Módulo 01

Introducción (Pt. 1)

Organización de Computadoras
Depto. Cs. e Ing. de la Comp.
Universidad Nacional del Sur

Copyright

- Copyright © **2011-2024** A. G. Stankevicius
- Se asegura la libertad para copiar, distribuir y modificar este documento de acuerdo a los términos de la **GNU** Free Documentation License, Versión 1.2 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera
- Una copia de esta licencia está siempre disponible en la página **http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html**
- La versión transparente de este documento puede ser obtenida de la siguiente dirección:

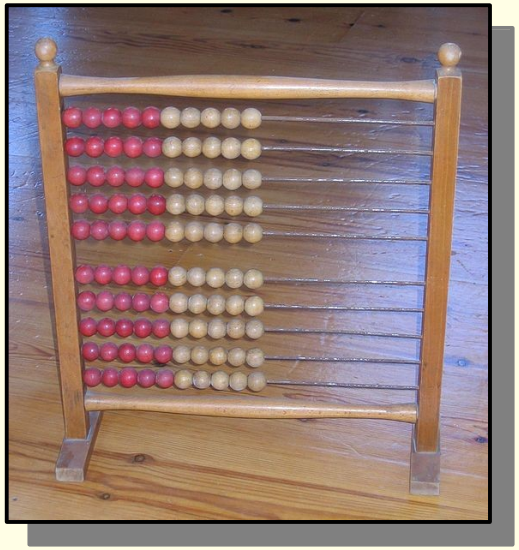
http://cs.uns.edu.ar/~ags/teaching

Contenidos

- Historia de la computación
- Arquitectura von Neumann
- Generaciones
- Ley de Moore
- Evolución de las arquitecturas
- Arquitecturas **CISC** vs. **RISC**
- Ciclo básico de un **CPU**
- Organización de la memoria

¿Qué es una computadora?

- Empecemos por acordar qué cosas califican como una computadora y cuáles no:
  - Una **PC** (Personal Computer)
  - Un celular (smart-phone)
  - Una tableta android o un iPad
  - Una calculadora de bolsillo
  - Una **TV** inteligente (smart-tv)
  - Un lavarropa programable
  - Un ábaco

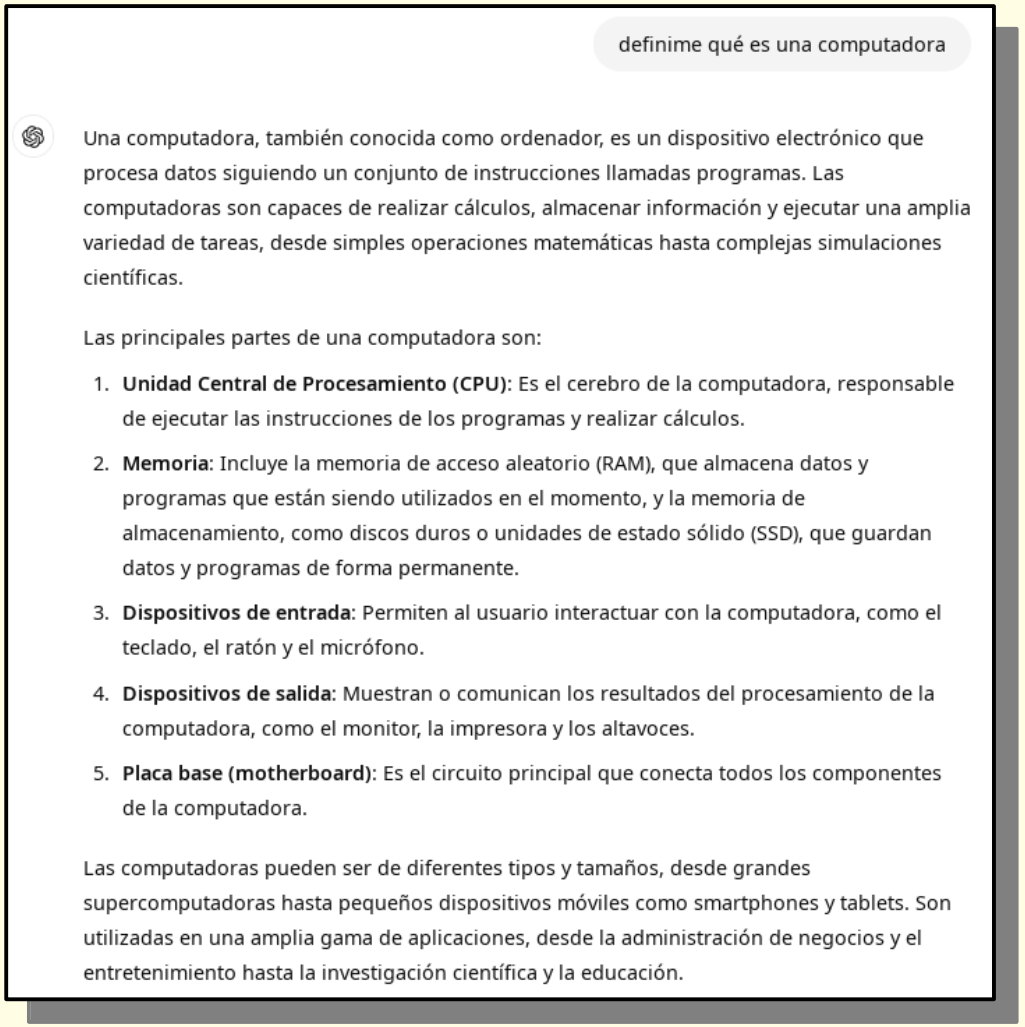


¿Qué es una computadora?

- Bien, podemos acotar la respuesta un poco más para sólo considerar a las computadoras electrónicas (¡que son las que nos interesan!)
- Consultemos qué dice la **RAE**:
  - Computadora Electrónica: máquina electrónica, analógica o digital, dotada de una memoria de gran capacidad y de métodos de tratamiento de la información, capaz de resolver problemas matemáticos y lógicos mediante la utilización automática de programas informáticos

¿Qué es una computadora?

- Y el amigo **ChatGPT**, ¿qué opinará?



¿Qué es una computadora?

- ¿**Gemini** opinará parecido?

A

definime qué es una computadora

Show drafts

¡Claro! Con gusto te defino qué es una computadora:

Una computadora es una máquina electrónica capaz de realizar un tratamiento automático de la información y de resolver con gran rapidez problemas matemáticos y lógicos mediante programas informáticos.

En términos más sencillos, una computadora es una herramienta que:

- **Recibe información:** A través de diversos dispositivos como teclados, ratones, cámaras, etc.
- **La procesa:** Realiza cálculos, toma decisiones y sigue instrucciones dadas por programas.
- **La almacena:** Guarda la información en dispositivos de almacenamiento como discos duros, memorias USB, etc.
- **La muestra:** Presenta los resultados en una pantalla, imprime documentos o reproduce sonidos.

¿Para qué sirve una computadora?

Sus aplicaciones son prácticamente ilimitadas y se utilizan en todos los ámbitos de nuestra vida:

- **Trabajo:** Para crear documentos, realizar cálculos, gestionar bases de datos, etc.
- **Comunicación:** Para enviar correos electrónicos, realizar videoconferencias, navegar por internet, etc.
- **Entretenimiento:** Para jugar videojuegos, ver películas, escuchar música, etc.
- **Educación:** Para estudiar, investigar, realizar trabajos, etc.
- **Diseño:** Para crear gráficos, animaciones, páginas web, etc.

¿Cuáles son los componentes principales de una computadora?

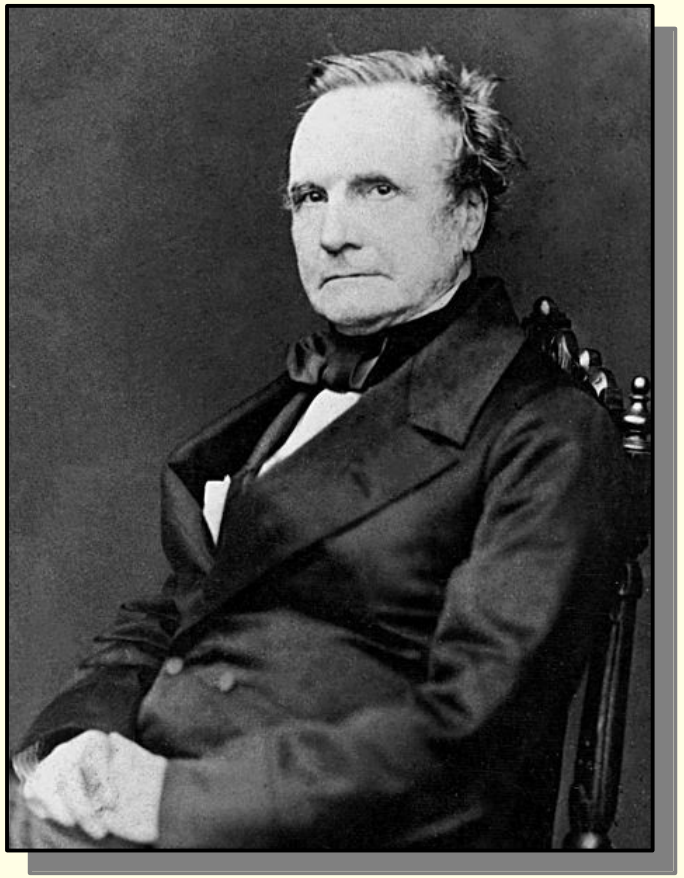
- **Hardware:** La parte física de la computadora, como la CPU, la memoria RAM, el disco duro, la tarjeta gráfica, etc.
- **Software:** Los programas que hacen que la computadora funcione, como el sistema operativo (Windows, macOS, Linux), los programas de aplicación (Word, Excel, Photoshop), etc.

Historia de la Computación

- La historia de la computación se remontan a la edad dorada de la Grecia clásica o incluso más atrás a los tiempos de los faraones
- No obstante, como nos interesa la computación usando computadoras electrónicas, el repaso de la historia de la computación se centrará en los avances más recientes, si bien no podemos ignorar la rica historia que nos respalda
  - Después de todo, ¡la computación es meramente una rama de la matemática!

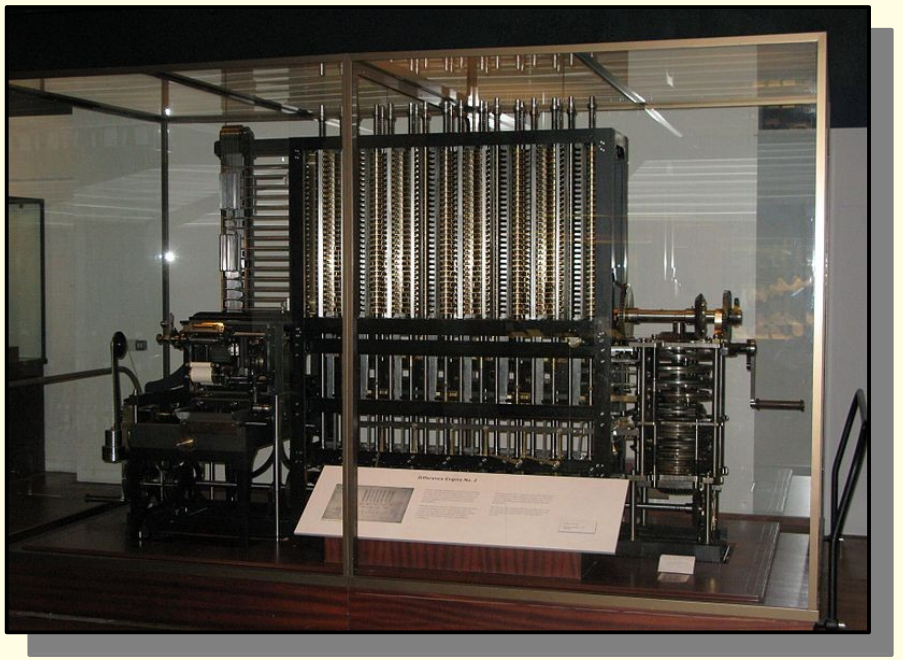
Charles Babbage

- Charles Babbage (1791-1871) fue un famoso matemático, filósofo e ingeniero inglés a quien se le atribuye haber creado la primer computadora mecánica programable
- Se lo considera el Padre de la Computación
- Sus principales creaciones fueron la Máquina Diferencial y la Máquina Analítica



Máquina Diferencial

- La Máquina Diferencial, si bien completamente diseñada en papel, nunca se pudo fabricar por por cuestiones ajenas a Babbage
  - La calidad de los engranajes disponibles en su época no era la apropiada
- En 1991, usando un maquinado moderno, se pudo completar finalmente y poner en funcionamiento



Ada Lovelace

- Ada Lovelace (1815-1852), la hija del poeta Lord Byron, mostró desde una temprana edad fascinación por la matemática
- Trabó una buena amistad con Charles Babbage, por lo que también tuvo contacto estrecho con la Máquina Analítica
  - Se considera que fue la primera programadora (¡y también la autora del primer bug!)

Ada Lovelace

- Extracto del primer algoritmo publicado:

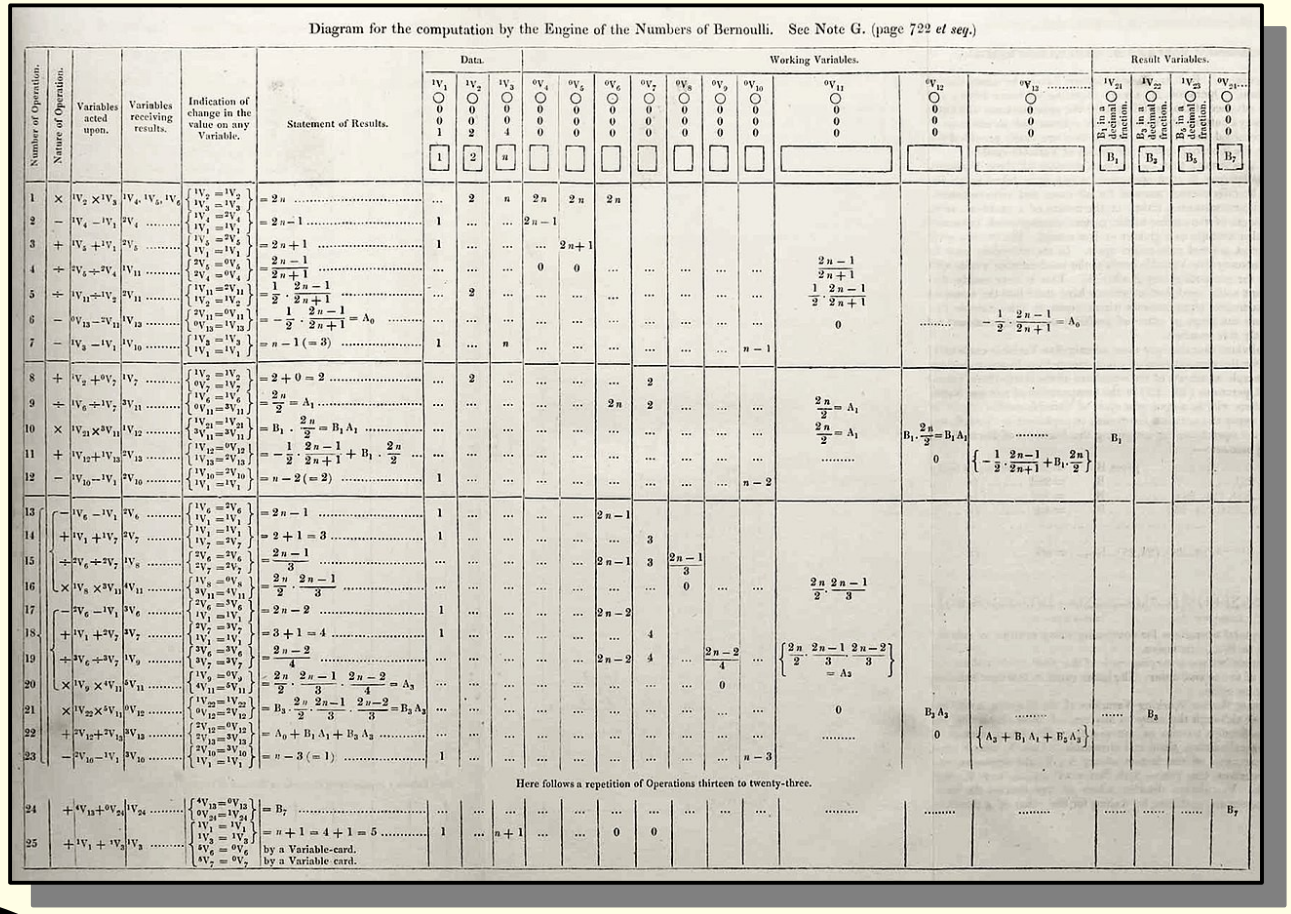
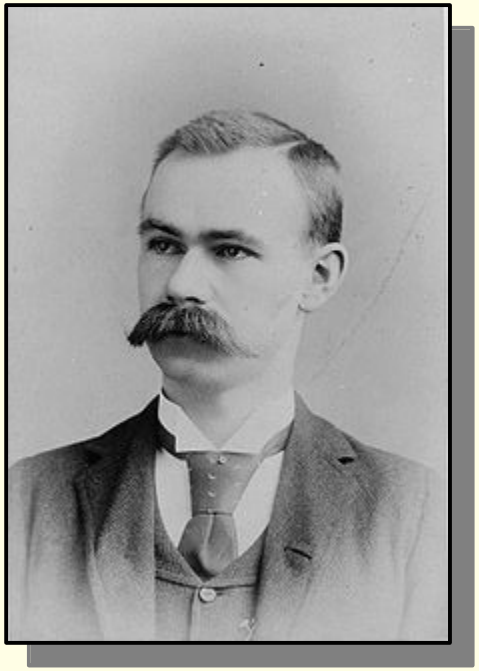


Diagram for the computation by the Engine of the Numbers of Bernoulli. See Note G. (page 722 *et seq.*)

Number of Operation.	Nature of Operation.	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data. $^1V_1$ 1	Data. $^1V_2$ 2	Data. $^1V_3$ n	Working Variables. $^0V_4$	$^0V_5$	$^0V_6$	$^0V_7$	$^0V_8$	$^0V_9$	$^0V_{10}$	$^0V_{11}$	$^0V_{12}$	$^0V_{13}$	Result Variables. $^1V_{21}$ B_1	$^1V_{22}$ B_3	$^1V_{23}$ B_5	$^0V_{24}$... B_7
1	×	$^1V_2 \times {}^1V_3$	$^1V_4$, $^1V_5$, $^1V_6$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_2 = {}^1V_2 \\ {}^1V_3 = {}^1V_3\end{matrix}\right\}$	$= 2n$	...	2	n	$2n$	$2n$	$2n$											
2	−	$^1V_4 - {}^1V_1$	$^2V_4$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_4 = {}^2V_4 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= 2n-1$	1	...	...	$2n-1$													
3	+	$^1V_5 + {}^1V_1$	$^2V_5$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_5 = {}^2V_5 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= 2n+1$	1	...	...	...	$2n+1$												
4	+	$^2V_6 + {}^2V_4$	$^1V_{11}$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_6 = {}^0V_6 \\ {}^2V_4 = {}^0V_4\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n-1}{2n+1}$	...	...	...	0	0	...	...	...	...	...	$\frac{2n-1}{2n+1}$						
5	÷	$^1V_{11} \div {}^1V_2$	$^2V_{11}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_{11} = {}^2V_{11} \\ {}^1V_2 = {}^1V_2\end{matrix}\right\}$	$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1}$	...	2	...	...	...	...	...	...	...	...	$\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1}$						
6	−	$^0V_{13} - {}^2V_{11}$	$^1V_{13}$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_{11} = {}^0V_{11} \\ {}^0V_{13} = {}^1V_{13}\end{matrix}\right\}$	$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = A_0$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	.....	$-\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = A_0$				
7	−	$^1V_3 - {}^1V_1$	$^1V_{10}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_3 = {}^1V_3 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= n-1\ (=3)$	1	...	n	...	...	...	...	...	...	$n-1$							
8	+	$^1V_2 + {}^0V_7$	$^1V_7$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_2 = {}^1V_2 \\ {}^0V_7 = {}^1V_7\end{matrix}\right\}$	$= 2+0=2$	...	2	...	...	...	...	2										
9	÷	$^1V_6 \div {}^1V_7$	$^2V_{11}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_6 = {}^1V_6 \\ {}^0V_{11} = {}^2V_{11}\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n}{2} = A_1$	...	...	...	...	...	$2n$	2	...	...	...	$\frac{2n}{2} = A_1$						
10	×	$^1V_{21} \times {}^2V_{11}$	$^1V_{12}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_{21} = {}^1V_{21} \\ {}^0V_{11} = {}^2V_{11}\end{matrix}\right\}$	$= B_1 \cdot \frac{2n}{2} = B_1 A_1$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	$\frac{2n}{2} = A_1$	$B_1 \cdot \frac{2n}{2} = B_1 A_1$	.....	B_1			
11	+	$^1V_{12} + {}^1V_{13}$	$^2V_{13}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_{12} = {}^0V_{12} \\ {}^1V_{13} = {}^2V_{13}\end{matrix}\right\}$	$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} + B_1 \cdot \frac{2n}{2}$ ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	.....	0	$\left\{-\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} + B_1 \cdot \frac{2n}{2}\right\}$				
12	−	$^1V_{10} - {}^1V_1$	$^2V_{10}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_{10} = {}^2V_{10} \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= n-2\ (=2)$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	$n-2$							
13	−	$^1V_6 - {}^1V_1$	$^2V_6$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_6 = {}^2V_6 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= 2n-1$	1	...	...	...	...	$2n-1$											
14	+	$^1V_1 + {}^1V_7$	$^2V_7$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_1 = {}^1V_1 \\ {}^1V_7 = {}^2V_7\end{matrix}\right\}$	$= 2+1=3$	1	...	...	...	...	...	3										
15	÷	$^2V_6 \div {}^2V_7$	$^1V_8$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_6 = {}^2V_6 \\ {}^2V_7 = {}^2V_7\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n-1}{3}$	...	...	...	...	...	$2n-1$	3	$\frac{2n-1}{3}$									
16	×	$^1V_8 \times {}^3V_{11}$	$^4V_{11}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_8 = {}^0V_8 \\ {}^3V_{11} = {}^4V_{11}\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3}$	...	...	...	...	...	...	...	0	...	...	$\frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3}$						
17	−	$^2V_6 - {}^1V_1$	$^3V_6$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_6 = {}^3V_6 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= 2n-2$	1	...	...	...	...	$2n-2$											
18	+	$^1V_1 + {}^2V_7$	$^3V_7$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_7 = {}^3V_7 \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= 3+1=4$	1	...	...	...	...	...	4										
19	÷	$^3V_6 \div {}^2V_7$	$^3V_9$	$\left\{\begin{matrix}{}^3V_6 = {}^3V_6 \\ {}^2V_7 = {}^3V_7\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n-2}{4}$	...	...	...	...	...	$2n-2$	4	...	$\frac{2n-2}{4}$	...	$\left\{\frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3} \cdot \frac{2n-2}{3} = A_2\right\}$						
20	×	$^1V_9 \times {}^4V_{11}$	$^5V_{11}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_9 = {}^0V_9 \\ {}^4V_{11} = {}^5V_{11}\end{matrix}\right\}$	$= \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3} \cdot \frac{2n-2}{4} = A_3$ ...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	...							
21	×	$^{1V_{22}} \times {}^5V_{11}$	$^0V_{12}$	$\left\{\begin{matrix}{}^{1V_{22}} = {}^{1V_{22}} \\ {}^0V_{12} = {}^2V_{12}\end{matrix}\right\}$	$= B_3 \cdot \frac{2n}{2} \cdot \frac{2n-1}{3} \cdot \frac{2n-2}{3} = B_3 A_3$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	$B_3 A_3$	.....	.....	B_3		
22	+	$^2V_{12} + {}^2V_{13}$	$^3V_{13}$	$\left\{\begin{matrix}{}^2V_{12} = {}^0V_{12} \\ {}^2V_{13} = {}^3V_{13}\end{matrix}\right\}$	$= A_0 + B_1 A_1 + B_3 A_3$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	.....	0	$\left\{A_3 + B_1 A_1 + B_3 A_3\right\}$				
23	−	$^1V_{10} - {}^1V_1$	$^3V_{10}$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_{10} = {}^3V_{10} \\ {}^1V_1 = {}^1V_1\end{matrix}\right\}$	$= n-3\ (=1)$	1	...	...	...	...	...	...	...	...	$n-3$							
Here follows a repetition of Operations thirteen to twenty-three.																						
24	+	$^4V_{13} + {}^0V_{24}$	$^1V_{24}$	$\left\{\begin{matrix}{}^4V_{13} = {}^0V_{13} \\ {}^0V_{24} = {}^1V_{24}\end{matrix}\right\}$	$= B_7$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B_7
25		$^1V_1 + {}^1V_3$	$^1V_3$	$\left\{\begin{matrix}{}^1V_1 = {}^1V_1 \\ {}^1V_3 = {}^1V_3 \\ {}^4V_6 = {}^0V_6 \\ {}^4V_7 = {}^0V_7\end{matrix}\right\}$	$= n+1 = 4+1 = 5$ ..... by a Variable-card. by a Variable card.	1	...	$n+1$	...	...	0	0										

Herman Hollerith

- Herman Hollerith (1860-1929) fue un estadístico americano que creo quizás la primer máquina electrónica programable para contar
- Su invención es conocida como el Telar de Hollerith
  - Se basaba en la misma idea aplicada en los Telares Jacquard de la revolución industrial para “programar” los distintos patrones de la tela a ser confeccionada

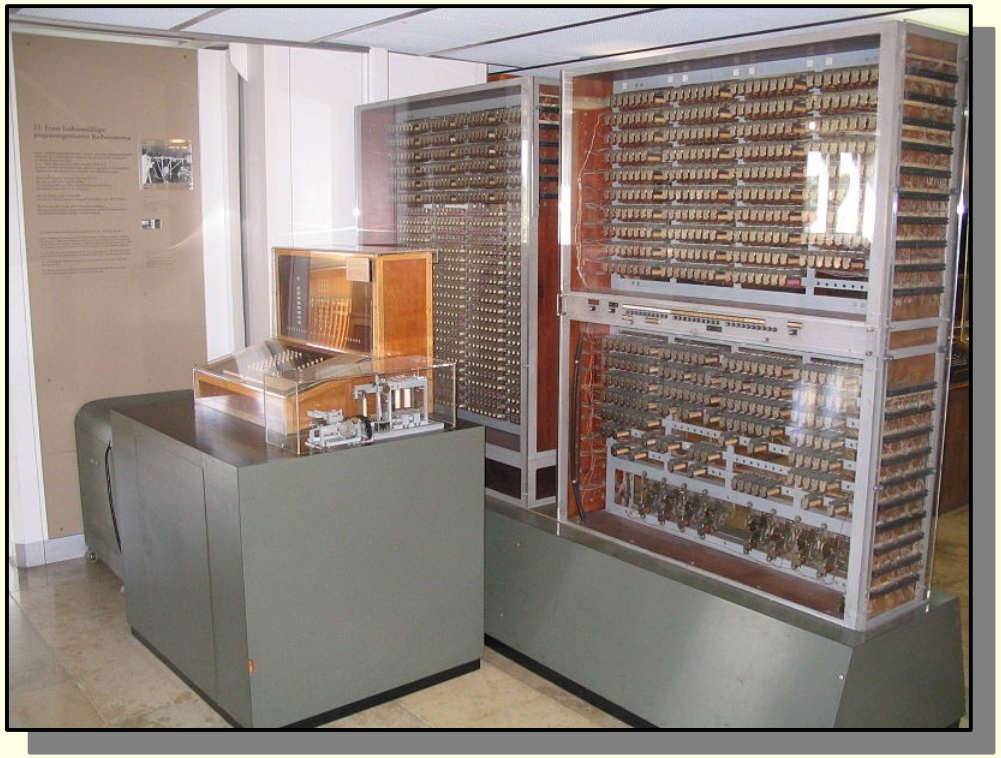


Telar de Hollerith

- La idea central del Telar de Hollerith era hacer uso de tarjetas perforadas para codificar distintas características
  - Cambiando la ubicación y la cantidad de las perforaciones codificaban distintos aspectos
- Hollerith fundó una compañía para vender su máquina que luego se unió con otras para formar a... ¡**IBM**!

Z3 (1941)

- La **Z3**, creada por Konrad Zuse (1910-1955) en Alemania en plena segunda guerra mundial, se la considera la primera computadora que se pudo construir
- Recientemente se pudo demostrar que es Turing completa
  - ¿Qué implica que sea Turing completa?

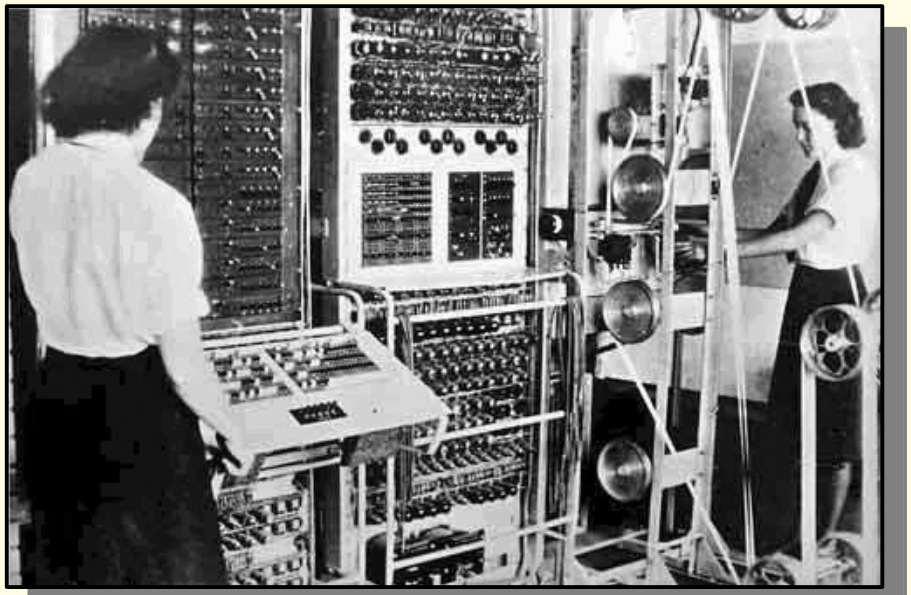


Z3 (1941)

- Características:
  - Velocidad de reloj: 5.3 hertz
  - Suma en 0,8 segundos, multiplica en 3 segundos
  - Capacidad de memoria: 64 palabras de 22 bits
  - Operaba sólo en punto flotante, base 10
  - Consumo de electricidad: 4.000 watts
  - Peso: unos 1.000 kilogramos
  - Componentes: unos 2.000 relés telefónicos, de los cuales 1.400 se usaban para representar la memoria

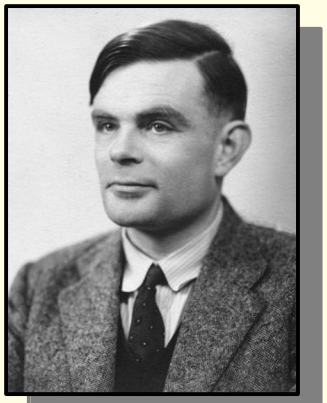
Colossus (1944)

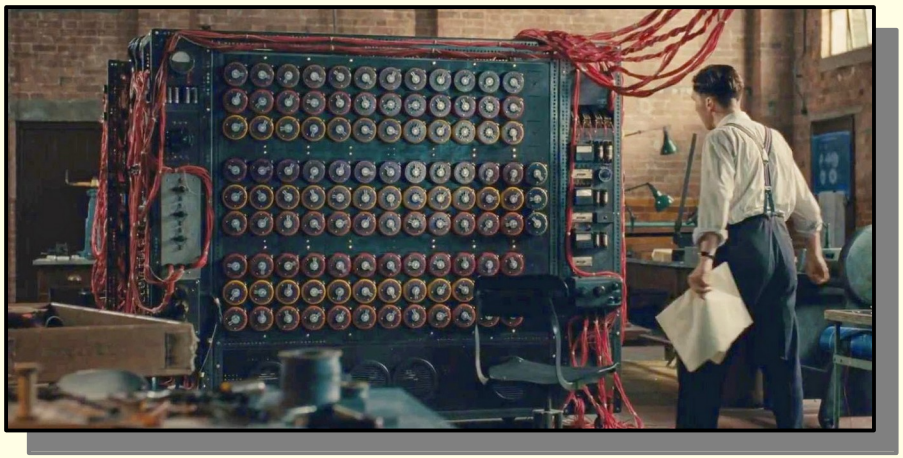
- Del otro lado del Canal de la Mancha, los británicos no se quedaron atrás, creando la computadora Colossus
  - Su principal uso era romper el código usado por los alemanes para codificar sus comunicaciones
- Su existencia se ocultó por ser considerada un secreto de estado
  - Churchill ordenó que se destruya por completo



Bombe (1940)

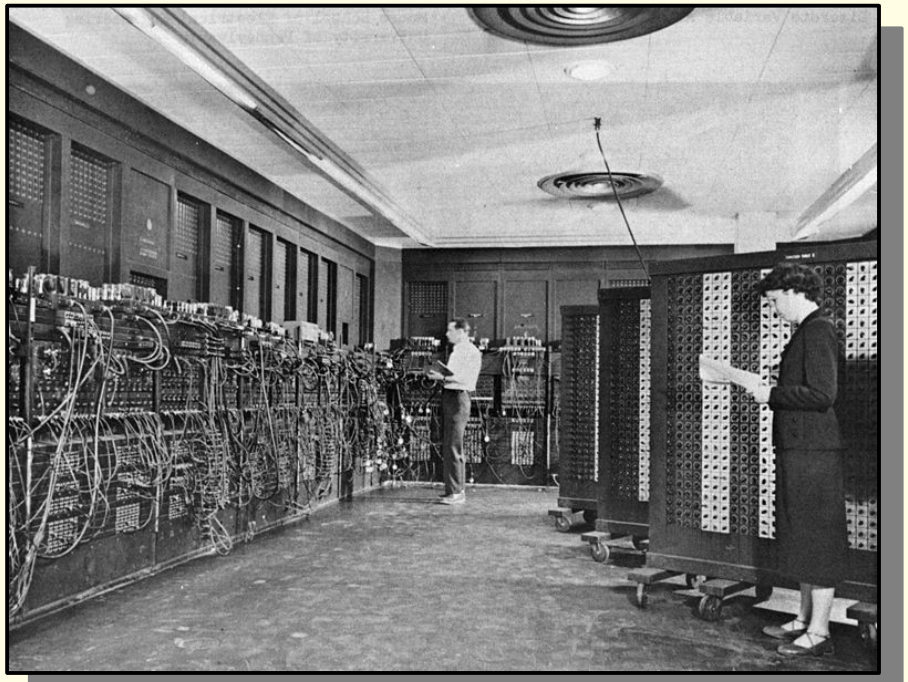
- No confundir con la Bombe, aquel dispositivo electromecánico anterior diseñado por Alan M. Turing (1912-1954) para quebrar el esquema de encriptado alemán denominado enigma
- Para más data ver:
  - The Imitation Game





ENIAC (1946)

- Los americanos John Mauchly (1907-1980) y Presper Eckert (1919-1995) construyeron la **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer), la primer computadora electrónica de propósito general
  - Su principal propósito era calcular las tablas de artillería para los distintos tipos de cañones de aquella época

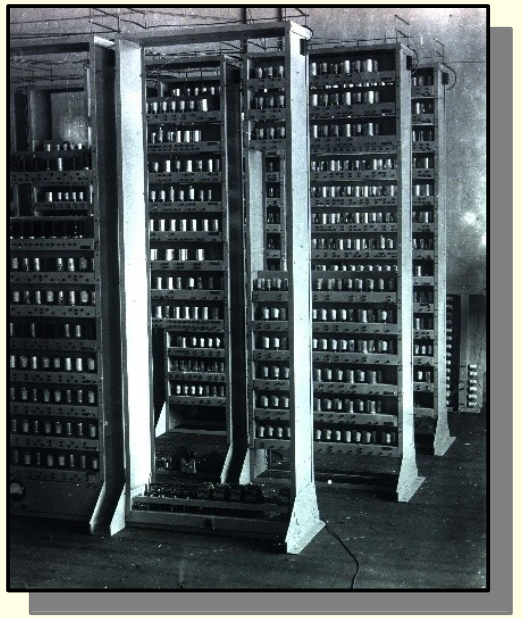


ENIAC (1946)

- Características:
  - Operaba en decimal
  - Contaba con 20 acumuladores de 10 dígitos
  - Se programaba a mano usando interruptores
  - Calculaba unas 5.000 sumas por segundo
  - Componentes: 18.000 válvulas y 7.200 diodos
  - Peso: unos 27.000 Kg
  - Tamaño: ocupaba alrededor de 167 m²
  - Consumo de electricidad: 150.000 watts

EDSAC (1949)

- El británico Maurice Wilkes (1913-2010) puso en práctica las ideas revolucionarias de John von Neumann (1903-1957) al diseñar y construir la **EDSAC** (Electronic Delay Storage Automatic Calculator), la primera computadora electrónica de programa almacenado
  - John von Neumann postuló usar la memoria de la computadora para almacenar no sólo los datos sino también al programa



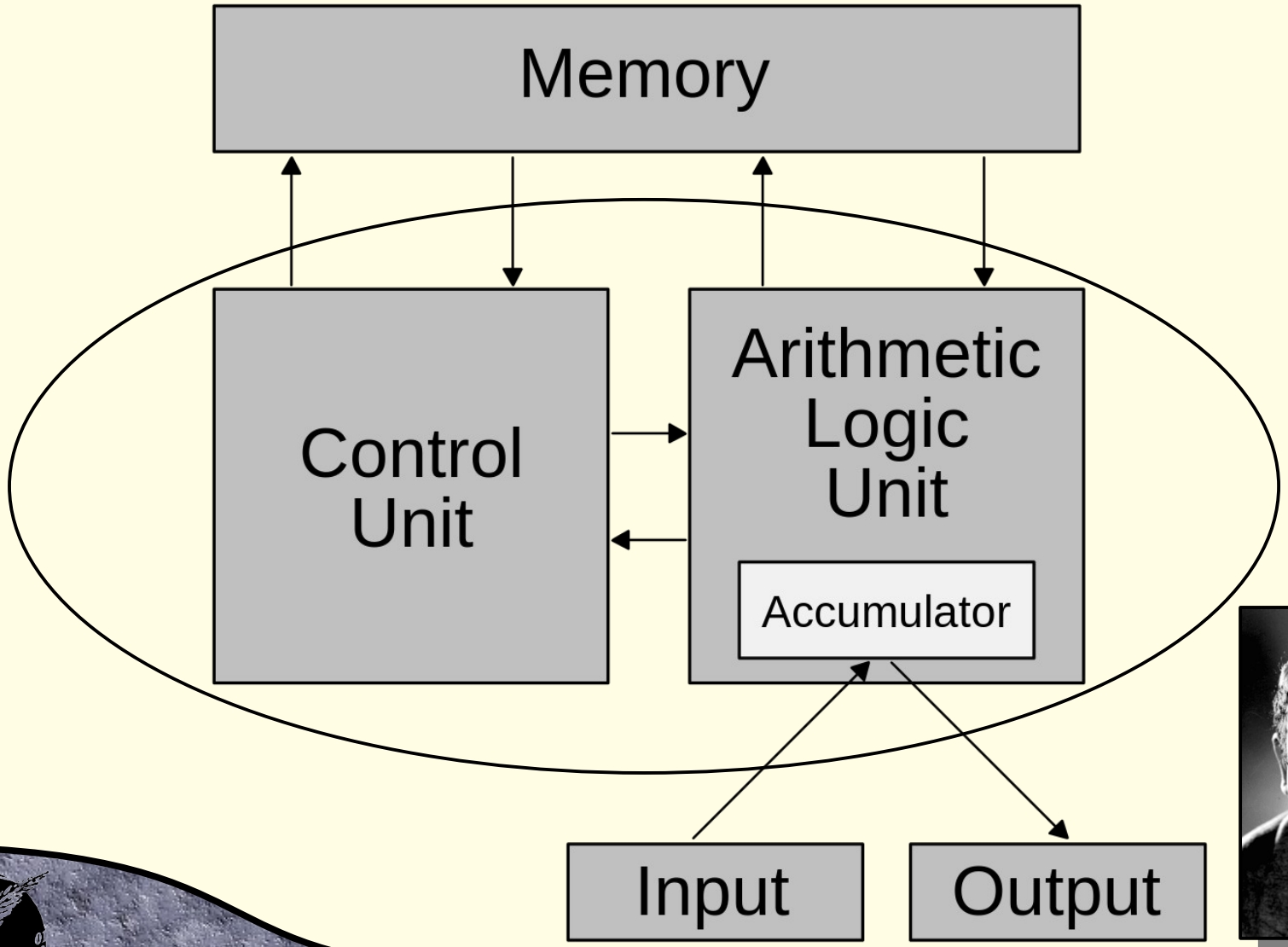
EDSAC (1949)

- Características:
  - Operaba en binario, en notación complemento a dos
  - Capacidad de memoria: 1.024 palabras de 17 bits
  - La memoria era de tipo dinámica (como hoy en día)
  - La industria del software nació en el momento que se desarrolló el ensamblador para esta máquina
  - Al no contar con registros índices, para recorrer arreglos se debía apelar al código automodificable
  - La entrada era a través de tarjetas perforadas y la salida a través de una teletipo

Arquitectura von Neumann

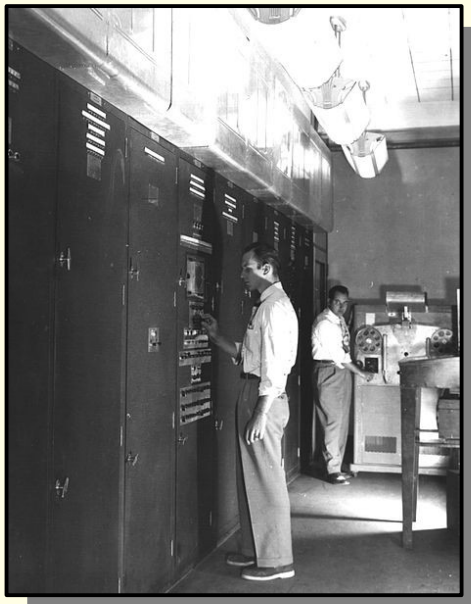
- La arquitectura de programa almacenado propuesta por John von Neumann es la misma que sigue en uso hoy en día
- Se basa en cuatro componentes principales:
  - La **CPU** (Unidad Central de Proceso), la cual cuenta con su respectiva **ALU** (Unidad Aritmético-Lógica)
  - La memoria principal
  - Uno o más dispositivos de entrada y/o de salida
  - Un componente de control que orquesta la interacción entre todos estos componentes

Arquitectura von Neumann



EDVAC (1951)

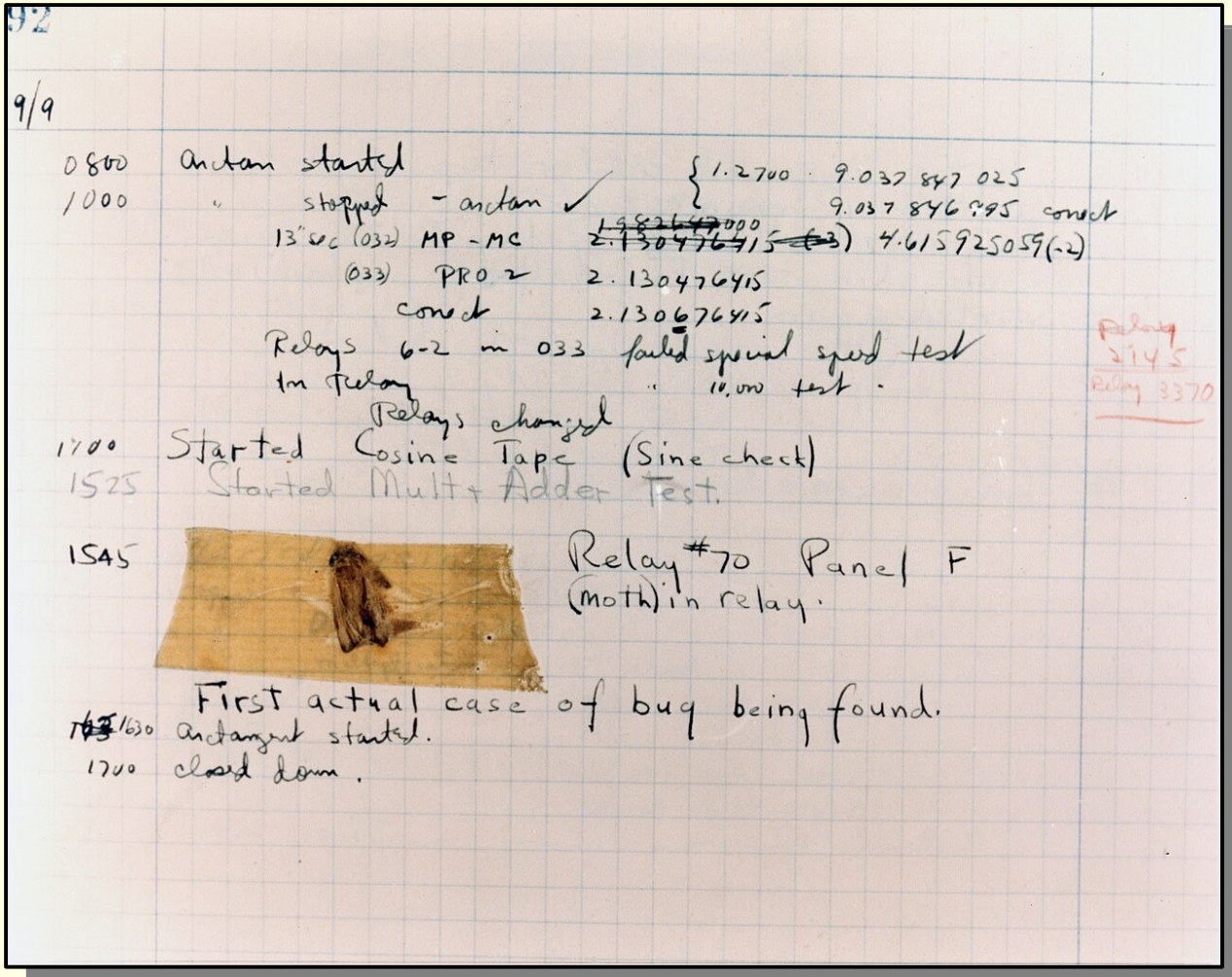
- Los creadores de la **ENIAC** a la par de John von Neumann crearon la **EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), una computadora de programa almacenado que corregía las deficiencias de su predecesora:
  - La programación era mucho más sencilla (¡no más interruptores!)
  - Adoptaba el sistema binario en vez del sistema decimal
  - Incorporó la mayor parte de las mejoras tecnológicas disponibles



EDVAC (1951)

- Características:
  - Componentes: 6.000 válvulas y 12.000 diodos
  - Consumo eléctrico: 56.000 watts
  - Tamaño: ocupaba unos 46 m²
  - Peso: 7.850 Kg
  - Sumaba en 864 µs y multiplicaba en 2900 µs
  - Contaba con una unidad lecto/escritora de cinta
  - Mucho más confiable que los modelos anteriores, se la podía usar... ¡hasta 20 horas por día!

¿Por qué le decimos bug a los bugs?

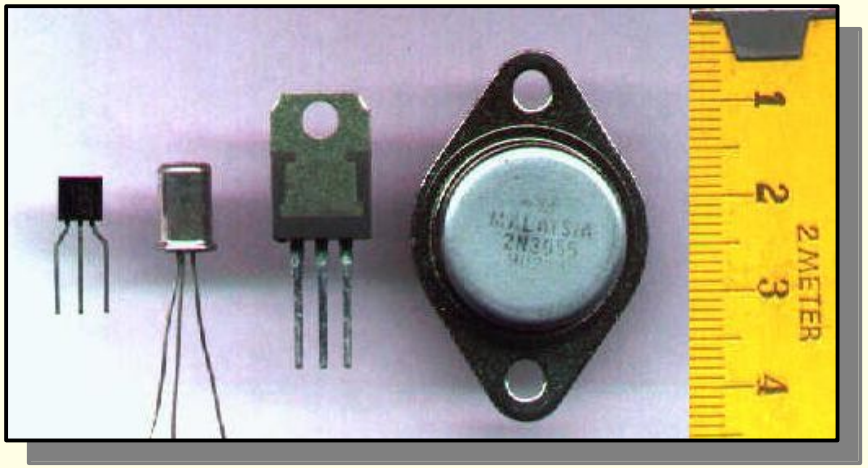


9/9

0800 Arctan started
1000 " stopped - arctan ✓ { 1.2700 · 9.037 847 025
9.037 846 795 correct
13"sc (032) MP - MC ~~1.9826447000~~ ~~2.13047764715 (-3)~~ 4.615925059(-2)
(033) PRO 2 2.13047764715
correct 2.13067764715
Relays 6-2 in 033 failed special speed test
In relay 10.000 test.
Relays changed
Relay 2145 Relay 3370
1700 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Mult + Adder Test.
1545 Relay #70 Panel F
(moth) in relay.
First actual case of bug being found.
~~1700~~ 1630 Arctangent started.
1700 closed down.

Invención del transistor

- La invención del transistor en 1947 revolucionó al incipiente campo de la computación
  - Sirve como reemplazo directo de las válvulas
  - Son más pequeños y más baratos
  - Disipan menos calor, en otras palabras, consumen menos corriente eléctrica (¡son más ecológicos!)
  - Se trata de un dispositivo de estado sólido
  - Se fabrica a partir de silicio... esto es, ¡arena!

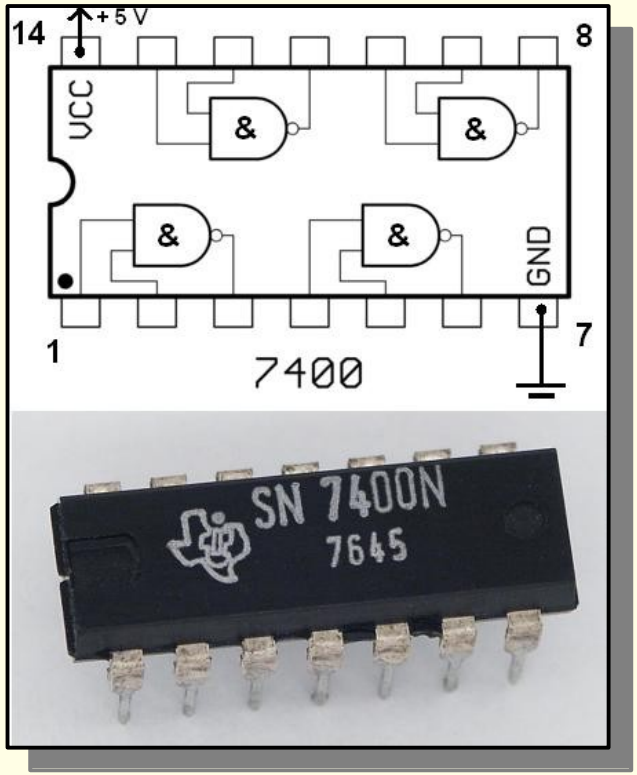


Generaciones

- El invención del transistor permitió construir computadoras tan diferentes a las anteriores que se habla de distintas generaciones
- La primera generación está compuesta de las computadoras que hemos enumerado, las cuales están construidas usando válvulas
- La segunda generación está compuesta de las nuevas computadoras construidas usando transistores
  - Por caso, la familia **IBM 7000** o la **DEC PDP-1**

Generaciones

- Claramente para poder hablar de una tercera generación iba a hacer falta una invención tan radical como la del transistor
  - La invención en la década del '60 de los circuitos integrados constituyó esa invención radical
- En consecuencia, la tercera generación está compuesta por computadoras construidas usando circuitos integrados

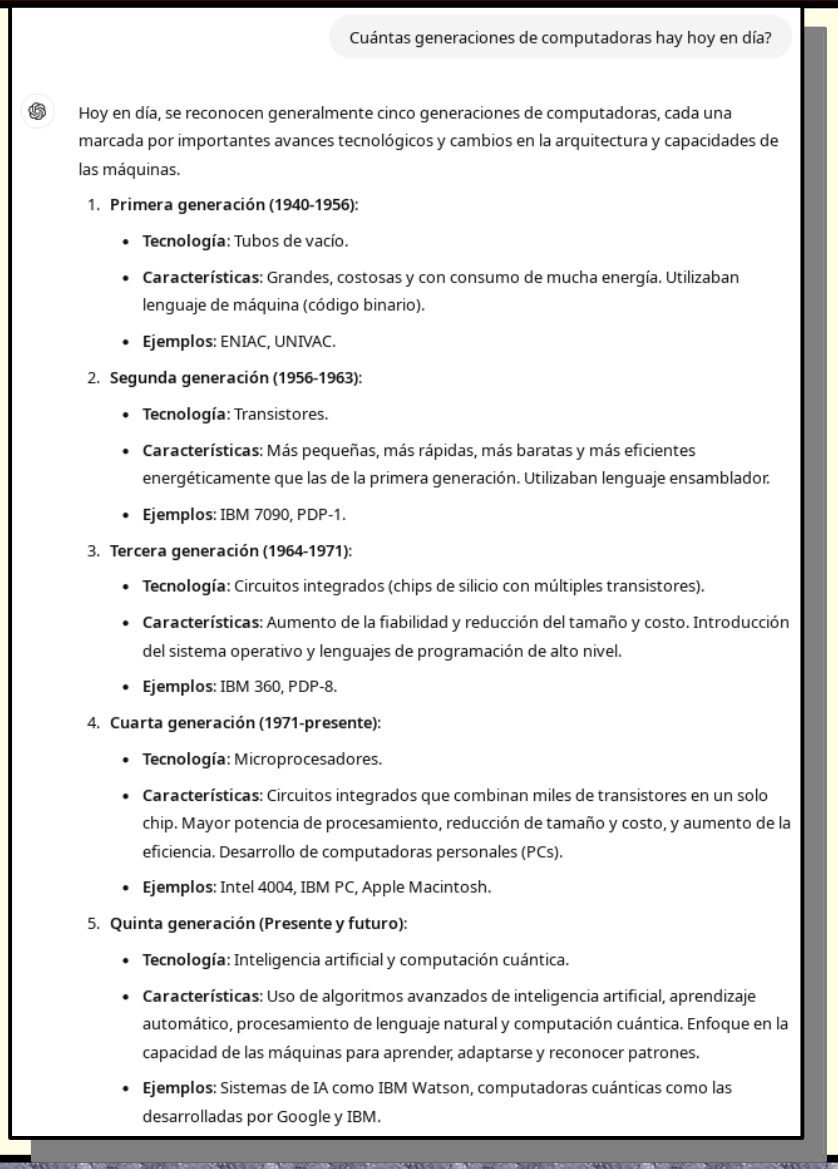


Generaciones

- Primera generación (1941-1957)
  - Computadoras construidas usando válvulas
- Segunda generación (1958-1964)
  - Computadoras construidas usando transistores
- Tercera generación (1965-2024)
  - Computadoras construidas usando circuitos integrados
  - Algunos autores consideran a las computadoras más recientes (1978-2024) como una cuarta generación

¿Cuántas generaciones hubo?

- Es una excelente pregunta para trasladarle a esas maravillas de la ciencia llamadas... **LLM**s (Large Language Model)



Cuántas generaciones de computadoras hay hoy en día?

Hoy en día, se reconocen generalmente cinco generaciones de computadoras, cada una marcada por importantes avances tecnológicos y cambios en la arquitectura y capacidades de las máquinas.

1. **Primera generación (1940-1956):**
   - **Tecnología:** Tubos de vacío.
   - **Características:** Grandes, costosas y con consumo de mucha energía. Utilizaban lenguaje de máquina (código binario).
   - **Ejemplos:** ENIAC, UNIVAC.
2. **Segunda generación (1956-1963):**
   - **Tecnología:** Transistores.
   - **Características:** Más pequeñas, más rápidas, más baratas y más eficientes energéticamente que las de la primera generación. Utilizaban lenguaje ensamblador.
   - **Ejemplos:** IBM 7090, PDP-1.
3. **Tercera generación (1964-1971):**
   - **Tecnología:** Circuitos integrados (chips de silicio con múltiples transistores).
   - **Características:** Aumento de la fiabilidad y reducción del tamaño y costo. Introducción del sistema operativo y lenguajes de programación de alto nivel.
   - **Ejemplos:** IBM 360, PDP-8.
4. **Cuarta generación (1971-presente):**
   - **Tecnología:** Microprocesadores.
   - **Características:** Circuitos integrados que combinan miles de transistores en un solo chip. Mayor potencia de procesamiento, reducción de tamaño y costo, y aumento de la eficiencia. Desarrollo de computadoras personales (PCs).
   - **Ejemplos:** Intel 4004, IBM PC, Apple Macintosh.
5. **Quinta generación (Presente y futuro):**
   - **Tecnología:** Inteligencia artificial y computación cuántica.
   - **Características:** Uso de algoritmos avanzados de inteligencia artificial, aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural y computación cuántica. Enfoque en la capacidad de las máquinas para aprender, adaptarse y reconocer patrones.
   - **Ejemplos:** Sistemas de IA como IBM Watson, computadoras cuánticas como las desarrolladas por Google y IBM.

Niveles de integración

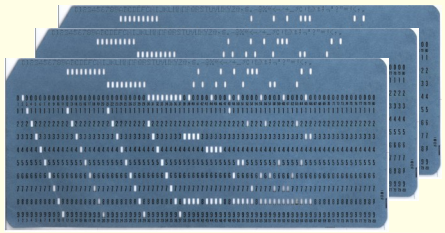
- Usando integrados **SSI** y **MSI** (1965-1971)
  - **SSI** hasta 100 transistores por chip
  - **MSI** de 100 a 3.000 transistores por chip
- Usando integrados **LSI** (1971-1977)
  - De 3.000 a 100.000 transistores por chip
- Usando integrados **VLSI** (1978-1991)
  - De 100.000 a 100.000.000 de transistores por chip
- Usando integrados **ULSI** (1991-2023)
  - Más de 100.000.000 de transistores por chip

Sistema Operativo

- Un componente faltante en estas primeras computadoras es el sistema operativo
  - ¿Tiene sentido que hoy en día una computadora no cuente con su correspondiente sistema operativo?
- Las tareas del sistema operativo eran realizadas por personas, por los propios operadores
  - No era de extrañar ver decenas de operarios en torno a estas primeras computadoras, para que entre todos lograran llevar adelante un cierto cómputo

Proceso de compilación

- Protocolo para compilar un programa escrito en un cierto lenguaje de programación:
  - Buscar en el armario la caja de tarjetas perforadas conteniendo el programa compilador del lenguaje (por caso, para la época sería Fortran o Cobol)
  - Hacer correr esos cientos de tarjetas por el lector de tarjetas hasta que la computadora se detenga (a la espera de ingresar el programa a ser compilado)
  - Poner en el lector el conjunto de tarjetas perforadas correspondientes al programa que queremos compilar y esperar a que sean procesadas



Proceso de compilación

- Continúa:
  - En ese momento la perforadora de cinta entra en acción (¡ya que no se usaban monitores!). Pueden pasar dos cosas, que la compilación sea exitosa o que haya habido un error en el programa fuente
  - Si la compilación fue exitosa, la perforadora de cinta genera la versión ejecutable del programa
  - Si la compilación falló, se genera un reporte de cuál fue el error, pero eso significa tener que descartar y volver a perforar una o más tarjetas (por así decir, las tarjetas perforadas son “sólo lectura”)

¿Qué se imaginaba la gente?

¿Cómo era en realidad?

Proceso de ejecución

- Protocolo para ejecutar el programa una vez compilado satisfactoriamente:
  - Buscar en el armario las tarjetas perforadas asociadas al cargador de programas
  - Hacer pasar esas tarjetas por el lector de tarjetas hasta que la computadora se detenga
  - En ese punto se hace pasar la cinta perforada antes generadas por el compilador por el lector de cinta
  - En este punto, el programa puede o bien finalizar satisfactoriamente, o bien abortar su ejecución por la mitad, o bien ciclar indefinidamente

Proceso de ejecución

- Continúa:
  - Si el programa termina de ejecutar y además cuenta con alguna forma de salida, se activará el teletipo o el perforador de cinta según corresponda
  - Si el programa aborta por la mitad su ejecución, se genera un volcado en impresora del estado de la memoria en ese momento para que el autor del programa intente descubrir qué pasó
  - Si el programa cicla indefinidamente, el operador tiene que darse cuenta e interrumpir su ejecución, generándose un volcado como en el caso anterior

IBM System/360

- Esta computadora introducida en 1964 constituye la primer familia de computadoras:
  - Todas tienen un set de instrucciones similar o incluso idéntico y usan el mismo sistema operativo
  - La principal diferencia entre las distintas versiones de la familia es su velocidad y su capacidad de memoria
- Popularizó el concepto de que un byte tiene 8 bits
  - ¡Casi termina teniendo 4 bits, o alternativamente 6 bits!

DEC PDP-8

- **DEC** creo en 1964 la primer minicomputadora.
  - El nombre hace referencia a otra invención contemporánea, la minifalda
  - No requería un equipo de aire acondicionado propio
  - Era lo suficientemente pequeña como entrar en un escritorio
  - Un regalo para la época: apenas $16.000 (la System/360 de **IBM** arrancaba en unos $100.000)

Para más información

- En **YouTube** hay un video muy interesante del Ingeniero Alejandro Alomar que aborda esto de lo que estamos charlando, la historia de la computadora y por ende de la computación
- Sin compromiso y por fuera de la materia, se los recomiendo para cuando tengan un rato libre :

¿Preguntas?