

# Aquitectura de Computadoras

## **Historia de las Computadoras**

Ing. Sergio De Cola

Instituto de Computación

Facultad de Ingeniería

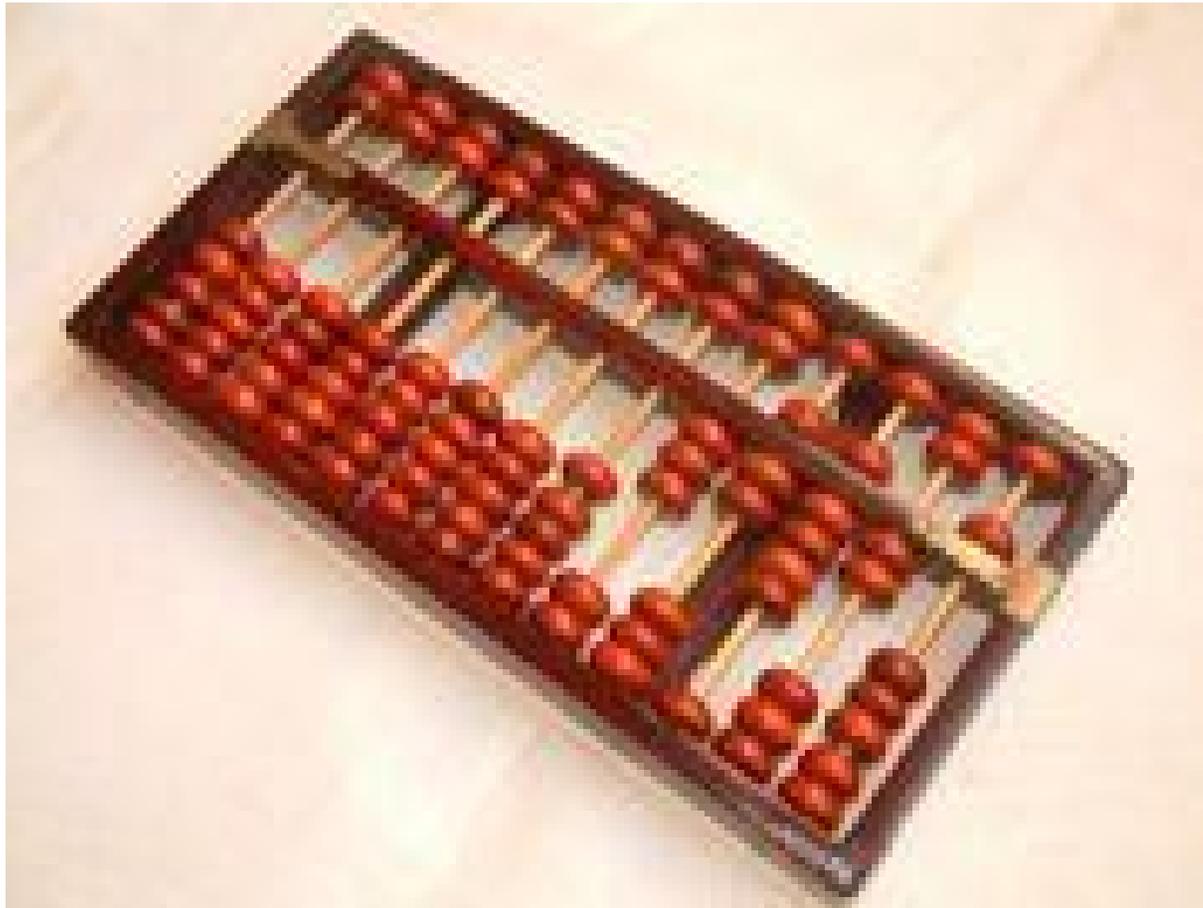
Universidad de la República

2011

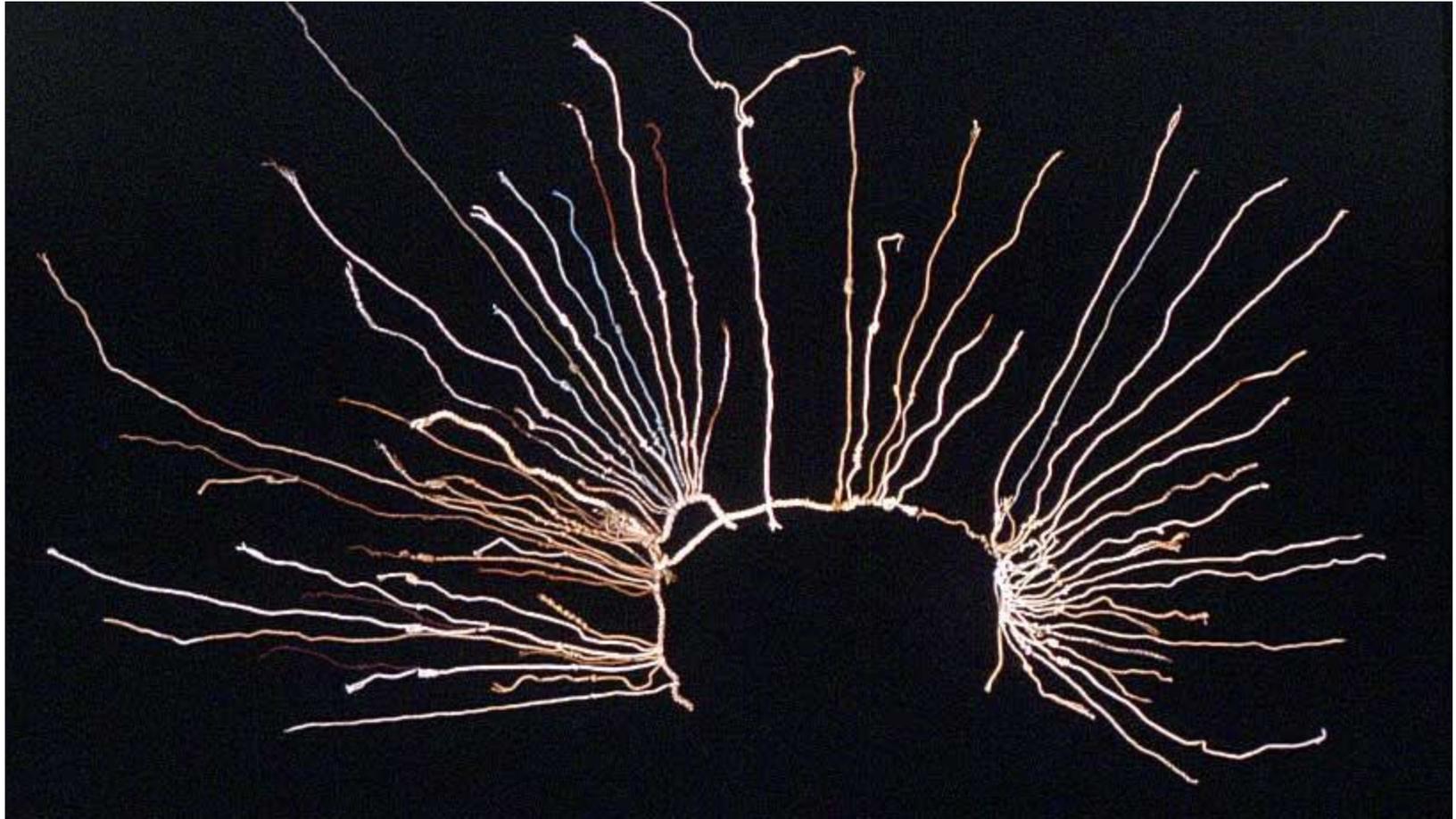
# Pre-historia: las herramientas de Contar y Calcular

- Los antecedentes más antiguos de las computadoras se pueden rastrear en distintas máquinas que el hombre diseñó a lo largo de la evolución para asistirlo en las tareas de contar y calcular.

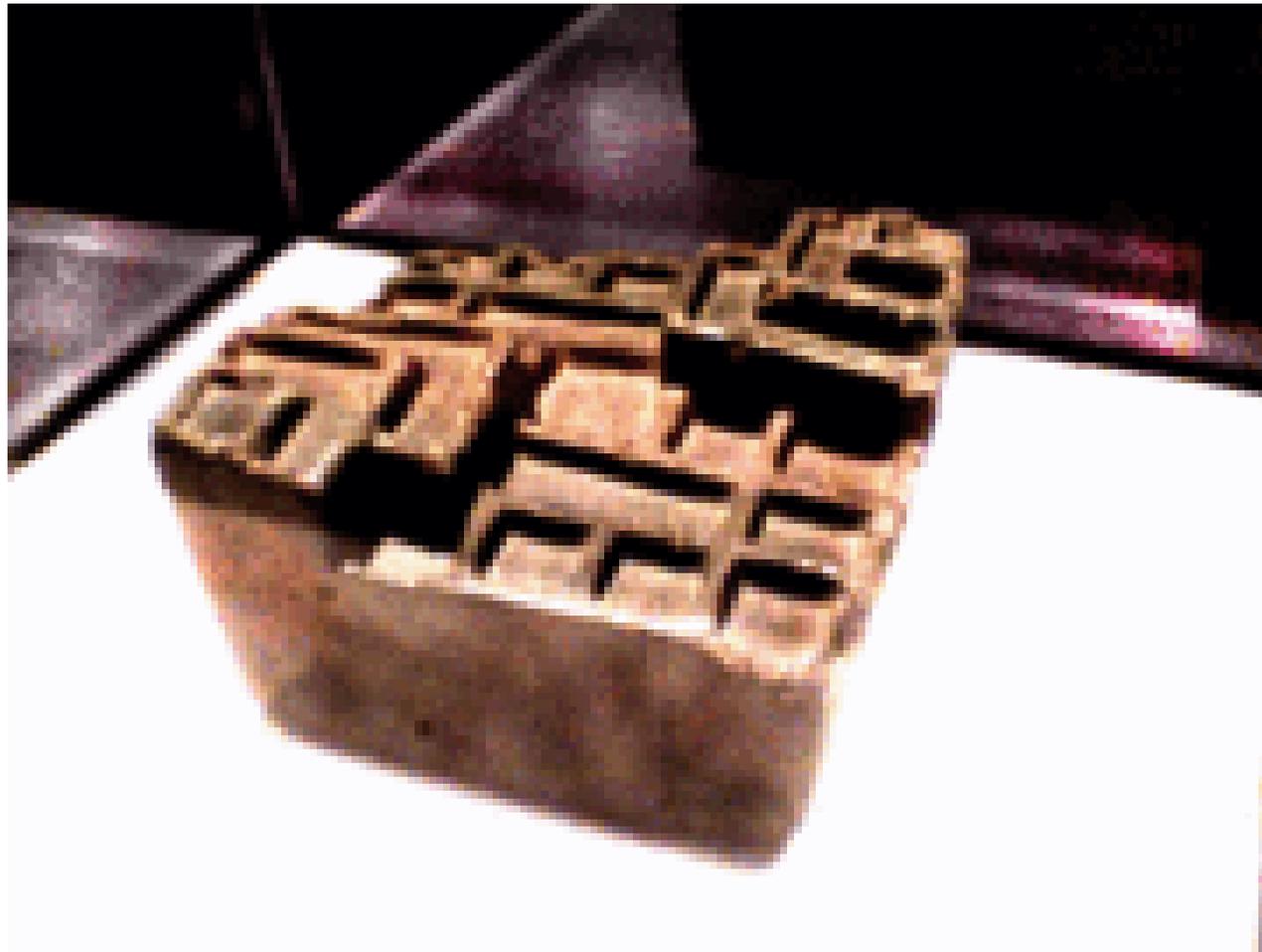
# Abaco Chino (1500 A.C.)



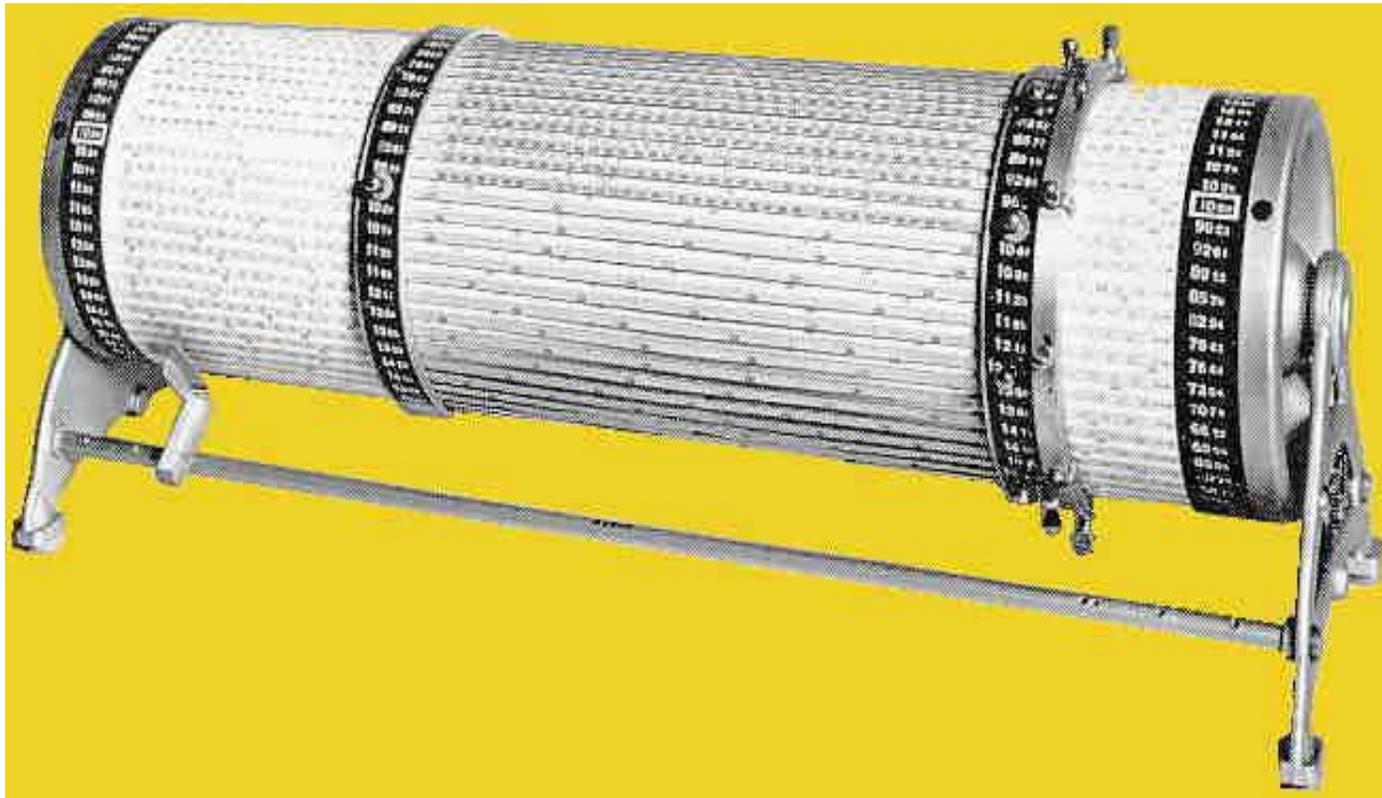
# Quipu (Imperio Inca)



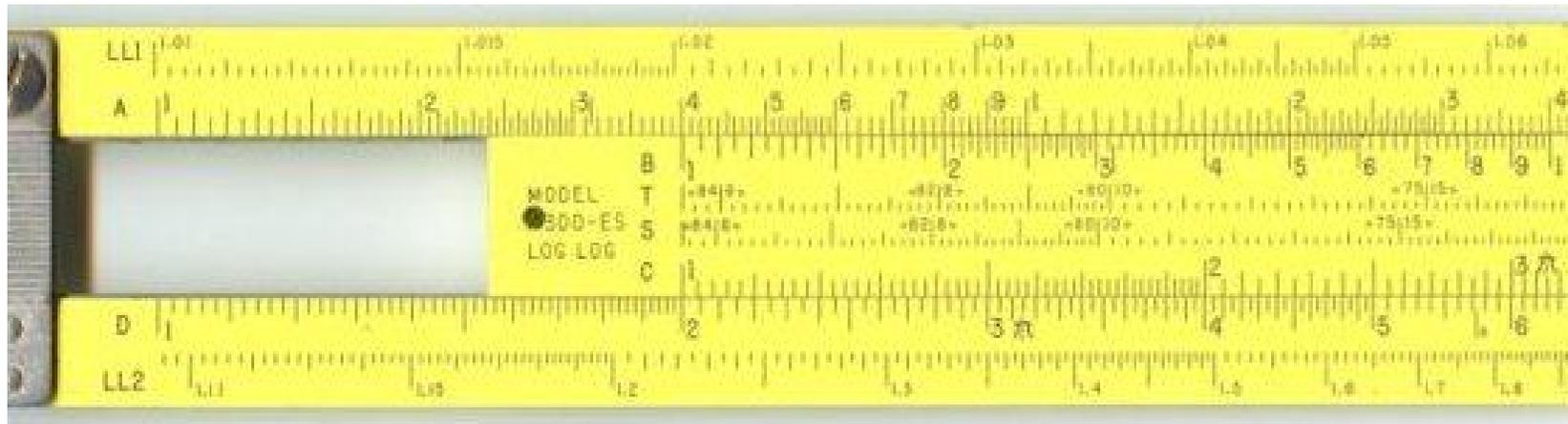
# Yupana (Imperio Inca)



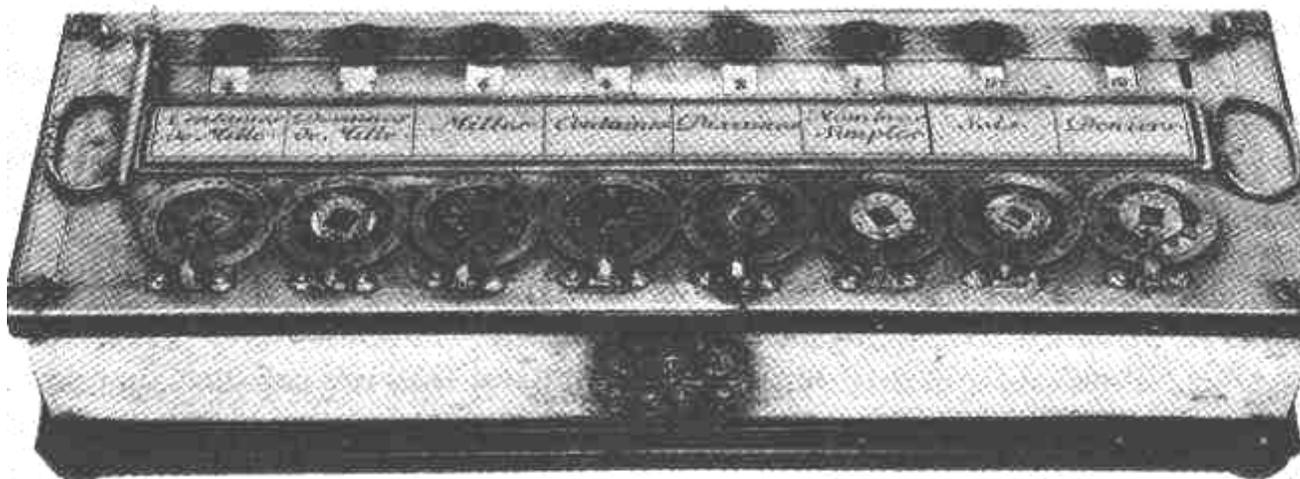
# Regla de Cálculo (1600 D.C.)



# Regla de Cálculo (1850)

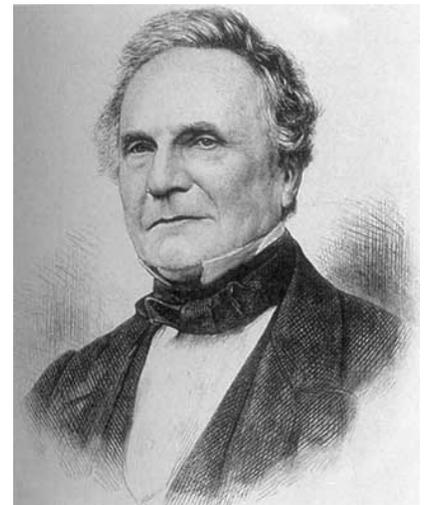


# Acumulador Pascaline (1642)



# Pre-historia: los Ingenios Mecánicos

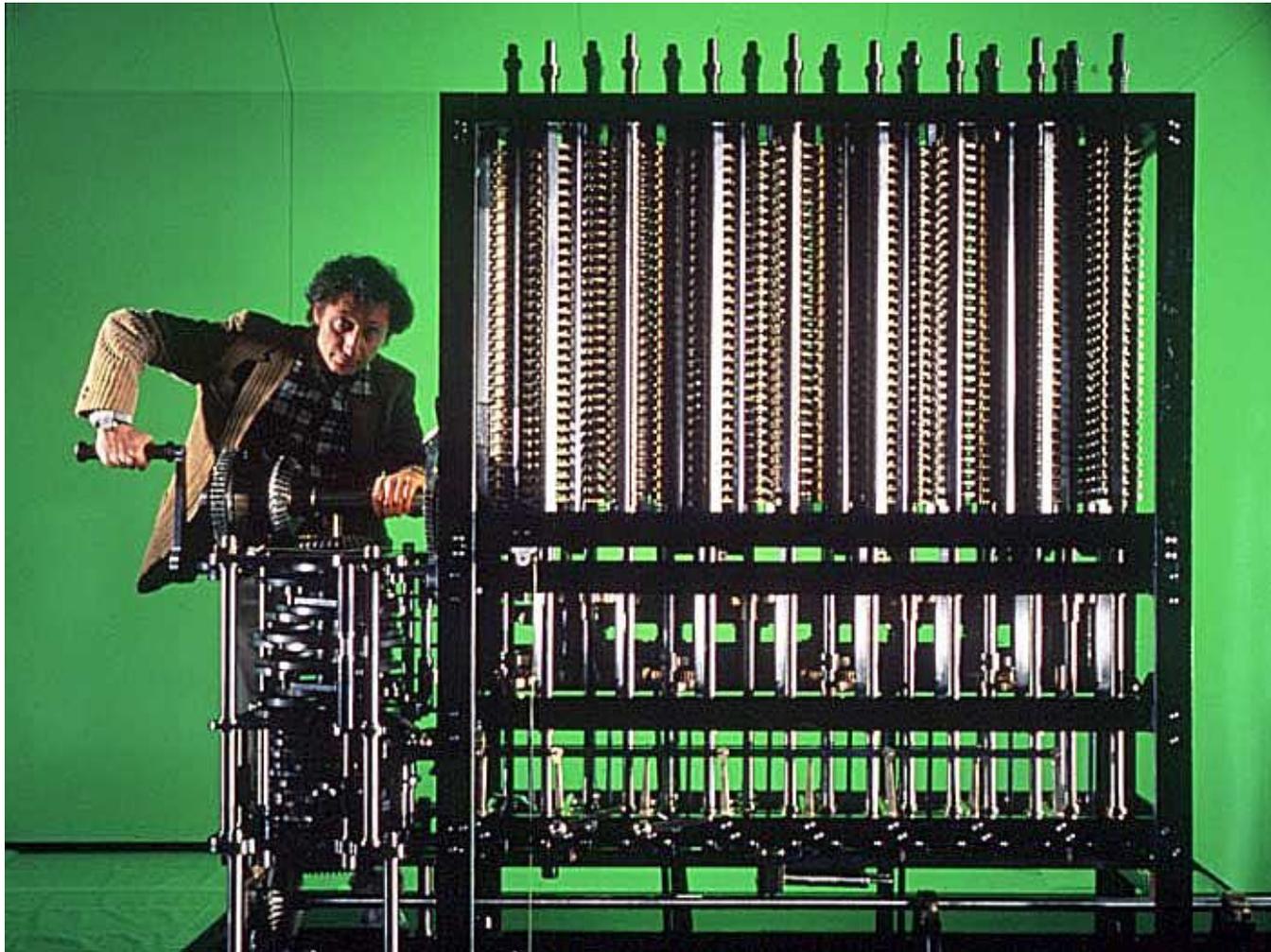
- En la segunda mitad del siglo XIX aparece la que se considera el primer antecedente de una máquina programable: la “Máquina Analítica” de Babbage.
- Paradójicamente nunca llegó a producirse en serie.



# Máquina Analítica

- Charles Babbage había trabajado previamente en otro “calculador”: la “Máquina de Diferencias”.
- Tenía como objetivo calcular e imprimir tablas matemáticas.
- Los prototipos construídos en su momento presentaron muchos problemas.
  - Causados por la falta de precisión de la industria mecánica de la época.

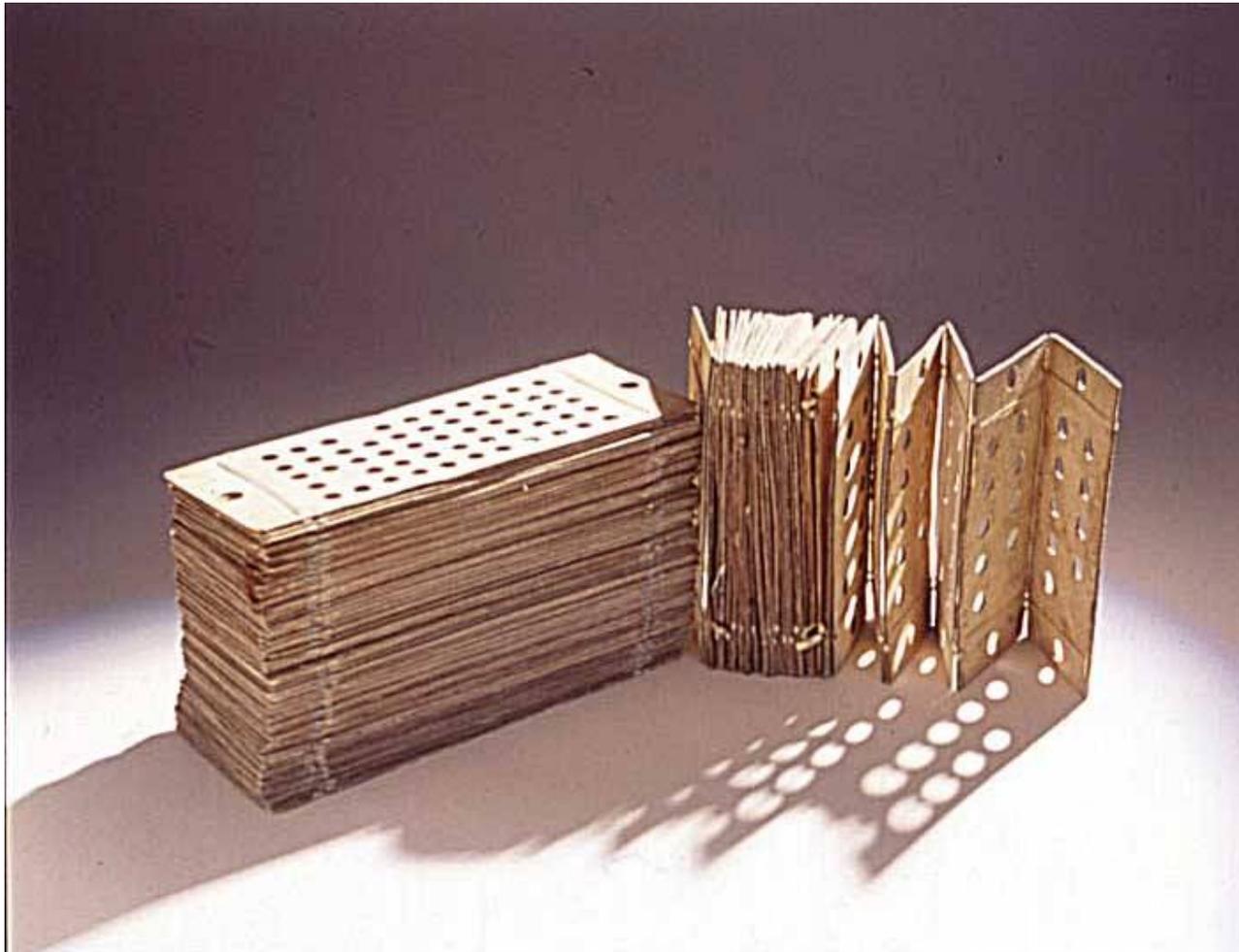
# Máquina Analítica



# Máquina Analítica

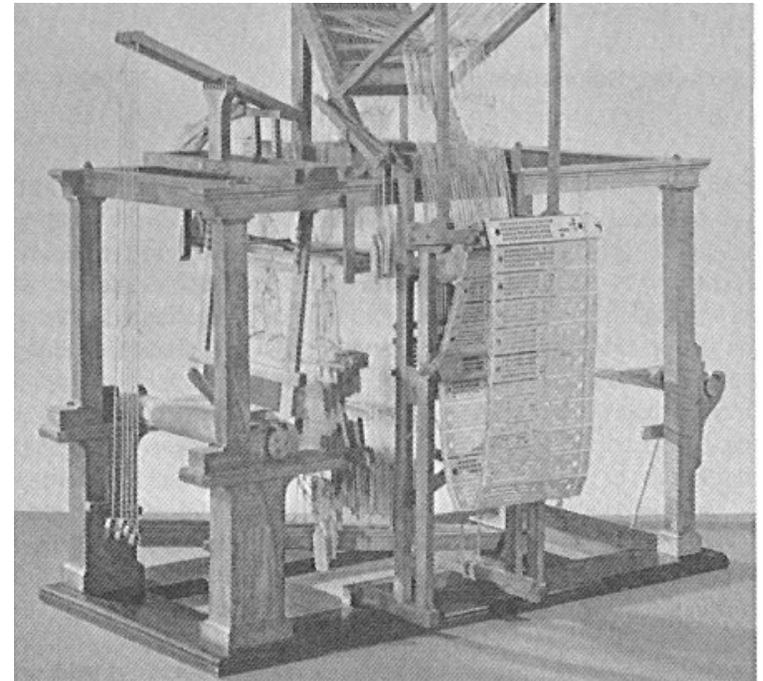
- Desde 1834 a 1848 Babbage elabora 30 planos de la Máquina Analítica.
- Nunca llegó a finalizarla.
  - Fue afectada por los mismos problemas de precisión que afectaron a la Máquina de Diferencias.
- Objetivo: calcular funciones matemáticas.
- Novedad: programable por tarjetas !!

# Máquina Analítica



# Máquina Analítica

- Las tarjetas fueron tomadas de los telares de Jacquard.
- Este tipo de telares “programables” fueron una revolución en la industria textil.



# Máquina Analítica

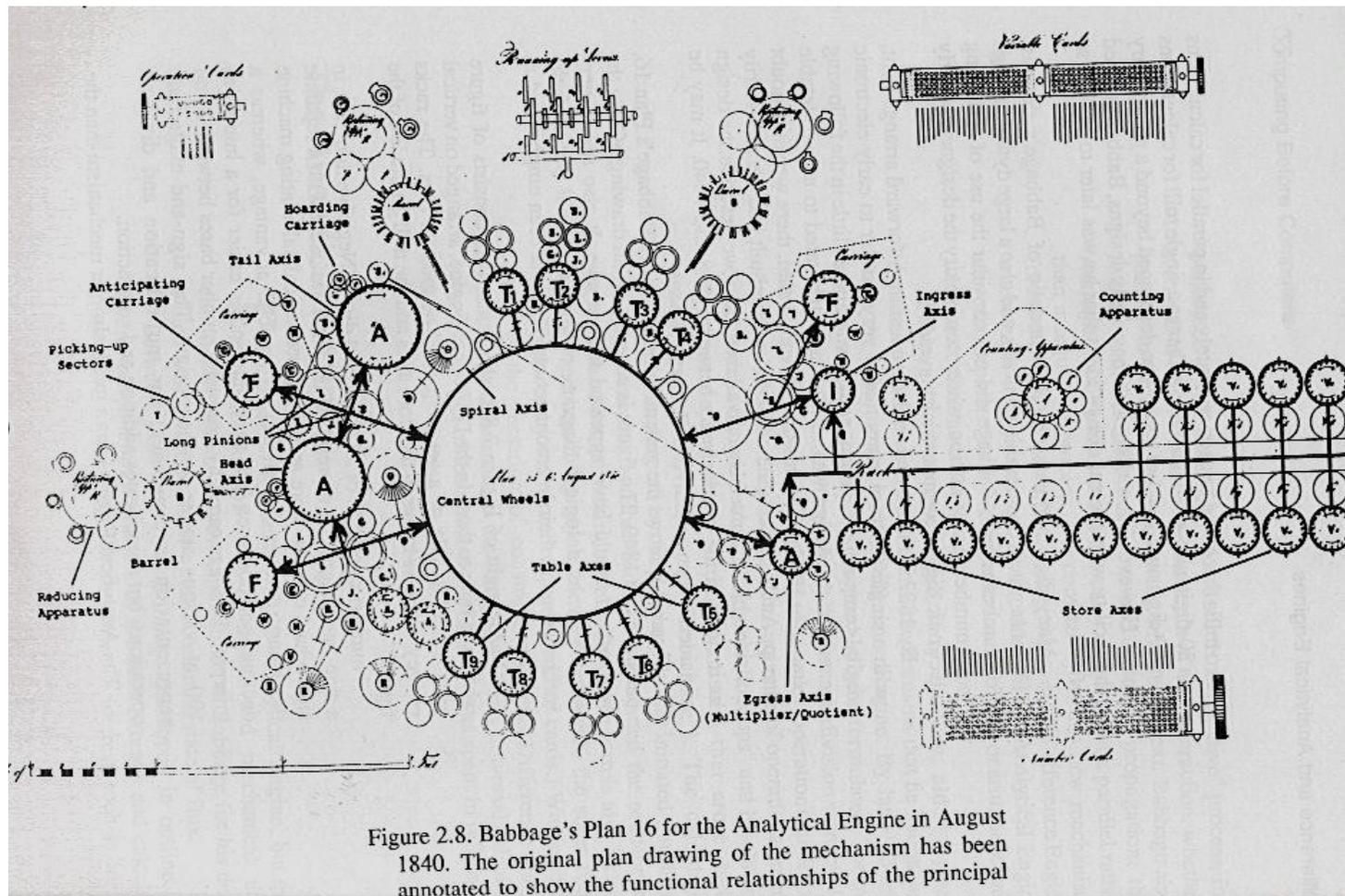
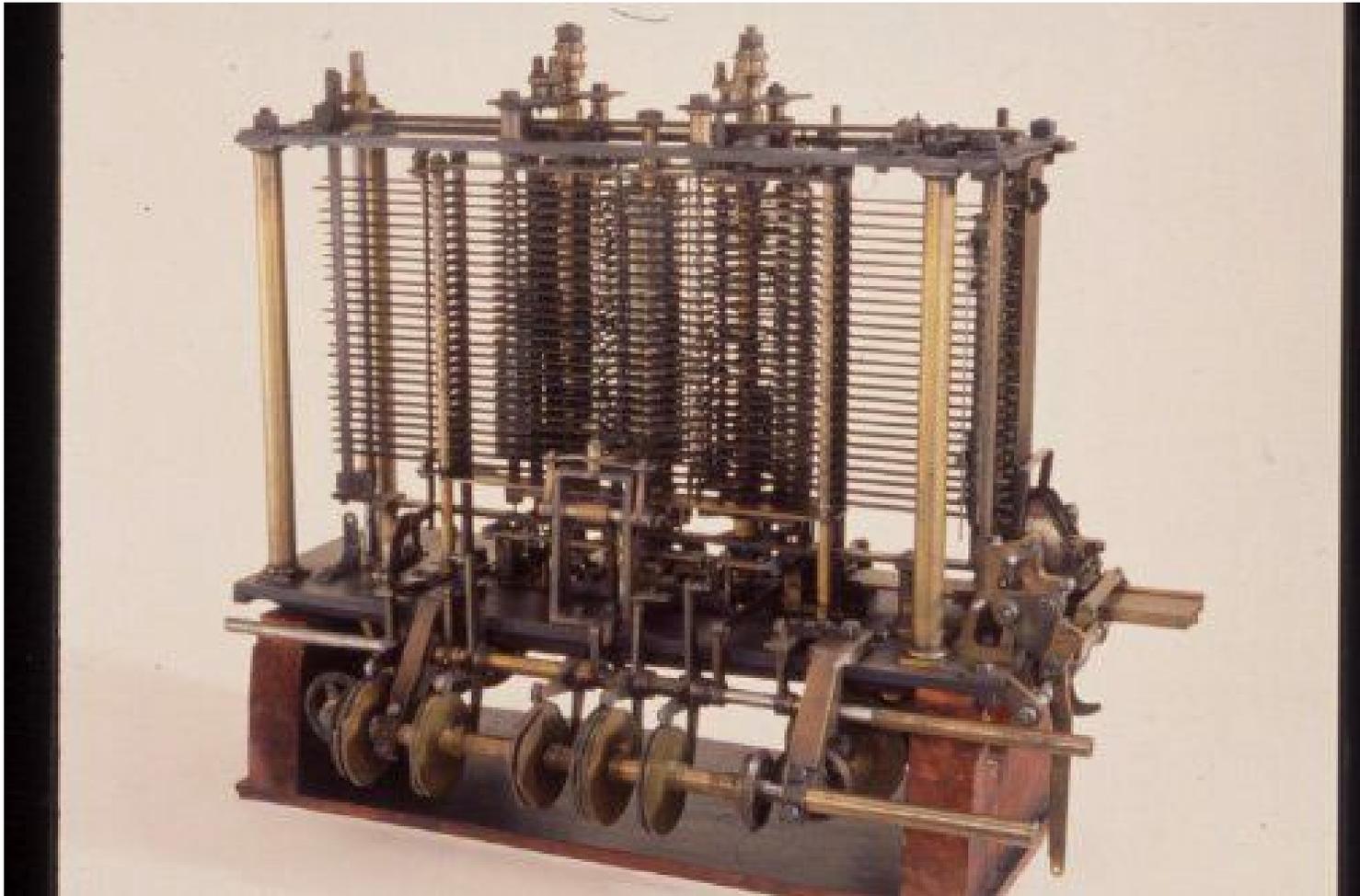


Figure 2.8. Babbage's Plan 16 for the Analytical Engine in August 1840. The original plan drawing of the mechanism has been annotated to show the functional relationships of the principal

# Máquina Analítica



# Máquina Analítica

- Dado que fue la primer máquina *programable*, dio lugar a una nueva profesión .....

## PROGRAMADOR

- Y el primer programador fue .....

# Máquina Analítica



Ada Augusta Byron, Condessa de Lovelace

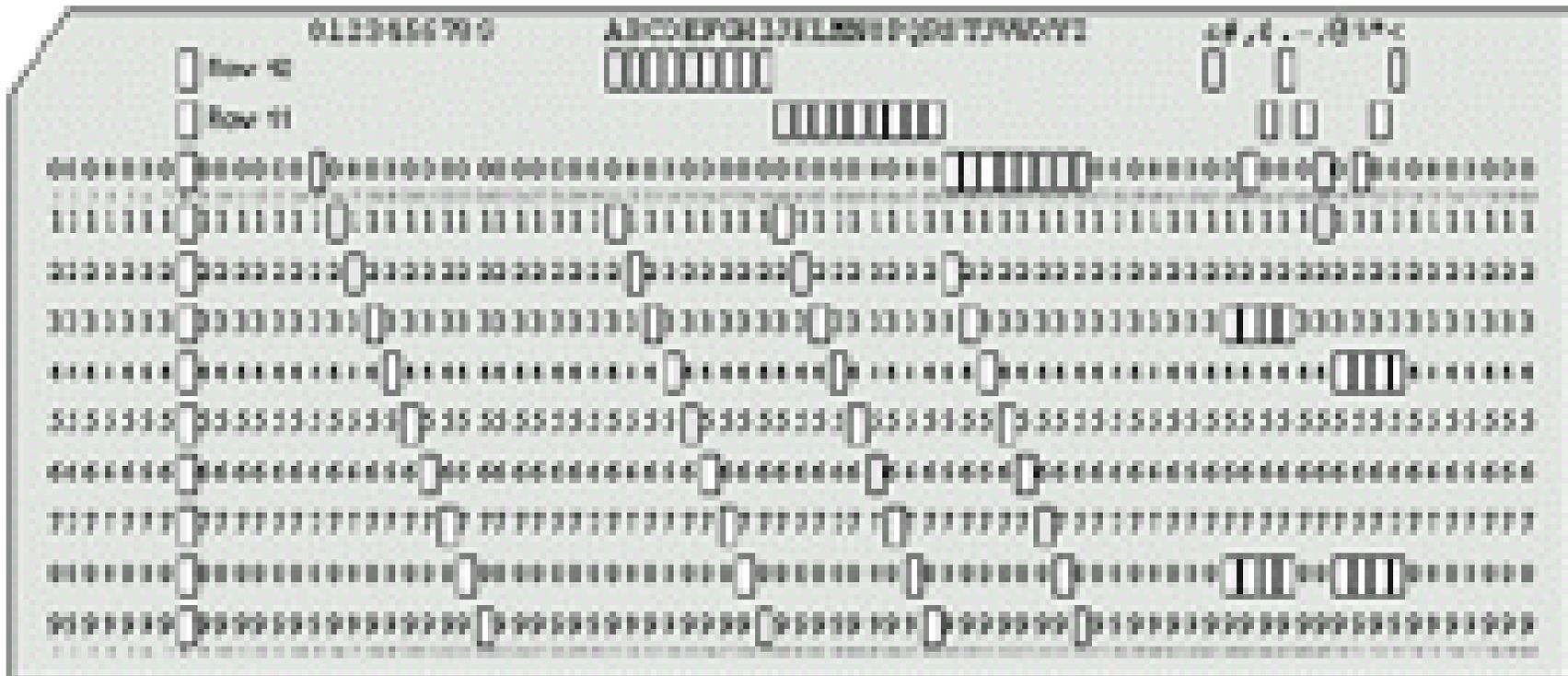
# Máquina Analítica

- Los “detractores” dicen que se trata de un mito ....
- Según ellos la Condesa de Lovelace únicamente era la transcriptora que pasó en limpio las notas de Babbage.
- De cualquier modo nombraron un lenguaje de programación en su honor (ADA).

# Tarjeta Perforada

- El problema de procesar el Censo de EE.UU. en 1890 llevó a Herman Hollerith a crear un sistema de Registro y Tabulación en base a tarjetas perforadas.
- En 1896 crea la compañía CTR (Computing Tabulating Recording).
- Nombra como presidente a Thomas J. Watson.

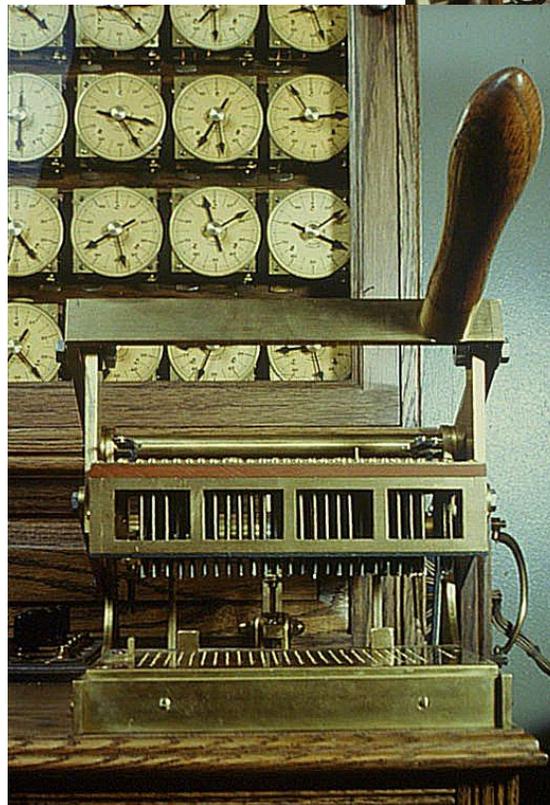
# Tarjeta Perforada



# Tarjeta Perforada



Record



Tabulating

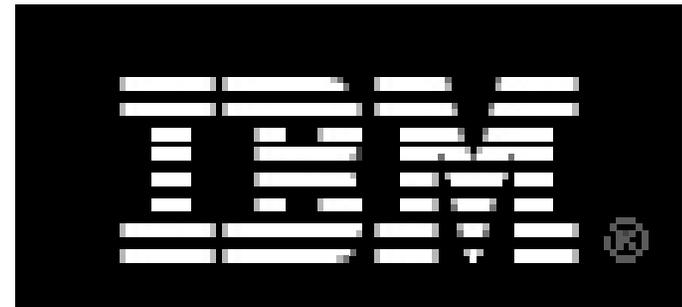


Sort

# Tarjeta Perforada

- En 1924 Watson renombra a la compañía CTR como:

International Business Machines



# Calculadoras / Registradoras

- Entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX se popularizaron distintas máquinas de cálculo (operaciones aritméticas básicas) y registro (acumuladores, máquinas para contabilidad).

# Calculadoras / Registradoras



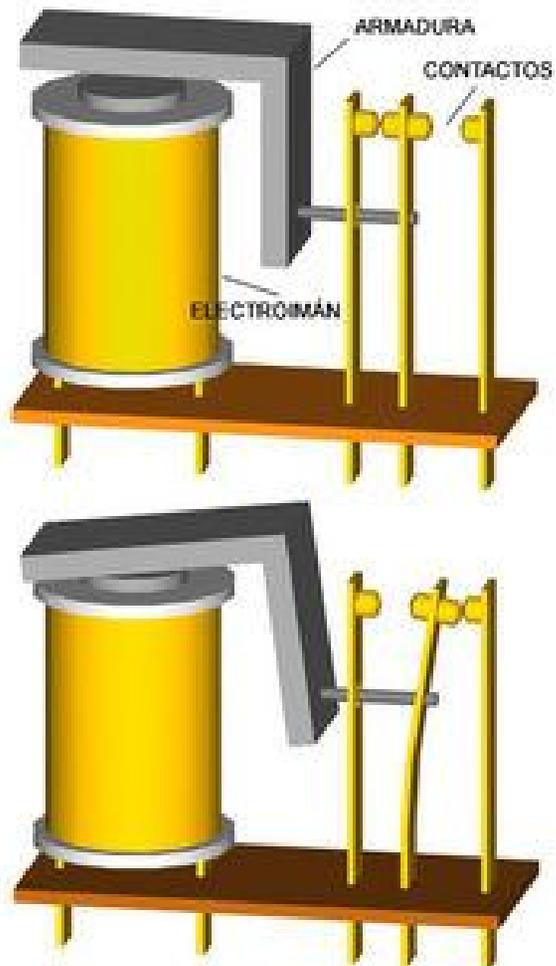
# Historia: la Era del Relé

- Durante las primeras décadas del siglo XX se desarrollaron fuertemente las máquinas para oficina (calculadoras, registradoras, clasificadoras).
- A fines de los 30 y comienzo de los 40, la Segunda Guerra Mundial motivó la aparición de fondos para el desarrollo de herramientas de cálculo mas potentes.

# Relés

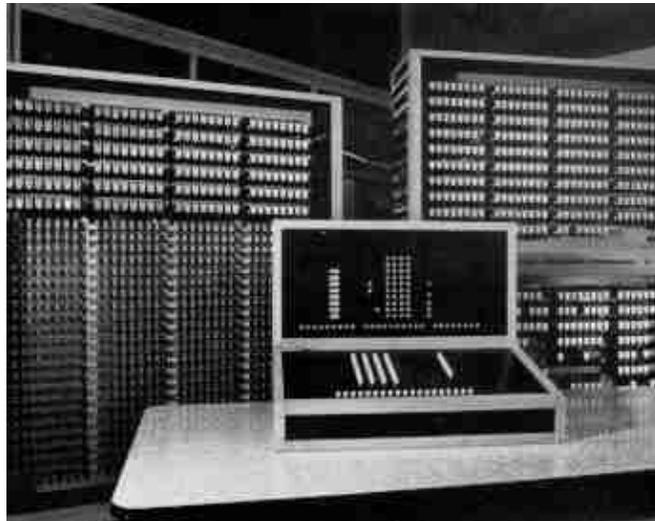
- La primera generación de las “supercomputadoras” se construyó en base a relés (tomados de la industria telefónica).
- Un relé (relay) es un dispositivo electromagnético
  - llave eléctrica controlada por una corriente eléctrica.
- Luego durante el curso veremos que esto permite la construcción de circuitos lógicos.

# Relés



# Z3

- En Alemania Konrad Zuse completa la fabricación de la primera calculadora automática en base a relés en 1941.



- En 1944 es destruida por un bombardeo.

# Z3

- Características:
  - 2600 relés, binaria
  - punto flotante
  - 64 palabras de memoria
  - 3 a 4 sumas por segundo
  - 1 multiplicación cada 5 segundos
- En 1998 se demostró que tuvo la capacidad de ser la primer computadora.

# Harvard MARK I

- Primera calculadora automática (Automatic Sequence Controlled Calculator) .....

*construída en los Estados Unidos.*

- Diseñada por Howard Aiken de IBM para la Universidad de Harvard.
- Entró en operación en 1944.

# Harvard MARK I



# Harvard MARK I

- Características:
  - 3500 relés, decimal
  - 1500 llaves manuales
  - 800 km de cables
  - 72 palabras de memoria de 23 digitos
  - programacion por llaves y tarjetas perforadas
  - performance similar a la Z3

# BUG

- Uno de los “aportes” de MARK I a la historia de la computación es la detección del primer BUG en un programa.
- En realidad más que un bug en un programa era un bug en la propia computadora .....

# BUG

9/8

0800 Carbone started  
 1200 stopped - action ✓  
 1300 used MP-10  
 1400 P20 W  
 1500 cloud

Relays 6-2 on 222 field special speed test  
 in relay - new test -

Relays changed

1525 Started Cassin's Tropic (Sine check)  
 Started Multi Field Test

1545  Relay #70 Panel F  
 (not in relay)

1600 First actual case of bug being found.  
 1640 relayed started  
 1700 cloud low.

# BUG

- Y el primer bug lo descubrió .....



Grace Hooper

# DEBUG

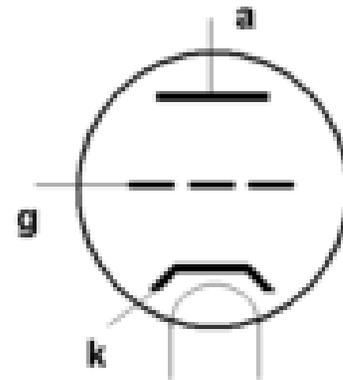
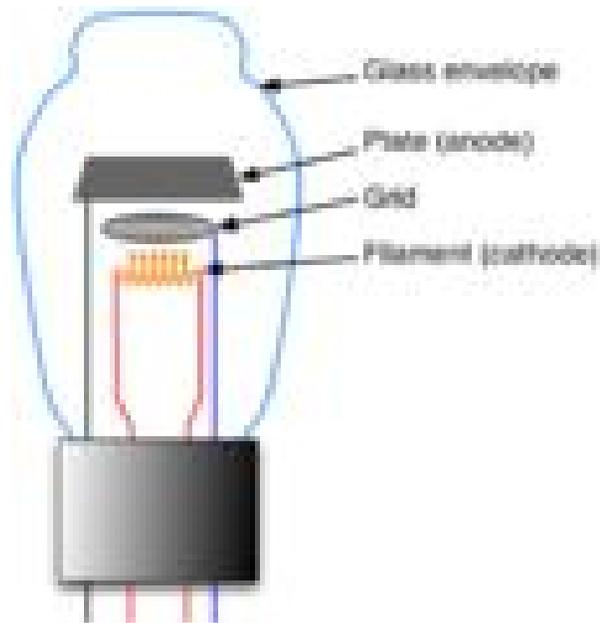
- Muchos opinan que en realidad Grace no fue quién descubrió el primer bug, sino quien popularizó la historia.
- De todos modos se le atribuye al grupo del Proyecto MARK haber acuñado el término DEBUG para la tarea de depurar programas.

# Historia: la Era Electrónica

- Casi en forma simultánea a las primeras máquinas electromagnéticas se desarrollaron las primeras basadas en componentes electrónicos.
- En esa época los componentes electrónicos que podían funcionar como llaves controladas eran las “válvulas electrónicas” ó “tubos de vacío”.

# Válvula Electrónica

- Dispositivo que controla el flujo de electrones mediante campos eléctricos.



# ENIAC

- La Electronic Numerical Integrator And Computer (ENIAC) fue la primer computadora electrónica.
- Fue desarrollada en 1945 por la *Moore School* de la *Universidad de Pennsylvania* para el *Ballistics Research Laboratory* del Ejército de EE.UU.
  - Objetivo: cálculos complejos de trayectorias

# ENIAC

## ■ Características:

- 18.000 válvulas electrónicas
- 5.000.000 conexiones soldadas a mano
- 26 m de largo (2.6 m alto, 0.9 m prof.)
- 30 toneladas de peso
- 170 kW de consumo
- decimal
- 5000 sumas / seg., 350 multiplicaciones / seg., 35 divisiones / seg.

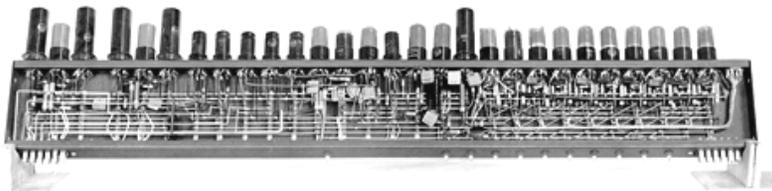
# ENIAC

## ■ Características:

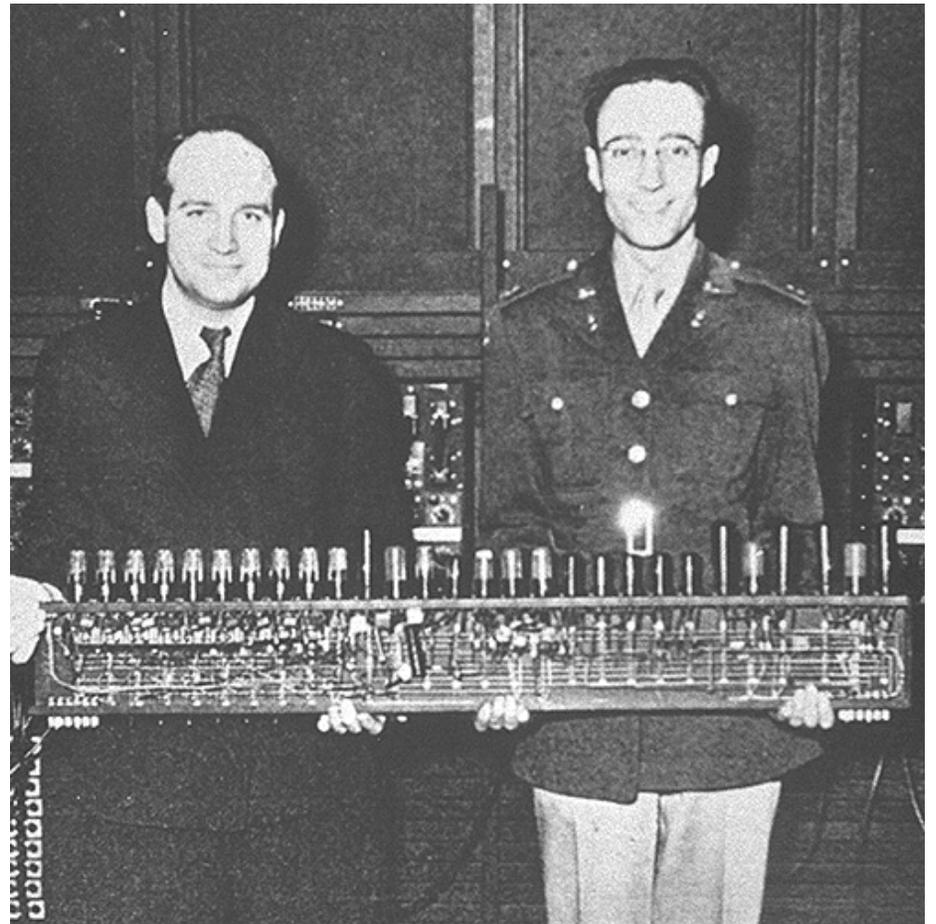
- Programable por cables y llaves rotativas (de 10 posiciones).
  - No era una arquitectura de “programa almacenado”.
- Las llaves rotativas configuraban las “tablas de función” que almacenaban valores constantes.
- MTBF: 5.6 horas

# ENIAC

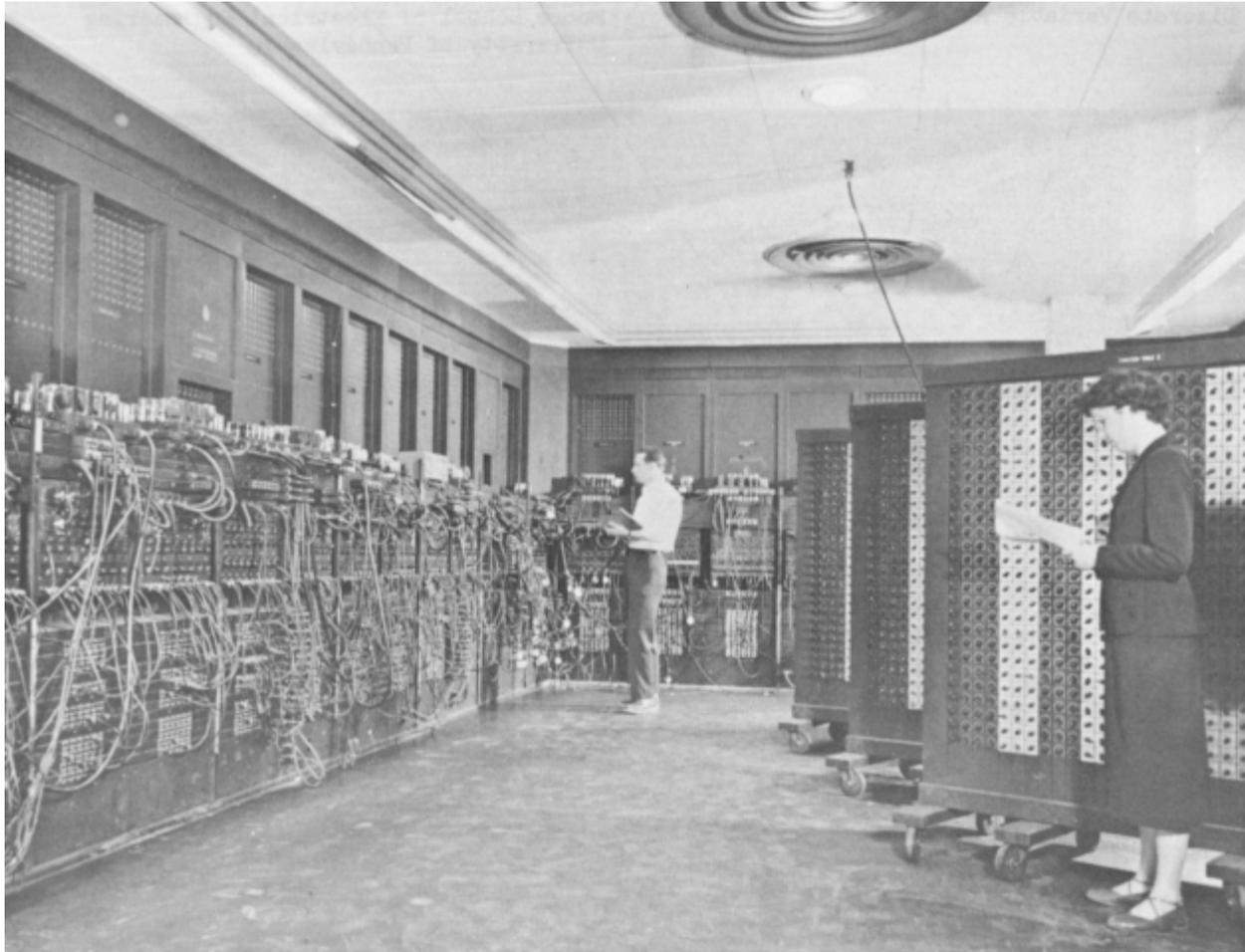
- Diseño “modular”:



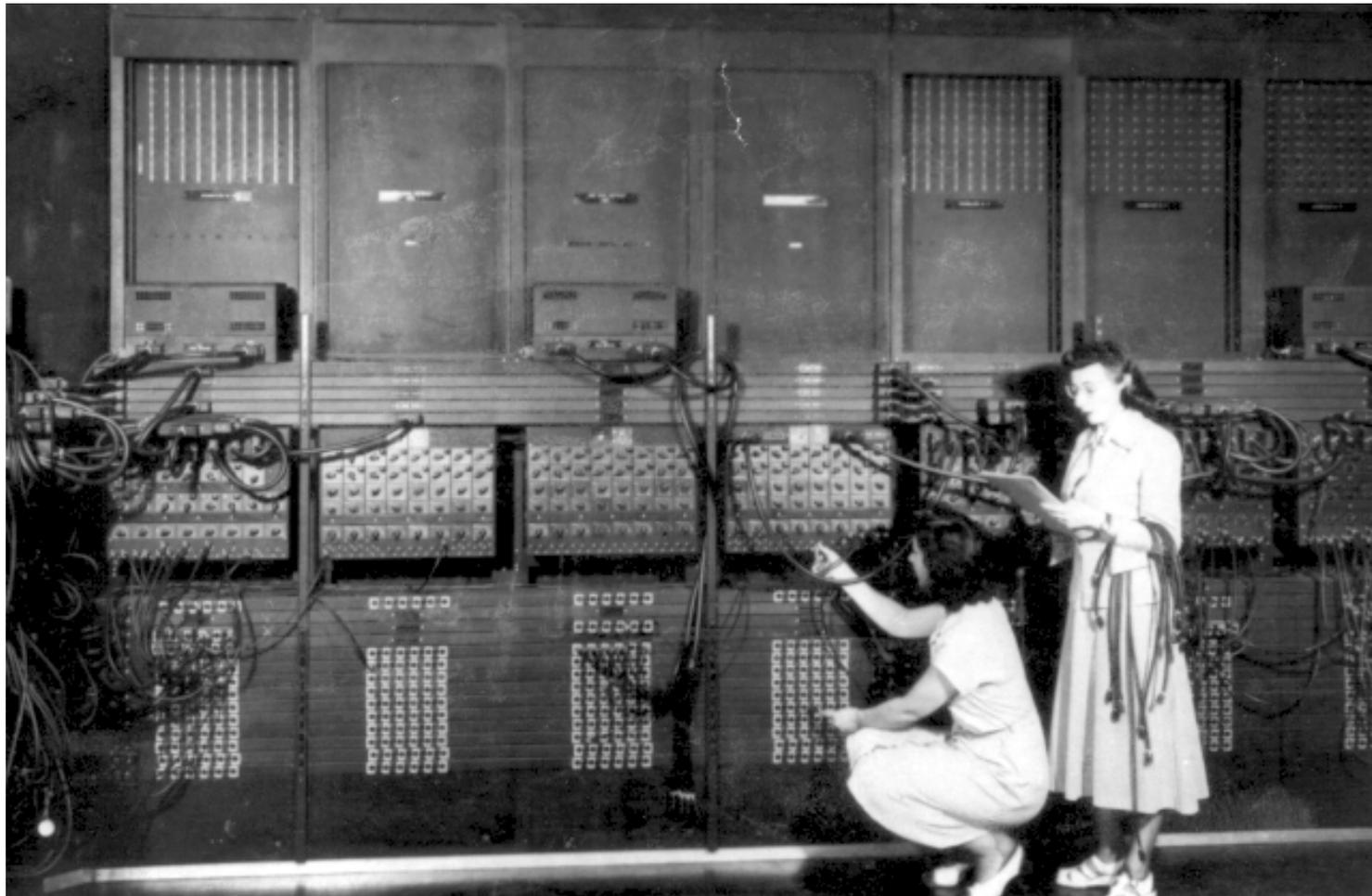
Acumulador



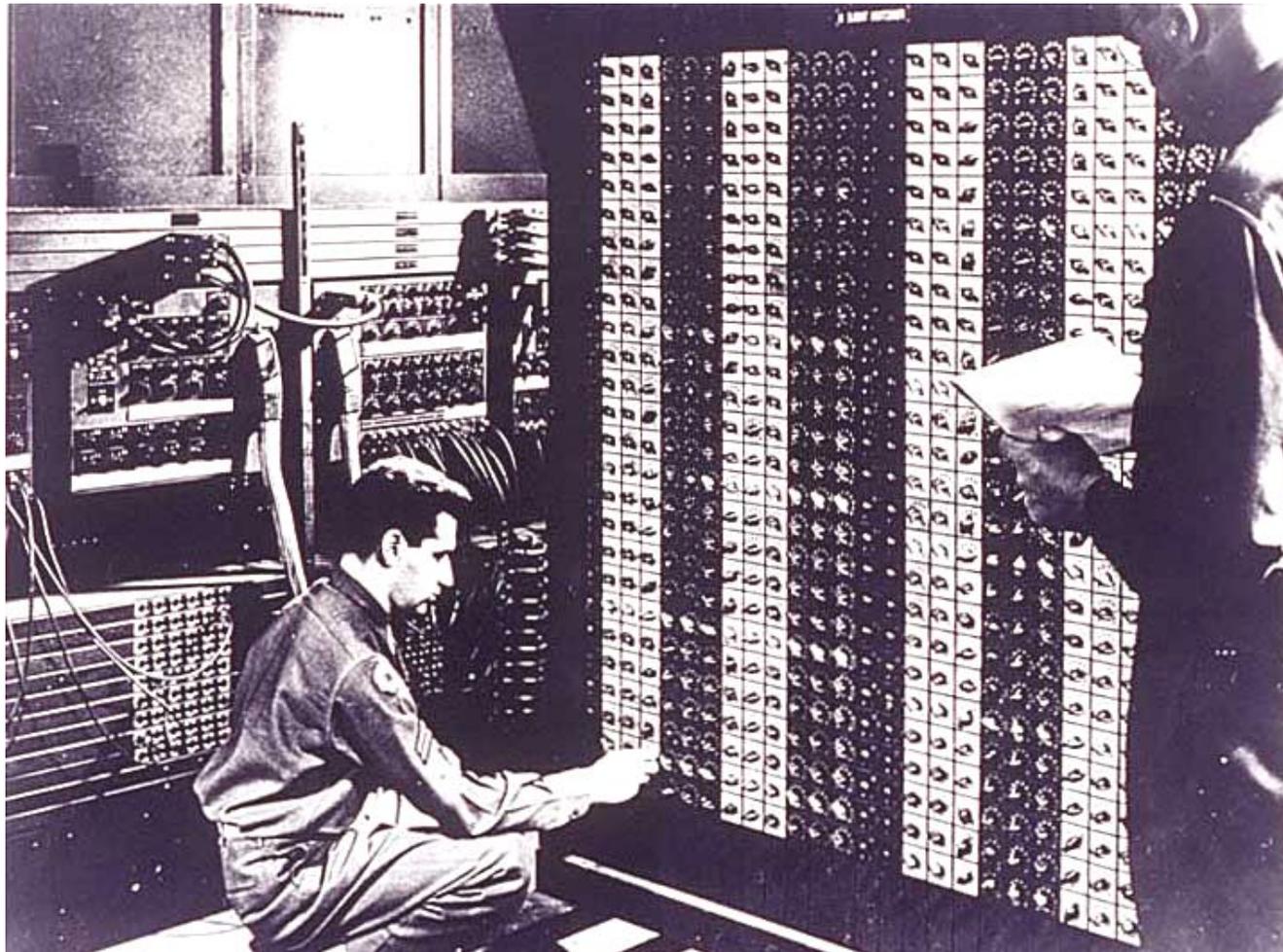
# ENIAC



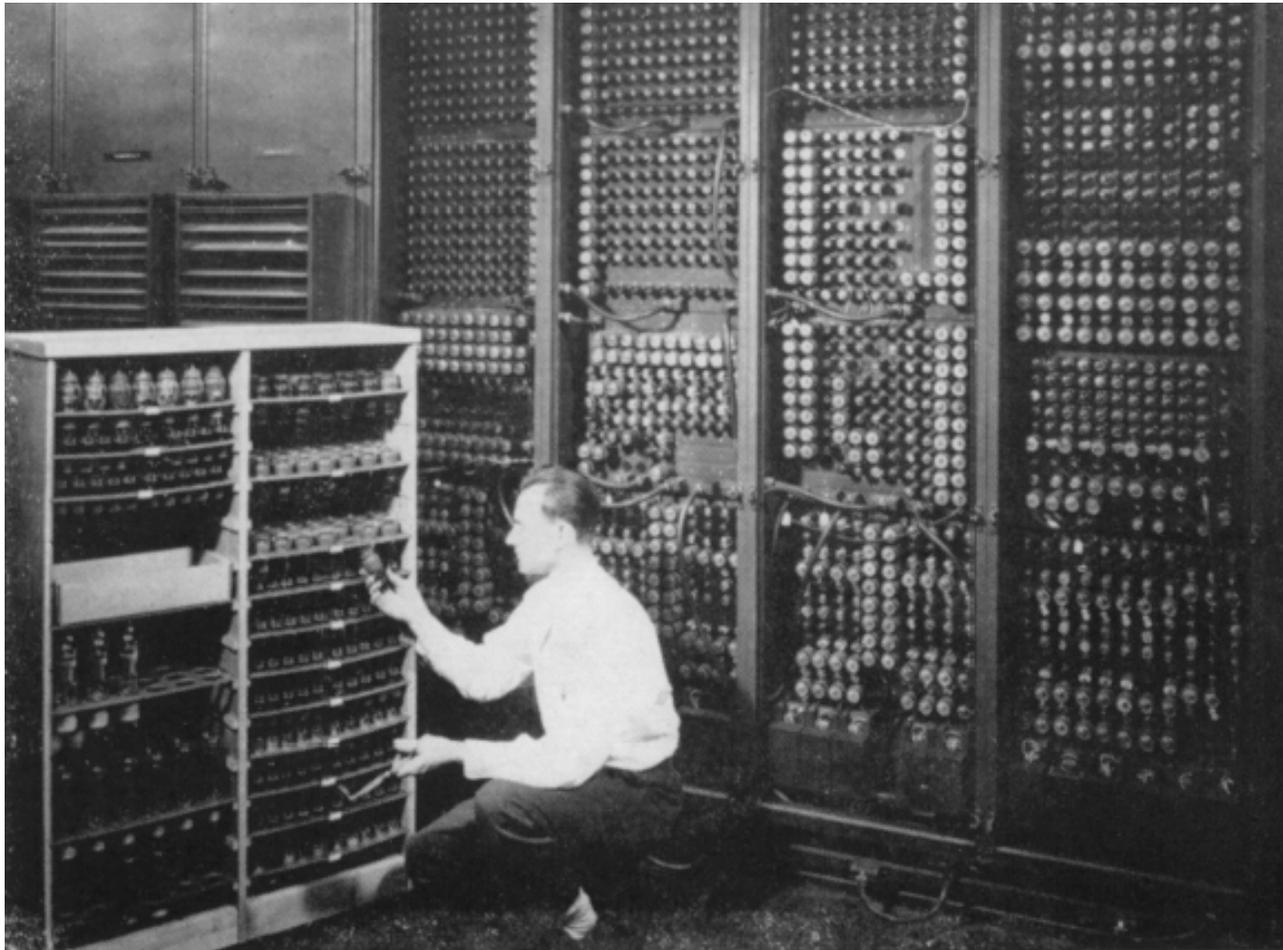
# ENIAC



# ENIAC



# ENIAC



# ENIAC

- ENIAC fue la primera computadora electrónica hasta mediados de la década de los 70' .....
- Cuando el gobierno británico descalificó documentación mantenida en secreto desde la Segunda Guerra Mundial.
- Desde entonces .. ENIAC es la primera computadora electrónica *construida en los Estados Unidos.*

# Colossus

- La primera computadora electrónica fue construida en Bletchley Park, Inglaterra.
- Tenía como objetivo descifrar los mensajes de los nazis, encriptados con la máquina "Lorenz".
- La máquina "Lorenz" era una versión mucho más avanzada de la "Enigma".

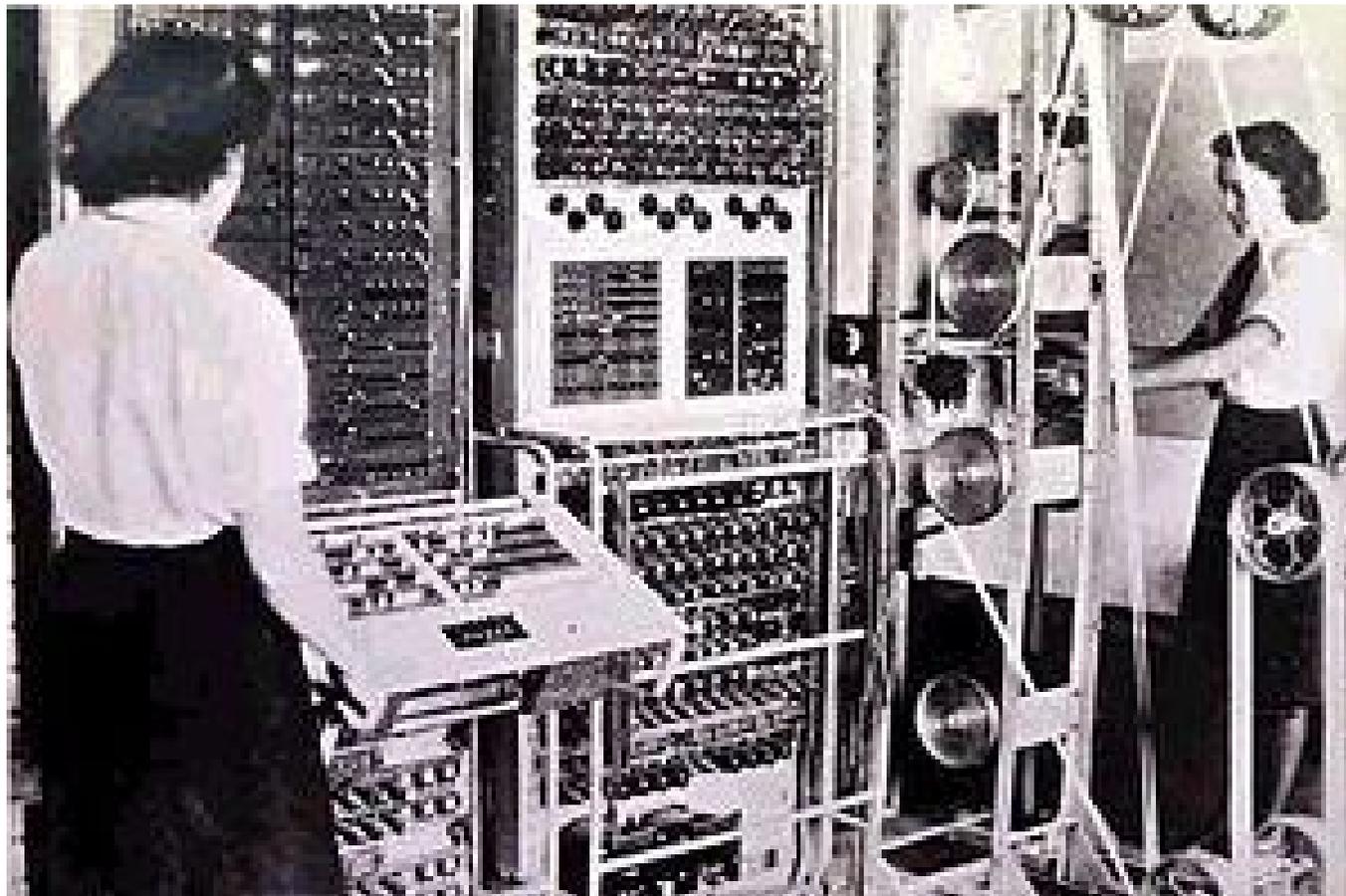
# Colossus

- Bletchley Park era el lugar donde el Servicio Secreto Británico concentró a los mejores matemáticos para dedicarlos a descifrar mensajes alemanes.
- Entre ellos se destacaba Alan Turing.
  - Padre de la Teoría de la Computabilidad
  - Diseñador de la máquina “Bomba” para descifrar mensajes codificados por Enigma.

# Colossus

- Si bien Turing se asocia a Colossus, no participó en su diseño.
  - De hecho no es una “máquina de Turing completa”.
- Todas las Colossus fueron destruídas finalizada la Segunda Guerra.
  - Los planos y toda la documentación fue quemada.

# Colossus



# Manchester Mark I

- La primer computadora electrónica con programa almacenado fue contruída en la Universidad de Manchester (Inglaterra) en 1949 (experimental).



# Manchester Mark I

- Primer programa:

19/7/49 - Kilburn Highest Factor Routine (amended) -

Instr.	C	26	26	27	Line	0	1	2	3	4	5	13	14	15
-24 to C	-G <sub>1</sub>	-	-	-	1	0	0	0	1	1		0	1	0
+ to 26			-G <sub>1</sub>		2	0	1	0	1	1		1	1	0
-26 to C	G <sub>1</sub>				3	0	1	0	1	1		0	1	0
+ to 27			-G <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	4	1	1	0	1	1		1	1	0
-23 to C	a	T <sub>26</sub>	-G <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	5	1	1	1	0	1		0	1	0
Subr. 27	a - G <sub>2</sub>				6	1	1	0	1	1		0	0	1
Test					7	-	-	-	-	-		0	1	1
Add 20 till					8	0	0	1	0	1		1	0	0
Subr. 26	T <sub>26</sub>				9	0	1	0	1	1		0	0	1
+ to 25		T <sub>26</sub>			10	1	0	0	1	1		1	1	0
-25 to C					11	1	0	0	1	1		0	1	0
Test					12	-	-	-	-	-		0	1	1
Stop	0	0	-G <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	13							1	1	1
-26 to C	G <sub>2</sub>	T <sub>26</sub>	-G <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	14	0	1	0	1	1		0	1	0
Subr. 21	G <sub>2</sub> + 1				15	1	0	1	0	1		0	0	1
+ to 27	G <sub>2</sub> + 1			G <sub>2</sub> + 1	16	1	1	0	1	1		1	1	0
-27 to C	-G <sub>2</sub> + 1				17	1	1	0	1	1		0	1	0
+ to 26			-G <sub>2</sub> + 1	G <sub>2</sub> + 1	18	0	1	0	1	1		1	1	0
22 to 68	T <sub>26</sub>		-G <sub>2</sub> + 1	G <sub>2</sub> + 1	19	0	1	0	1	1		0	0	0

20	-3	10111 etc
21	1	10000
22	4	00100

or 10100

23	-2	
24	G <sub>2</sub>	

25	-	T <sub>26</sub> G <sub>2</sub>
26	-	-G <sub>2</sub>
27	-	G <sub>2</sub>

# Manchester Mark I

- Y el primer programa lo escribió .....



Tom Kilburn

# EDVAC

- La primer computadora electrónica con programa almacenado *construida en los Estados Unidos* fue la Electronic Discrete Variable Automatic Computer (EDVAC).
- Su diseño se basaba en la ENIAC y en el trabajo de John von Neumann.
  - Padre de las computadoras modernas.
- Entró en servicio en 1951.

# EDVAC



# EDVAC

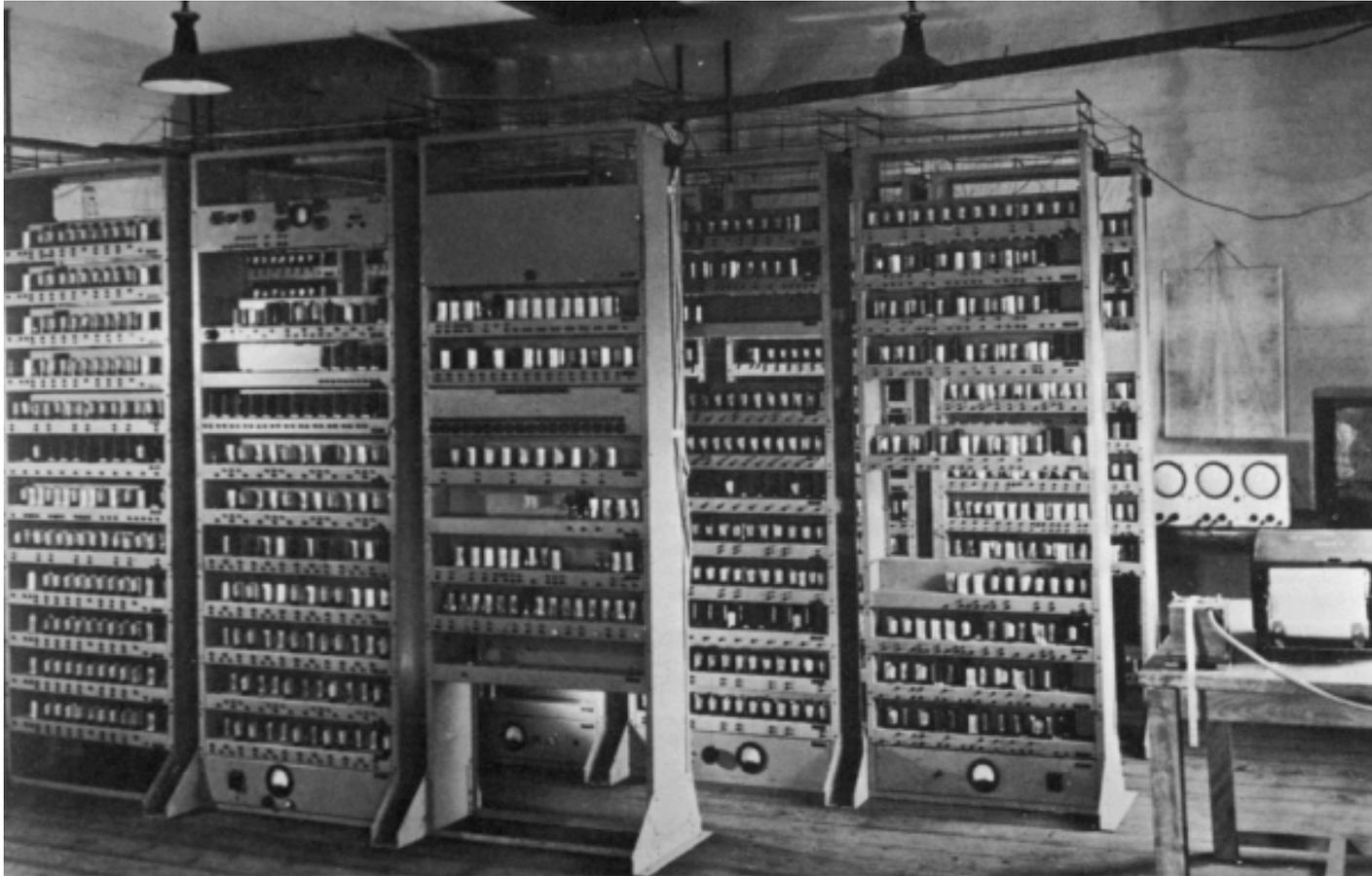
- Características:

- 6.000 válvulas electrónicas
- binaria
- Memoria de 1024 palabras de 44 bits
- 7 toneladas de peso
- 56 kW de consumo
- 1200 sumas / seg., 350 multiplicaciones / seg.

# EDSAC

- La primer computadora electrónica con programa almacenado fue la Electronic Delay Storage Automatic Calculator (EDSAC).
- Construida en la Universidad de Cambridge (Inglaterra).
  - Ejecutó su primer programa en 1949.
- Su diseño también se basaba en el trabajo de John von Neumann.

# EDSAC

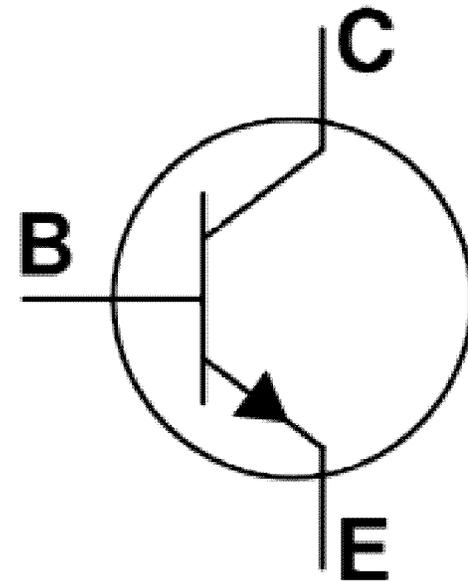


# Historia: la Era del Transistor

- Las computadoras EDSAC y EDVAC se consideran pertenecientes a la *Primera Generación* de Computadoras basadas en la Arquitectura von Neumann.  
(de hecho todas las computadoras diseñadas desde entonces tienen en definitiva la misma arquitectura)
- La *Segunda Generación* comienza con el transistor.

# Transistor

- Es un dispositivo de *estado sólido*, que puede funcionar como una *llave electrónica controlada*.



# IBM 1401 (1959)



# DEC PDP-1 (1959)



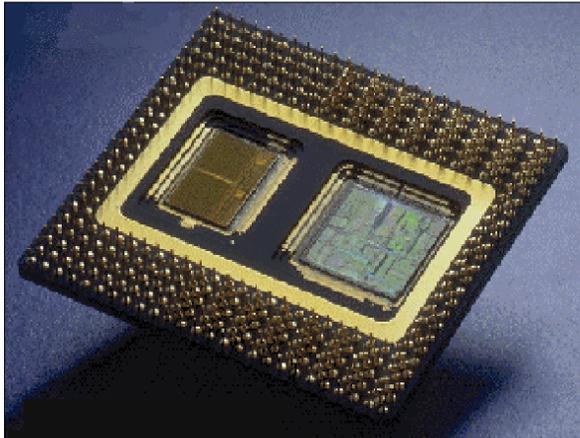
# MIT Space War en PDP-1 (1962 )



# Historia: la Era del Integrado

- A principios de los 60' se construyen los primeros *circuitos integrados*, dispositivos que colocan cientos de transistores dentro de una *pastilla* o *chip*.
- Las computadoras contruídas con este tipo de dispositivos pertenecen a la *Tercera Generación*.

# Circuito Integrado



# IBM 360 (1964)



# IBM 360 (1964)

- Es la computadora más representativa de la generación.
- Es la primera para la que se escribió un sistema operativo “comercial”:  
D.O.S. (Disk Operating System) en 1966.
- El desarrollo del D.O.S. se considera uno de los primeros grandes proyectos de desarrollo de software.

# IBM 360 (1964)

- Se dice que su director Frederick Phillips Brooks fue el que acuñó la frase:  
*La gestación de un bebé lleva nueve meses, sin importar cuantas madres asignes a la tarea.*
- Muy util para justificar atrasos en los proyectos de desarrollo de software ...

# IBM 360/44 (1968)



# IBM 370 (1973)



# IBM 370 (1973)

- Para esta arquitectura se escribió el sistema operativo MVS (Multiple Virtual Storage)
- Este sistema permitía la implementación de “máquinas virtuales”
  - Antecedente de la actual “era de la virtualización”

# IBM 390 (1990)



# DEC PDP-11 (1970)



# DEC PDP-11 (1970)

- Introducida por Digital Equipment Corporation (DEC) fue la primer computadora con ancho de palabra de 16 bits (potencia de 2).
- Para esta máquina fue escrito el primer compilador C y la primera versión del sistema operativo UNIX.

# DEC VAX-11/780 (1977)



# DEC VAX-11/780 (1977)

- Extensión a 32 bits y sistema de memoria virtual de la PDP.
- Fue la máquina universitaria por excelencia a fines de los 70' y principios de los 80'.
- Se tomó como patrón de medida de performance.
  - Se suponía que era capaz de ejecutar 1 MIPS

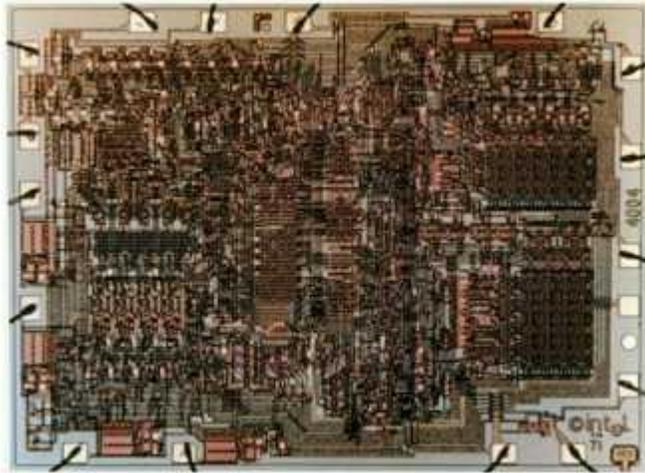
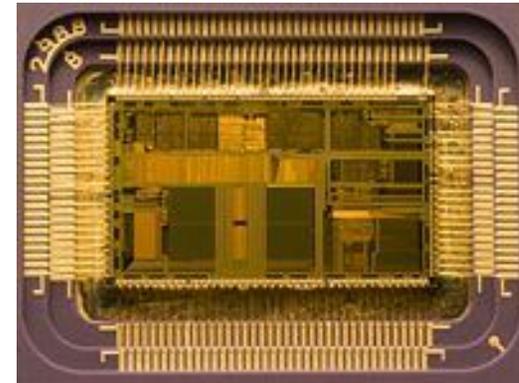
# Cray (1976) Supercomputadoras



# Historia: la Era del Microprocesador

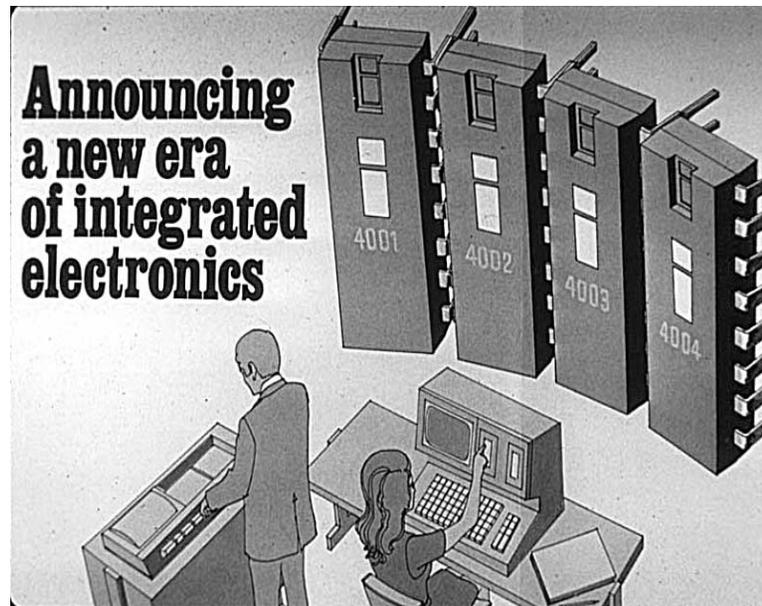
- En los años 70' los avances en la escala de integración (transistores por chip) conduce a los microprocesadores.
- Este avance habilita el advenimiento de la “computación personal”, la que cambiaría para siempre la forma de usar las computadoras.
- Algunos dicen que comienza la *Cuarta Generación*.

# Microprocesador



# Microprocesador

- En 1970 la compañía Intel lanza el primer microprocesador: el 4004 (4 bits).
  - Luego seguiría el 8008 y el 8080 (8 bits).



# Altair 8000 (1974)



Tom Carlson

# Altair 8000 (1974)

- Su diseñador Ed Roberts fue el que propuso el término *Personal Computer*.
- El nombre de la máquina es tomado de la serie *Star Trek*.
- Se vendía como un kit para armar.
- El mercado era el de los *hobbistas*.
- Usaba el 8080 de Intel (8 bits).

# Altair 8000 (1974)

- Ocupa un lugar destacado en la historia porque para ella se escribió el primer sistema operativo para microprocesadores: el CP/M (Control Program for Microcomputers).
  - Gary Kildall de Digital Research.
- El CP/M corría sobre el 8080 de Intel y el Z80 de Zilog (copia mejorada del 8080).

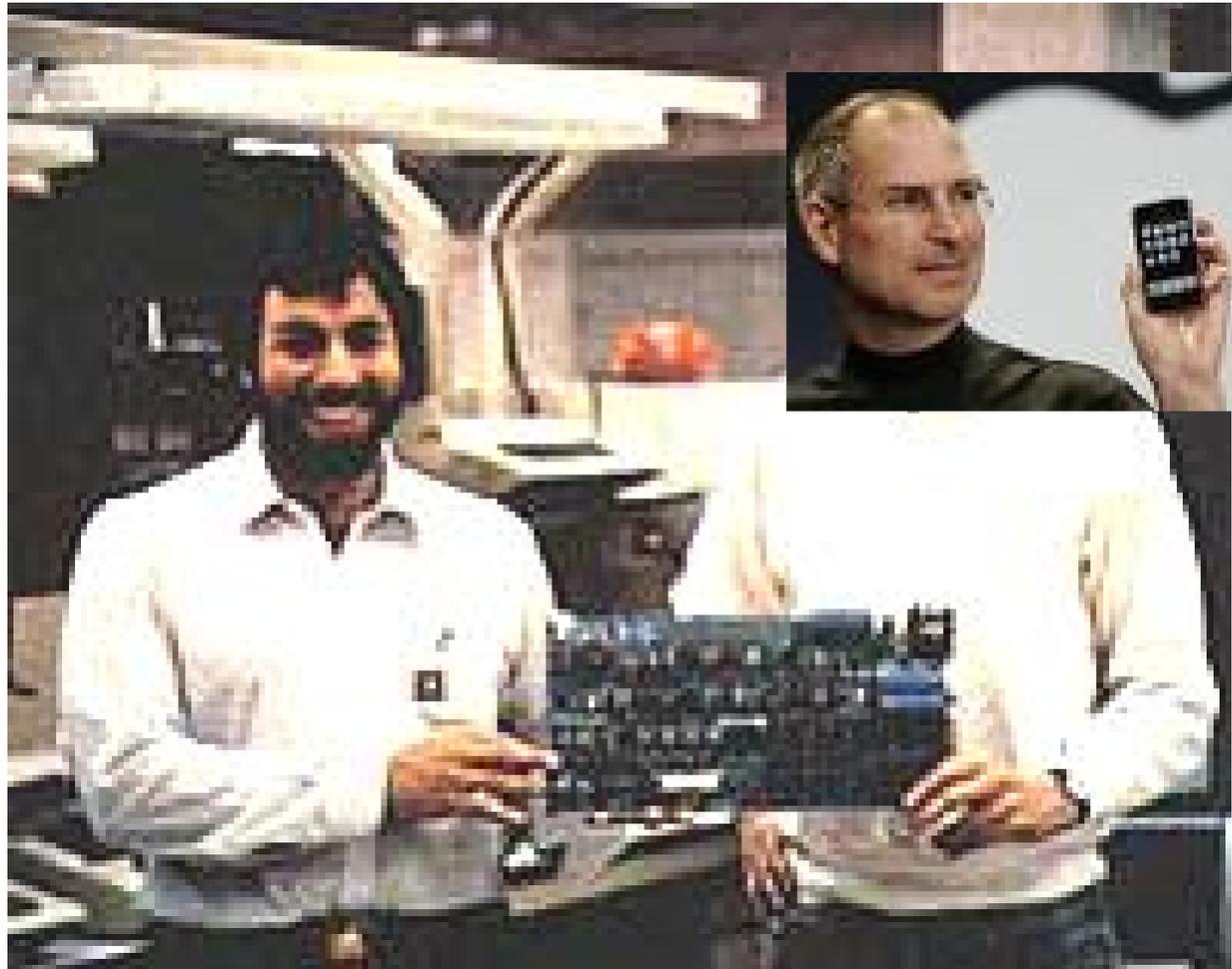
# Apple

- En 1975 comienza una revolución que cambiaría para siempre la industria.
- Steve Jobs (programador de juegos en Atari) y Steve Wozniak (trabajaba en el sector calculadoras de Hewlett Packard) se juntaron para diseñar una nueva computadora.
- La empresa nace en el garage de Jobs.

# Apple



# Apple



# Apple I (1976)



# Apple II (1978)



# Apple II (1978)

## ■ Características:

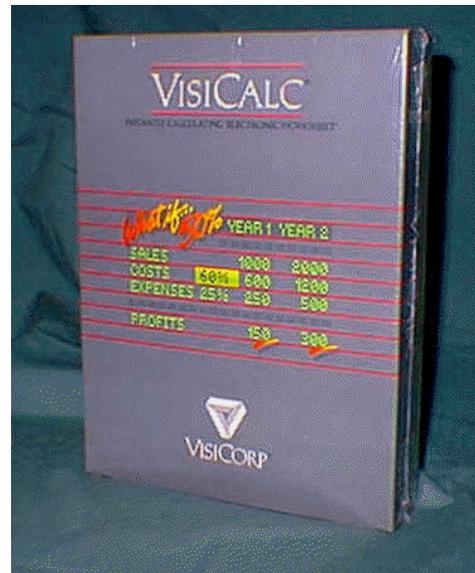
- Microprocesador Rockwell 6502 (copia del 6800 de Motorola) (8 bits)
- 48 KBytes de memoria RAM
- Diskettera (opcional) de 5"1/4
- Lenguaje BASIC en ROM
- **Slots de expansión**
- **Arquitectura abierta** (especificación de los slots y circuito completo de la máquina)

# Apple II (1978)

- Creó una industria girando alrededor.
  - Fabricantes de tarjetas de expansión
  - Fabricantes de “clones”
- Apple fue la empresa de la industria informática que creció más rápido en la historia.
- Esto preocupó a los fabricantes tradicionales .....

# Apple II (1978)

- En 1979 sale al mercado la primer “killer application”, que termina de imponer el concepto de “computadora personal” y la Apple II:



# Apple II (1978)

- Entre las empresas que crecieron alrededor de Apple hay una fundada por William H. Gates III y Paul Allen.
- Inicialmente desarrollan un interprete BASIC y un compilador FORTRAN para Altair 8000.
- Luego comercializan una tarjeta con Z80 y CP/M para Apple II.

# Microsoft

**Guillermo Portones**



# IBM PC (1981)

- IBM era en esos momentos el fabricante líder indiscutido a nivel mundial.
- Era el paradigma de los “sistemas propietarios”.
- “Nadie fue despedido nunca por comprar IBM”.
- Estaba preocupada por el crecimiento de Apple.

# IBM PC (1981)

- Decide entrar en el mercado de los computadores personales.
  - Aunque no demasiado convencida.
  - Pensaban que iban a officiar de “terminales inteligentes”.
- Lanzan el modelo PC-1 (Personal Computer 1) en agosto de 1981.
- En el primer mes venden 13.000 PCs !.

# IBM PC (1981)



# IBM PC (1981)

## ■ Características:

- Microprocesador Intel 8088 (16 bits)
- 64 KBytes de memoria RAM (modelos posteriores llegaban a 256 KBytes)
- Diskettera de 5"1/4
- **Slots de expansión**
- **Arquitectura abierta**
- Sistema Operativo PC-DOS

# IBM PC (1981)

- Algunas decisiones que determinaron el mundo tal como lo conocemos hoy:
  - Selecciona a Intel para suministrar el microprocesador, para diferenciarse de su principal competidor Apple.
  - Selecciona a Microsoft para suministrar el sistema operativo, porque Digital Research no quiso venderles el CP/M.
  - Establece el estándar “Wintel”

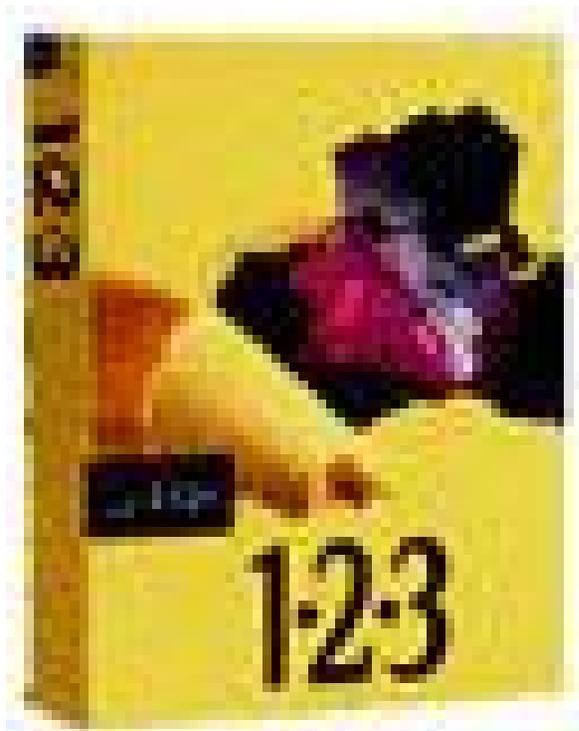
# IBM PC (1981)



Gary Kildall, la "premier victime" de Bill Gates

# IBM PC (1981)

- En 1983 sale al mercado la “killer application” del PC: Lotus 1-2-3



# Apple - El Regreso

- En 1983 Apple presenta su primer respuesta al fenómeno del IBM PC.
- Presenta el modelo Lisa, que se considera demasiado avanzada para su época:
  - primer interfaz gráfica GUI
- Es un fracaso comercial total, pero es la base de su siguiente jugada: Macintosh.

# Apple Lisa (1983)



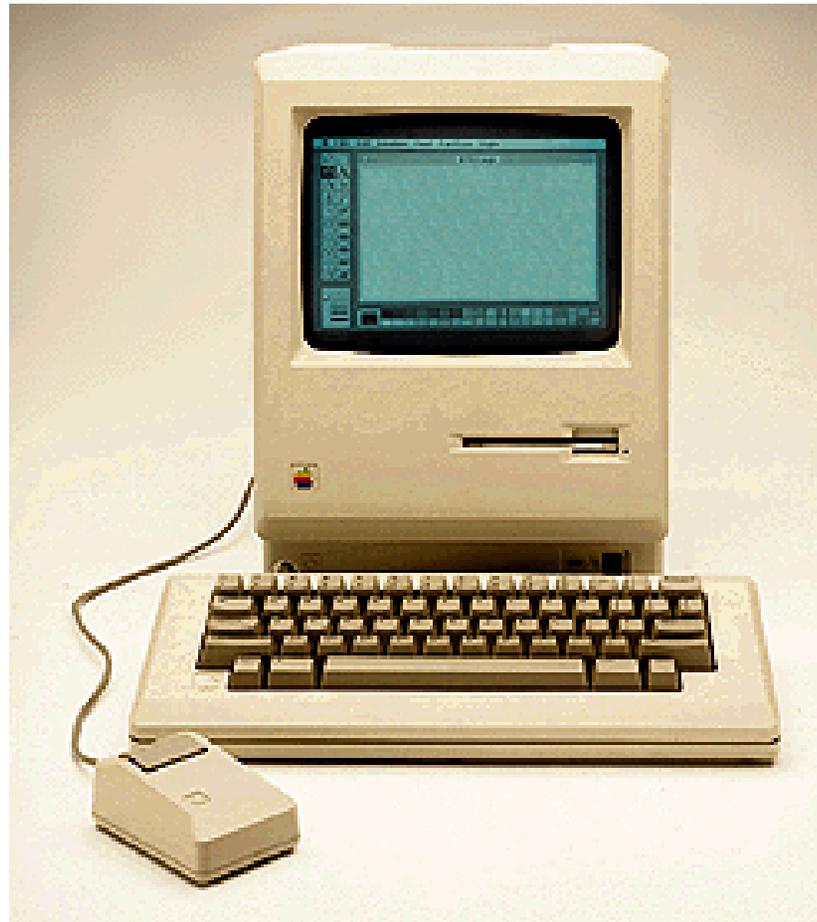
Tom Stepleton



# Xerox - PARC

- “Se dice” que Steve Jobs copió la idea de la máquina Alto de Xerox.
- Xerox es conocida por las fotocopiadoras, sin embargo entre otras cosas inventó:
  - el mouse
  - la interfaz gráfica con el paradigma del escritorio
  - el protocolo de red Ethernet

# Apple Macintosh (1984)



# Apple Macintosh (1984)

## ■ Características:

- Microprocesador Motorola 68000 (32 bits)
- 128 KBytes de memoria RAM
- Diskettera de 3"1/2, 400 KBytes
- Monitor B&N de 9" de 512 x 342 pixles
  - "efecto" Mac
- Arquitectura cerrada
- Sistema Operativo MacOS con GUI
- La máquina por excelencia en diseño gráfico

# Apple Macintosh (1984)

... it is now 1984. It appears IBM wants it all. Apple is perceived to be the only hope to offer IBM a run for its money. Dealers initially welcoming IBM with open arms now fear an IBM dominated and controlled future. They are increasingly turning back to Apple as the only force that can ensure their future freedom. IBM wants it all and is aiming its guns on its last obstacle to industry control: Apple. Will *Big Blue* dominate the entire computer industry? The entire information age? Was George Orwell right?

Steve Jobs - 1983

# Apple Macintosh (1984)



# IBM PC-AT (1984)



# IBM PC-AT (1984)

## ■ Características:

- Microprocesador Intel 80286 (16 bits)
- 128/256 KBytes a 16 MBytes de RAM
- Diskettera de 5"1/4
- Disco duro de 20 MBytes
- Slots de expansión (bus ISA)
- ISA = Industry Standard Architecture
- Sistema Operativo MS-DOS 3.0
- Monitor color con gráficos "avanzados"

# IBM PS/2 (1987)

- En 1987 IBM se “arrepiente” de la Caja de Pandora que había abierto con el PC e intenta volver a un mundo “controlado”.
- Prepara un nuevo modelo “inclonable”.
- La empresa Chips&Technologies copia los integrados fundamentales en menos de 48 horas.

# IBM PS/2 (1987)



# IBM PS/2 (1987)

- Características:
  - Microprocesador Intel 80386 (32 bits)
  - 4 MBytes de memoria RAM
  - Disco duro de 80 MBytes
  - Slots de expansión (bus MCA)
  - Arquitectura cerrada y licenciable
  - Sistema Operativo OS/2
- El invento que casi mata al inventor .....

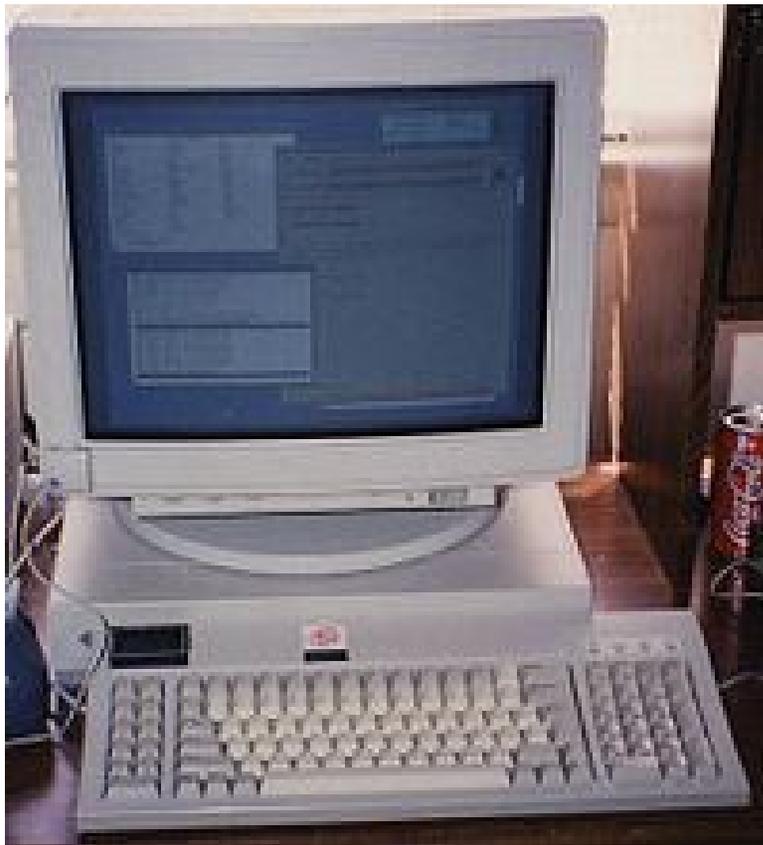
# Sun Microsystems

- Sun Microsystems es una compañía que nace en 1982 especializada en la fabricación de “workstations” con sistema operativo UNIX.
- Actualmente Sun es mas conocida por ser el creador de Java y fue adquirida por Oracle.
- También creó el microprocesador SPARC.

# SUN-1 (1982)



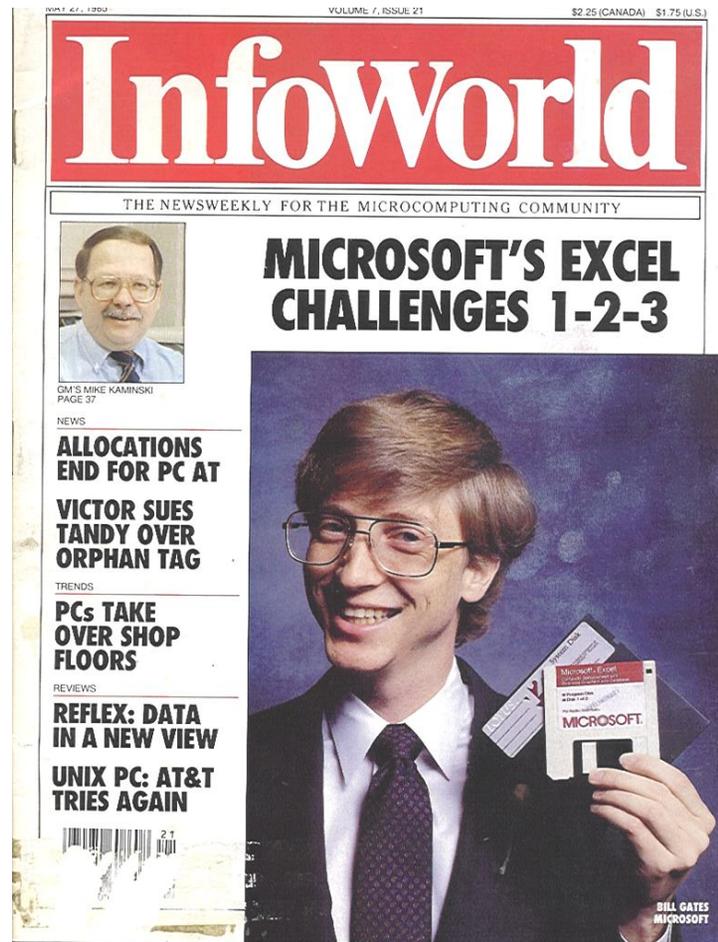
# SPARCstation (1989)



# Windows

- En 1985 Microsoft reacciona al éxito de Apple con su sistema operativo con interfaz gráfica y presenta Windows.
  - aunque muchos opinan que recién la versión Windows 3.0 de 1990 se parece en algo .....
  - Otros más críticos hablan de Windows 95
- En 1987 presenta Office y establece las bases de su dominio futuro.

# Windows



- 
- Esta historia continúa .....
  - Aunque el resto es más o menos conocido .....