4. Khái niệm kiến trúc máy tính
5. Hiệu suất của máy tính

4. Khái niệm kiến trúc máy tính



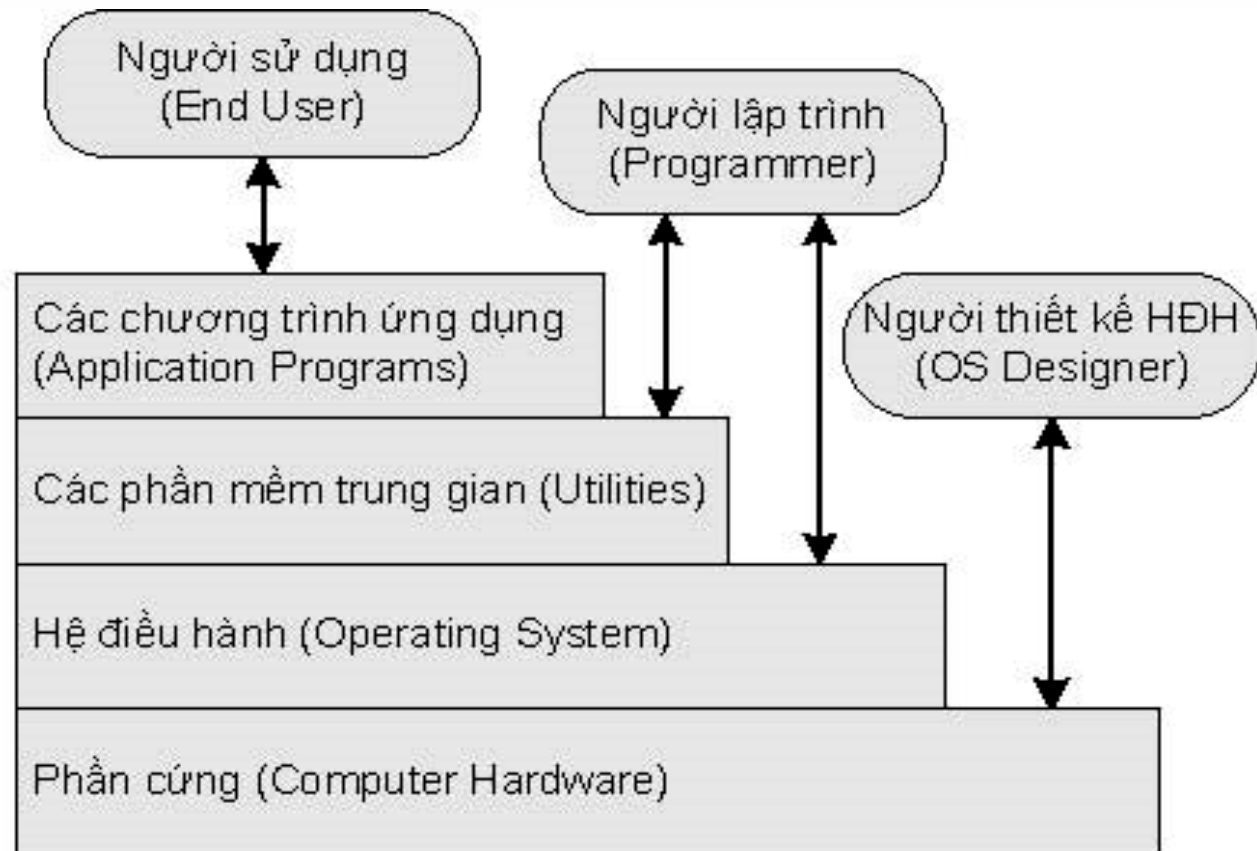
- Khái niệm
- Mô hình phân lớp
- Các mức mã hóa chương trình
- Phần cứng/ Phần mềm

K/n kiến trúc máy tính



- Kiến trúc máy tính bao gồm:
 - Kiến trúc tập lệnh (Instruction Set Architecture): Nghiên cứu máy tính dưới cái nhìn của người lập trình
 - Cấu trúc máy tính (Computer Organization): Đề cập đến các khối chức năng và liên hệ giữa chúng để thực hiện những đặc trưng của kiến trúc.
 - Phần cứng (Hardware): nghiên cứu thiết kế logic chi tiết và công nghệ đóng gói của máy tính.
- Cùng một kiến trúc tập lệnh có thể tạo ra nhiều sản phẩm khác nhau
- Kiến trúc tập lệnh pt chậm, kiến trúc phần cứng thay đổi nhanh chóng

Mô hình phân lớp của MT



- ❑ Phần cứng: hệ thống vật lý của máy tính
- ❑ Phần mềm: các chương trình và dữ liệu

Các mức mã hóa của chương trình



- Ngôn ngữ máy(Machine Language):
 - Tập hợp các chỉ thị máy (instruction)
 - Các lệnh, dữ liệu mã hóa theo nhị phân



Phần cứng & phần mềm



- **Phần cứng** (Hardware): Bao gồm các thành phần vật lý cấu thành lên hệ thống máy tính
- **Phần mềm** (Software): Bao gồm chương trình và dữ liệu
- **Phần dẻo** (Firmware): Bao gồm 2 thành phần trên

NỘI DUNG



1. Chức năng và cấu trúc
2. Lịch sử hình thành
3. Phân loại máy tính
4. Khái niệm kiến trúc máy tính
5. Hiệu suất của máy tính

5. Hiệu suất máy tính

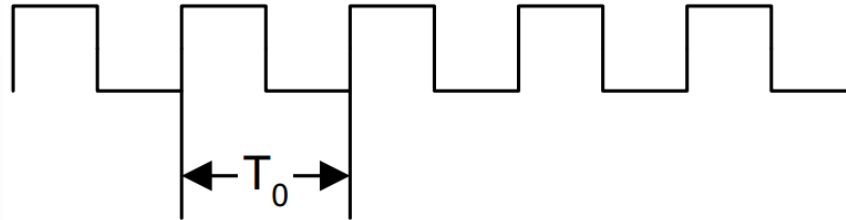


- Tốc độ xung nhịp của CPU
- Thời gian thực hiện của CPU
- Tổng chu kỳ xung nhịp
- Hiệu suất

Tốc độ xung nhịp của CPU



- Chu kỳ xung nhịp (clock period): T_0



- Tốc độ xung nhịp (Clock rate):

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

- $f_0 = 4\text{GHz} = 4 \cdot 10^9 \text{ Hz}$
- $T_0 = 1 / (4 \cdot 10^9) = 0.25 \cdot 10^{-9} = 0.25 \text{ (ns)}$

Thời gian thực hiện CPU



- Thời gian CPU thực hiện chương trình (CPU time)

$$t_{CPU} = n * T_0 = \frac{n}{f_0}$$

- n : tổng số chu kỳ của xung nhịp của chương trình
- t_{CPU} : t/g thực hiện chương trình

Ví dụ



- 2 máy A & B chạy **cùng một** chương trình

- $f_A = 4\text{GHz}$

- $t_B = 15\text{s}$

- $t_A = 20\text{s}$

- $n_B = 1.5 \text{ lần } n_A$

Xác định tốc độ xung nhịp cần thiết cho máy B

$$t = nT_0 = \frac{n}{f_0} \quad t_A = \frac{n_A}{f_A} \quad \Rightarrow n_A = t_A * f_A$$

$$f_B = n_B / t_B = 1.5n_A / t_B$$

$$f_B = 1.5t_A f_A / t_B = 1.5 \times 20\text{s} \times 4\text{GHz} / 15\text{s} = 8\text{GHz}$$

Tổng chu kỳ xung nhịp



- Số chu kỳ xung nhịp của 1 chương trình

$$n = IC * CPI$$

- IC - Instruction Count: Số lệnh của ctrình
- CPI- Cycles per Instruction: Số chu kỳ/1 lệnh

- Thời gian thực hiện CPU

$$t_{CPU} = n * T_0 = IC * CPI * T_0 = \frac{IC * CPI}{f_0}$$

Các lệnh khác nhau có thể có CPI khác nhau=> Tính CPI trung bình

Ví dụ

- Máy A có cùng kiến trúc tập lệnh với máy B
 - $CPI_A=4$ $CPI_B=3$
 - $T_A=200ns$ $T_B=400ns$

Xác định: Máy nào nhanh hơn, và nhanh hơn bao nhiêu lần?

Xét 2 máy chạy cùng 1 chương trình thì: $IC_A=IC_B$

$$\begin{aligned} \frac{t_A}{t_B} &= \frac{n_A * T_A}{n_B * T_B} = \frac{IC_A * CPI_A * T_A}{IC_B * CPI_B * T_B} \\ &= \frac{CPI_A * T_A}{CPI_B * T_B} = \frac{4 * 200ns}{3 * 400} = \frac{2}{3} \end{aligned}$$

Tổng chu kỳ xung nhịp



- Lệnh có chu kỳ **khác nhau**

$$n = \sum_{i=1}^k (IC_i * CPI_i)$$

- CPI trung bình

$$CPI_{TB} = \frac{1}{IC} \sum_{i=1}^k (IC_i * CPI_i)$$

Ví dụ



- Cho bảng chia ra các dãy lệnh sử dụng các lệnh thuộc A, B, C. Tính **CPI trung bình** của các dãy lệnh đó?

Loại lệnh	A	B	C
CPI theo loại lệnh	1	2	3
IC trong dãy lệnh 1	10	20	10
IC trong dãy lệnh 2	50	20	10

Kết quả:

Dãy lệnh 1: Số lệnh = 40

Số chu kỳ = $n = 1 \cdot 10 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 10 = 80$

$CPI_{TB} = n / IC = 80 / 40 = 2.0$

Dãy lệnh 2: Số lệnh = 80

Số chu kỳ = $n = 1 \cdot 50 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 10 = 120$

$CPI_{TB} = n / IC = 120 / 80 = 1.5$

Ví dụ



- CPU hoạt động với tần số 2GHz. Tính thời gian thực thi của chương trình biết số lệnh của từng nhóm*

Loại lệnh	Add	Store	Load
CPI theo loại lệnh	1	2	3
IC trong c/trình 1	500	100	50
IC trong c/trình 2	500	50	100

$$n_1 = (500 * 1 + 100 * 2 + 50 * 3) = 850$$

$$t_1 = n_1 * T_1 = n_1 / f_1 = 850 / (2 * 10^9) = 425ns$$

$$n_2 = (500 * 1 + 50 * 2 + 100 * 3) = 900$$

$$t_2 = 900 / (2 * 10^9) = 450ns$$

Hiệu suất



■ Hiệu suất (Performance)

- P: Hiệu suất
- T: thời gian thực hiện: Tg chạy một chương trình trên 1 máy tính nào đó

$$P = \frac{1}{t}$$

■ Hiệu suất tỷ lệ nghịch với thời gian

$$\frac{t_A}{t_B} = \frac{P_B}{P_A} = k$$

- $t_{CPU} = n * T_0 = IC * CPI * T_0 = IC * CPI / f_0$

HẾT CHƯƠNG I