

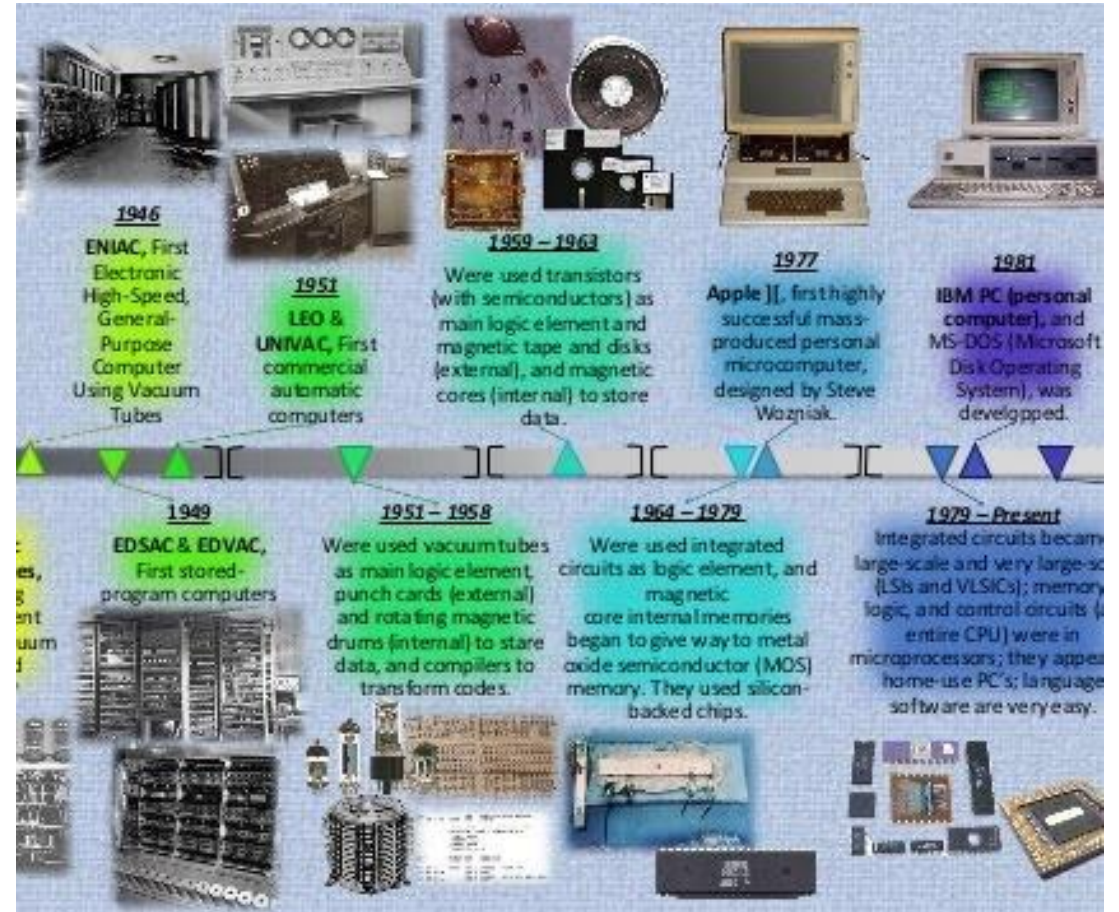


Computer Systems

OS & Hardware Introduction

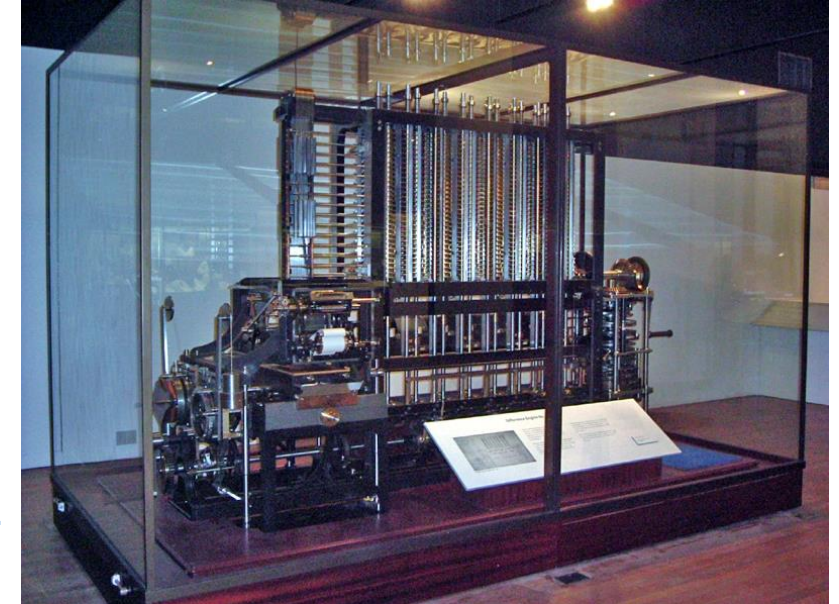
# Computer: geschiedenis

- “Computers” bestaan al langer dan we denken.
- Eerste “computer” reeds in 19de eeuw.



# Eerste computer

- 1821: Charles Babbage "Difference Engine"
  - Mechanisch rekenmachine
  - Enkel theoretisch, nooit gebouwd
  - 25000 onderdelen, 15 ton
- 1842: Charles Babbage "Difference Engine nr 2"
  - Mechanisch programmeerbaar rekenmachine
  - Theoretisch, pas gebouwd in 1985-1991
  - 8000 onderdelen, 2.6 ton
- <https://cdn.jwplayer.com/previews/RucfGMak>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XSkGY6LchJs>



# Belangrijke milestones

- Ada Lovelace (1852): eerste algoritme dat kon uitgevoerd worden op een machine.
- Alan Turing (1936): Turing machine:
  - Grondlegger voor moderne computers
    - De Turing Machine

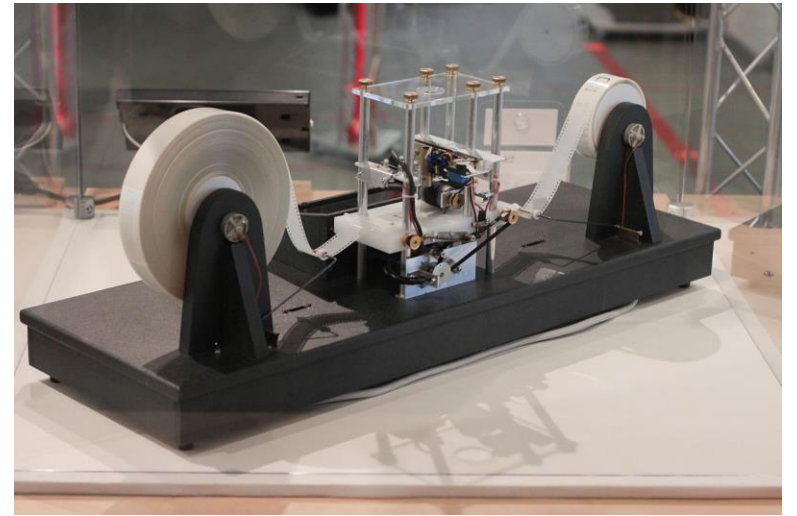


# Turing machine

- Hoeveel berekeningen kan een mens maken?
  - Niet door te doen wat hij al kent
  - Maar door een exacte volgorde van stappen te gebruiken

*“It is possible to invent a single machine which can be used to compute any computable sequence. If this machine **U** is supplied with the tape on the beginning of which is written the string of quintuples separated by semicolons of some computing machine **M**, then **U** will compute the same sequence as **M**.”*

- [https://www.youtube.com/watch?v=-ZS\\_zFg4w5k](https://www.youtube.com/watch?v=-ZS_zFg4w5k)
- <https://www.youtube.com/watch?v=dNRDvLACg5Q>

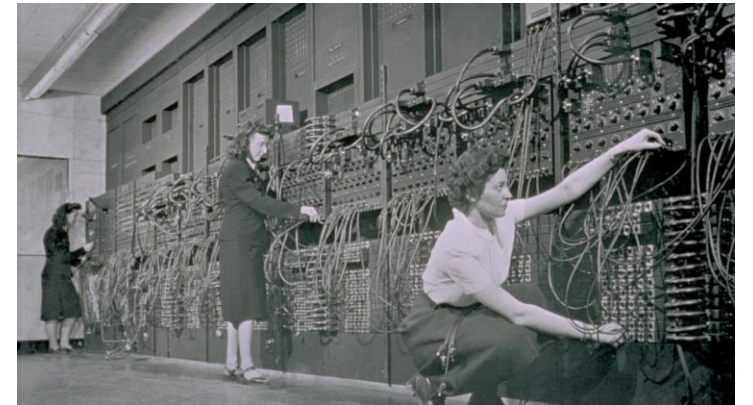


# Turing machine

- Bestaat uit:
  - Oneindige tape dat verdeeld is in cellen
  - Een lees/schrijfkop
  - State register: houdt bij in welke status de machine is
  - Eindige tabel met instructies (statussen):
    - Huidige status en symbool onder leeskop bepalen welke stappen moeten voldaan worden:
      - Lees of schrijf een symbool
      - Beweeg de kop
      - Blijf in huidige status of ga naar volgende status.
  - Turing machine heeft altijd een "**stop status**"

# Belangrijke milestones

- 1939: HP opgericht door David Packard en Bill Hewlett
- 1945: Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC)
- 1954: FORTRAN eerste programmeertaal.



# Belangrijke milestones

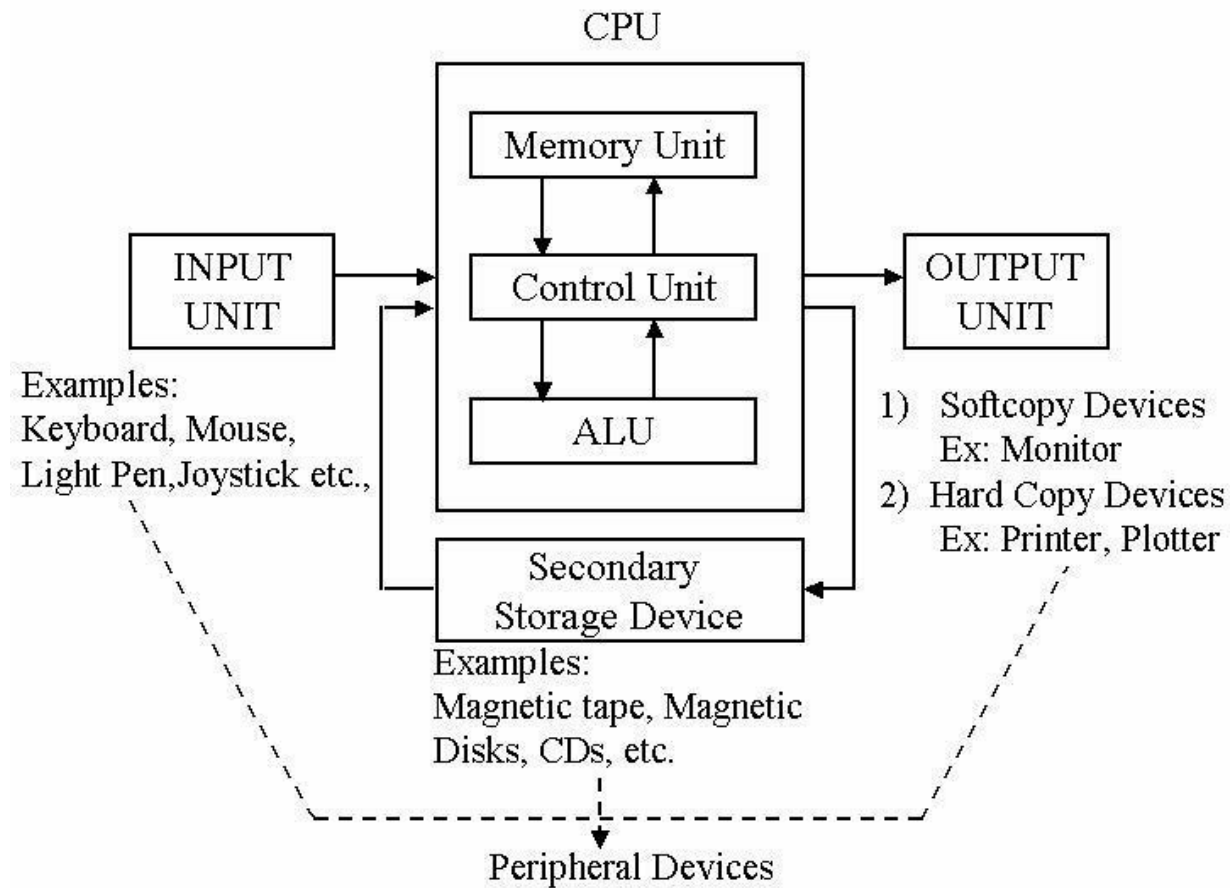
- 1976: Steve Jobs en Steve Wozniak lanceren Apple I
- 1981: IBM lanceert eerste PC “Acorn”
- 1984: Apple Macintosh
- 1999: Wifi ontwikkeld
- 2003: Eerste 64 bit processor door AMD
- 2005: Android wordt opgekocht door Google
- 2010: Ipad gelanceerd
- 20??: ????????????



- Gedetailleerde tijdslijn:

- <https://www.computerhistory.org/timeline/computers/>
- <https://www.livescience.com/20718-computer-history.html>

# Computer: hardware



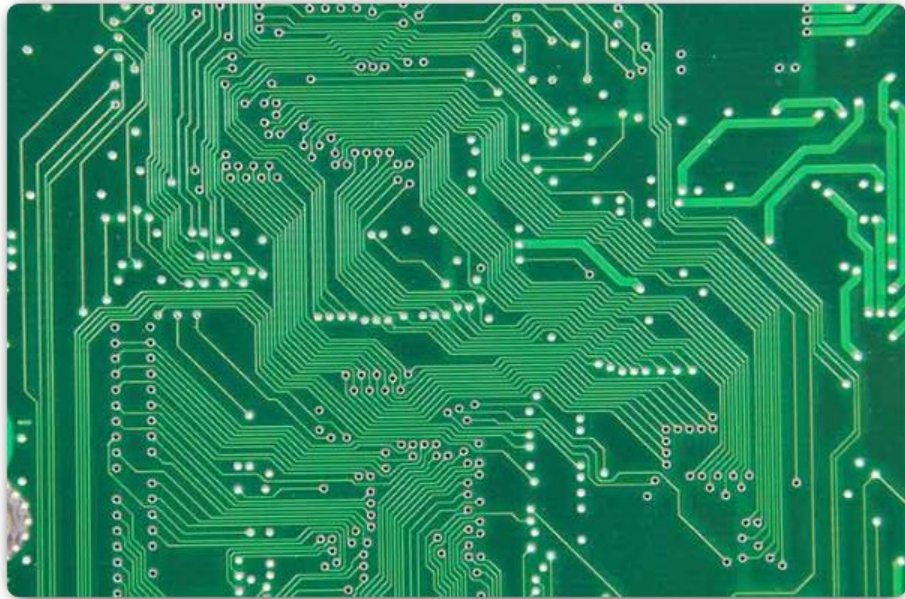
# Power Supply Voltage

- The different connectors in a power supply also provide different voltages.
- The most common voltages supplied are 3.3 volts, 5 volts, and 12 volts.
- The 3.3 volt and 5 volt supplies are typically used by digital circuits, while the 12 volt supply is used to run motors in disk drives and fans.
  - Power supplies can also be single rail, dual rail, or multi rail.
  - A rail is the printed circuit board (PCB) inside the power supply to which the external cables are connected.

**A computer can tolerate slight fluctuations in power, but a significant deviation can cause the power supply to fail.**



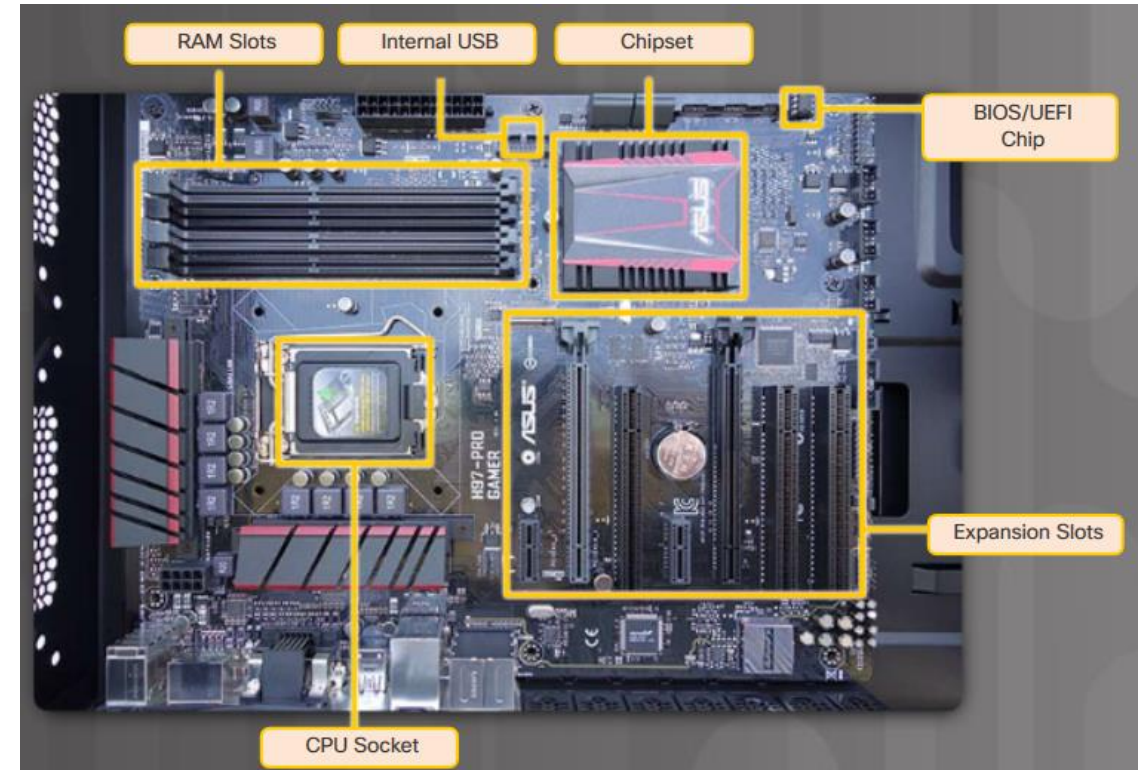
# Motherboards



- The motherboard is the backbone of the computer.
- It is a printed circuit board (PCB) that contains buses, or electrical pathways, that interconnect electronic components.
- These components may be soldered directly to the motherboard, or added using sockets, expansion slots, and ports.

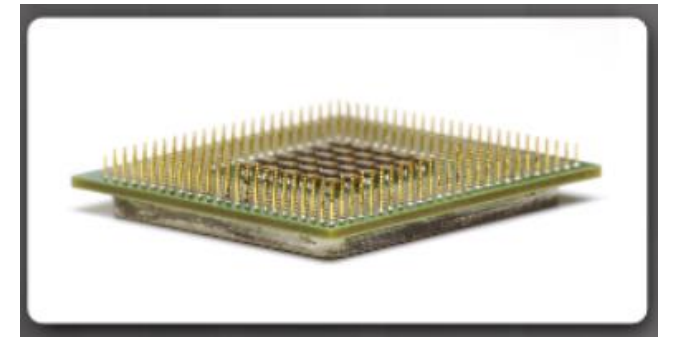
# Motherboard Components

- Major components on a motherboard include:
  - Central Processing Unit (CPU)
  - Random Access Memory (RAM)
  - Expansion slots
  - Chipset
  - Basic input/output system (BIOS) chip and Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) chip
  - SATA connectors
  - Internal USB connector



# What is CPU?

- The central processing unit (CPU) is responsible for interpreting and executing commands.
- The CPU is a small microchip that resides within a CPU package.
- The CPU socket is the connection between the motherboard and the processor.
- Modern CPU sockets and processor packages are built in following architectures:
  - **Pin Grid Array (PGA)** - the pins are on the underside of the processor package and is inserted into the motherboard CPU socket.
  - **Land Grid Array (LGA)** - the pins are in the socket instead of on the processor.





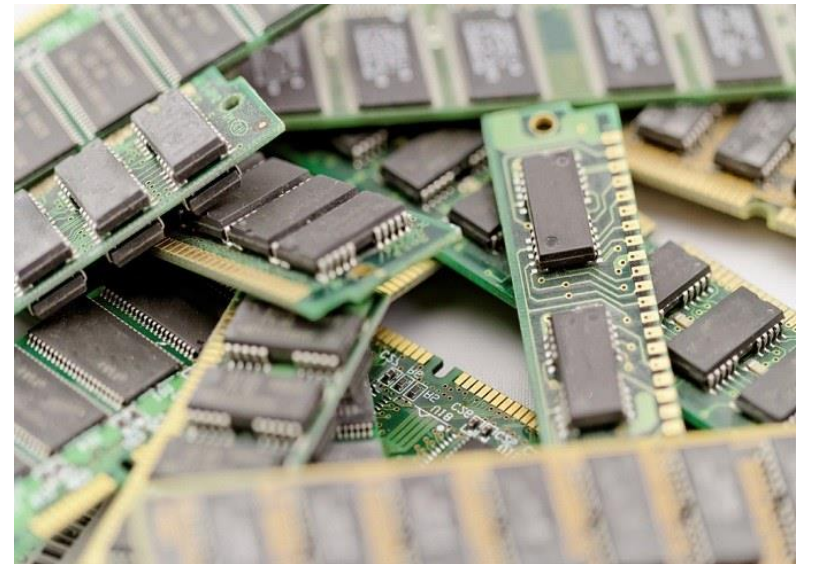
# Cooling Systems

- Computer components perform better when kept cool.
- Computers are kept cool using active and passive cooling solutions.
- Active solutions require power while passive solutions do not.
- Passive solutions for cooling usually involve reducing the speed at which a component is operating or adding heat sinks to computer chips.
- A case fan is considered as active cooling.



# Types of Memory

- A computer might use different types of memory chips.
- All memory chips store data in the form of bytes.
  - A byte is a block of eight bits stored as either 0 or 1 in the memory chip.
- **Read-Only Memory (ROM)** – such as ROM chip.
- **Random Access Memory (RAM)** is the temporary working storage for data and programs that are being accessed by the CPU. RAM is volatile memory.
- Adding more RAM in a computer enhances the system performance. However, the maximum amount of RAM that can be installed is limited by the motherboard.



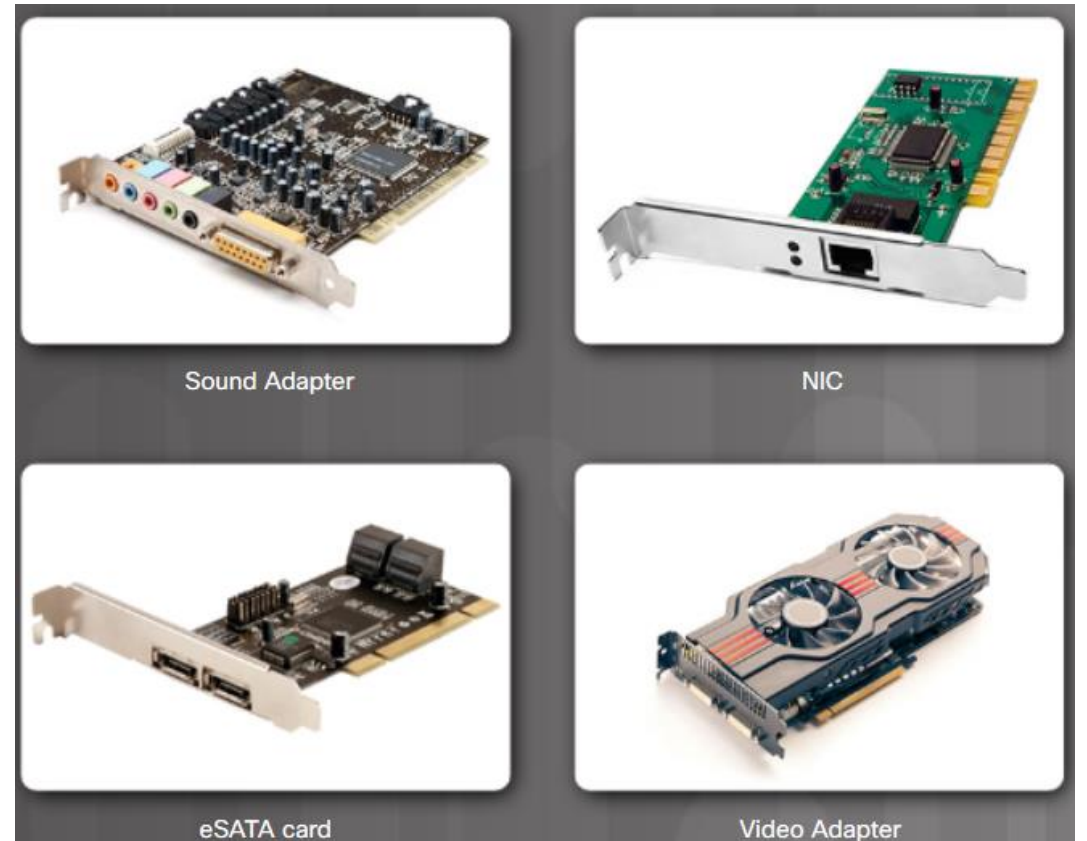
# Memory Modules

- Memory chips are soldered to a circuit board to create a memory module which is placed into a memory slot on the motherboard.
- Different types of memory modules include: **DIP**, **SIMM**, **DIMM** **memory**, and **SODIMM**.
- The speed of memory has a direct impact on how much data a processor can process in a given period of time.
- The fastest memory is typically static RAM (SRAM) which is used as cache memory



# Adapter Cards

- Adapter cards increase the functionality of a computer by adding controllers for specific devices or by replacing malfunctioning ports.
- Common adapter cards include:
  - Sound adapter
  - Network Interface Card (NIC)
  - Wireless NIC
  - Video adapter or display adapter
  - Capture card
  - TV tuner card
  - Universal Serial Bus (USB) controller card
  - eSATA card



# Adapter Cards (Cont.)

- Computers have expansion slots on the motherboard to install adapter cards.
- The type of adapter card connector must match the expansion slot.
- Common expansion slots include:
  - Peripheral Component Interconnect (PCI)
  - Mini-PCI
  - PCI eXtended (PCI-X)
  - PCI Express (PCIe)
  - Riser card
  - Accelerated Graphics Port (AGP)



# Types of Storage Devices

- Data drives provide non-volatile storage of data.
- Some drives have fixed media, and other drives have removable media.



Hard Disk Drive



Optical Drive



Solid State Drive



Tape Drive

- Data storage devices can be classified according to the media on which the data is stored:
  - Magnetic – like hard disk drive and tape drive
  - Solid state – like solid state drive
  - Optical – like CD and DVD



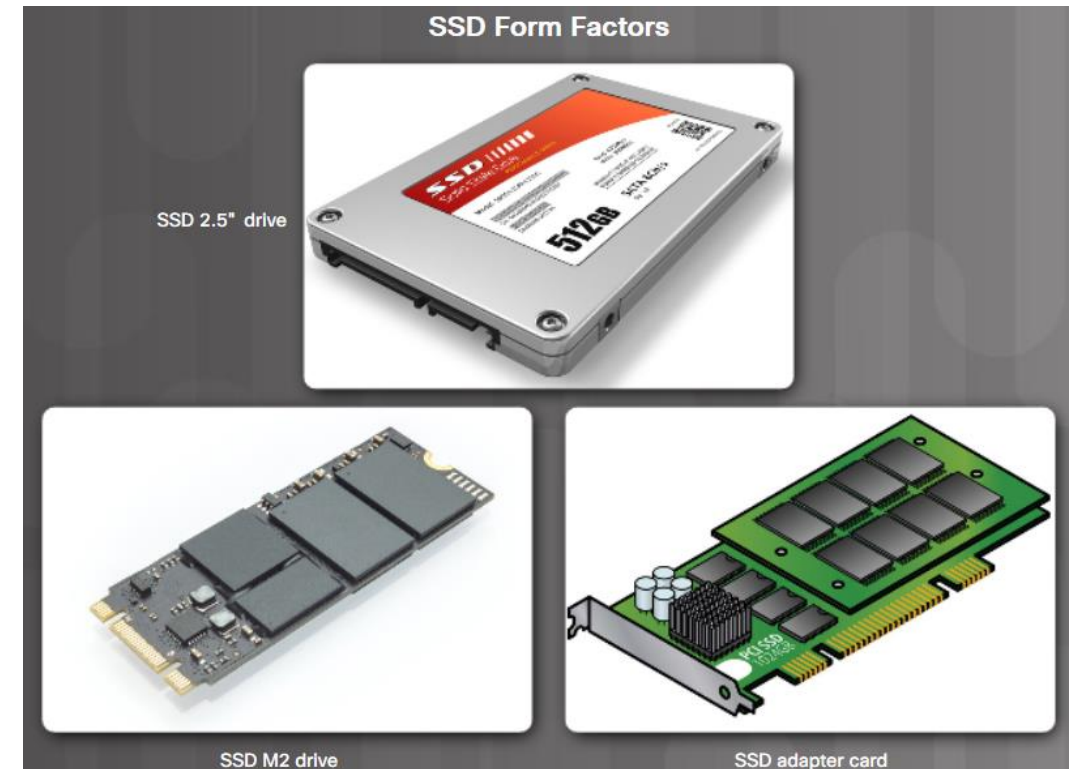
# Magnetic Media Storage

- This type of storage represents binary values as magnetized or non-magnetized physical areas of magnetic media.
- Common types of magnetic media storage drives:
  - Hard Disk Drive (HDD) – the traditional magnetic disk devices with storage capacity ranging from gigabytes (GBs) to terabytes (TBs).
  - Tape Drive – most often used for archiving data.
    - Tape drives use a magnetic read/write head and removable tape cartridge.
    - Common tape storage capacities vary between a few GBs to many TBs.



# Semiconductor Storage

- Solid-state drives (SSD) store data as electrical charges in semiconductor flash memory. This makes SSDs much faster than magnetic HDDs.
- SSDs have no moving parts, make no noise, are more energy efficient, and produce less heat than HDDs.
- SSDs come in three form factors:
  - Disc drive form factor – similar to an HDD
  - Expansion cards – plugs directly into the motherboard and mounts in the computer case like other expansion cards
  - mSata or M.2 modules – these packages may use a special socket. **M.2** is a standard for computer expansion cards.



# Semiconductor Storage (Cont.)

- The Non-Volatile Memory Express (**NVMe**) specification was developed specifically to allow computers to take greater advantage of the features of SSDs by providing a standard interface between SSDs, the PCIe bus, and operating systems.
- NVMe allows compliant SSD drives to attach to the PCIe bus without requiring special drivers.
- Solid State Hybrid Drives (**SSHDs**) are a compromise between a magnetic HDD and an SSD.
  - They are faster than an HDD but less expensive than an SSD.
  - They combine a magnetic HDD with onboard flash memory serving as a non-volatile cache.

# Video Ports and Cables

- A video port connects a monitor to a computer using a cable.
- Video ports and monitor cables transfer analog signals, digital signals, or both.
- Video ports and cables include:
  - Digital Visual Interface (DVI)
  - DisplayPort
  - High-Definition Multimedia Interface (HDMI)
  - Thunderbolt 1 or 2
  - Thunderbolt 3
  - Video Graphics Array (VGA)
  - Radio Corporation of America (RCA)



# Other Ports and Cables

- Input/output (I/O) ports on a computer connect peripheral devices, such as printers, scanners, and portable drives.

- A computer may have other ports:

- Personal System 2 (PS/2)
- Audio and game port
- Network
- Serial AT Attachment (SATA)
- Integrated Drive Electronics (IDE)
- The Universal Serial Bus (USB)



# Input/output

- Keyboard, mouse
- Sensors op je smartwatch
- Scherm
- Printer
- ....





# Besturingssystemen:

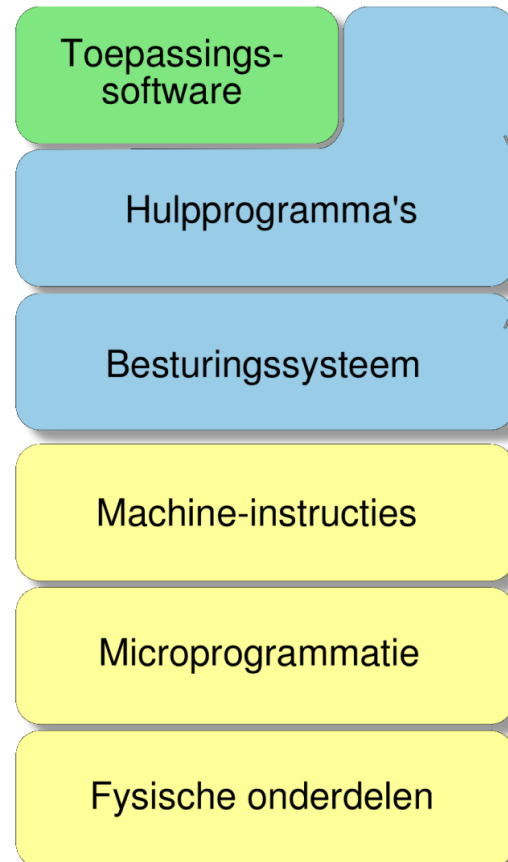
- Situering
- Evolutie
- Functies van een besturingssysteem
- Taken van een besturingssysteem

# Waarom gebruiken we computers?



# Situering

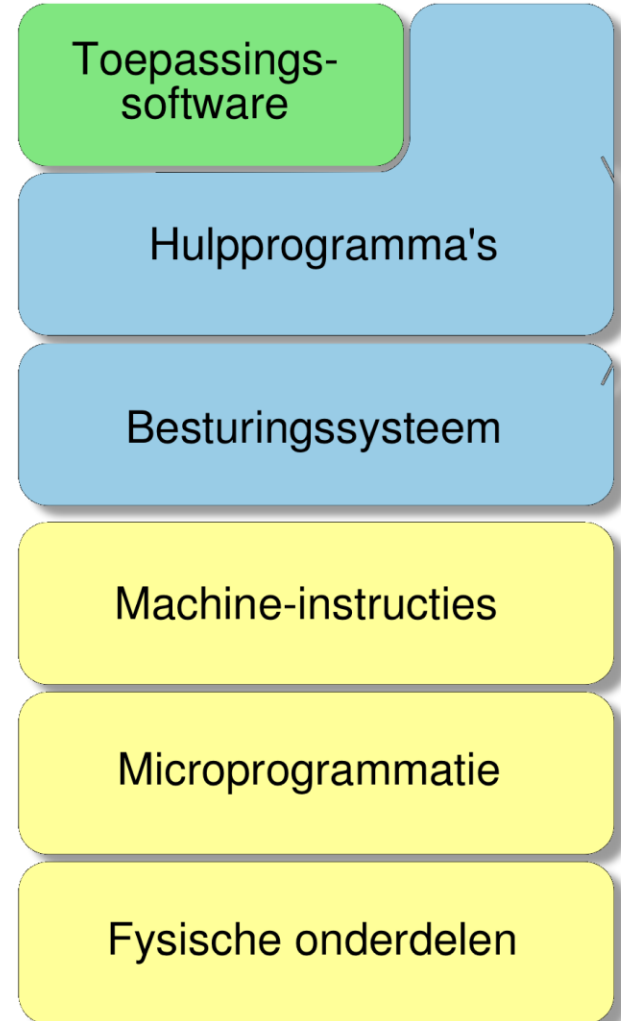
- Doel van een computersysteem = toepassingssoftware schrijven en gebruiken
- Maar...



Toepassingssoftware is slechts een klein deel van het hele computersysteem!

# Situering

- Software onderverdeeld in toepassingen en systeemsoftware
- Systeemsoftware
  - Besturingssysteem
  - Hulpprogramma's (bv. Verkenner, compilers, ...)
- Hardware



# Besturingssysteem

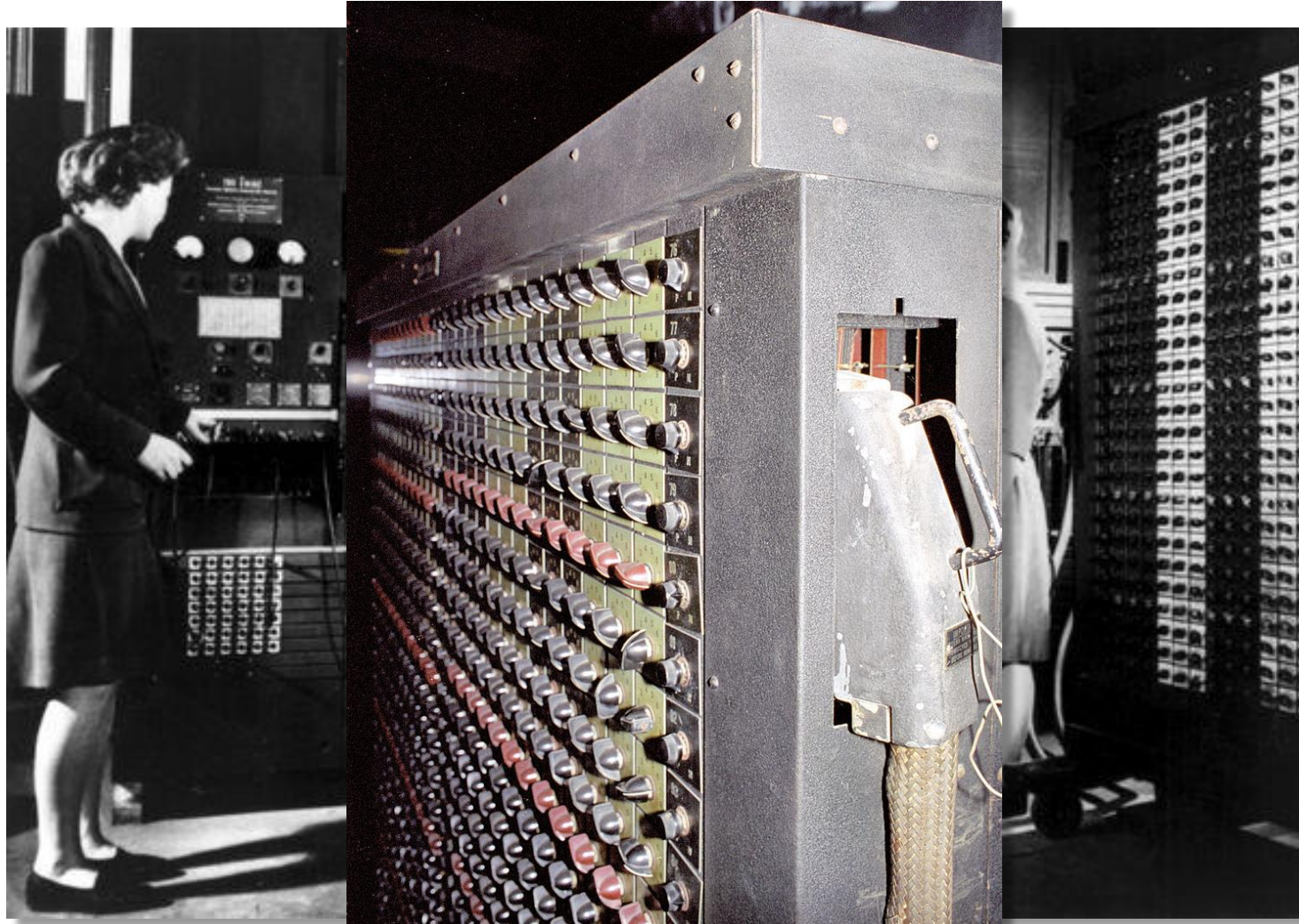
- Besturingssysteem = een programma dat werkt als “tussenpersoon” tussen een gebruiker van een computersysteem en de computerhardware
- Voornaamste doelen:
  - Programma's uitvoeren en beheren
  - Gebruiksvriendelijkheid bevorderen
  - Hardware efficiënt gebruiken

# Besturingssystemen:

- Evolutie
- Functies van een besturingssysteem
- Taken van een besturingssysteem



# ENIAC (°1946)



# Ponskaarten

C- FOR CURRENT		FORTTRAN STATEMENT																																																																															PROJ039	
STATEMENT NUMBER	CONTINUATION																																																																																CLASSIFICATION	
00000	0	Z(1) = Y + W(1)																																																																															00000000	
11111	1																																																																																11111111	
22222	2																																																																																22222222	
33333	3																																																																																33333333	
44444	4																																																																																44444444	
55555	5																																																																																55555555	
66666	6																																																																																66666666	
77777	7																																																																																77777777	
88888	8																																																																																88888888	
99999	9																																																																																99999999	

IBM 680157

# Planningsproblemen

- Programmeur krijgt tijdsblok om de computer te gebruiken
- Maar...
  - Wat als het vorige programma aan het begin van dit tijdsblok nog niet klaar is?
  - Wat als het vorige programma veel vroeger klaar is?
  - Hoe weet de programmeur hoeveel tijd hij moet reserveren?
- Onaanvaardbaar dat zo'n duur systeem door planningsproblemen soms niets aan het doen is...

# Menselijke operator

- Menselijke operator zorgt voor planning
  - Programmeurs brengen hun programma (op ponskaarten)
  - Operator bepaalt volgorde



# Programmeren in 1950-1975

## Stap 1



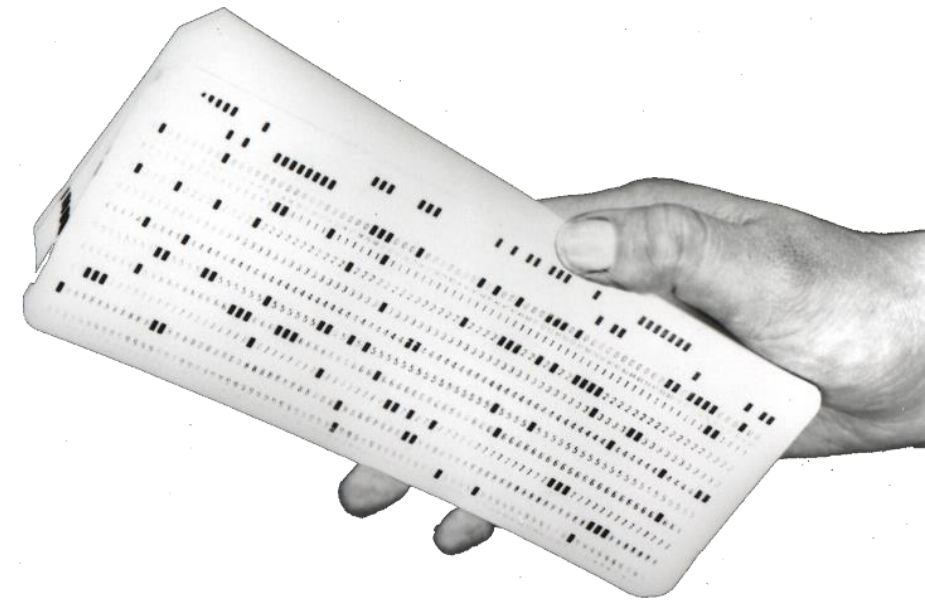
# Programmeren in 1950-1975

## Stap 2



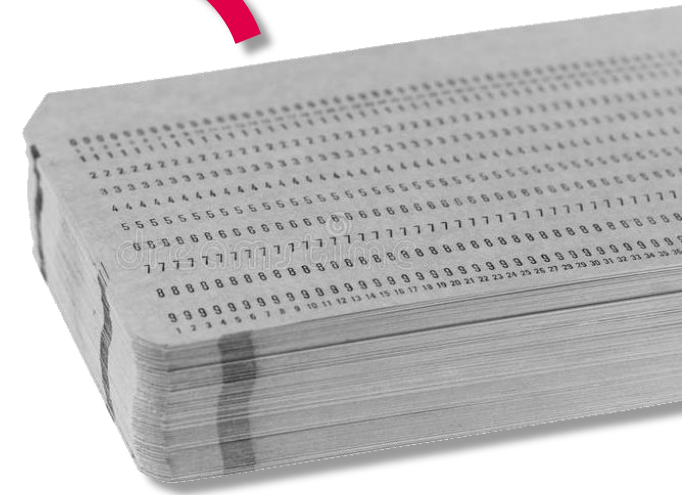
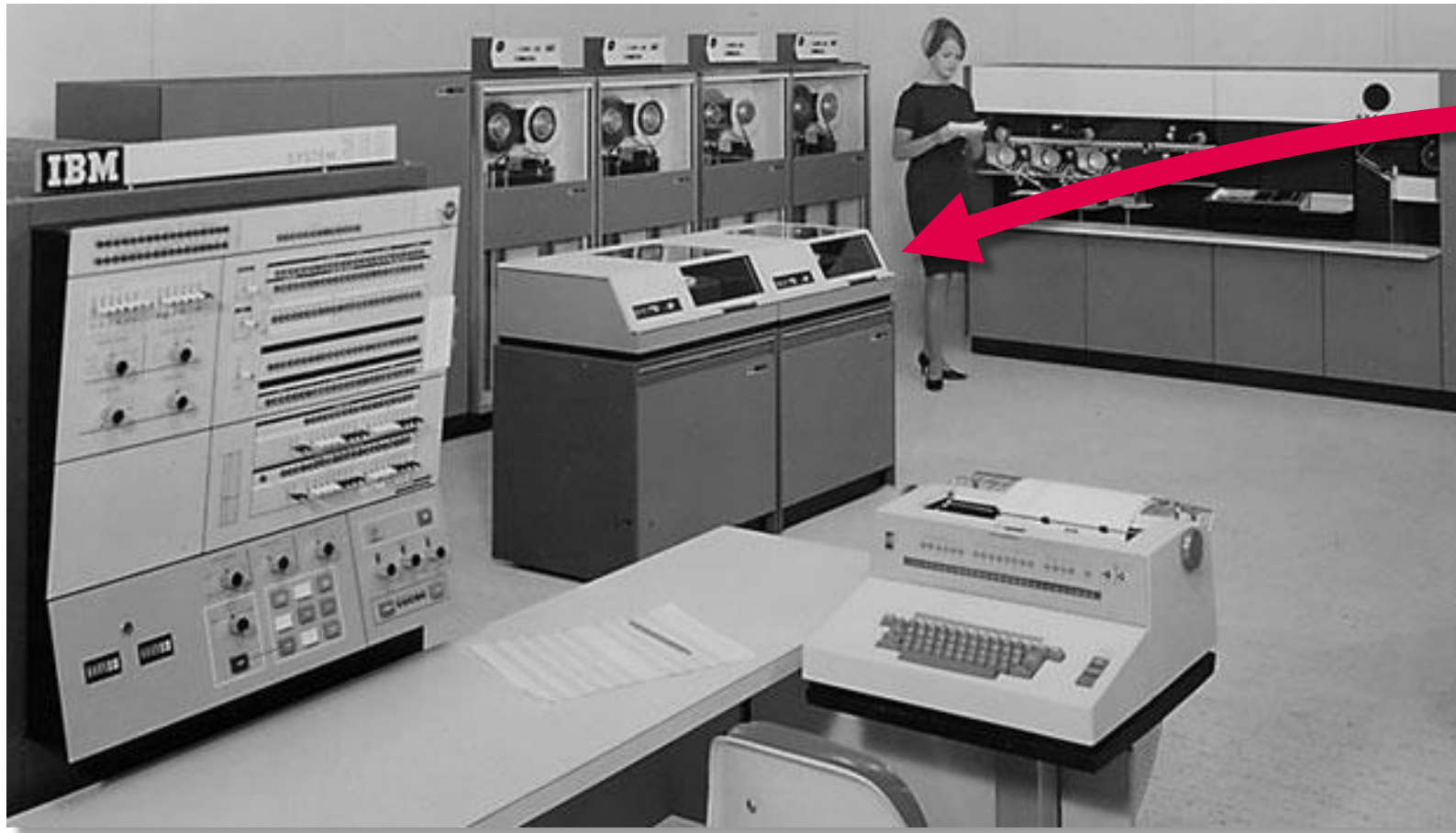


# Programmeren in 1950-1975



## Stap 3

# Programmeren in 1950-1975



## Stap 4

# Programmeren in 1950-1975



## Stap 5

# Programmeren in 1950-1975

## Stap 6



# Menselijke operator

- Operator houdt gegevens bij over computergebruik
  - Gebruikte tijd
  - Operator interventies
  - Aantal gelezen ponskaarten
  - ...
- Computergebruik wordt gefactureerd
- Werkte zeer goed, tot computers krachtiger werden...

# Krachtigere computers

- Computers worden **krachtiger**  
⇒ Minder tijd nodig om een programma uit te voeren

Maar de operator heeft nog steeds evenveel tijd nodig om deze in te laden en op te starten...

- Gevolg:
  - Fabrikanten leveren uitgebreide ingebouwde **bibliotheken** mee met het computersysteem die het computergebruik beheren



# Eerste besturingssystemen

- Bibliotheken voor...
  - opstarten van programma's
  - bijhouden van facturatiegegevens
  - vaak gebruikte routine's (bv. in- en uitvoer)
  - ...
  - beheer en bescherming (tegen misbruik) van hulpmiddelen  
→ eerste OS

# Eerste échte besturingssysteem

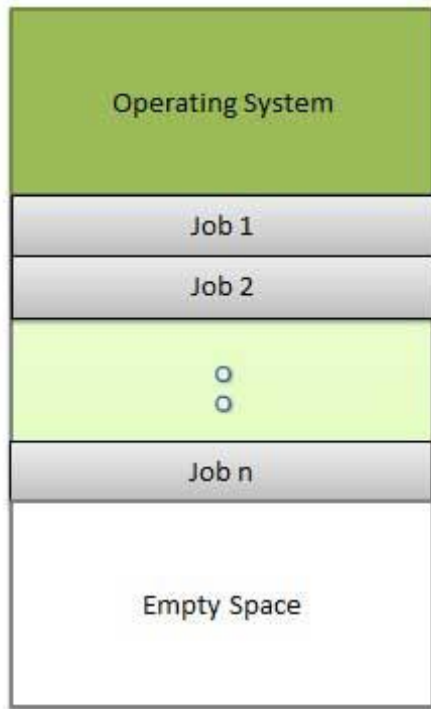
- Gebruik van **residente monitors**
  - **Resident**: steeds aanwezig in het geheugen
  - **Monitor**: staat in voor controle van het systeem
- Programma uitvoeren
  - Spring naar eerste lijn
  - Na afloop, spring naar residente monitor

# Batch-besturingssystemen

- Eerste eenvoudige **batch-besturingssystemen**
  - Programma's als globaal pakket aan computersysteem doorgeven
  - Besturingssysteem voert programma's één na één uit zonder tussenkomst van de gebruiker
- Batch-processing heeft **efficiëntieproblemen**
  - Processor wordt niet gebruikt tijdens afhandelen van I/O

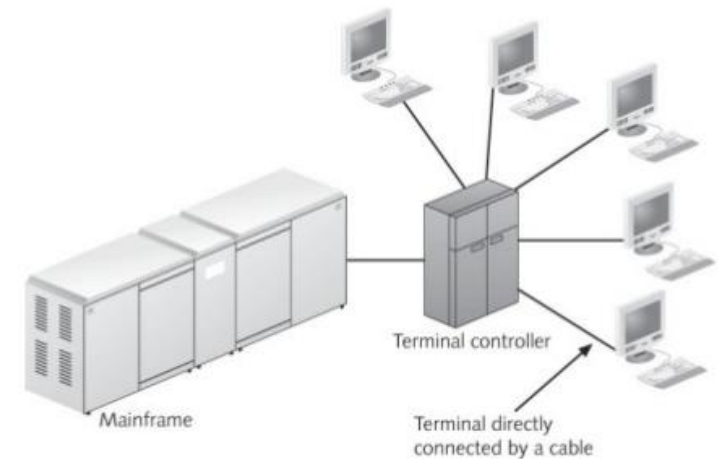
# Multiprogrammatie

- **Multiprogrammatie** als oplossing
  - Meerdere programma's aanwezig in het geheugen
  - Eerste programma moet wachten?  
=> start tweede programma, totdat dat moet wachten  
=> start eerste programma terug (als dat al klaar is), of een derde programma
- Processor is veel vaker in gebruik 😊
- Oneindige lus in programma? 😞



# Time Sharing

- Multiprogrammatie-systemen zijn **niet interactief**
- **Idee**: meerdere gebruikers aan één computer
  - Processor is om de beurt bezig met een gebruiker
  - Elke gebruiker heeft illusie het volledige systeem te bedienen
  - **Time sharing**
  - Wat als een programma nooit I/O doet?
    - => niet enkel wisselen van programma bij wachten, maar ook na bepaald verloop van tijd
  - Interactief werken wordt mogelijk
- Ook nog batch-processing op de achtergrond
  - Wanneer processorbelasting laag is



# Soorten computers

- Na een tijd werd er een onderscheid gemaakt tussen soorten computers:
  - Minicomputers (jaren 60)
  - Mainframe als naam voor grote computers





- Opk
- mar
- Mee
- gebr
- inte
- Vb.

L-02

Price List  
LINC - Laboratory Instrument Computer  
April 1, 1965

Basic System Includes Scope, LINC Tape Transport, Terminal Interface Box, Connecting Cables, 2048 Words of Memory	\$43,600
LINC Dual Tape Transport	\$ 3,300
Cable for Tape Transport	\$ 75
Scope Without Plug-ins	\$ 975
Scope Plug-in's each	\$ 225
Blank Data Terminal Plug-in	\$ 250
Data Terminal Plug-in with Input Connections, A to D Inputs, Relay Contact Outputs & Digital Inputs	\$ 500
Data Terminal Frame	\$ 800
ASR-33	\$ 1,200
Interface Logic for ASR-33 (Need Blank Plug-in)	\$ 1,350
Basic System with 1024 Words of Memory	\$42,000

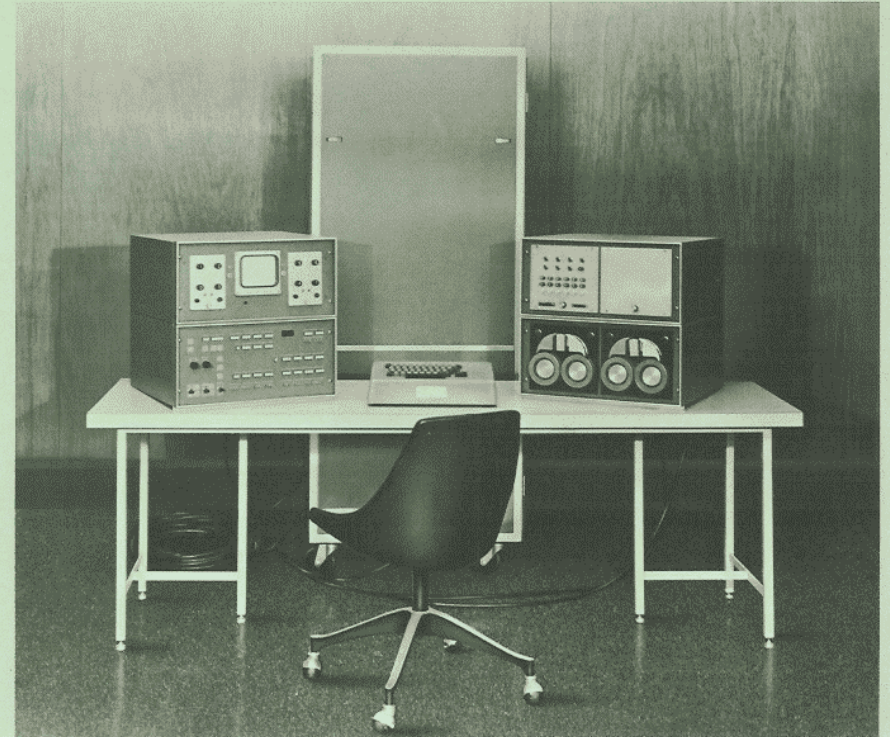
Prices quoted are effective April 1, 1965, FOB Maynard, Massachusetts, and apply in the continental United States only. Federal, state or local taxes are not included. Option prices are for factory installation; field installation prices will be quoted upon request. Quantity prices quoted on request. All prices are subject to change without notice.

DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION · MAYNARD, MASSACHUSETTS

P4033

Printed in U.S.A.

5-4/65



## LINC SPECIFICATIONS

LINC is designed with the laboratory in mind. Where space is limited, any or all of the four operator modules — Console, Terminal, LINC Tape, and Display — can be readily moved to an operator's station up to 30 feet away. The electronics cabinet can then be rolled on built-in

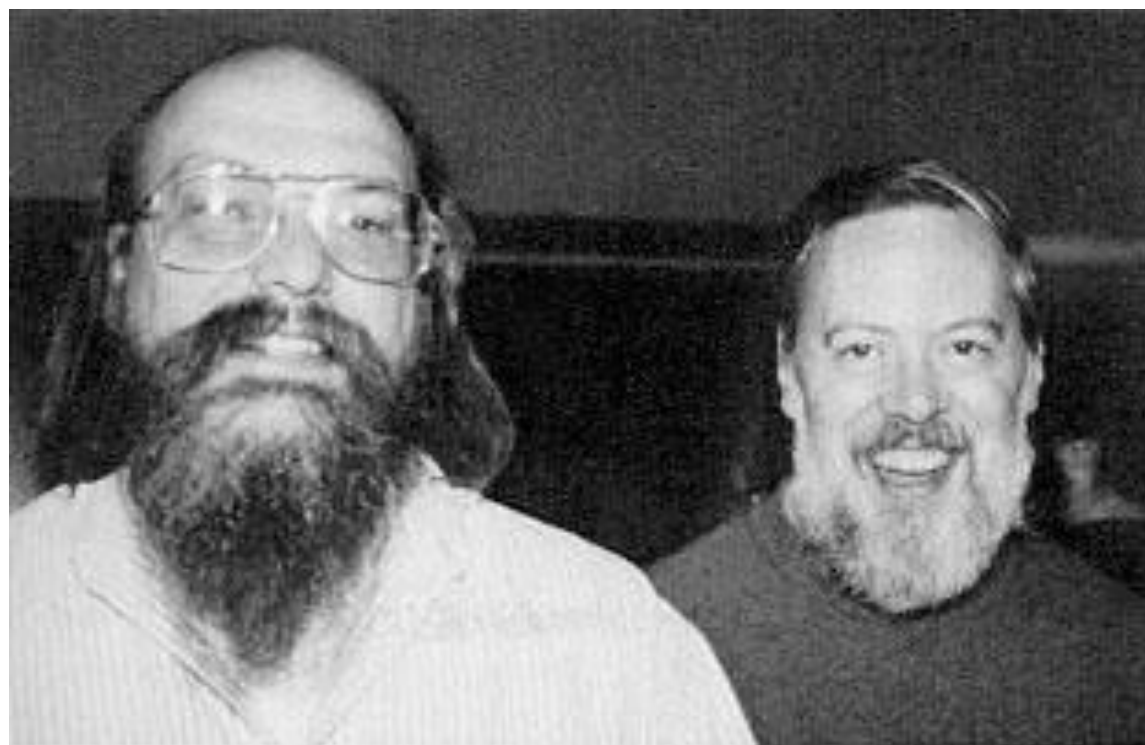
casters out of the immediate working area. All the usual operations are controlled at the modules, which can be placed on a table or mounted in an equipment frame. One operator module occupies just over two square feet of bench area.

Basic Specifications		Output channels	
Word length	12 bits	2 analog for displays and plotters	2 digital, 12-bit
Arithmetic	1's complement	6 sets relay contacts (DPDT)	16 digital pulse lines
Memory	2048 words, 8 microseconds	Power requirement	1000 watts, 115 volts
Instructions	48, including high-speed multiply, half-word, mag tape	Standard System	
Input channels	16 analog. Converts a voltage to an 8-bit digital number and stores it in memory at a rate of about 30,000 per second	Console Module	— for numerous controls and indicators
	4 digital, 12-bit. Transfer rate, 125,000 words per second max	Terminal Module	— front panel connections for I-O
		Display Module	— mounting one oscilloscope and controls
		LINC Tape Module	— containing LINC dual transport
		Keyboard	— for information input
		Electronics Cabinet	— containing the central processor and associated circuits



# Besturingssystemen

- Elk nieuw model had een nieuw besturingssysteem
  - ⇒ Zware inspanning voor fabrikant en gebruiker
  - ⇒ Bij upgrade naar nieuw systeem moeten alle programma's herschreven worden
- IBM lanceert familie van computersystemen (**System/360**)
  - Zelfde besturingssysteem voor elk nieuw model
  - **OS/360**



# UNIX

- **UNIX** in de wetenschappelijke wereld
  - Niet ontwikkeld door computerfabrikant
  - Klein besturingssysteem
    - Multiprogrammatie
    - Meerdere gebruikers
  - Op elke hardware bruikbaar (mits kleine aanpassingen)
  - Niet geschreven in assembleertaal, maar in **C** (dat daarvoor werd ontwikkeld)

# Personal Computer

- Eind jaren 70 bracht IBM de **microcomputer** uit (= PC)
- Nieuw besturingssysteem: **MS-DOS**
  - Groot succes!
  - Andere constructeurs nemen dit over
  - Enorme markt met **uniforme computers**
  - Toepassingssoftware voor MS-DOS werkt op 90% van alle microcomputers



# GUI

- Grote verspreiding
  - Interface moet dringend eenvoudiger worden
- 1984: Apple Macintosh SE
  - Computer met een **GUI**
  - \$2495, 8MHz CPU, 4MB werkgeheugen
- 1985: Eerste versie van Windows
  - Grafische laag bovenop MS-DOS
- Ontstaan van **multitasking**



# Onderlinge communicatie

- Computernetwerken worden geïntroduceerd
  - LAN
  - WAN
  - Internet

# Besturingssystemen:

- Evolutie
- Functies van een besturingssysteem
- Taken van een besturingssysteem



# Voornaamste functies

- **Gebruiksgemak**
  - Toegang tot apparaten eenvoudiger maken
  - Informatie bewaren en overzichtelijk weergeven
  - Operaties en gegevens beveiligen
- Efficiënt gebruik van **hardware**
  - Onderlinge communicatie tussen onderdelen organiseren
  - Goede werking van de onderdelen bewaken
  - Hulpmiddelen rechtvaardig verdelen

# Voornaamste functies

- Uitvoeren van besturingssysteem zelf = verloren tijd
  - **Performantie** is belangrijk
- Hardware-onafhankelijkheid
  - Device drivers
  - Uniforme interface aanbieden aan toepassingssoftware en gebruiker

# Besturingssystemen:

- Situering
- Evolutie
- Functies van een besturingssysteem
- Taken van een besturingssysteem

# Taken

- Bestandsbeheer
  - Harde schijf bevat gewoon enen en nullen
  - Concept “bestand” komt van het besturingssysteem
    - Betekenis geven aan enen en nullen
    - Groeperen van informatie
  - Schijfruimte optimaal gebruiken

# Taken

- Toegang tot randapparaten regelen
  - Conflicten vermijden
    - Bijvoorbeeld: Welk programma maakt wanneer gebruik van de printer
- Beheer van het werkgeheugen
  - Programma's krijgen geen toegang tot elkaars geheugensegmenten
  - Efficiënt gebruik van geheugenruimte

# Taken

- Procesbeheer
  - Verdelen van processortijd
  - Multiprogrammatie
  - Multitasking
- Communicatie
  - Tussen processen
  - Tussen computers via netwerken



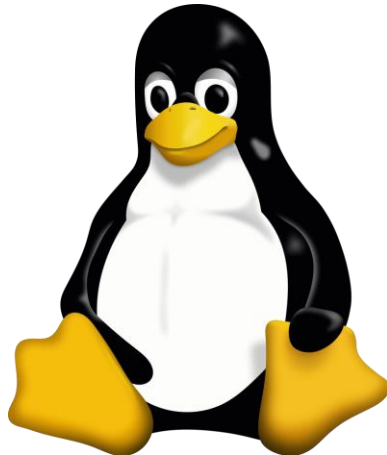
# Taken

- Gebruikersinterface
  - Gebruiksvriendelijkheid
  - Commandline
  - Tekstgebaseerd
  - Grafisch
- Veiligheid
  - Onderdelen beschermen tegen onrechtmatig gebruik
  - Toegangscontrole

# Operating Systems?



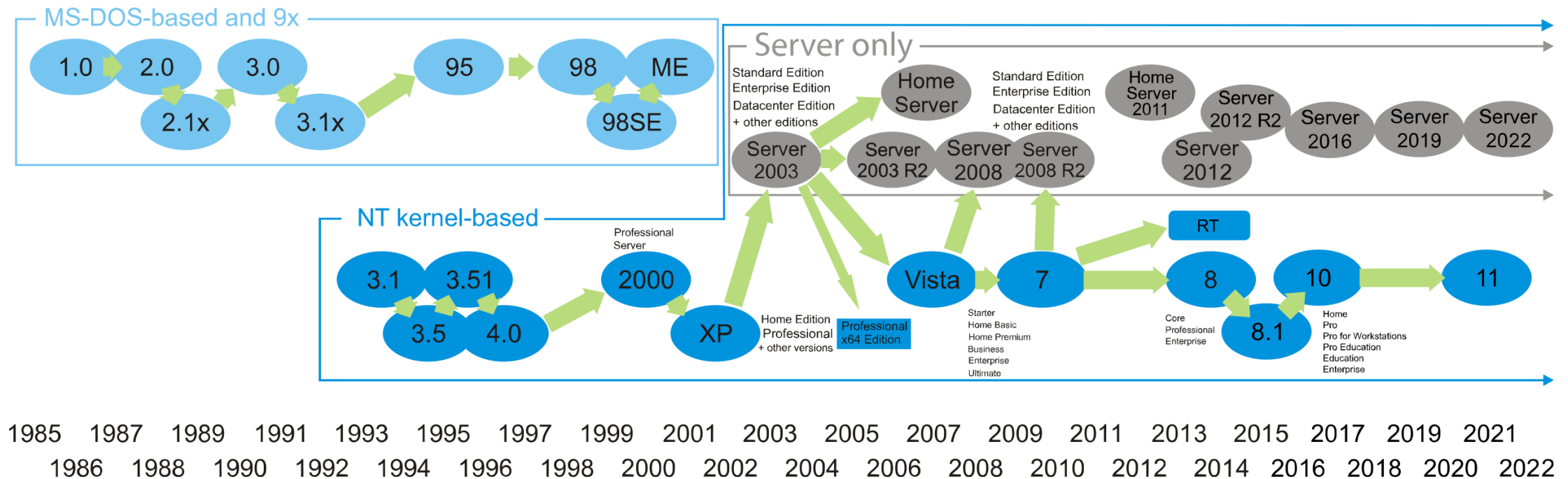
iOS



# Microsoft Windows

## Microsoft Windows

family tree



# Microsoft Windows

- Ontstaan als GUI voor MS DOS
- Hevige concurrentie met Apple
- Lang dominant op markt voor desktop
- Server aandeel is sterk aan het dalen

# Linux & Unix

- Bijna volledig **open source**
- Voornamelijk gebruikt als **server** (Google > 2 500 000 Linux servers)
- Ook als desktop beschikbaar
  - Vooral academische wereld
  - Volledig alternatief voor Windows
- Voordeel en nadeel: **Veel distributies!**
  - <https://distrowatch.com/images/other/distro-family-tree.png>

# Linux & Unix

- Unix:
  - 1969 ontwikkeld, 1971 uitgeven
  - Van open source -> betalend -> open source
- Linux:
  - 1991 linux-kernel ontwikkeld door Linus Torvalds
  - Initieel niet echt bruikbaar
    - Toolkit voor hackers en programmeurs
  - Meerdere ontwikkelaars aangesloten
    - ➔ Snel bruikbaar en populair onder academici

# Overzicht Besturingsystemen

- <https://gs.statcounter.com/os-market-share#monthly-202108-202208-bar>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Usage\\_share\\_of\\_operating\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems)