

Organización del computador

Historia

Generaciones de computadoras

Generación	Años	Tecnología
0	hasta 1945	Sistemas mecánicos o electromecánicos
1	1945 - 1954	Válvulas de vacío, tableros con conectores
2	1955 - 1965	Transistores y cómputo por lotes
3	1966 - 1980	Circuitos integrados y programas almacenados
4	desde 1980	VLSI (Very Large Scale Integration), computadoras personales

Generación 0

Sistemas mecánicos o electromecánicos

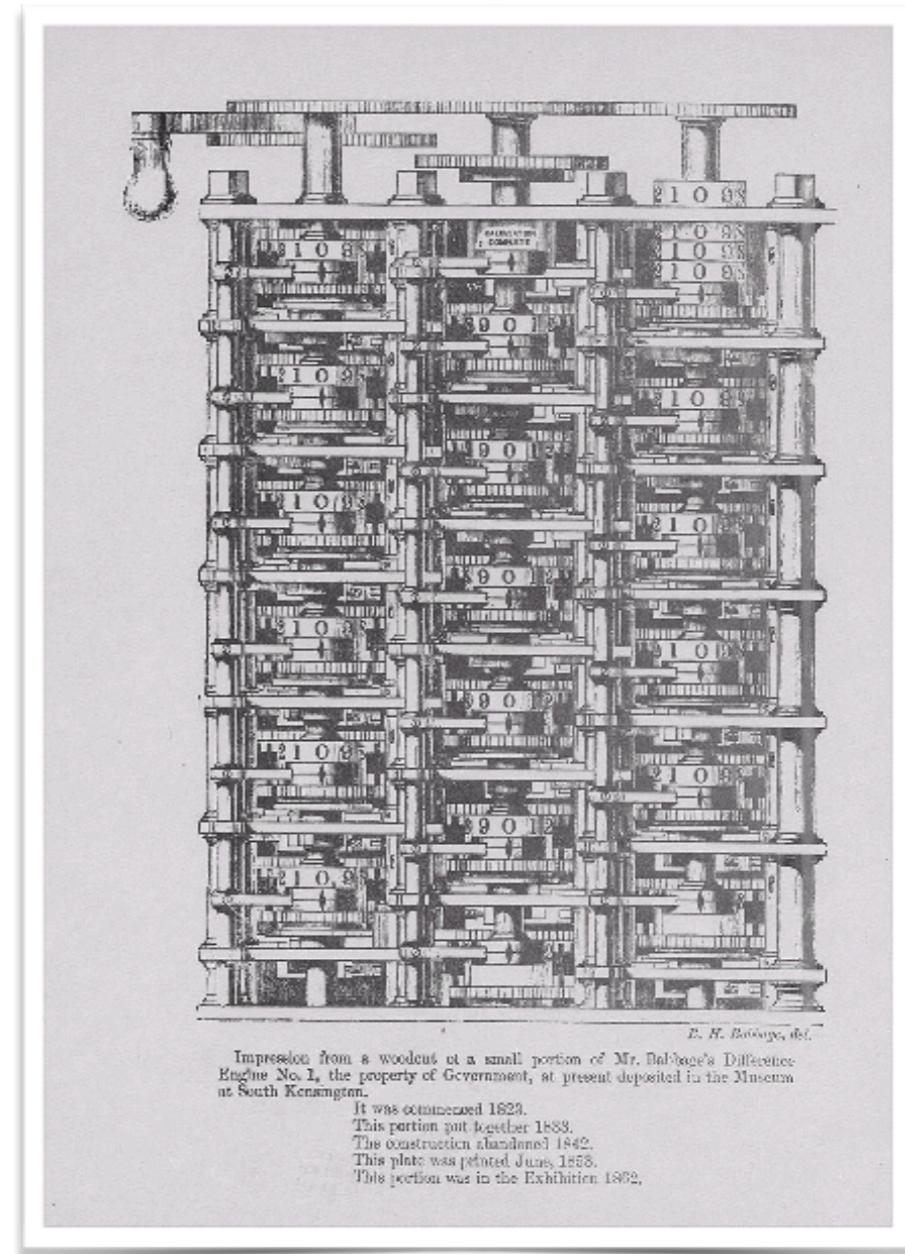
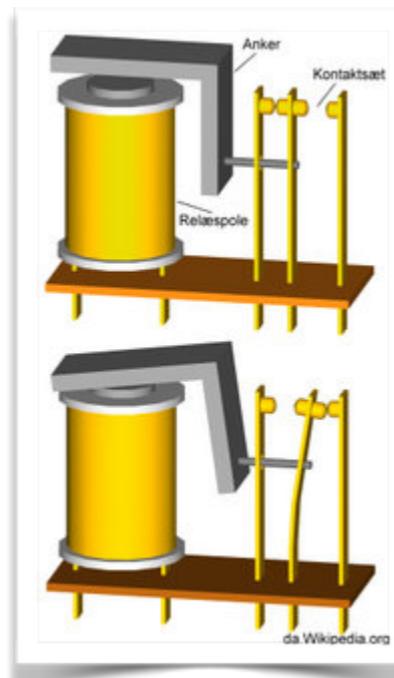
La tecnología utilizada (–1945)

Abaco



Calculadoras electromecánicas

Sistemas basados
en relés

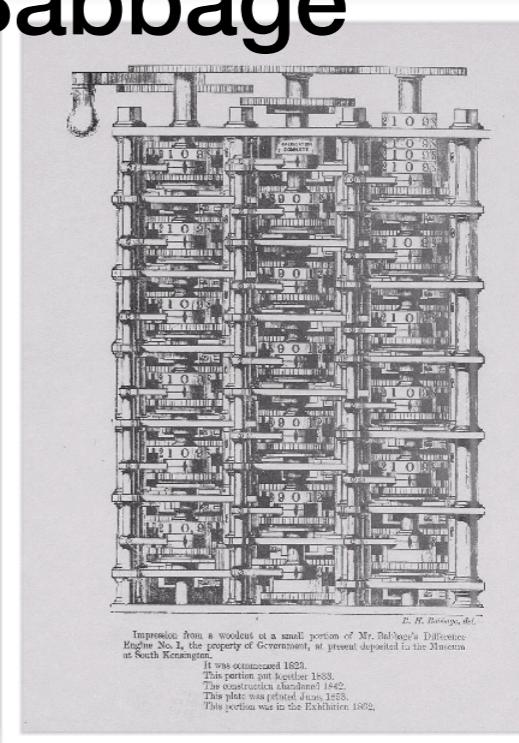


Generación 0

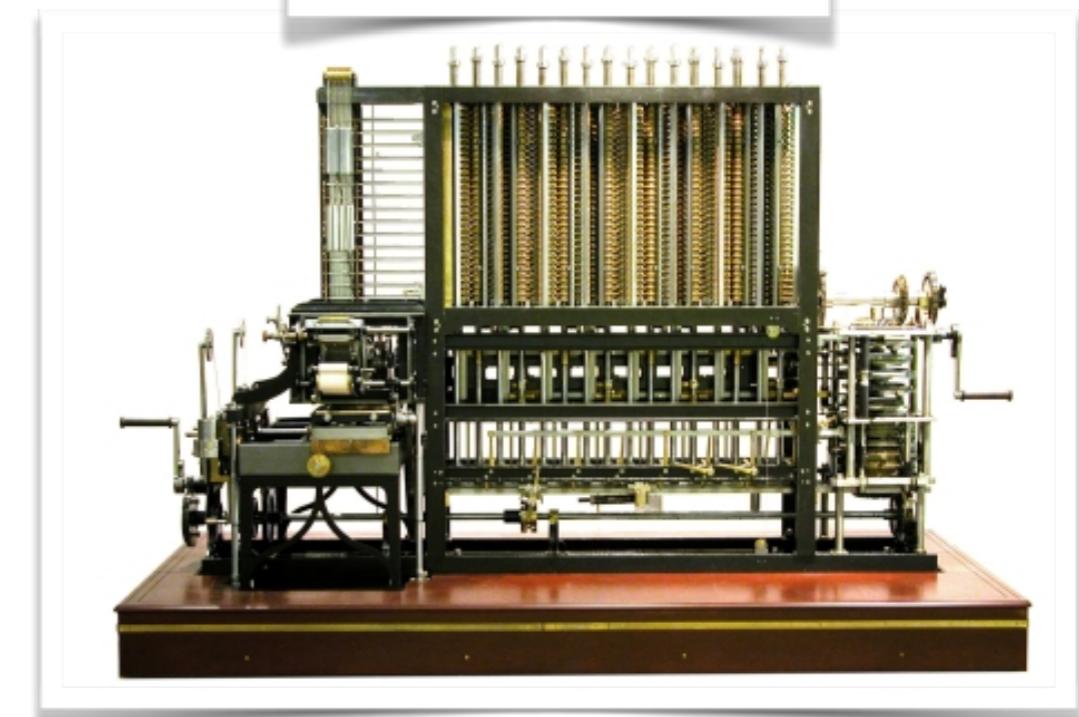
Sistemas mecánicos o electromecánicos

Máquinas de diferencias de Babbage

The difference engine Nro. 1 (1822): la primera computadora, implementaba mecánicamente el método de diferencias finitas para resolver polinomios de segundo grado, el diseño cuenta con 25000 partes aprox., **fracasó al construirla.**



The difference engine Nro. 2 (1847):
mismo principio que la anterior, de diseño
más simple, **no llegó a construirla** pero
en 1985 fue reproducida a partir de los
planos originales por el British Science
Museum... ¡y funciona!

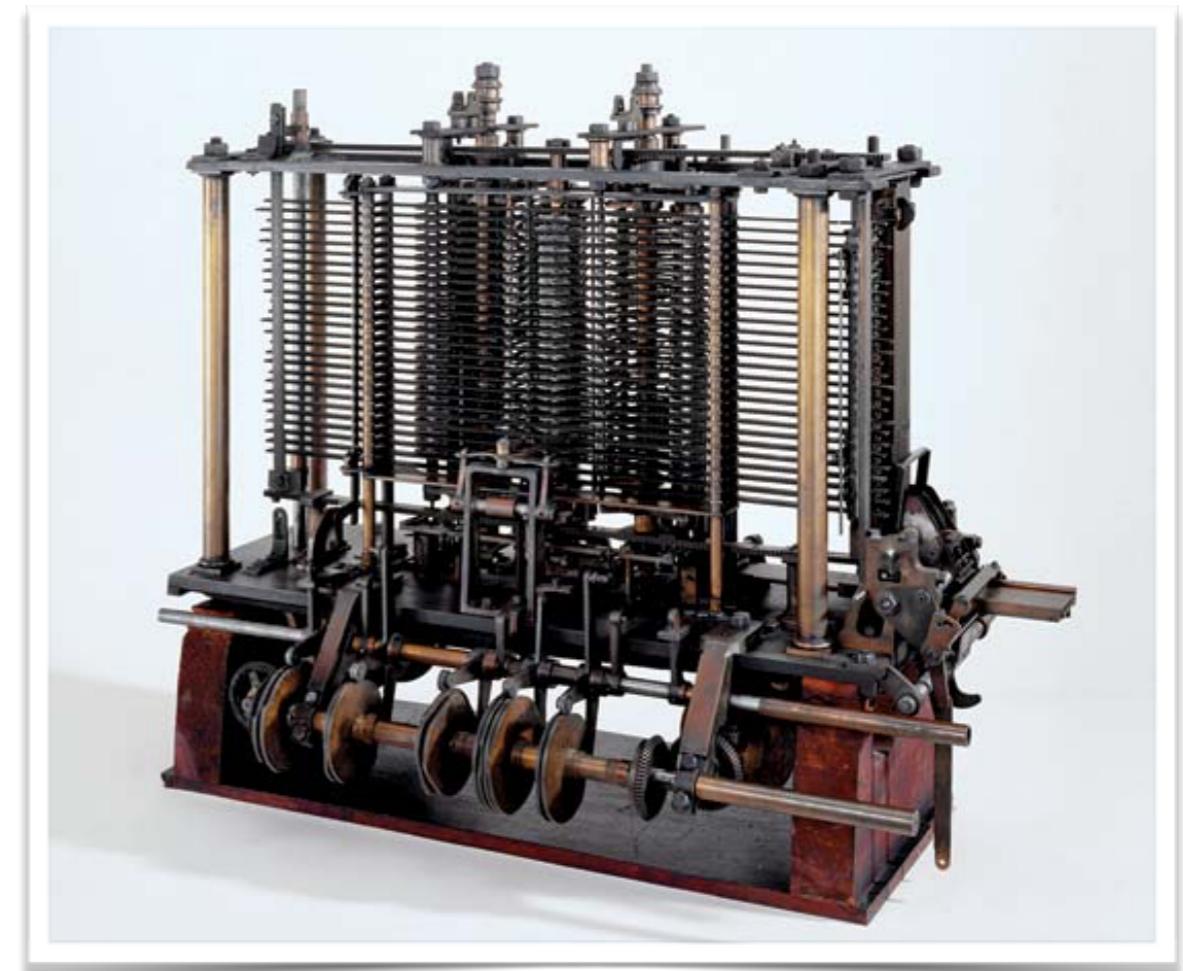


Generación 0

Sistemas mecánicos o electromecánicos

Máquina analítica de Babbage y Lovelace

The analytical engine (1834): la primera computadora digital, calculaba cualquier función algebraica, podía almacenar números, se programaba con tarjetas perforadas (el primer "lenguaje" de programación diseñado por Ada Lovelace), **fracasó al construirla.**



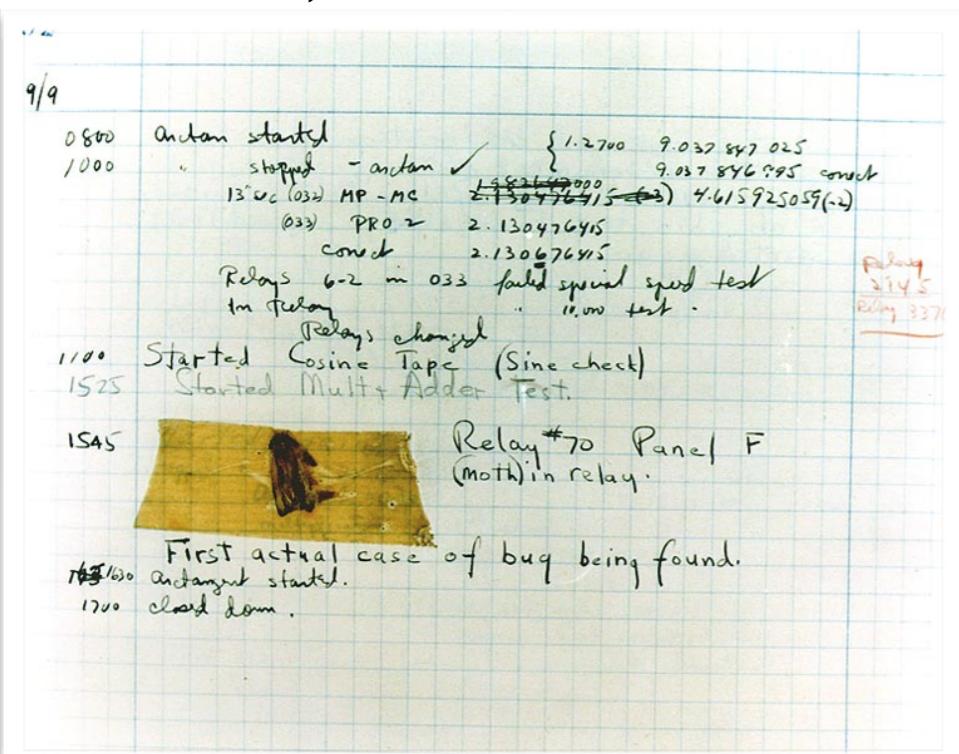
Generación 0

Sistemas mecánicos o electromecánicos

Harvard Mark I

IBM & Harvard (1939-1944):

electromecánica (760000 ruedas y 800 km de cables), basada en la máquina analítica de Babbage y Lovelace, decimal, 0,3 a 10 seg. por cálculo, programable con cinta de papel perforada basada en el diseño de Lovelace, usada hasta 1959.



Grace Hooper

Relé #70 Panel F (polilla) en Relé.
Primer caso real de insecto [bug] encontrado.



Generación 1

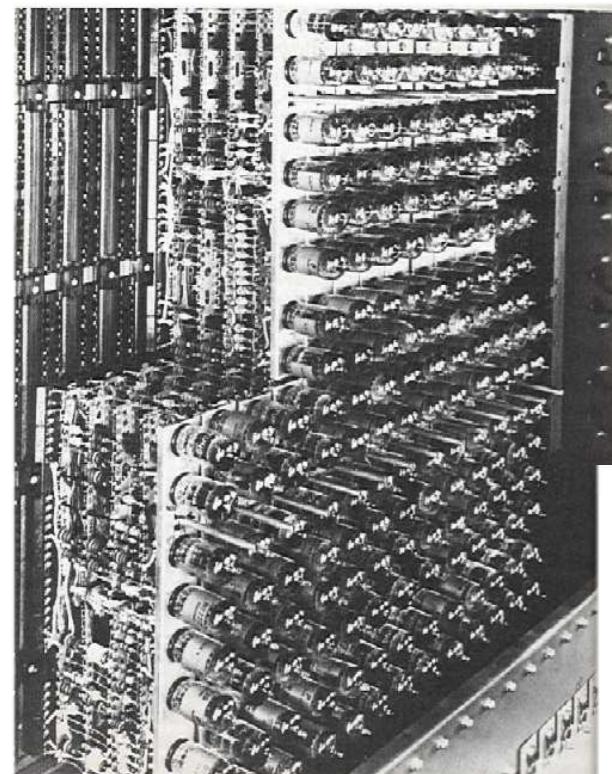
Válvulas de vacío, tableros con conectores

La tecnología utilizada (1945–1954)

Válvulas de vacío

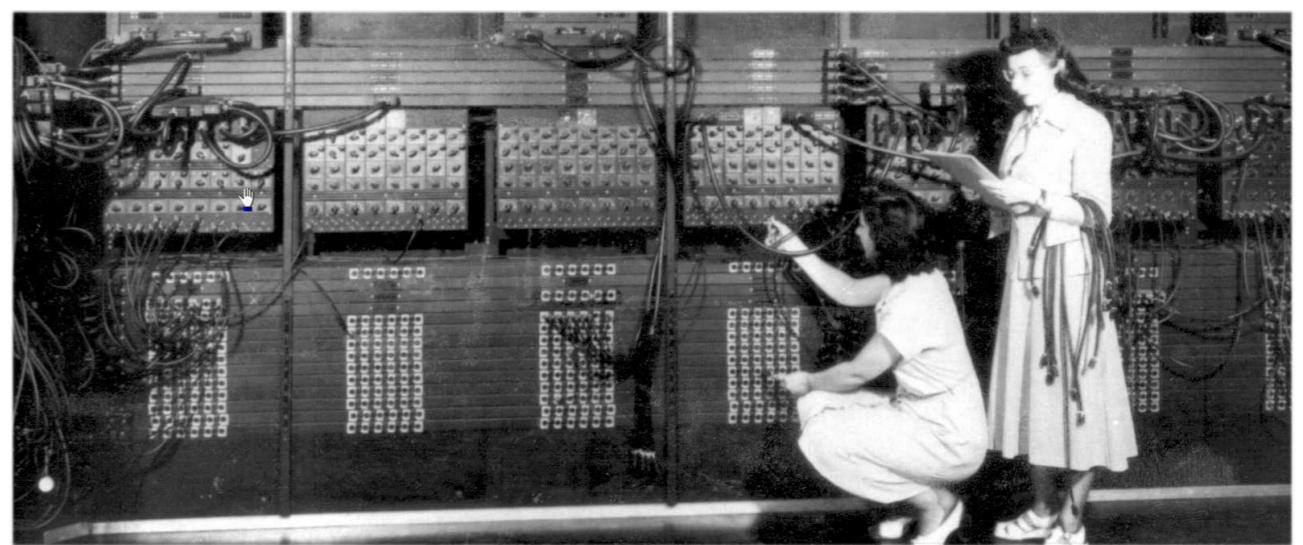
Gran tamaño (~20000 válvulas)

Lentas (~1 hertz)



La programación

Se usaban cables para conectar módulos en un tablero

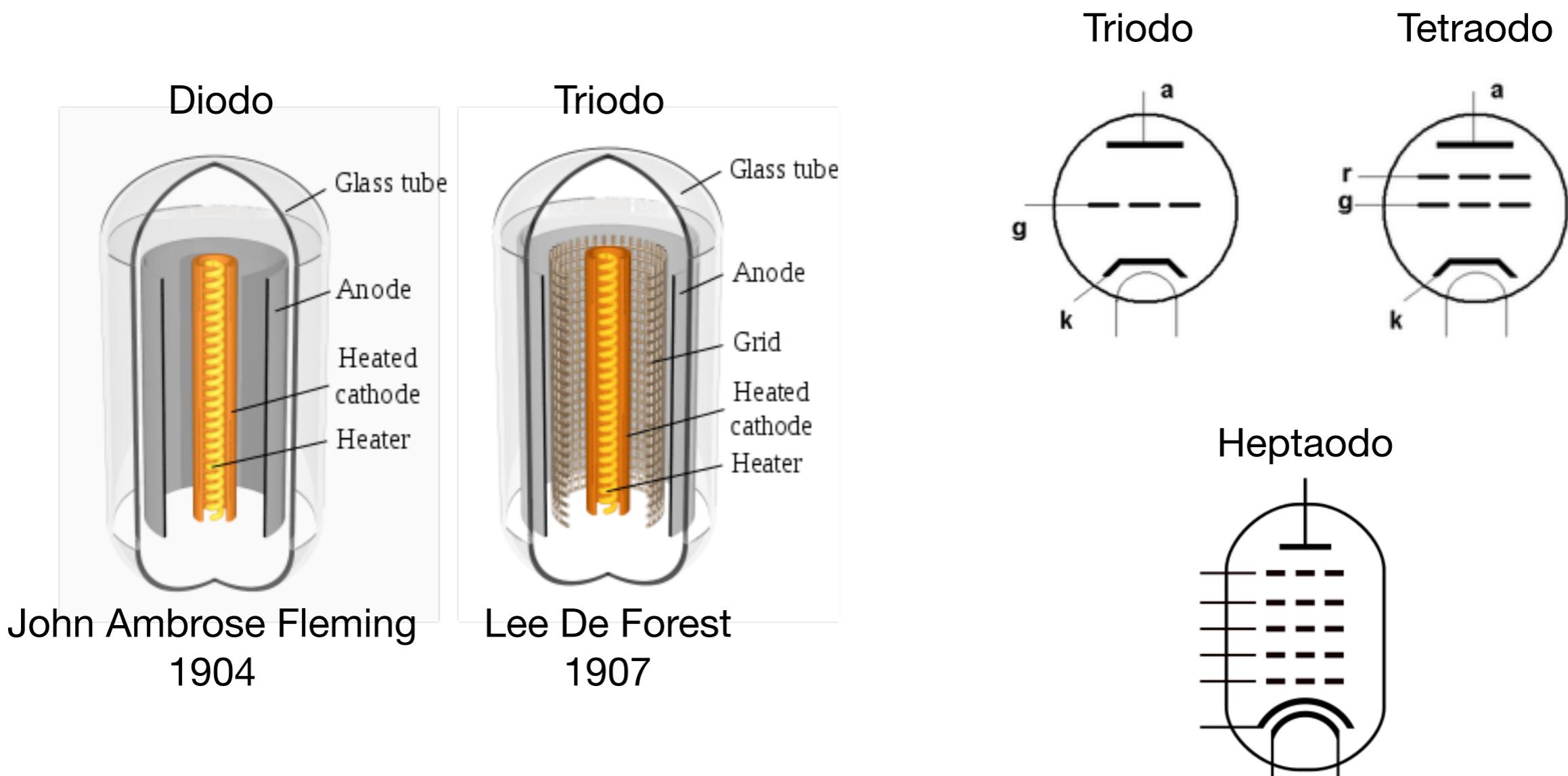


Tarjetas perforadas (1950)

Generación 1

Válvulas de vacío, tableros con conectores

Válvulas de vacío



Generación 1

Válvulas de vacío, tableros con conectores

Resolución de sistemas de ecuaciones lineales

***Atanasoff Berry computer (1939-1942)**: Diseñada por John Atanasoff y Clifford Berry (Iowa State University), programada, mantenida y utilizada por un único equipo de especialistas,

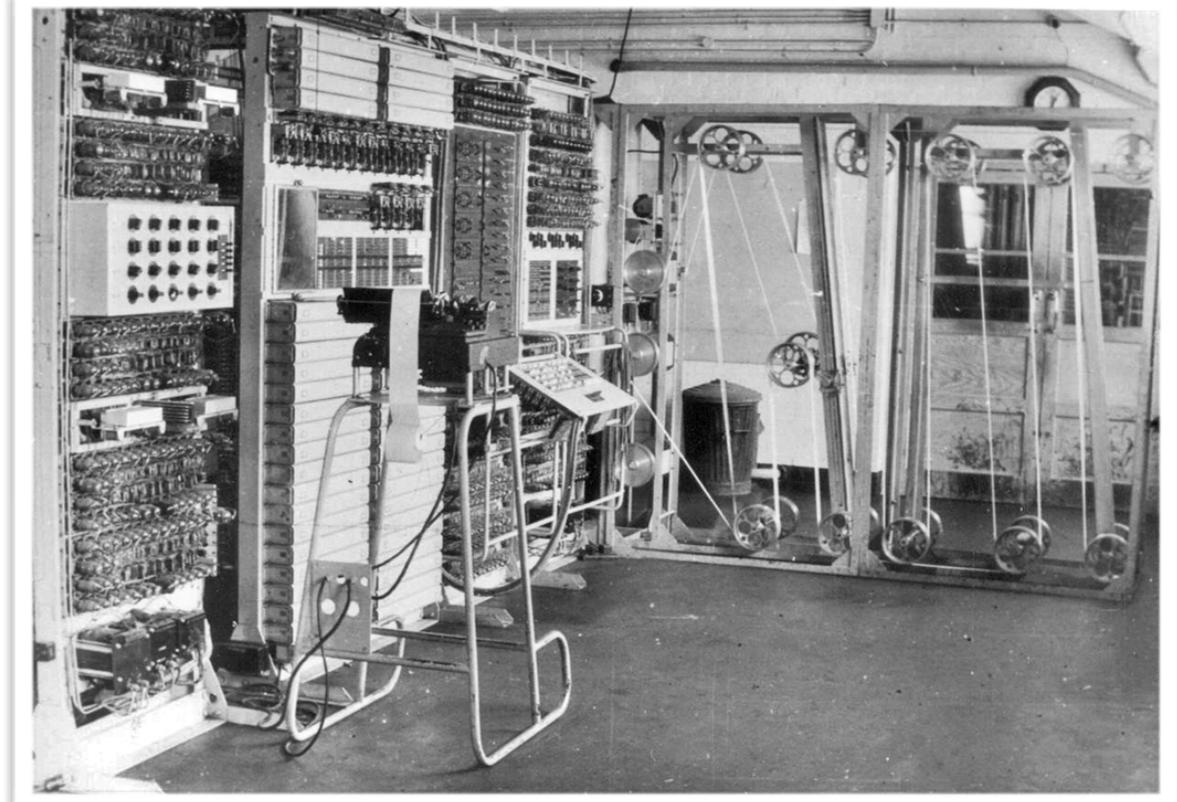


Generación 1

Válvulas de vacío, tableros con conectores

Análisis criptográfico

→ **Colossus (1943-1945)**: Hubo dos diseños; la Mark 1 poseía ~1600 válvulas y la Mark 2 ~2400, relés e interruptores paso a paso mecánicos, la entrada de datos se hacía con cinta de papel. Usada en Bletchley Park para el descifrado de comunicaciones.



→ **Enigma (1920-1945)**: Dispositivo electromecánico de cifrado, famoso por el uso que hizo el ejército nazi durante segunda guerra mundial.

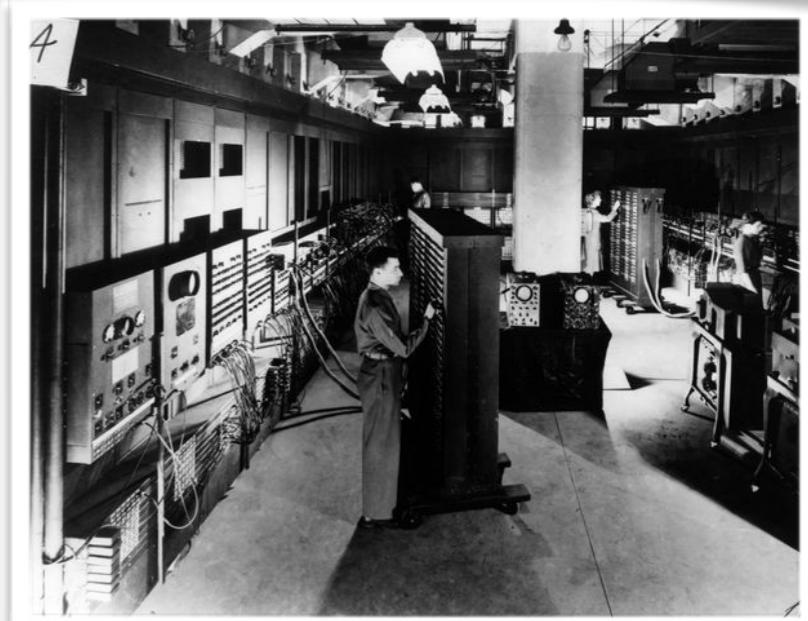
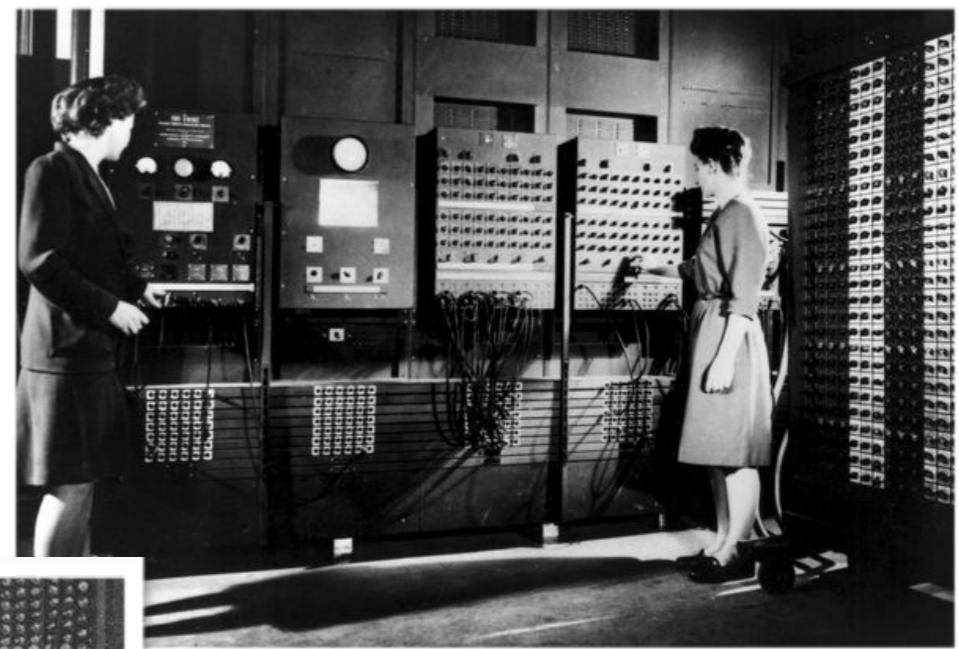
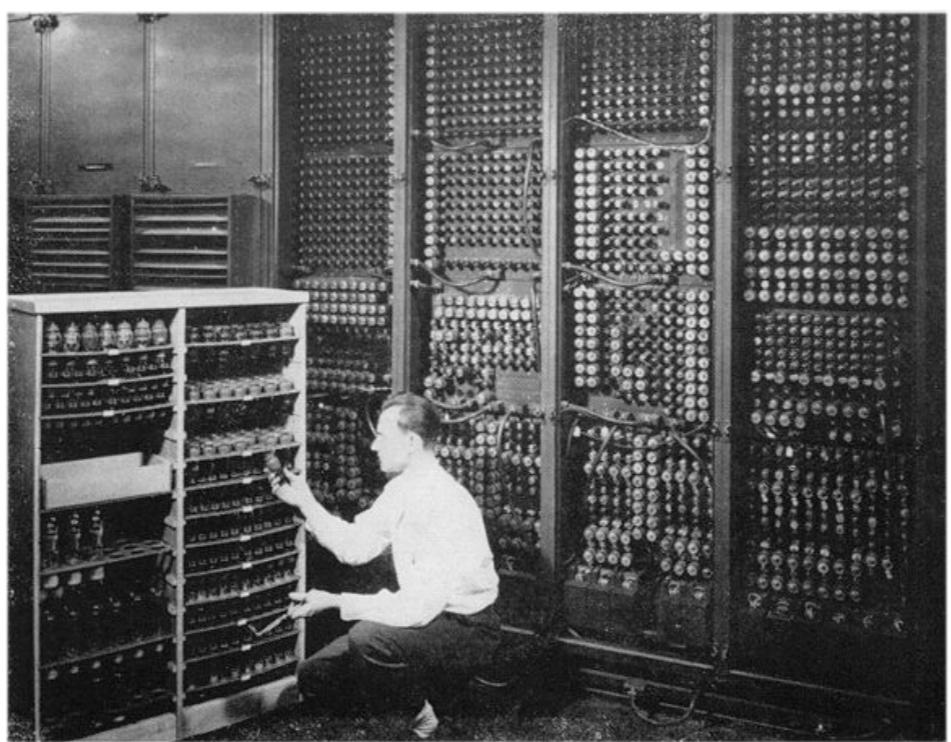


Generación 1

Válvulas de vacío, tableros con conectores

Primera computadora de propósito general

- **ENIAC - Electronic Numerical Integrator and Computer (1946)**: Diseñada por John Mauchly y J. Presper Eckert (University of Pennsylvania), se programaba con cables (de ahí el término cablear), usada para calcular trayectorias de misiles. John Von Newman participó del final del proyecto. Fue utilizada hasta 1955.

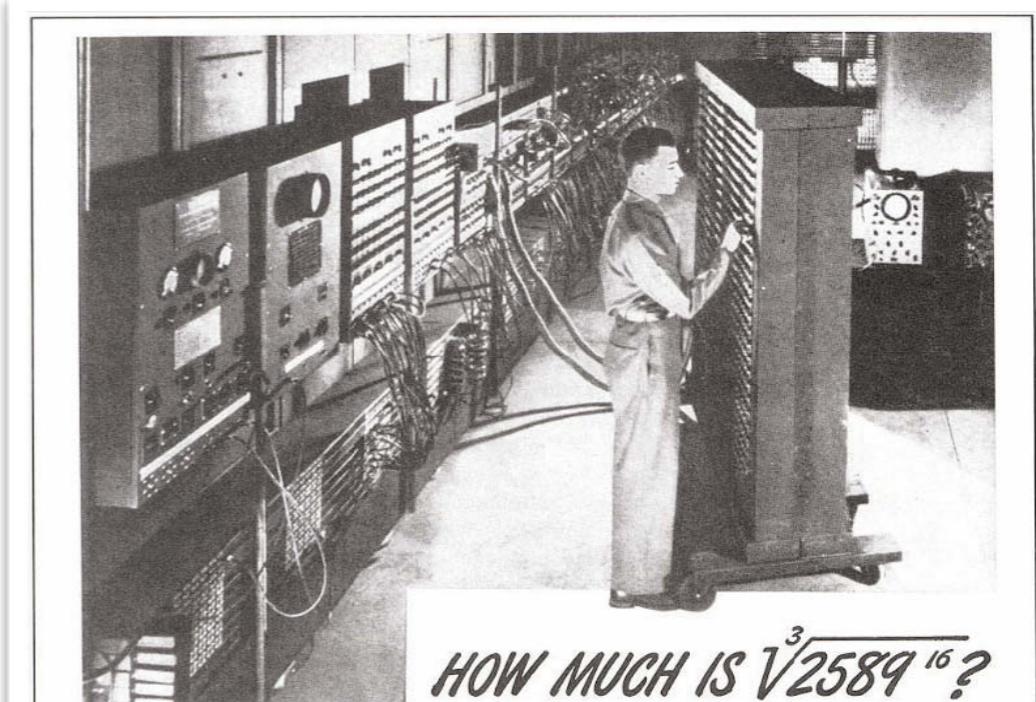


Generación 1

Válvulas de vacío, tableros con conectores

Primera computadora de propósito general

- Utilizaba sistema decimal,
- 20 registros de 10 dígitos,
- se programaba manualmente usando switches,
- ~20000 válvulas de vacío,
- 30 toneladas de peso,
- 2,4 mts de ancho x 30 mts de largo,
- 140 Kw de consumo por hora,
- 5000 adiciones por segundo,
- 500 Flops



HOW MUCH IS $\sqrt[3]{2589^{16}}$?

The Army's ENIAC can give you the answer in a fraction of a second!

Think that's a stumper? You should see *some* of the ENIAC's problems! Brain twisters that if put to paper would run off this page and feet beyond . . . addition, subtraction, multiplication, division — square root, cube root, any root. Solved by an incredibly complex system of circuits operating 18,000 electronic tubes and tipping the scales at 30 tons!

The ENIAC is symbolic of many amazing Army devices with a brilliant future for you! The new Regular Army needs men with aptitude for scientific work, and as one of the first trained in the post-war era, you stand to get in on the ground floor of important jobs

which have never before existed. You'll find that an Army career pays off.

The most attractive fields are filling quickly. Get into the swim while the getting's good! 1½, 2 and 3 year enlistments are open in the Regular Army to ambitious young men 18 to 34 (17 with parents' consent) who are otherwise qualified. If you enlist for 3 years, you may choose your own branch of the service, of those still open. Get full details at your nearest Army Recruiting Station.

A GOOD JOB FOR YOU
U. S. Army
CHOOSE THIS
FINE PROFESSION NOW!

YOUR REGULAR ARMY SERVES THE NATION
AND MANKIND IN WAR AND PEACE

(El modelo de von Newman

- ➤ Programar se trataba de interconectar con cables las componentes de la máquina...
... y cada vez que se quería ejecutar un programa se debía reconectar según lo documentado
- ➤ Ejecutar un programa distinto implicaba modificar el cableado de la máquina
- ➤ Programar era muy parecido a la ingeniería electrónica
- ➤ Mauchly y Eckert (diseñadores de ENIAC) documentaron la idea de almacenar programas como base para la construcción de EDVAC (**nunca lo publicaron**)

El modelo de von Newman

John von Neumann

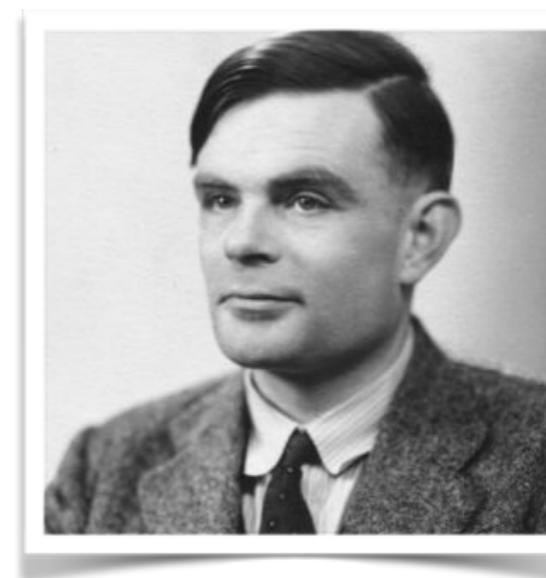
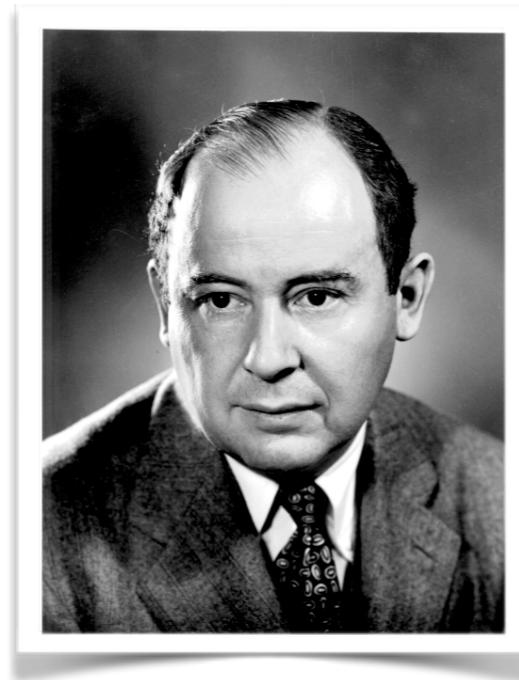
→ Publicó y popularizó la idea de que una computadora debiera tener una memoria en la cual almacenar los programas (The First Draft)



→ Desde un punto de vista teórico, esta idea responde a la máquina universal de Turing y data de 1936, publicada por **Alan Turing** (On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem)



von Newmann / Turing



- Los programas y los datos se almacenan en la misma memoria sobre la que se puede leer y escribir
- La operación de la máquina depende del estado de la memoria
- El contenido de la memoria es accedido a partir de su posición
- La ejecución es secuencial (a menos que se indique lo contrario)

von Newmann / Turing

Manchester Mark I (a.k.a. Baby) (1948)

- Diseñada por F.C. Williams, Tom Kilburn y Geoff Tootill (Manchester University)
- Primera computadora que implementaba el modelo Von Newmann / Turing
- El propio Alan Turing diseñó el lenguaje de programación
- Comercializada por Ferranti Ltd. como Ferranti Mark I a partir de 1951



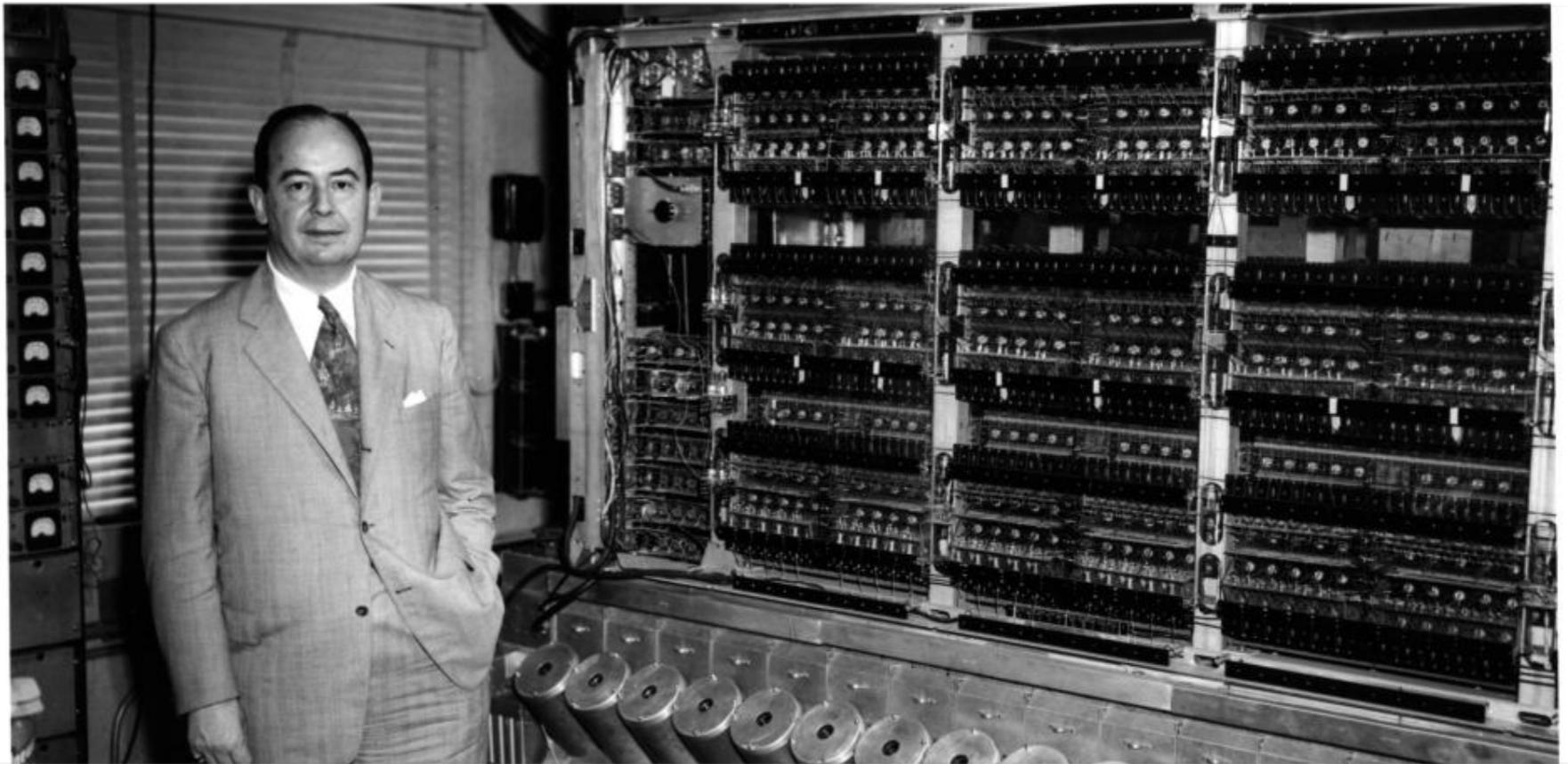
Kilburn y Williams frente a la consola



von Newmann / Turing

IAS machine (1951)

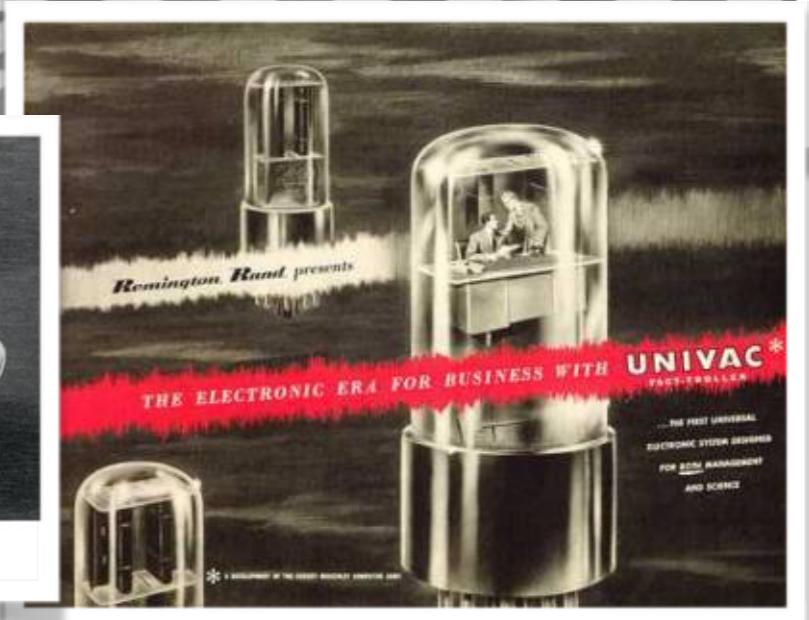
- Diseñada por el Institute of Advanced Studies sobre la base de The First Draft
- La primera computadora en implementar la arquitectura de von Newman
- Fue utilizada para simular los efectos de la detonación de una bomba de hidrógeno
- Resolvió en 10 minutos una simulación climática que a ENIAC le tomó 36 horas.



von Newmann / Turing

UNIVAC - Universal Automatic Computer (1949)

- Diseñada por Eckert - Mauchly Computer Corporation
- La primera computadora comercial. Se utilizó para los cálculos de censos en USA
- Utilizaba cintas magnéticas como medio de almacenamiento
- Se convertían las tarjetas a cintas que luego eran leídas por un dispositivo



von Newman / Turing

JOHNNIAC (1954)

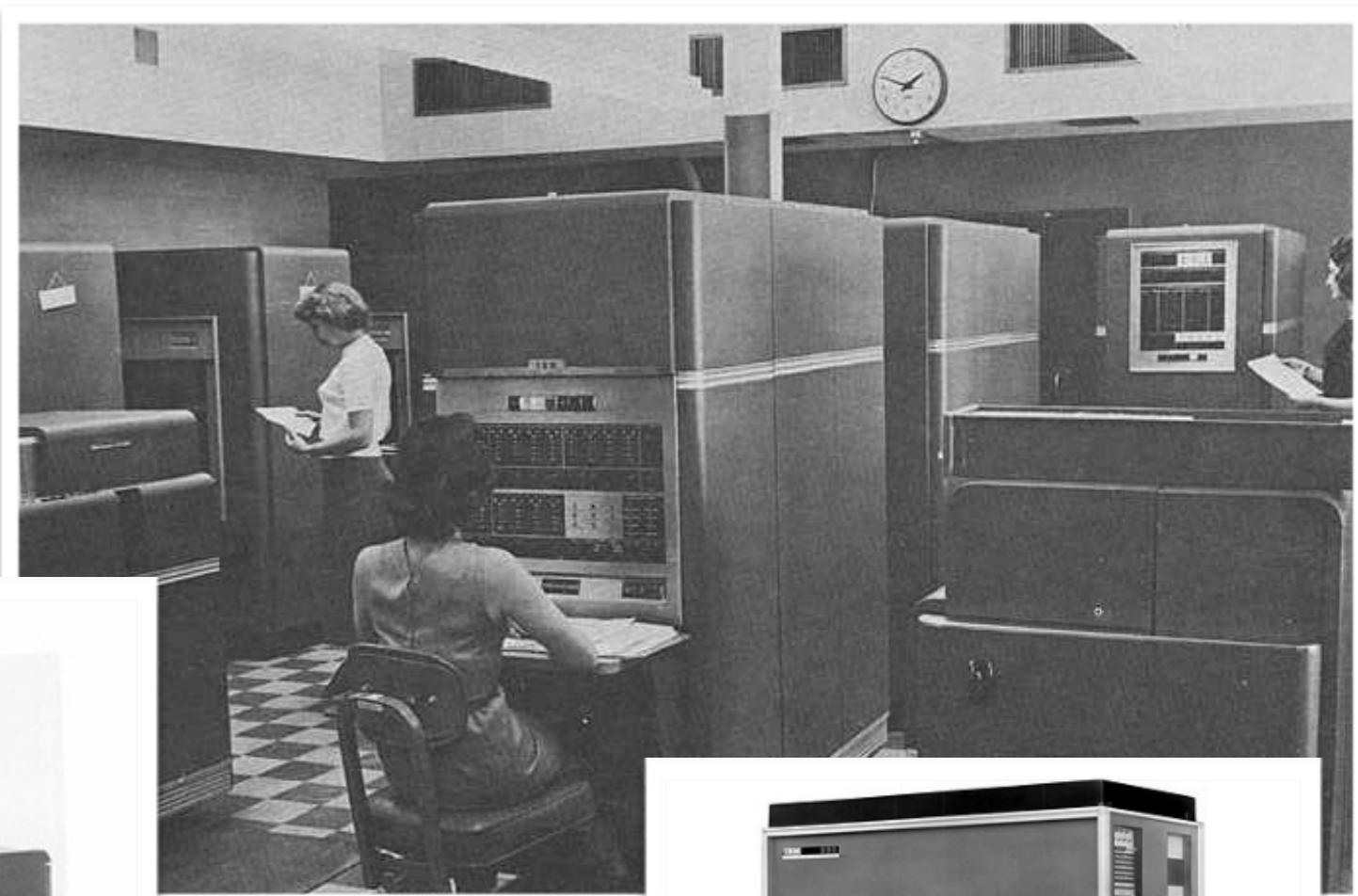
- ➔ Diseñada por The RAND Corporation (Research and Development) para la fuerza aérea de USA
- ➔ Fue el equipo de su época con mayor vida útil con más de 50000 horas entre 1953 a 1966
- ➔ Implementaba la arquitectura de Von Newman / Turing
- ➔ Era un clone de la IAS machine



von Newman / Turing

IBM 650 (1955)

- > La primera computadora comercial producida en masa
- > Contaba con una unidad de discos llamada magnetic drum



von Newman / Turing)

IBM 704 (1955)

- >La primera computadora comercial con capacidad de realizar aritmética de punto flotante
- >5000 floating point operations per second (5KFlops)



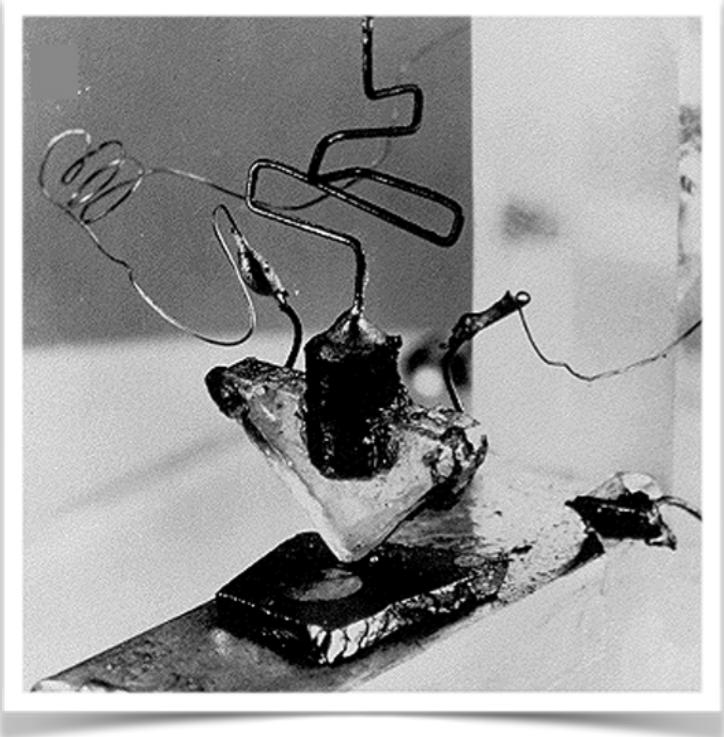
Generación 2

Transistores y cómputo por lotes

La tecnología utilizada (1955–1965)

Transistores (1947)

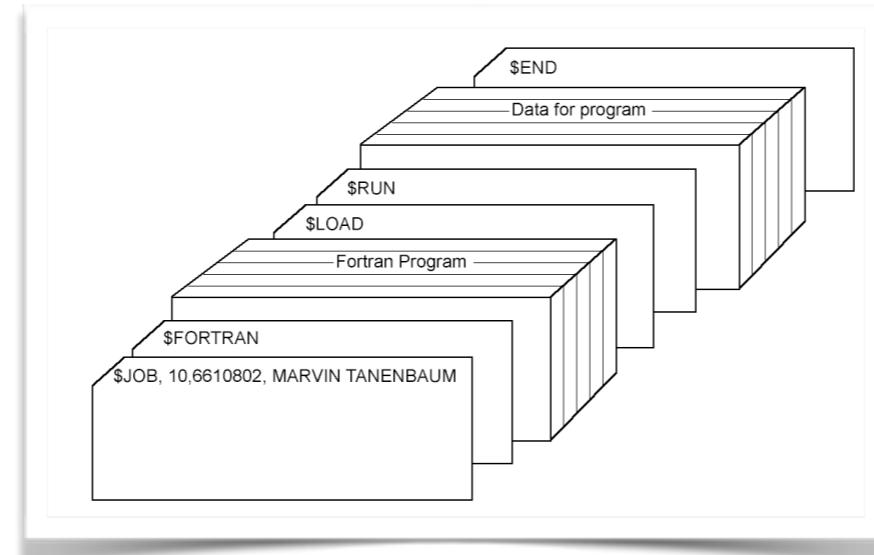
+ chicos, + baratos - calor



La programación (1957)

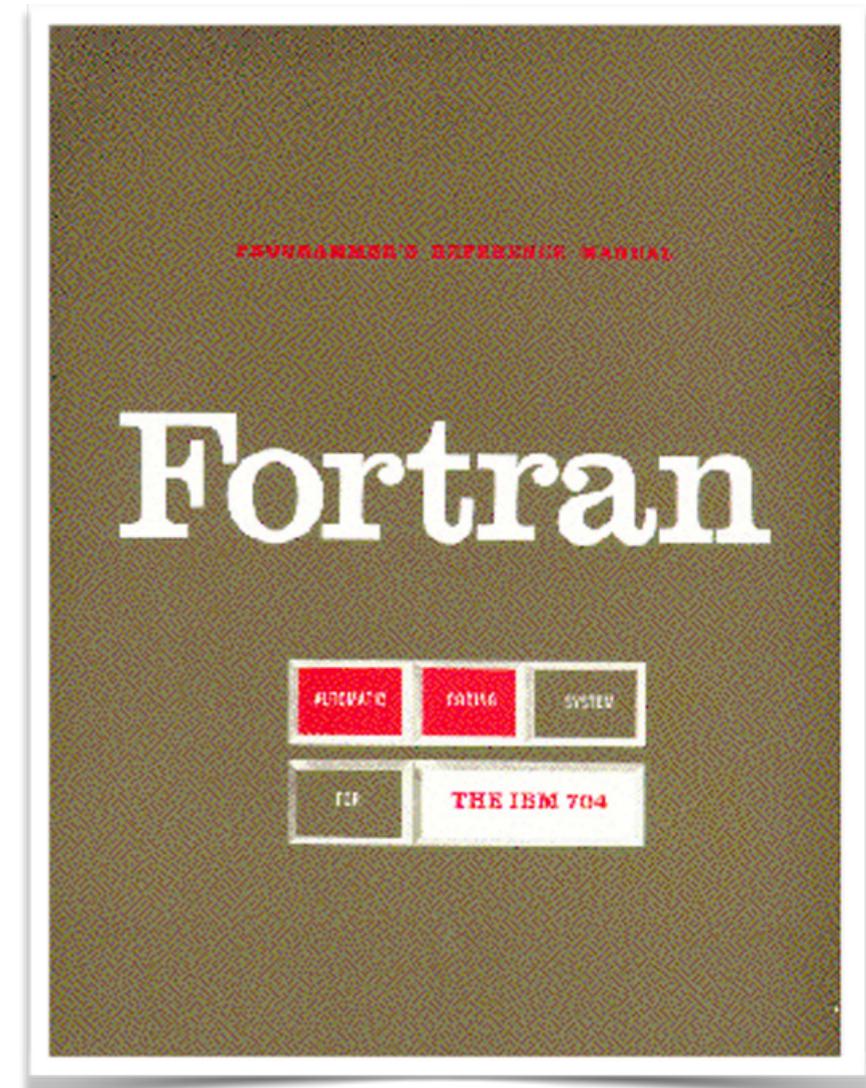
Nace el primer compilador Fortran para IBM 704

Trabajo por lotes



Distinción entre diseño, construcción, programación, operación y mantenimiento

Comienzo de la microprogramación



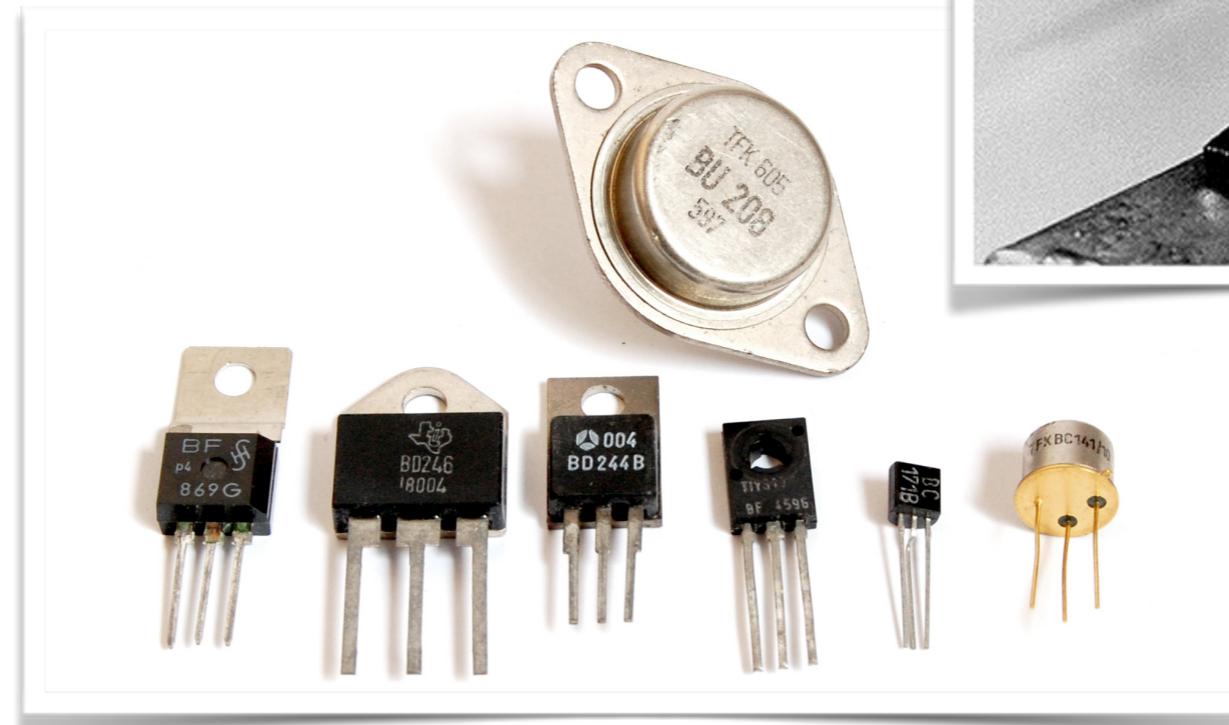
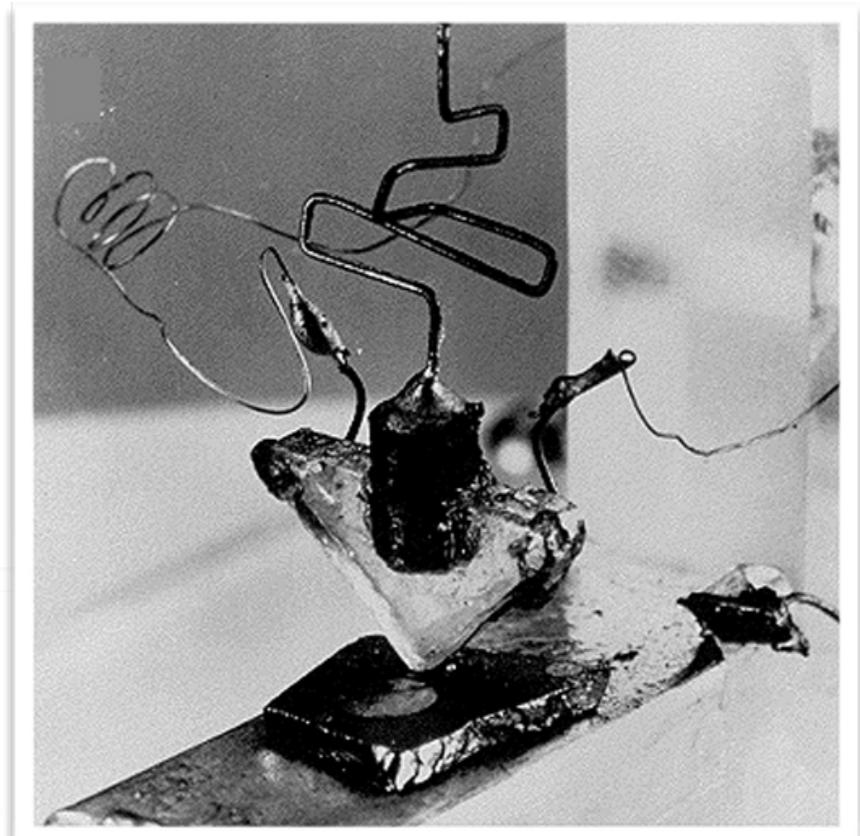
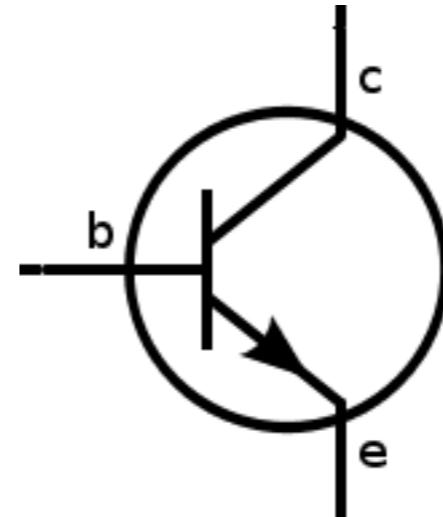
Generación 2

Transistores y cómputo por lotes

Transistores (1947)

→ Los transistores funcionan igual que los relés y las válvulas, si se aporta una carga a 'b', entonces la carga presente en 'c' pasa a 'e'.

→ A diferencia de los relés no poseen elementos mecánicos y a diferencia de las válvulas requieren mucha menor carga para cerrar el circuito.

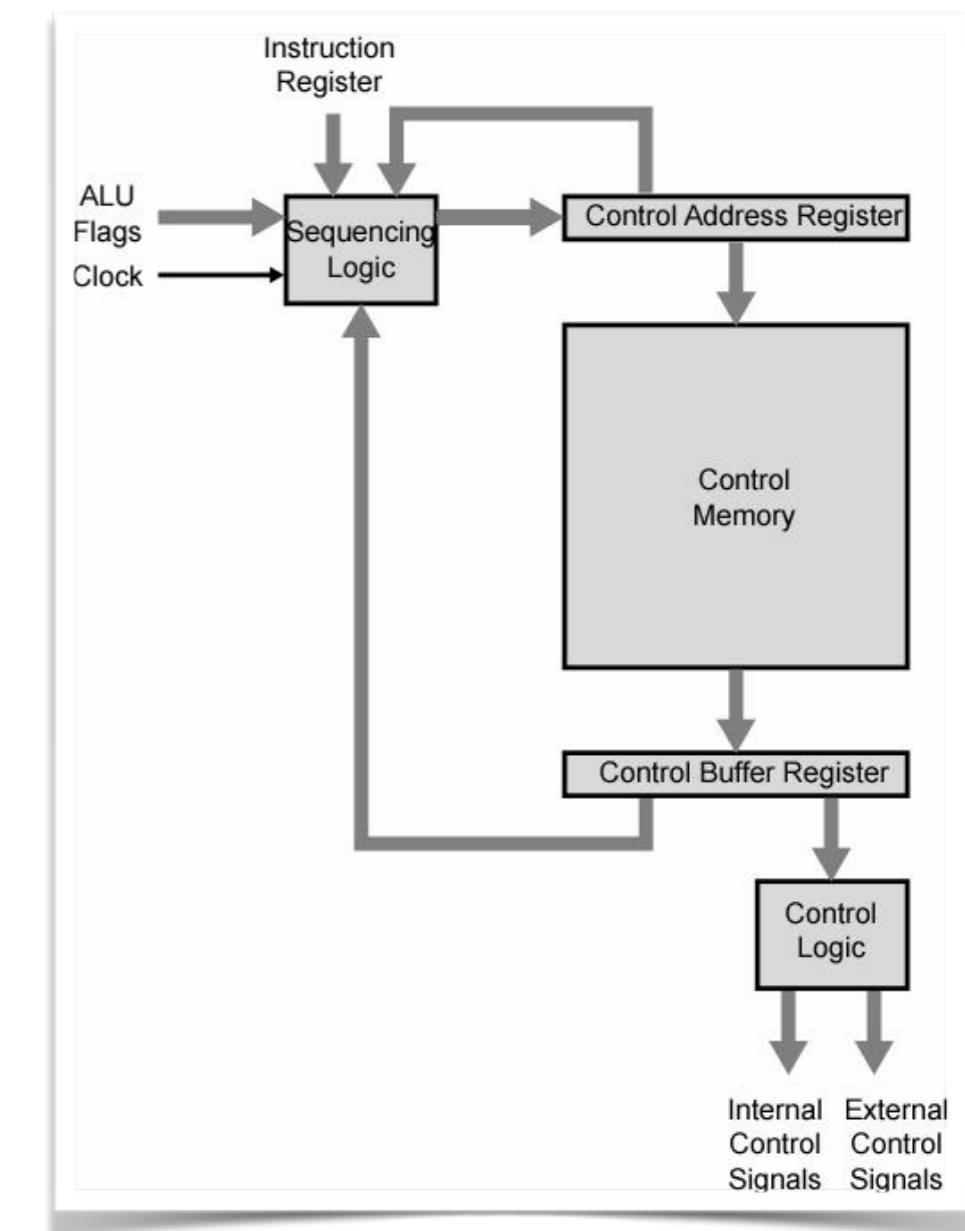


Generación 2

Transistores y cómputo por lotes

Microprogramación (1947)

→ La idea detrás de la microprogramación es generar una abstracción de combinaciones de señales que llevan a cabo áreas específicas como lectura de instrucciones desde la memoria, descodificación de instrucciones usando la ALU, lectura de datos desde la memoria, escritura en la memoria, etc.

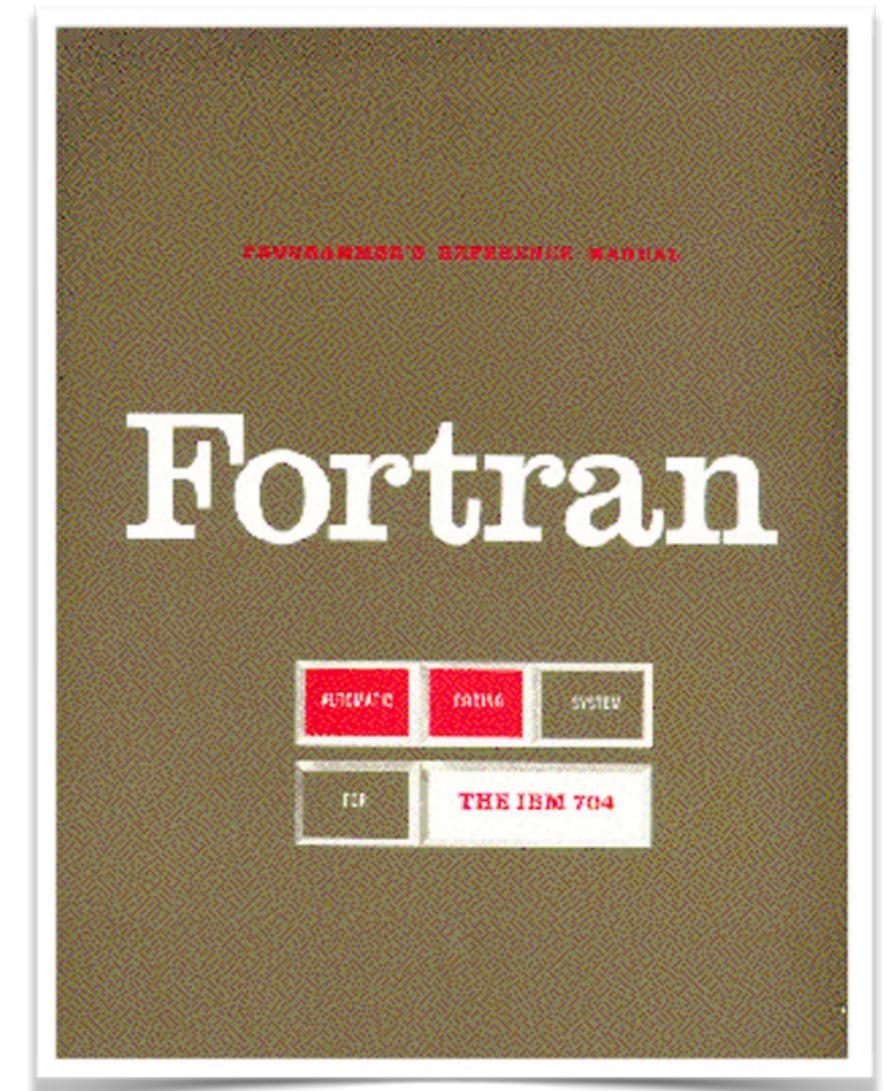
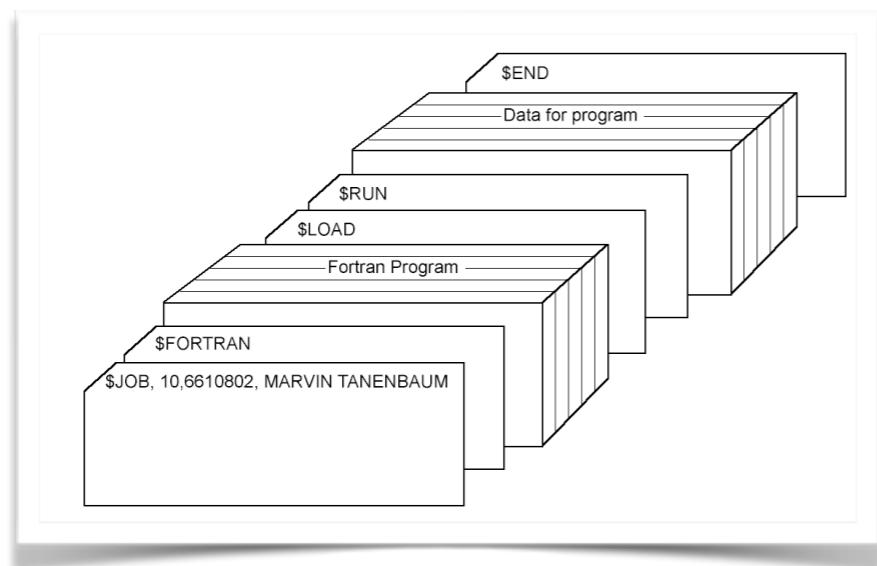


Generación 2

Transistores y cómputo por lotes

La programación (1957)

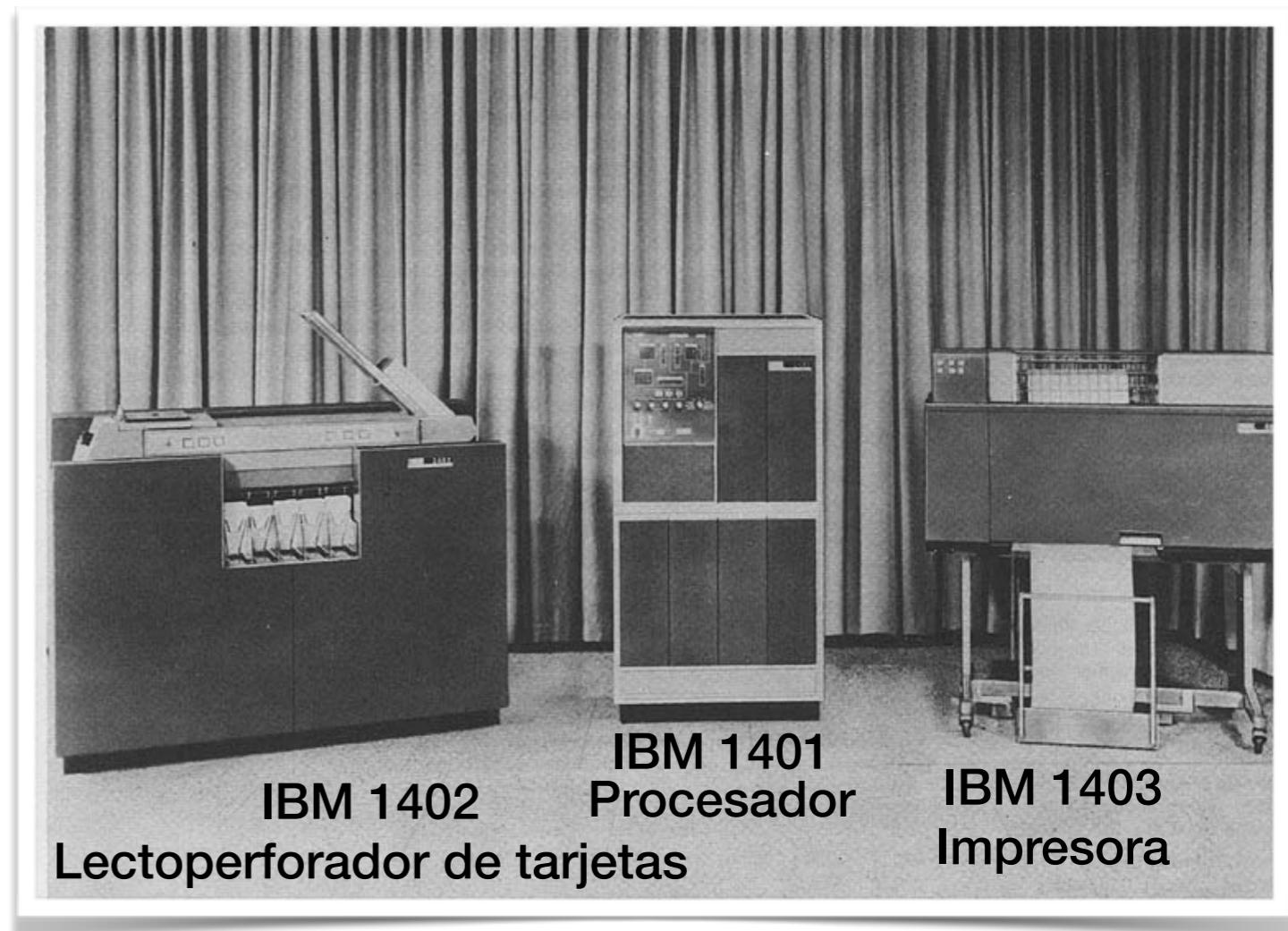
- Se carga en forma consecutiva el compilador (lote de tarjetas), cuyos datos son el programa (lote de tarjetas), que se ejecuta sobre sus datos (lote de tarjetas)
- Comienzo de los sistemas operativos como mecanismo para automatizar la carga y ejecución secuencias de procesos



Mainframes

IBM 1401 – primera de la serie 1400 (1959)

- > Capacidad de cómputo muy limitada - 87 KHz
- > Memoria máxima de 16 Kb
- > Muy buena para procesar entrada / salida
- > Se la utilizaba o bien para aplicaciones de bajo procesamiento como generar reportes comerciales, o como soporte de entrada salida de equipos más potentes (IBM serie 7090)



Alquiler: 2.500 (20.500 en 2017) dólares por mes

Mainframes

IBM 7094 – más importante de la serie 7090 (1962)

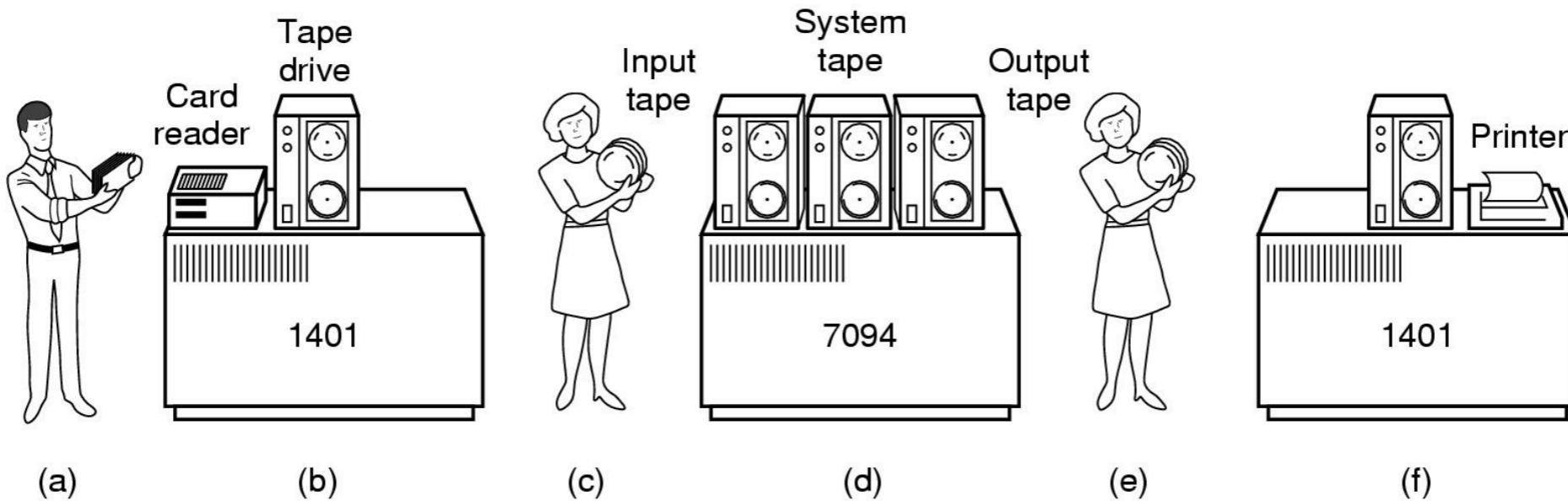
- ➤ Muy buena capacidad de cómputo - 2 MHz
- ➤ Registros de 36 bits para datos, 18 bits para operación y 15 bits para direcciones + Registros acumulador, multiplicador
- ➤ Prestó servicio, principalmente, para la realización de cómputo científico
- ➤ Floating point en doble precisión



Compra: 3.000.000 (24.500.000 en 2017) dólares

Mainframes

Uso combinado de los sistemas 1400 y 7090



- (a) un programador llevan tarjetas hasta el 1402,
- (b) la 1402 lee un lote de tarjetas y los graba en la cinta,
- (c) un operador lleva la cinta a la 7094,
- (d) la 7094 lee la cinta, realiza los cómputos y escribe otra cinta,
- (e) un operador lleva la cinta a una 1403, y
- (f) la 1401 lee la cinta e imprime la salida

Microcomputadoras

DEC PDP-1 (1961)

- Capacidad de cómputo intermedio entre la IBM 1400 y la 7090 - 200 Kh
- Primer juego de la historia: *Spacewar!*
- Usaba cintas perforadas como medio de almacenamiento
- Introduce el monitor 1024x1024 con refresco de 20000 puntos por segundo



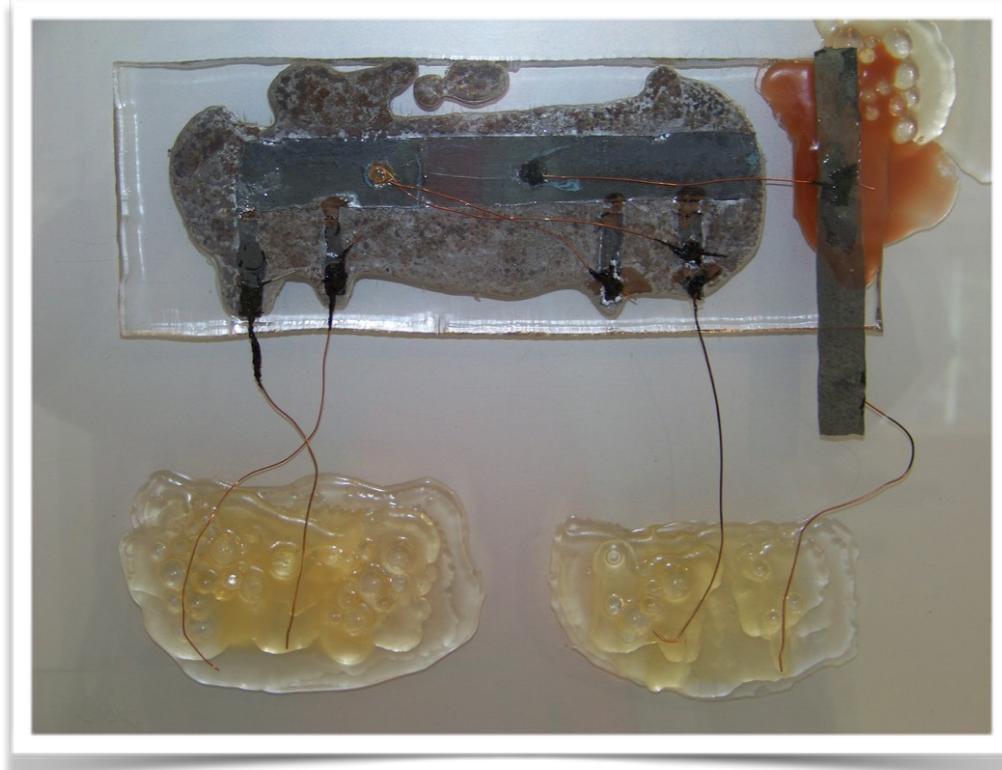
Compra: 120.000 (980.000 en 2017) dólares

Generación 3

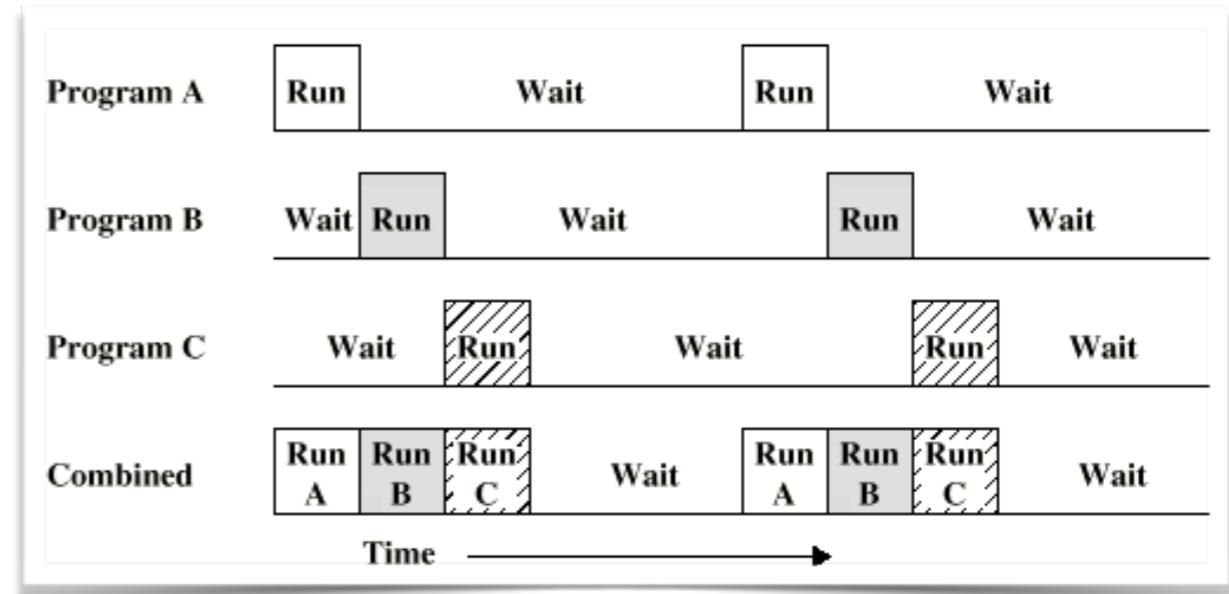
Circuitos integrados y programas almacenados

La tecnología utilizada (1966–1980)

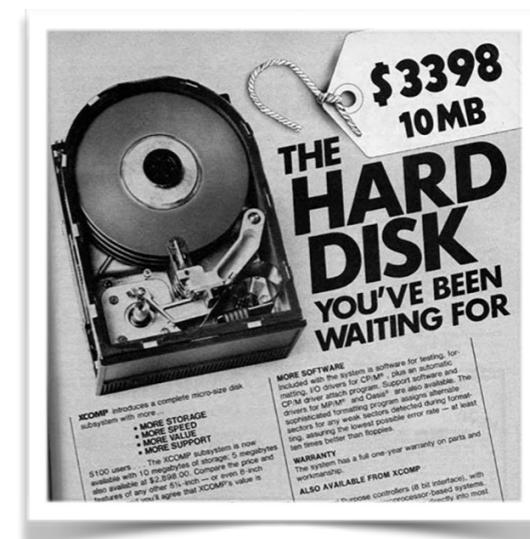
Circuitos integrados
+ chicos, + baratos + potentes



Multiprogramación



Discos duros



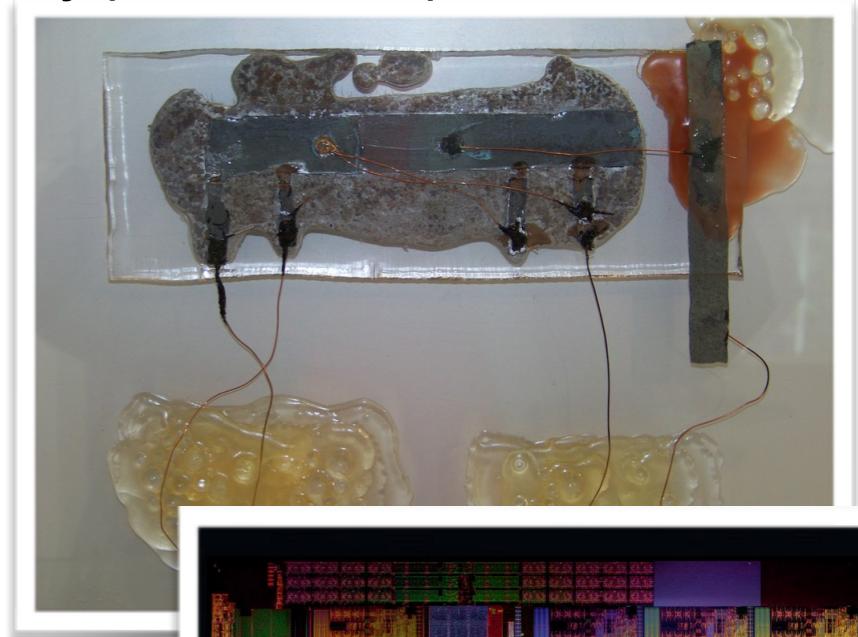
Generación 3

Circuitos integrados y programas almacenados

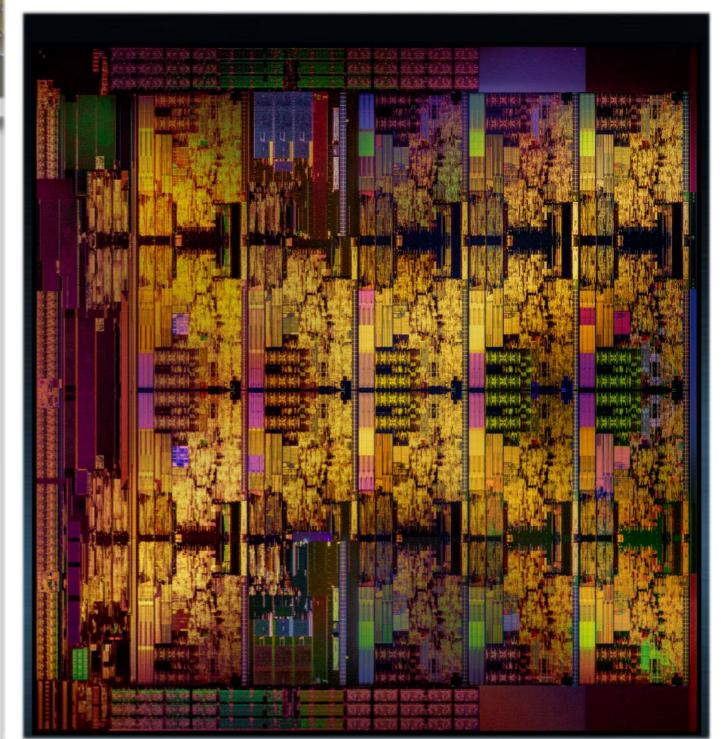
Circuitos integrados

- Concebido originalmente por Werner Jacobi (Siemens AG - 1949) patentó un semiconductor de amplificación de 5 transistores
- Geoffrey Dummer (Royal Radar Establishment - 1952) diseminó la idea pero nunca lo construyó
- Jack Kilby (Texas Instruments - 1958) patenta el primer circuito integrado que funciona sobre germanio
- Robert Noyce (Fairchild Semiconductor - 1959) desarrolla su propio diseño sobre sílice

1 transistor, 1 capacitor y 3 resistencias
Kilby (10 milímetros)



~10.000.000.000
transistores
Intel Core i9-Xtreme
(10 nanómetros)

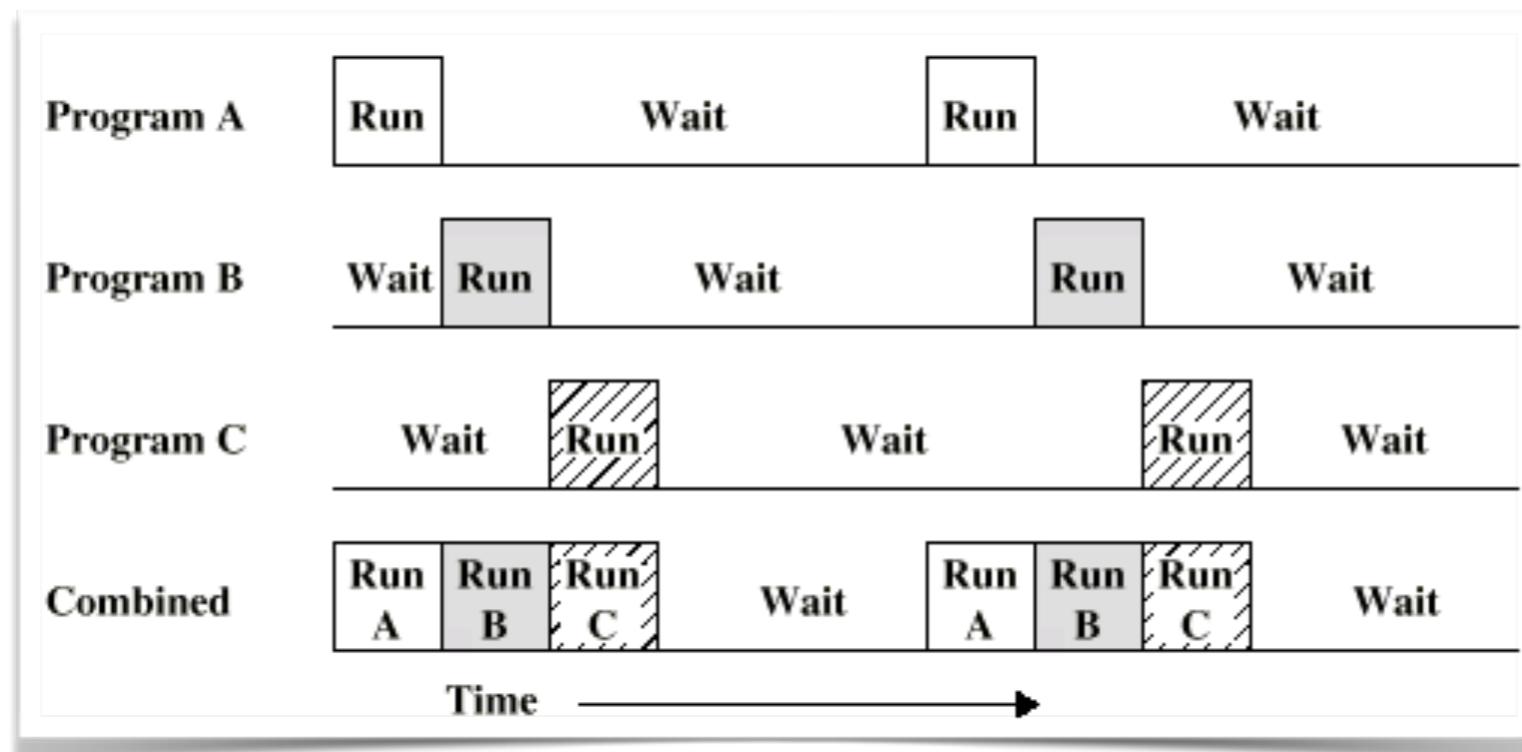


Generación 3

Circuitos integrados y programas almacenados

Multiprogramación

- El sistema operativo es responsable de la distribución y administración equitativa del tiempo de proceso
- Eventualmente implica desalojar un programa de la memoria y otros recursos



Mainframes

IBM 360 (1964)

- Versatilidad: 0,034 / 1,7 MIPS - 8Kb / 8Mb
- Multiprogramación: podía soportar cientos de terminales
- Escalabilidad: se migraba a un sistema con mayor capacidad con facilidad
- Proveía compatibilidad hacia atrás a partir del uso de microcódigo
- Estandariza el byte de 8 bits



Alquiler: 5.000 (39.000 en 2017) dólares por mes
Compra: 250.000 (2.000.000 en 2017) dólares

Microcomputadoras

DEC PDP-8 (1964)

- Primer microcomputador
(no requería una sala
acondicionada)
- Se podía tener en un
laboratorio



Compra: 16.000 (125.000 en 2017) dólares

Otros datos

→ Fundación de Intel (1968) -
Andy Grove, Robert Noyce y
Gordon Moore

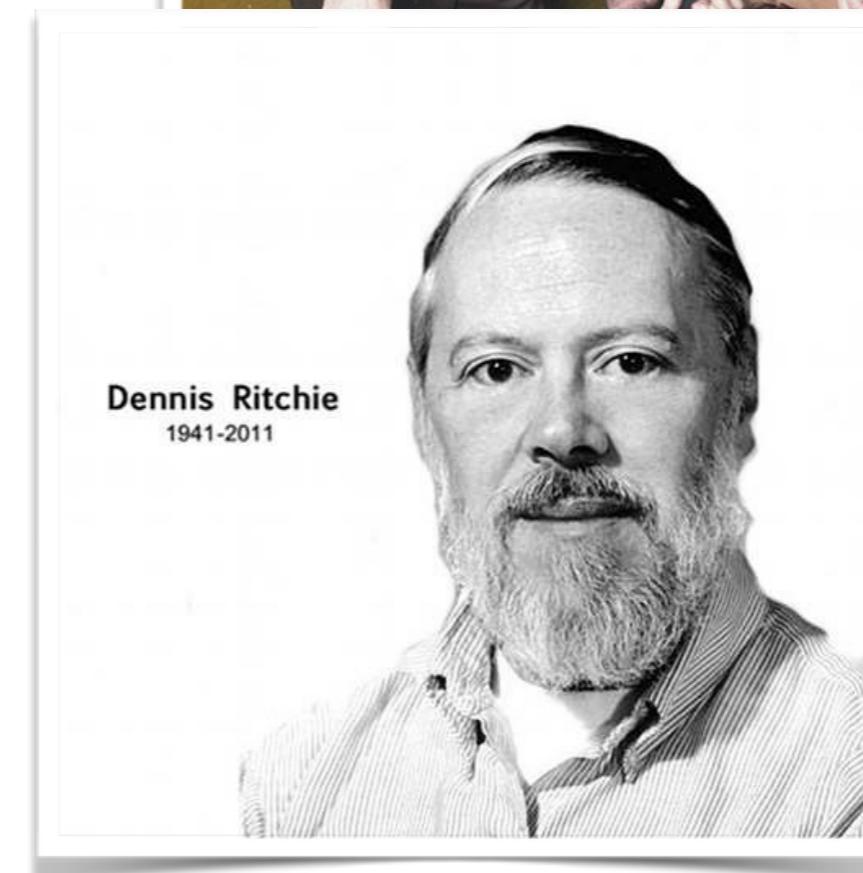
Gordon Moore Robert Noyce
Andy Grove



→ Se crea el lenguaje de
programación C (1972) -
Dennis Ritchie en Bell Labs

```
#include "stdio.h"
int main(int argc, char* argv)
{
    printf("Bye dad :-(\n");
    return 1;
}
```

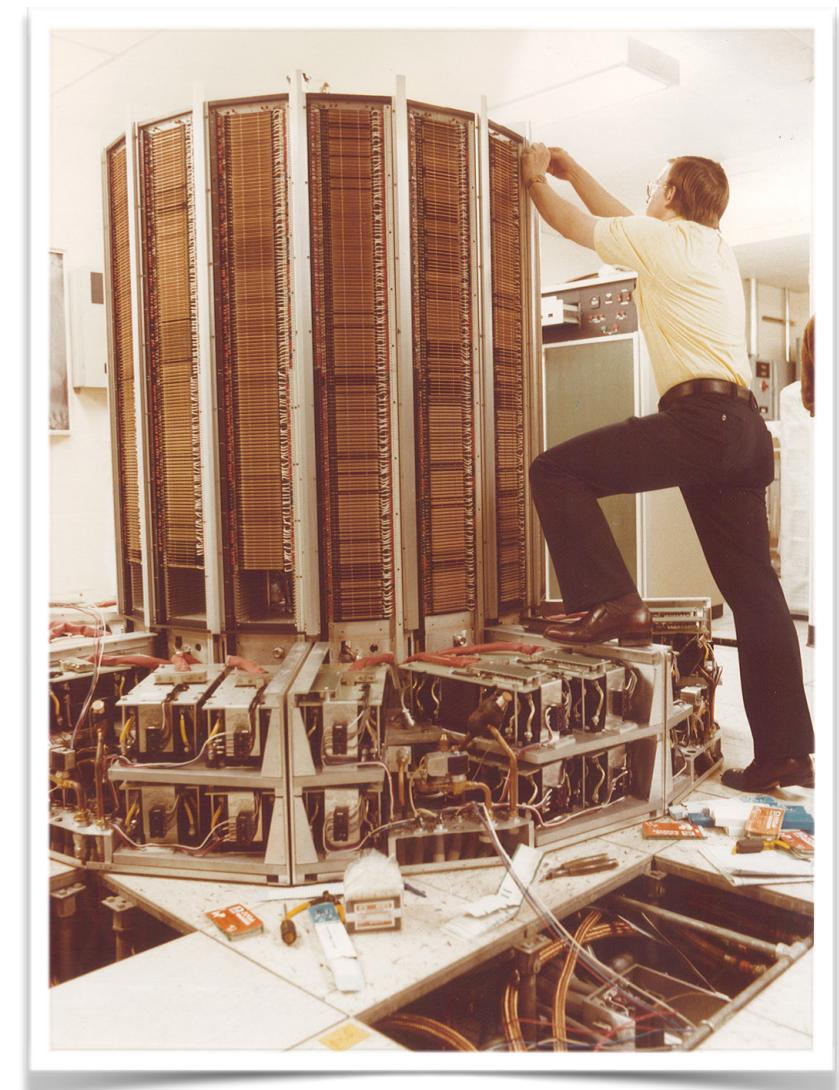
Dennis Ritchie
1941-2011



Supercomputadoras

Cray 1 (1976)

- Primera supercomputadora
- Procesamiento vectorial de 12 unidades
- 160 MFlops



Compra: 8.860.000 (38.500.000 en 2017) dólares

Otros datos

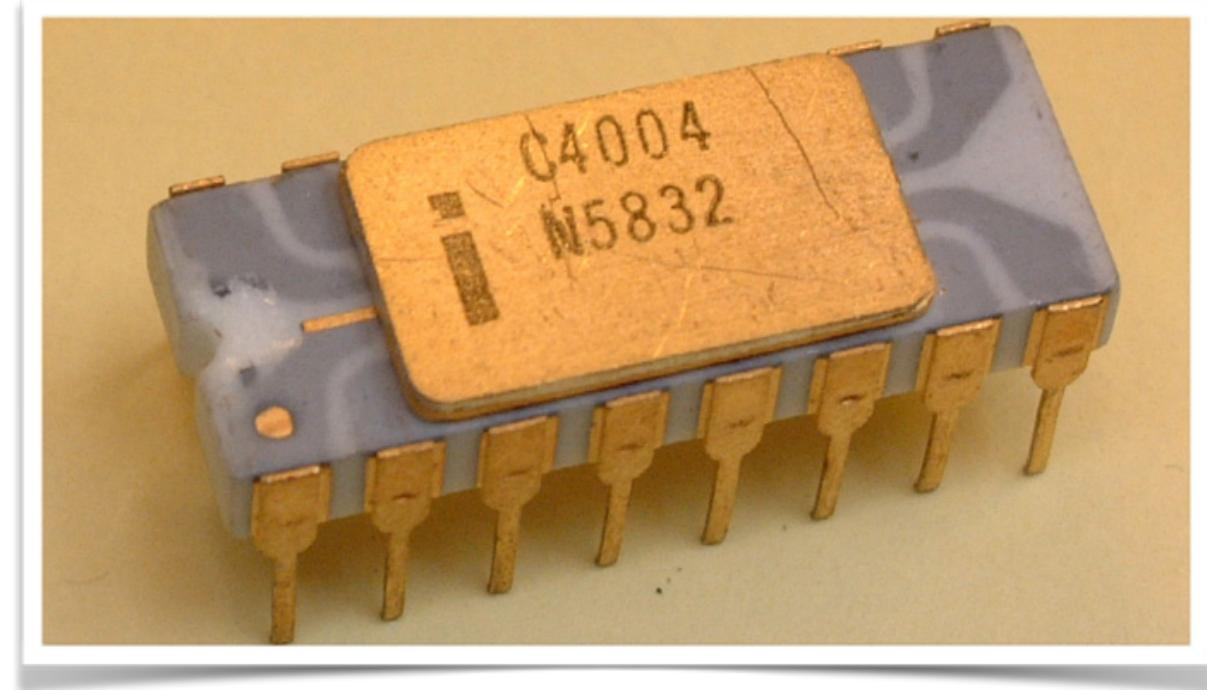
- Se crea Multics (**M**ultiplexed **I**nformation and **C**omputing **S**ervice): desarrollado en 1964-1969 por MIT, Bell Labs y General Electric
- Primer sistema operativo de tiempo compartido
- Influenció enormemente a UNIX y posteriores



Primer microprocesador

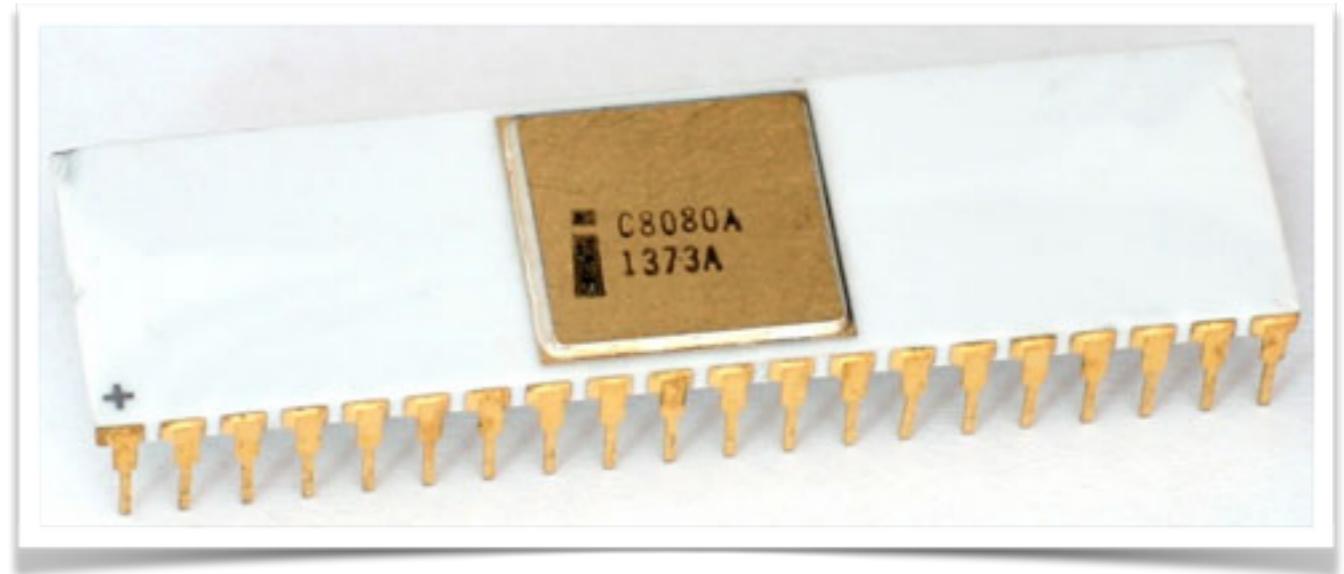
→ Intel 4004 (1971):

- 4 bits de datos,
- 8 bits de direcciones,
- 2300 transistores,
- usado para calculadoras y control de dispositivos.



→ Intel 8080 (1974):

- 8 bits de datos,
- 16 bits de direcciones,
- 6000 transistores
- usado en las primeras computadoras personales



Computadoras personales

Altair 8800 (1975)

- Primer computadora personal
- Tenía un procesador Intel 8080
- El interprete de BASIC (conocido como Altair BASIC o MITS 4K BASIC) fue producido por la empresa Traf-O-Data perteneciente a Bill Gates y Paul Allen quienes luego de este éxito fundaron Micro-Soft, hoy conocida como Microsoft

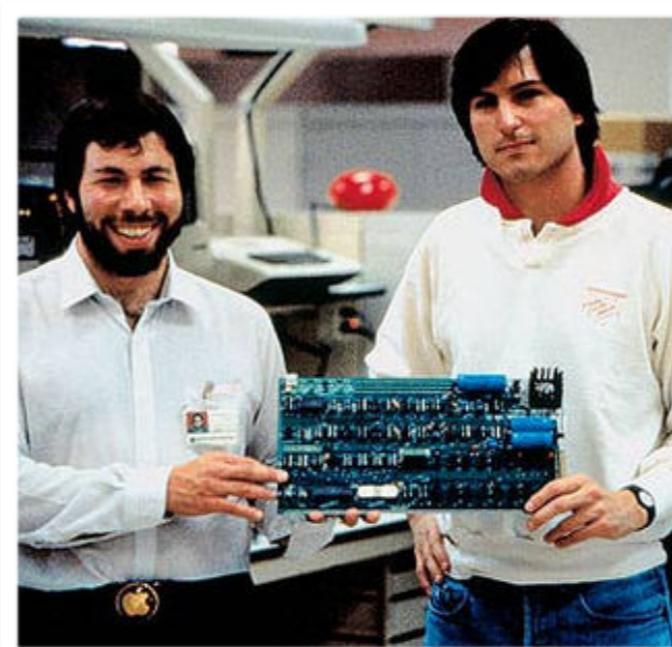


Compra: 621 (2824 en 2017) dólares

Computadoras personales

Apple I (1976)

- No se vendía en kit, se conectaba a un teclado y un televisor (primera computadora personal con hardware de video)
- 8Kb de RAM expansible a 64Kb
- Proveían un cassette con Apple BASIC



Apple Introduces the First Low Cost Microcomputer System with a Video Terminal and 8K Bytes of RAM on a Single PC Card.

The Apple Computer. A truly complete microcomputer system on a single printed circuit card. It includes a keyboard, monitor, memory, processor, and disk drives. All for under \$600.

Keyboard Interface lets you use almost any ASCII-encoded keyboard.

The Apple Computer makes it possible for many people with limited budgets to step up to a video terminal as an I/O device for their computer.

No More Switches, No More Lights.

Compared to switches and LED's, a video terminal can display vast amounts of information simultaneously. The Apple video terminal can display the contents of 192 memory locations at once on the screen. The firmware in PROMS enables the user to enter, display and debug programs (in hex) from the keyboard. The front panel unnecessary switches and lights are also allowed your program to control characters on the display. You'll be looking at memory bytes instead of just numbers open to all kinds of software (i.e., BASIC).

16 Chips!

The computer uses the new dynamic memory chips. It takes 1/4 the space of the low power memory chip that everyone else uses). That means 8K bytes in sixteen chips. It also means no more 28 amp power supplies.

The system is fully expandable to 65K via an edge connector which carries both the address and data busses, power supplies and all timing signals. All dynamic memory refreshing for both on and off-board memory is done automatically. Also, the Apple Computer can be upgraded to use the 16K chips when they become available.

Byte into an Apple \$666.66*

includes 4K bytes RAM

A detailed diagram of the Apple I computer's printed circuit board. Labels point to various parts: 'BREADBOARD AREA' at the top, 'CRYSTAL CONTROLLED TIMING' on the right, '4 FULLY REGULATED POWER SUPPLIES' on the far right, 'EXPANSION CONNECTOR' below it, 'CASSETTE BOARD CONNECTOR' at the bottom right, '8K BYTES RAM' at the bottom, 'KEYBOARD INTERFACE' and '6502 MICROPROCESSOR' near the bottom center, 'FIRMWARE IN PROMS' on the left, 'LOW-PROFILE SOCKETS ON ALL IC'S' on the left, and 'COMPLETE VIDEO TERMINAL ELECTRONICS' on the left. The board is densely packed with chips, capacitors, and connectors.

APPLE Computer Company • 770 Welch Rd., Palo Alto, CA 94304 • (415) 326-4248
OCTOBER 1976 CIRCLE NO. 7 ON INQUIRY CARD INTERFACE AGE 11

Compra: 666 (2900 en 2017) dólares

ble. That's 32K bytes on-board RAM in 16 IC's—the equivalent of 256 2102's!

A Little Cassette Board That Works!

Unlike many other cassette boards on the marketplace, ours works every time. It plugs directly into the upright connector on the main board and stands only 2" tall. And since it is very fast (1500 bits per second), you can read or write 4K bytes in about 20 seconds. All timing is done in software, which results in crystal-controlled accuracy and uniformity from unit to unit.

Unlike some other cassette interfaces which require an expensive tape recorder, the Apple Cassette Interface works reliably with almost any audio-grade cassette recorder.

Software:

A tape of **APPLE BASIC** is included free with the Cassette Interface. Apple Basic features immediate error messages and fast execution, and lets you program in a higher level language immediately and without added cost. Also available now are a dis-assembler and many games, with many software packages, (including a macro assembler) in the works. And since our philosophy is to provide software for our machines free or at minimal cost, you won't be continually paying for access to this growing software library.

The Apple Computer is in stock in almost all major computer stores. (If your local computer store doesn't carry our products, encourage them or write us direct). **Dealer inquiries invited.**

Byte into an Apple

\$666.66*

includes 4K bytes RAM

Otros datos

- Fundación de Microsoft (1978)
- En 1981 acuerdan con IBM el desarrollo de DOS (**D**isk **O**perating **S**ystem) basado en QDOS (**Q**uick and **D**irty **O**perating **S**ystem) desarrollado por Tim Paterson



Bill Gates

Paul Allen



Tim Paterson

Generación 4

VLSI (Very Large Scale Integration), computadoras personales

La tecnología utilizada (1980–)



IBM PC (1981)

Commodore 64 (1982)



Apple II (1984)



Cost - Density laws

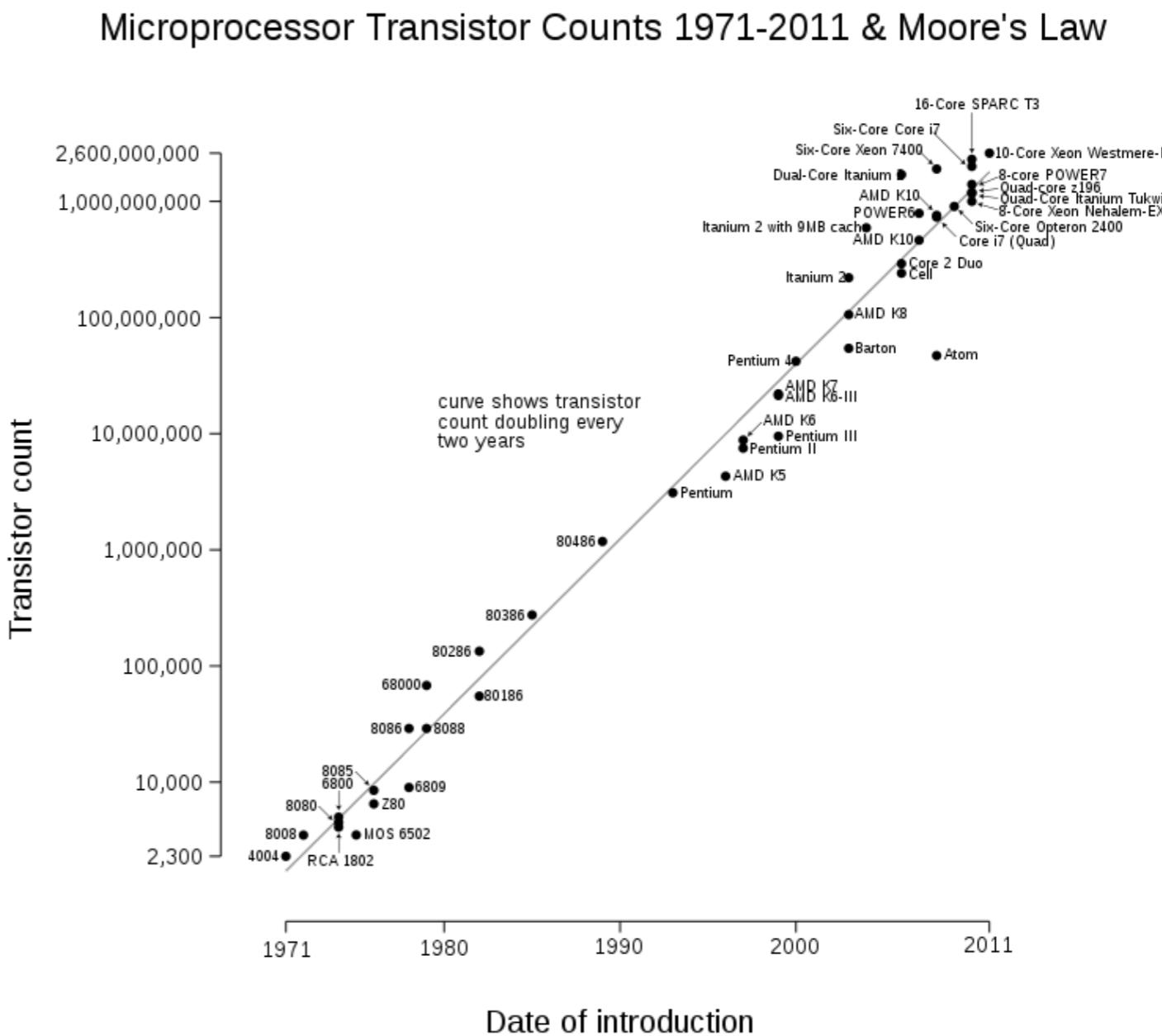
Moore's Law: La cantidad de transistores en un circuito integrado se duplican cada 2 años

Second Moore's Law (Rock's Law): El costo de equipamiento necesario para construir semiconductores se duplicará cada cuatro años

1968: 12.000 (85.500) dólares

2003: 2.500 millones (3.300 millones) de dólares

2017: 10.000 millones de dólares



Resumen

- > Tubos de vacío - 1946 – 1957
- > Transistores - 1958 – 1964
- > Small scale integration (SSI) – hasta 1965
 - Hasta 100 dispositivos en un chip
- > Medium scale integration (MSI) - hasta 1971
 - Entre 100-3,000 dispositivos en un chip
- > Large scale integration (LSI) - 1971–1977
 - Entre 3,000 - 100,000 dispositivos en un chip
- > Very large scale integration (VSLI) - 1978 – 1991
 - Entre 100,000 - 100,000,000 dispositivos en un chip
- > Ultra large scale integration (ULSI) - 1991 –
 - Mas de 100,000,000 dispositivos en un chip