

BREVE HISTORIA DE LA COMPUTADORA

Ing. Celeste Olivo F. D'Inca

Investigador de la Universidad de Mendoza

RESUMEN

Desde los comienzos, el hombre ha tratado de lograr mecanismos que le sirvan para ayudarse a pensar y a retener cantidades o cosas, la computadora no es más que uno de esos elementos, posiblemente el más complejo, pero sigue siendo una herramienta, para hacer uso de ella como extensión de nuestros sentidos. Su desarrollo hasta el estado actual, es por demás interesante, dado que nos permite entrever como la inventiva humana se va perfeccionando, y cuando encuentra un camino va ensanchando sus fronteras, aumentando sus conocimientos y construyendo máquinas cada vez más sofisticadas, a fin de resolver los problemas cada vez mejor expresados por los matemáticos.

En esta breve historia, vemos como por un lado hay gente que desarrolla las máquinas, desde el punto de vista de los circuitos y componentes, desde otro, hay científicos que estudian como aplicar las máquinas, o sea los que las programan, y desde un tercer flanco, hay matemáticos que desarrollan nuevos métodos para la resolución de problemas, pero ahora teniendo en vista la posible solución mediante el uso de la computadora.

Dicho de otra manera, como problemas antes irresolubles o con soluciones aproximadas, ahora se pueden intentar métodos que permitan la obtención de soluciones más exactas. Repitiendo una remanida frase del filósofo griego Sócrates: "Solo sé que no se nada", cuando más profundizamos temas, en especial los de la ciencia de la computación, nos damos cuenta de cuan grande es nuestra ignorancia frente a las posibilidades que se nos abren.

1. INTRODUCCIÓN

La computadora es posiblemente el invento más significativo de la historia después del de la rueda. ¿Por qué digo esto? Porque evidentemente hay un antes y un después, tal como en la era industrial, con el invento de los ferrocarriles o con el aprovechamiento de la energía nuclear, o en el extremo, con el invento de la rueda, así como en tantos otros.

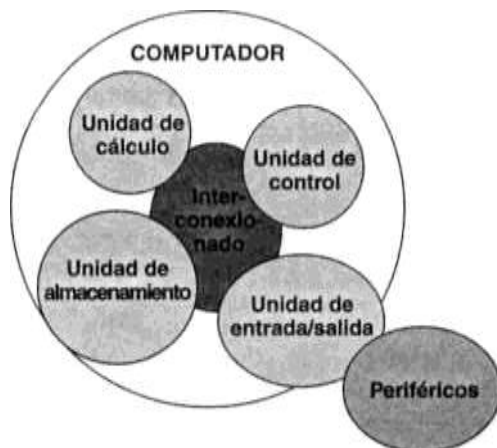
Podemos mirar que ocurría antes con la información, que solo era alcanzable por unos pocos privilegiados, que contaban con recursos y relaciones suficientes, en cambio ahora, basta con poseer una computadora y una línea telefónica, y tenemos acceso a casi toda la información disponible en el mundo.

Informática y computación no son lo mismo, pero la primera no sería nada, o casi no existiría sin la segunda que es su única y exclusiva herramienta, de no existir la computadora, la informática se limitaría a las comunicaciones.

No solo eso, el sistema bancario actual que es disponible desde nuestro hogar, mediante el teléfono, para casi todo tipo de transacciones. El verdadero dinero electrónico que está a punto de ser impuesto en todo el orbe.

La automatización de las tareas intelectuales, la robotización de las tareas manuales, la velocidad con que se adquiere el conocimiento, la modificación de todas las profesiones, aún del arte, todo ello ha sido llevado a cabo por esta máquina electrónica, que parece ser maravillosa, pero no es más que una tonta máquina capaz de realizar trillones de operaciones aritméticas o lógicas en cada segundo, de recordar cuatrillones de datos numéricos, haciéndolos accesibles en pocos microsegundos, y por supuesto también es capaz de adquirir cantidades astronómicas de información en unos pocos segundos.

La inteligencia que controla y programa a esta máquina, es humana, y lo seguirá siendo indefinidamente, pues por más que la dotemos con millones y millones de celdas de memoria, e infinita cantidad de información, siempre la faltará la capacidad de improvisar y adecuarse rápidamente a todas las condiciones posibles, que tiene un ser humano, por poco instruido que sea.



Hacia 1930 los investigadores ya sabían lo que debía contener una máquina calculadora automática ello se sintetiza en el gráfico.

Para poder realizar cálculos, debía poseer una unidad de cálculo, los cuales debían hacerse sobre cantidades de alguna manera guardadas en forma accesible.

Asimismo, debería existir una comunicación entre la máquina y el mundo externo, en general mediante dispositivos que nos permitieran entregarle datos, y obtener resultados, esos dispositivos actualmente se denominan periféricos, los que debían conectarse a la máquina, pero sin formar parte de ella. La unidad que permite esa conexión, es la de entrada/salida.

Finalmente todo debería estar bajo control de un dispositivo director de las operaciones, el que sería comandado a su vez o bien desde el exterior, o bien desde el interior de la máquina, mediante el llamado "programa".

Todos los dispositivos deberían estar relacionados mediante un sistema de interconexiones, que pudiesen relacionarlos, tanto para su control como para la transferencia de datos.

Esta máquina es la que pretendían implementar, aunque sin saber muy bien con que rellenar los distintos espacios, especialmente por la escasa tecnología existente para hacerlo.

Figura 1: Idea de computadora en la década del 30.

Entonces ubiquémonos en nuestro lugar, y dejémonos de fantasear, la máquina por perfecta que sea, siempre será máquina y nunca podrá ser inteligente, lo inteligente es el programa que la hace actuar, y el programa es elaborado por humanos, con todas sus virtudes y sus defectos.

2. LA PREHISTORIA

Desde la remota antigüedad el hombre ha tratado de encontrar dispositivos que le ayudaran a realizar operaciones aritméticas, las que se denominaron cálculos aritméticos, porque los romanos utilizaban piedras (calculus) para ayudarse a retener cantidades.

Luego, los chinos inventaron un sistema en el cual los cálculos se volvieron cuentas, pues consistía en una serie de cuentas de madera insertadas en un palito, formando un abaco. Se supone que ello ocurría unos treinta siglos A.C.

He aquí que luego nada se hace, por lo menos nada significativo, hasta que en el año 1612, un conocido de todos los matemáticos, y de todos los estudiantes de ciencias exactas, Johann Napier, o Neper, inventó la regla de cálculo, utilizada por técnicos e ingenieros hasta bien entrada la década de lo setenta de nuestro siglo. La misma consistía en un par de reglillas graduadas en forma logarítmica, que permitía multiplicar, dividir, elevar al cuadrado y al cubo, y por supuesto obtener la raíz cuadrada y la raíz cúbica en forma muy simple, pero no podía sumar.

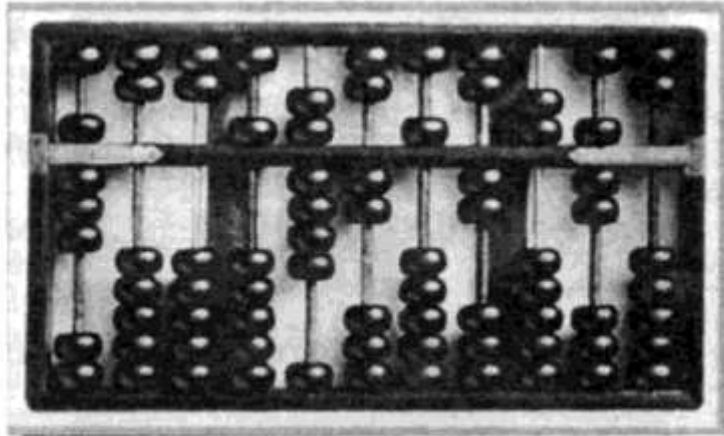
En el año 1642, quien luego sería toda una personalidad de la Física, Blas Pascal, construyó la Pascalina, máquina capaz de sumar cantidades de hasta 8 cifras. Hizo esto por rebelde, pues su padre era el recaudador de impuestos de la ciudad de Rúan, Francia (la D.G.I. de ese entonces), y le encargaba al joven Blas (entonces tenía 18 años) la confección de los balances para ser remitidos al Rey. Dado que ello consistía en sumar una gran cantidad de aportes, no tuvo mejor idea que hacer un artificio que sumara esas cantidades, y entonces a él solo le quedaba anotar los resultados.



Los antiguos sumerios escribían en tablillas de barro sin cocer, utilizando plumas de ave o algún objeto similar, que producía una marca de forma triangular, por ello es que a su escritura se la denomina "cuneiforme"

Se supone que éstos son los primeros rastros de escritura conocidos en la antigüedad, datando de unos treinta siglos antes de Cristo.

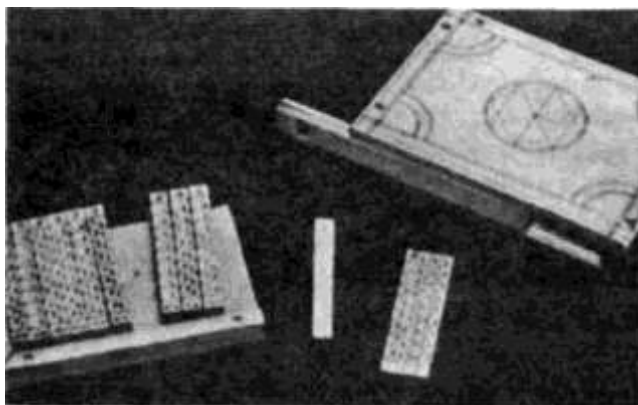
Figura 2: Escrituras más antiguas encontradas



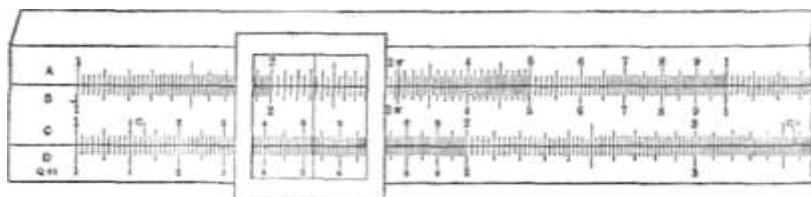
El abaco fue un instrumento muy utilizado para la realización de todo tipo de cuentas, su origen se ha establecido en China, y hacia el segundo milenio antes de Cristo, por lo cual estaría cumpliendo los cuatro mil años.

El que se muestra en la figura, corresponde al modelo japonés, denominado Soroban, que aún en la actualidad es utilizado por las personas mayores, pese a la elevada producción de calculadoras electrónicas de ese país.

Figura 3: El Soroban, primitiva ayuda al cálculo.



Estas son las tablillas de Neper, o mejor dicho una réplica de las mismas, existente en el museo de asociación Smithsonian de Estados Unidos de N.A.



En cambio esta es una versión más conocida, ya denominada Regla de Cálculo, que tanto martirizó a los estudiantes de ciencias exactas desde el siglo 17 hasta la sexta década del siglo 20, sin embargo, una vez aprendida a usar, era verdaderamente un placer hacer productos, raíces cuadradas, así como elevar al cuadrado, claro que todo en forma aproximada.

Su funcionamiento consistía en disponer cuatro escalas logarítmicas, en forma tal que apareadas dos a dos, unas fuesen el cuadrado de las otras. La regla central se desplazaba, entonces para hacer un producto era cuestión de sumar longitudes de ambas escalas. Para el cuadrado o la raíz cuadrada se utilizaban las cuatro escalas, ubicando convenientemente el cursor.

Figura 4: La regla de cálculo de Néper

A partir de este momento, gran cantidad de científicos desarrollaron mecanismos para el cálculo, contando también con la aparición de los telares automáticos, o sea telares que eran capaces de urdir tramas según un programa, que en un principio estaba contenido en cintas de papel perforado, y luego en tarjetas de cartón, también perforadas. Es así como la revolución industrial aportó su parte al largo camino de ayudarnos a hacer cuenas. Podríamos incluir en esta parte las máquinas de Gottfried Leibniz, de Matthaus Hahn y los telares de Basile Bouchon, Falcon y Joseph Jacquard.

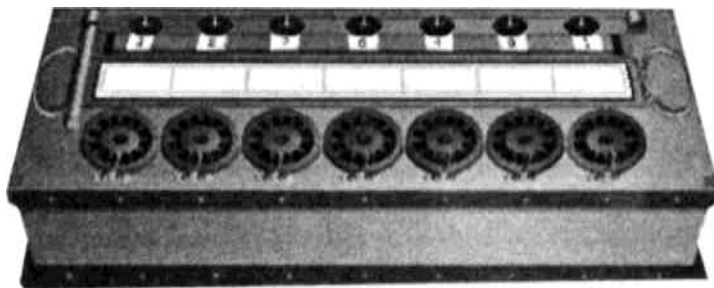
Allá por 1812, Charles Babbage intentó por primera vez la construcción de un dispositivo capaz de derivar e integrar, llamándola "Differential Engine" o máquina diferencial, pero no consiguió fondos suficientes para ello. Sin embargo no abandonó la idea, sino que la fue perfeccionando, incentivado tal vez por la construcción del "Aritómetro" de Thomas, así que en el año 1822, patentó una calculadora diferencial mecánica, denominada "Analytical Engine" o máquina analítica.

Esta contaba con varios dispositivos que luego serían incorporados en las computadoras modernas.

Solo se pudo construir la cuarta parte de esa máquina, que ya era capaz de realizar las cuatro operaciones aritméticas además de derivar e integrar. Incorporada asimismo una memoria de tarjetas perforadas, y se comenzó a hablar de programación. La colaboradora de Charles Babbage, era Augusta Ada Byron, Condesa de Lovelance, hija de Lord Byron, en honor a la cual en los Estados Unidos de América del Norte, se llamó Ada al proyecto de desarrollo de un nuevo lenguaje de programación de tipo multipropósito.

Es también importante considerar el aporte realizado por George Boole, quien en el año 1854 publicó un artículo titulado "Una Investigación sobre las leyes del Pensamiento", dando origen así a todo un nuevo desarrollo matemático conocido como el "Álgebra de Boole", de la cual el álgebra común que utilizan a diario matemáticos e ingenieros, no es más que un caso particular, o sea uno de los llamados "Anillos de Boole".

Evidentemente que para lograr los grandes desarrollos de la historia deben conjugarse ciertos elementos tales como: necesidad, tecnología disponible, estudios anteriores, posibilidades económicas y uno o más individuos con cierto poder de imaginar dispositivos capaces



La Pascalina, máquina de sumar inventada por Blas Pascal, cuando solo contaba con 18 años. Ello ocurrió en 1642, y fue utilizada por él para ayudar a su padre, recaudador de impuestos real de la ciudad de Ruán, en Francia.

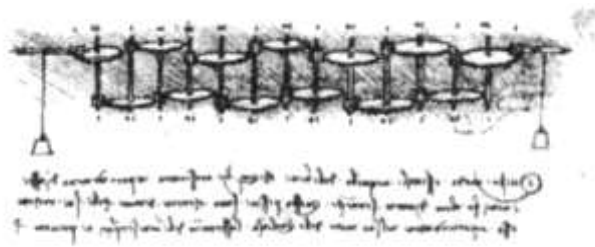
La misma contaba con ocho ruedas, similares a las de un discador telefónico, que arrastraban un engranaje de diez dientes cada una.

Partiendo de cero, se cargaban los dígitos girando la rueda tantos dientes como fuese necesario, apareciendo en la parte superior la cifra correspondiente, cada vez que la rueda pasaba por cero, arrastraba una posición a la siguiente, así al cargar las cifras del número que continuaba, se producía automáticamente la suma.

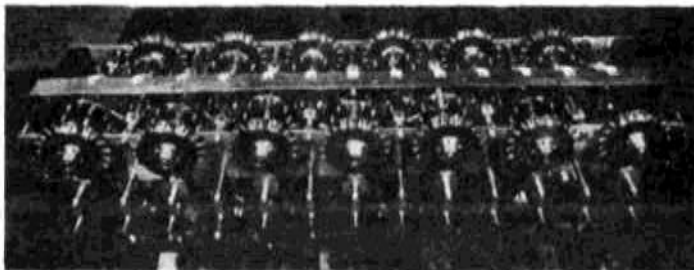
Este mismo mecanismo se utilizó con escasas variantes en todas las calculadoras mecánicas que se utilizaron hasta pocos años atrás.

Figura 5: Máquina de sumar de Blas Pascal

Hace muy pocos años, se encontró el ahora llamado "Códice Madrilensis" entre cuyas páginas se observó la figura que se acompaña a continuación, escrita de puño y letra por Leonardo da Vinci.

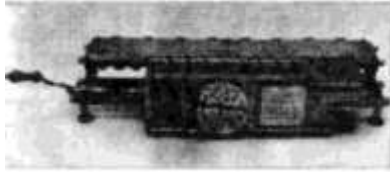


Aparentemente era una máquina para sumar, y para comprobarlo, se la construye, obteniendo lo indicado en la figura siguiente, que es muy parecido a la Pascalina.



Recordemos que Leonardo vivió entre 1452 y 1519, más de cien años antes que a Pascal. Una demostración más de su genialidad. Estudios posteriores indican que en realidad se trata de un multiplicador de esfuerzos, pero vale la similitud expresada.

Figura 6: La sumadora de Leonardo



Gottfried Leibniz, filósofo y matemático alemán, casi un siglo después, desarrolla su máquina de calcular, que es como la de al figura; la misma puede realizar las operaciones de suma y resta, mediante el giro de una serie de manivelas y ruedas.

Mattieu Hahn, en 1779, presentó en sociedad una máquina que podía realizar las cuatro operaciones, la que por su forma fue rápidamente bautizada como la "tortuga de Hahn".



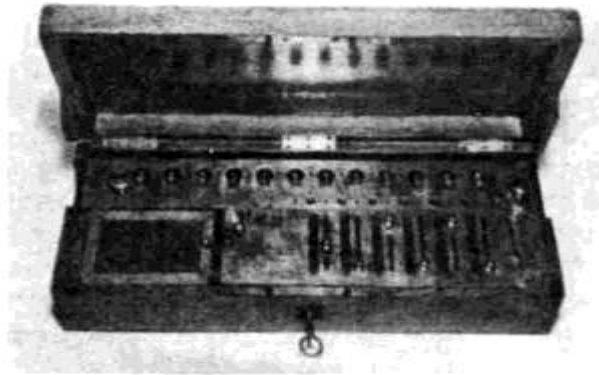
Figura 7: Leibniz y Hahn, matemáticos e inventores.



La era industrial comienza con la motorización de los telares, es lógico entonces que ellos hayan sido los primeros en tener algún tipo de automatización. En primer lugar se incorporan cintas de papel perforado para guiar las agujas y urdir adecuadamente la trama, luego se fueron perfeccionando hasta los telares de Jacquard, con el método de las tarjetas perforadas, las que subsisten hasta nuestros días en las máquinas de tejer familiares.

Los códigos dados por las perforaciones en las tarjetas, permiten que el dibujo se haga automáticamente, mientras que antes, un operario debía elegir los hilos de colores y hacer funcionar las agujas que los integran al tejido en forma manual.

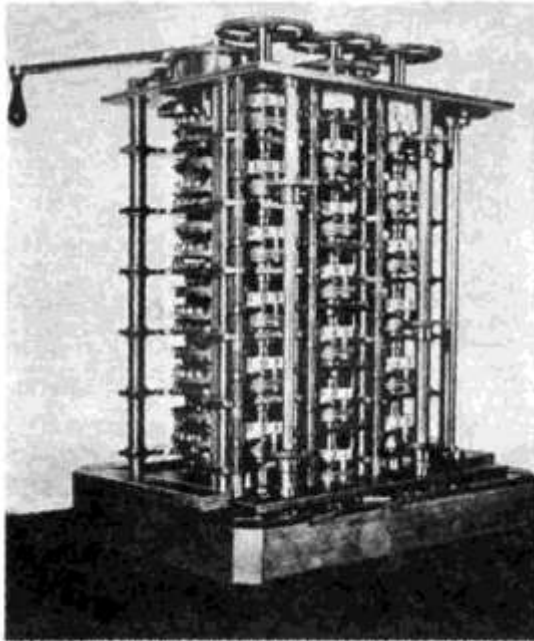
Figura 8: Los telares, primeras máquinas automatizadas



El Aritmómetro de Thomas, fue presentado en 1820 en la Academia Francesa de Ciencias, construido sobre la base de la máquina de Leibniz, pero de menor peso y tamaño, además de ser contenido en una caja de madera que lo hacía muy transportable, fue la primera calculadora mecánica fabricada y vendida masivamente, hasta casi finales del siglo 19.

Figura 9: El Aritmómetro de Thomas

Sir Charles Babbage es todo un prócer de la computación, pues hacia el año 1822, diseñó un dispositivo denominado "Máquina de Diferencias" que era capaz de derivar e integrar. Lamentablemente la tecnología de la época y su falta de dinero no permitieron su construcción.



Sin embargo, ayudado por Joseph Clement, en 1832 consiguió construir una pequeña porción de la misma, la que se muestra en la figura. Babbage permanentemente debió luchar contra la falta de fondos, y no pudo vender a nadie su idea. No se amilanó, entre 1847 y 1849, completó 21 planos de su nuevo invento, la "Máquina Analítica" que nunca pudo ni siquiera comenzar.

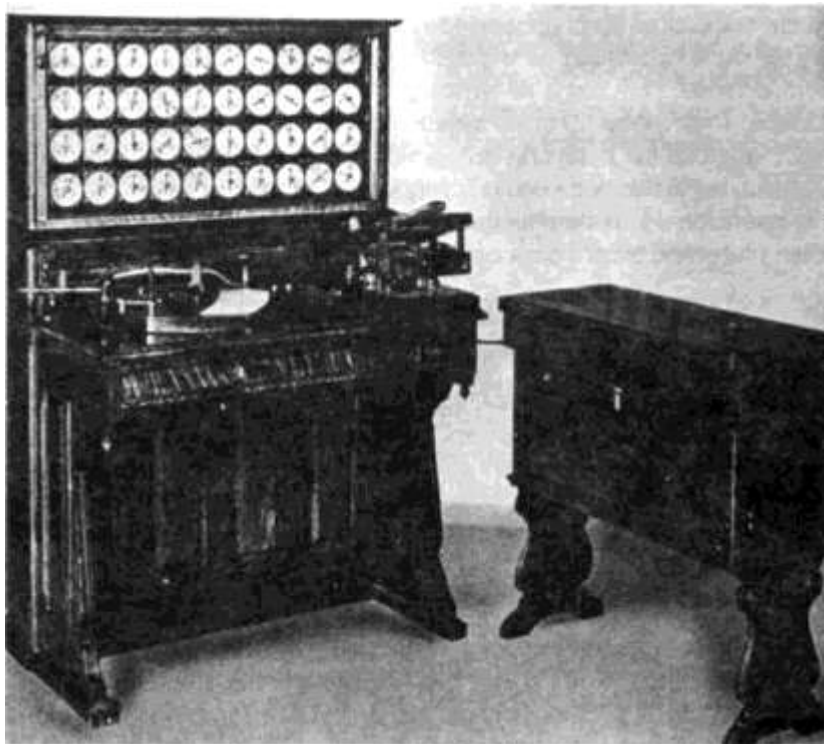
Figura 10: Charles Babbage

de dar soluciones a las necesidades. Porqué digo esto, porque la conjunción de la necesidad de realizar un censo en los Estados Unidos de Norteamérica, sumado a la tecnología disponible en los telares automáticos, más la memoria de tarjetas desarrollada por Babbage y su lector, además del potencial económico del gobierno de un país como el citado, conjuntamente con la inventiva de Hernán Hollerith, dio lugar a la invención de un sistema que permitió la realización del citado censo en un tiempo récord para ese entonces.

El problema era el siguiente, la Constitución de los Estados Unidos de N.A. obliga (tal como la nuestra) a la realización de un censo poblacional cada diez años, habiendo ellos elegido hacerlo en los terminados en cero. Así el censo de 1880 en el año 1889 aún no había podido procesarse completamente, y tenían ante sí la necesidad de realizar el censo de 1890, con una población, que debido a la emigración, casi se había duplicado, en consecuencia con la metodología adoptada, los resultados no se tendrían hasta después del censo de 1900. Se preguntaban entonces, ¿para qué sirve hacer un censo, si cuando se conozcan los resultados la realidad habrá cambiando radicalmente?

Afortunadamente, nuestro conocido Hollerith presentó un proyecto de automatización, el que fue inmediatamente aprobado por las autoridades. El mismo consistía en aplicar tarjetas de cartón en las cuales se harían perforaciones por cada una de las respuestas que se debía dar al censista, las mismas luego eran leídas mediante un procedimiento muy sencillo. Una serie de agujas retráctiles eran bajadas sobre la tarjeta, donde había perforaciones los alambres pasaban de lardo haciendo contacto con una superficie de mercurio, cerrando así un circuito eléctrico que permitía enviar una señal a un contador, y otra a un dispositivo tabulador, que llevaba a la tarjeta a un cierto casillero, según cual fuese la respuesta.

De esta manera, el censo pudo ser elaborado en solo tres años, permitiendo que Hollerith juntara dinero suficiente como para crear una empresa que denominó "Compañía de Máquinas Tabuladoras", que por supuesto siguió realizando los censos y ampliando la empresa, hasta que en 1929, tomó el nombre de "International Business Machines" que abreviado resulta ser IBM, el gigante azul tan cuestionado últimamente por sus actitudes comerciales, pero que tanto contribuyó al desarrollo de los sistemas de cálculo automático.



En la figura podemos observar una réplica del primer tabulador construido por Hollerith. En la parte superior izquierda, se notan los cuadrantes que contabilizan las perforaciones de cada tipo. En la mesada, en el lado izquierdo, se encuentra el lector manual de tarjetas, y más a la derecha, otro mueble que es el clasificador de tarjetas.

Una máquina así fue la que computó el censo de 1890 en los Estados Unidos de Norteamérica, y marcó el comienzo de la fortuna para Hernán Hollerith, fundador de la empresa que luego se convertiría en la mayor productora de equipos de oficina del mundo y desarrolladora de computadoras.

Figura 11: Tabuladora de Hollerith

Durante las primeras décadas de nuestro siglo se inventaron muchísimas cosas de gran importancia para mejorar nuestros estándares de vida. En primer lugar todos los dispositivos electrónicos de vacío que permitieron el desarrollo de las comunicaciones inalámbricas (radio), en segundo lugar, todos los equipos de ayuda al cálculo para oficina, máquinas de escribir eléctricas, teletipos, etc.

En 1930 Vannevar Busch patentó su "Analizador Diferencial", máquina con la posibilidad de integrar y derivar, o sea que era pensada para la resolución de ecuaciones diferenciales, era un simple dispositivo que se basaba en ruedas rozantes, pero funcionaba relativamente bien. Lógicamente este dispositivo era de funcionamiento analógico, por lo que es precursor de las computadoras que operaban sobre cantidades de variación lineal, o funciones lineales, no sobre cantidades digitales, o números.

Basadas en el dispositivo de Busch, pero con componentes electrónicos se desarrolló toda una serie de computadoras analógicas, las cuales se usaron y se utilizan aún en laboratorios, pues no son máquinas comerciales, si bien se las construye se las comercializa para investigación, dado que son capaces de representar funciones de transferencia de sistemas lineales.

Ya hacia finales de la década del treinta, se tenían las principales contribuciones, que correctamente interpretadas posibilitarían el rápido desarrollo de las computadoras. Claude Shannon había dado los principios para la construcción de un sumador eléctrico en base a numeración binaria, John Atanasoff había publicado sus principios para la construcción de una computadora digital, y el matemático Alan Turing escribía su artículo "On Computable Numbers" (sobre los números computables).

Por otra parte, en 1936, Konrad Zuse, considerado por los alemanes como el padre de la computación, construyó su Z1, automatismo programable electromecánico basado en el sistema binario predicho por Shannon y con la memoria separada del control, presentando una arquitectura mucho más evolucionada que máquinas posteriormente desarrolladas en el resto del mundo. Inclusive, Zuse continuó produciendo otras máquinas a un ritmo muy acelerado, en 1938 ya presentó

la Z2, que era un modelo muy simple, pero utilizando una estructura híbrida, la parte de cálculo era realizada con relés y la memoria completamente mecánica.

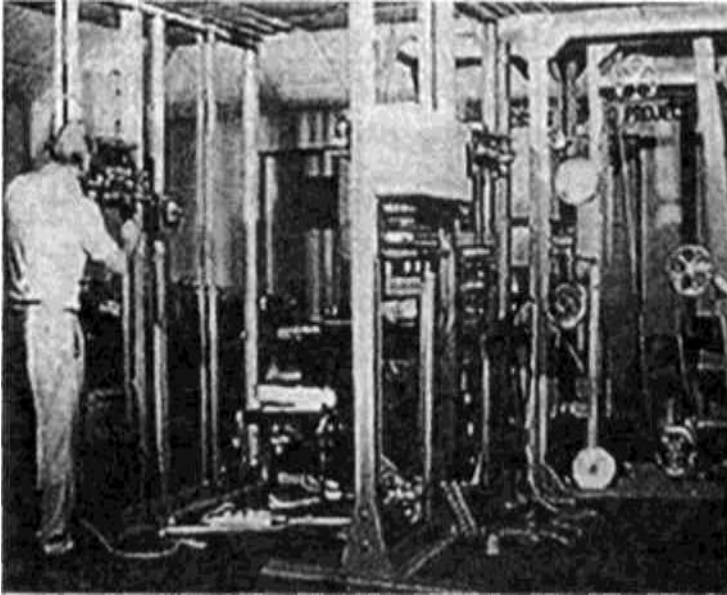
En 1939, puso en funcionamiento la Z3, que podía operar con números en coma flotante o sea en notación científica, así como poseía una memoria de instrucciones a cinta de papel perforado, pero no sólo eso, sino que ya incluía un pequeño sistema microprogramado para la resolución de algunas operaciones más complicadas, por ejemplo la multiplicación, la división y la raíz cuadrada.

Lógicamente, conjuntamente con las máquinas tuvo que inventar un sistema de programación, que denominó "Plankalkül", siendo considerado este como el primer lenguaje de programación de alto nivel.

Durante estos años, se produjo una especie de fiebre por desarrollar mecanismos automáticos de cálculo, casi todas las universidades norteamericanas, más algunas inglesas, y otras varias en distintos países, llevaron adelante programas bastante parecidos. En el Iowa State College, John Vincent Atanasoff, junto con Clifford E. Berry, construyeron un prototipo de computadora que utilizaba parcialmente válvulas termoiónicas como elementos lógicos, cuyo fin era de resolver ecuaciones algebraicas. Esta máquina fue denominada ABC (Atanasoff Berry Computer). Se la reconoce actualmente como la primera máquina electrónica, aunque solo fue construida para propósitos particulares, su influencia sobre las que la siguieron, particularmente la ENIAC fueron notables, sin embargo hubo entre Atanasoff y Eckert una larga discusión judicial por la prioridad del descubrimiento, que más de veinte años después fue resuelta a favor del primero.

En el año 1943 se pone en marcha COLOSSUS, primera máquina totalmente electrónica, por supuesto con válvulas de vacío, desarrollada en Inglaterra por Alan Turing, Tommy Flowers y M.A. Newman.

Recordemos que el mundo estaba en plena segunda guerra mundial, y la producción de nuevas armas requería de un mejor cálculo de las trayectorias, llevando los resultados a tablas que permitían a los artilleros mejorar la puntería, por tanto las fuerzas armadas de los países en conflicto apoyaban financieramente todos los proyectos.

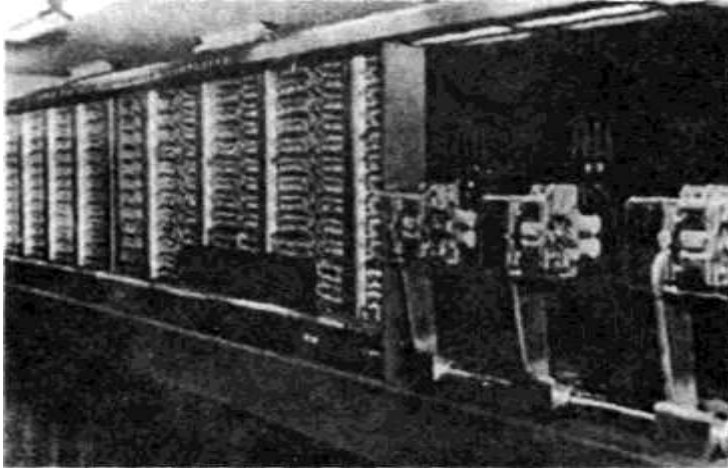


En diciembre de 1943, en Bletchley Park, Inglaterra, la computadora electrónica construida con válvulas de vacío, denominada COLOSSUS, es puesta en marcha por sus constructores, Alan Turing, Tommy Flowers y H. A. Newman.

Fue considerada la primera computadora completamente electrónica, pero al no ser construida en los Estados Unidos de Norteamérica, casi pasó desapercibida para la historia.

Recordemos que en ese año comenzaba la construcción de la ENIAC, que solo se pudo poner en marcha en 1946.

Figura 12: Colossus, la primera computadora electrónica.



En Harvard, Howard Aiken, otro de los próceres de la computación, desarrolló la Mark I, también puesta en marcha en 1944, en la Universidad homónima, siendo denominada en principio como ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator).

Era una máquina totalmente electromecánica, construida por los ingenieros de IBM, con componentes estándar de esa empresa, tenía escasa capacidad de memoria y un rudimentario control, por lo que rápidamente entró en la obsolescencia.

Figura 13: La Harvard Mark I

En 1944 se hace entrega a la Armada de los EE.UU. de una máquina construida en la Universidad de Harward, con partes comerciales standard de IBM, habiendo sido dirigida su construcción por Howard Aiken. La computadora se denominó ASCC (Automatic Secuence Controlled Calculator) o también Calculadora Automática de Secuencia Controlada, más conocida por Harward Mark I.

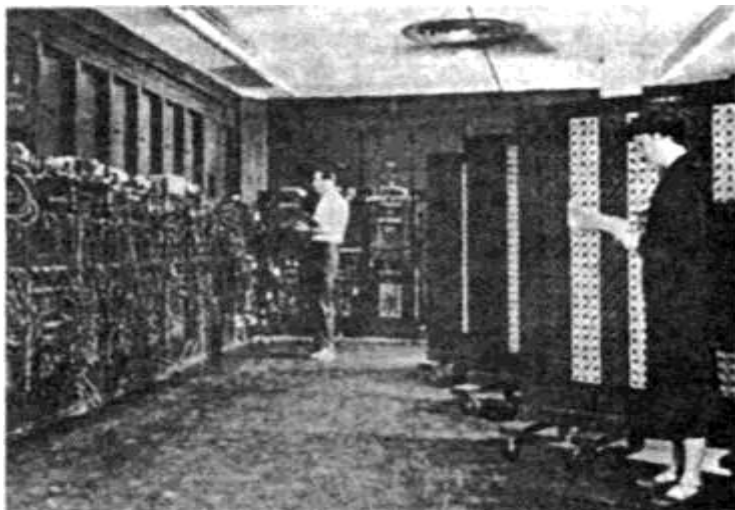
3. EL COMIENZO

Desde el año 1942, en los campos de tiro de Aberdeen (California, U.S.A.) y mediante convenio con la Universidad de Pensilvania, John Echert, John Mauchly, Hermann Goldstine y otros desarrollaban una computadora destinada a construir tablas de tiro para el ejército, sin embargo, la misma pese a tener una estructura simple, poseía gran cantidad de componentes, por lo que solo se pudo poner en marcha en el año 1946. Se la denominó ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), sus dimensiones estaban fuera de toda escala, pues era integrada por cuarenta paneles de aproximadamente ochenta centímetros de ancho, por casi dos metros de alto y ochenta centímetros de profundidad. En ellas se alojaban más de 18.000 válvulas termoiónicas y 1500 relés, con un consumo energético de 150 kilovatios. Pesaba 30 toneladas y ocupaba una habitación de 160 metros cuadrados. La principal contra que tenía era el uso de numeración decimal, lo cual producía registros de enorme tamaño.

Es considerada la primera computadora electrónica de propósitos generales para diferenciarla de la ABC. La programación era llevada a cabo mediante cableado de paneles de conexiones, que permitían variar la interconexión de las diferentes unidades para la resolución de variados problemas.

En el año 1944, se agregó al grupo de investigadores de la Universidad de Pennsylvania el Matemático húngaro naturalizado norteamericano John Von Neumann, quien durante las discusiones logró sacar algunas conclusiones importantes, publicándolas en un paper, denominado "First Draft of a Report on the EDVAC" (Primer Borrador de Reporte sobre la EDVAC), en el año 1945.

La EDVAC (Electronic Delayed Vacuum tube Automatic Computer) nunca fue construida, sin embargo, bajo estos principios se diseñó y construyó la ESAC (Electronic Delayed Storage Automatic



Poco más es necesario decir sobre la ENIAC, considerada durante muchos años como la primera computadora electrónica, su descomunal tamaño puede verse en la figura, donde a la izquierda aparecen los paneles de circuitos, con el conexionado en el frente, y a la derecha los paneles de programación.

Esta máquina fue utilizada por el ejército de los Estados Unidos de N.A. para el cálculo de tablas de tiro para la artillería.

Aún antes de su terminación, los constructores, conjuntamente con John Von Neumann y Hermán Goldstine, llegaron a las siguientes conclusiones, las que son conocidas como principios de Von Neumann:

- 1. Todas las partes operacionales deben ser electrónicas.*
- 2. Debe utilizarse la numeración codificada en binario*
- 3. El programa debe ser totalmente almacenado en memoria*
- 4. Las instrucciones deben ser ejecutadas secuencialmente*
- 5. La memoria debe ser única*
- 6. El programador debe poder modificar las instrucciones*

Figura 14: LA ENIAC



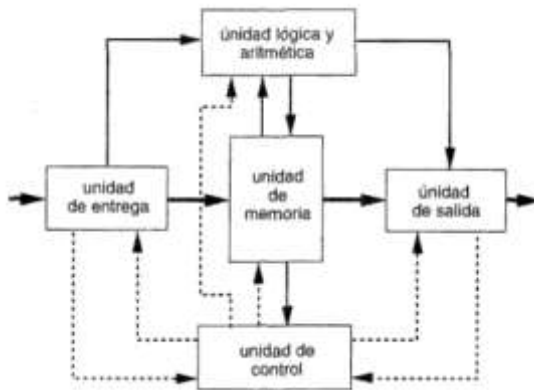
El circuito soportado por Hermán Goldstine y John Presper Eckert es un registro acumulador de la ENIAC, formado por diez multivibradores y circuitos asociados, lo que eleva a un total de veintiocho válvulas de vacío.

El tamaño, si bien podía ser reducido en un 20 o 30%, lo mismo seguiría siendo demasiado grande y pesado, no solo por la tecnología, sino por utilizar el sistema decimal de numeración.

Aquí puede verse también cual es una de las mayores ventajas del transistor, el tamaño.

Figura 15: Registro acumulador de la ENIAC

Computer) o sea Computadora Automática Electrónica con Almacenamiento por Retardo. Su memoria consistía en una serie de tubos de acero de unos dos metros de largo por 19 mm de diámetro, en los cuales se introducía mercurio, y se sellaban mediante cristales piezoeléctricos. Al excitar eléctricamente uno de los cristales, se produce una onda de tipo sonoro, que viaja hasta el otro extremo, produciendo allí la excitación mecánica del cristal, el cual dará una salida eléctrica, la cual al ser amplificada puede ser reintroducida en el primer extremo, así se mantiene la información circulando durante todo el tiempo que se desee.

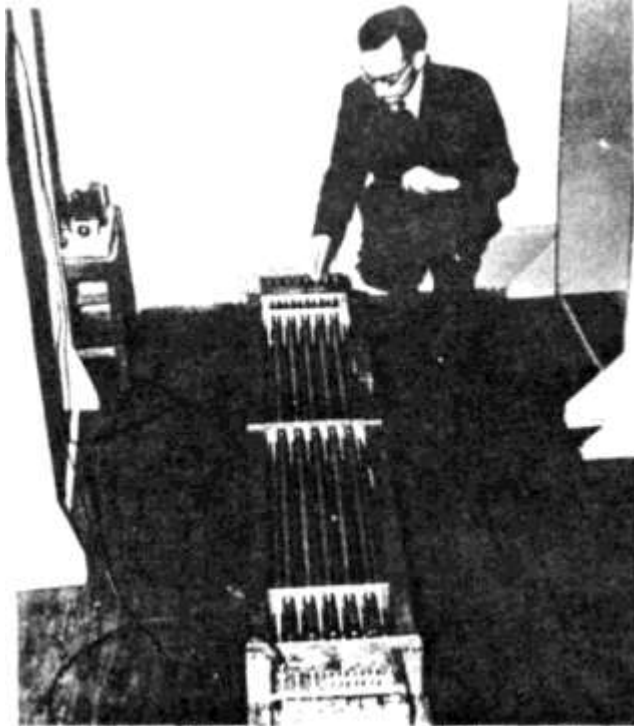


Este es el modelo de computadora de Von Neumann, que resultara de los postulados indicados en el cuadro anterior.

En la entrada y la salida van conectados los periféricos, tales como teclados, impresoras, lectoras de cinta, grabadoras de cinta, discos, diskettes, plotters y demás dispositivos. Las líneas gruesas Indican flujo de datos e instrucciones, las medianas, flujo de datos, las finas, flujo de instrucciones, mientras que las punteadas, indican flujo de comandos.

Este modelo de computadora aún no ha sido superado por otro con mejores características.

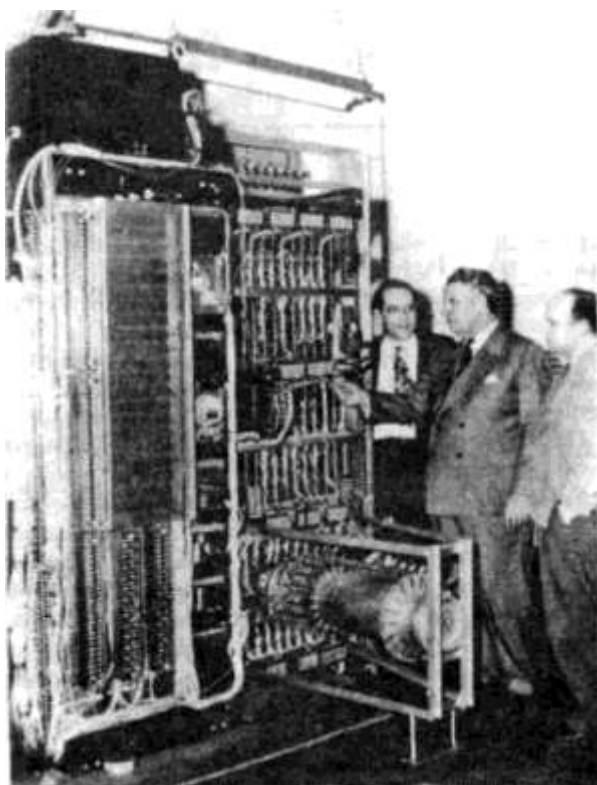
Figura 16: Modelo de Von Neumann



Maurice Wilkes, el originador del concepto de microprogramación, técnica que permite un diseño práctico de la unidad de control, observando la primera unidad de memoria a tubos de mercurio, que equipó a la EDSAC (Electronic Delayed Storage Automatic Computer), construida bajo su dirección en la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

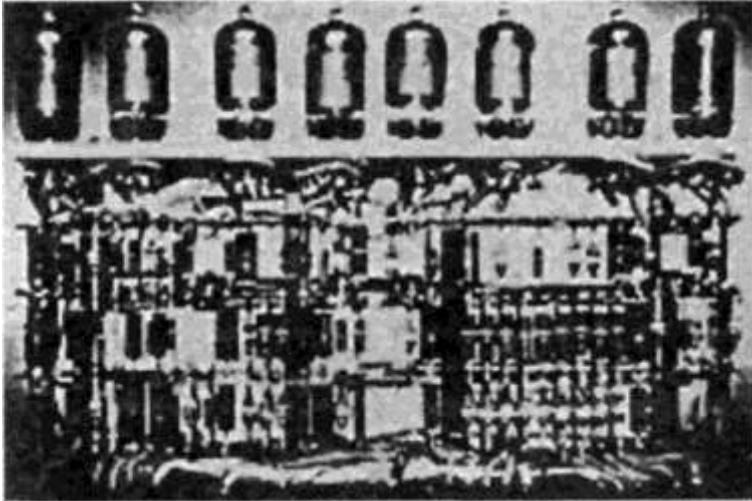
Este sistema de memoria fue utilizado por varias máquinas cuya construcción se inició antes de la década del cincuenta.

Figura 17: Memoria de líneas de retardo



Eckert y Mauchly explican al General Groves el funcionamiento del sistema de prueba y control de la memoria de líneas de retardo de mercurio, que se encuentra contenida en el cilindro que se observa en la parte inferior. Esta pertenece a la UNIVAC, máquina comenzada en 1944 en la Universidad de Pennsylvania, y puesta en marcha solo en 1951, cuando ya era obsoleta.

Figura 18: Memoria de la UNIVAC



Este es el registro acumulador de la UNIVAC, la reducción del tamaño se debe a dos causas, primero el uso de válvulas dobles, y segundo el hecho de utilizar un sistema de numeración en código binario.

De cualquier manera, su consumo y su volumen eran demasiado grandes como para ser una máquina práctica.

Figura 19: Registro de al UNIVAC

En el año 1952 esta máquina corre su primer programa, mientras tanto en el año 1947 funciona la MARK II de la Universidad de Harvard, y se inventa el transistor de contactos puntuales (o de bigotes de gato) en los Laboratorios Bell, por John Bardeen y Walter Brattain. El transistor revolucionaría toda la electrónica, teniendo una importancia fundamental en el desarrollo de las computadoras. Los sistemas valvulares eran muy poco confiables, generaban gran cantidad de calor y consumían demasiada energía, tanto era así que normalmente por cada hora de funcionamiento se requería una hora de mantenimiento.

Además, los insectos atraídos por el brillo de los cátodos morían junto a los zócalos de las válvulas, produciendo algunas fallas de funcionamiento, por lo que debía hacerse una limpieza con aire comprimido a intervalos bastante breves. De aquí surge el término «debug» o desbichado, que aún hoy se utiliza para la depuración de los programas.

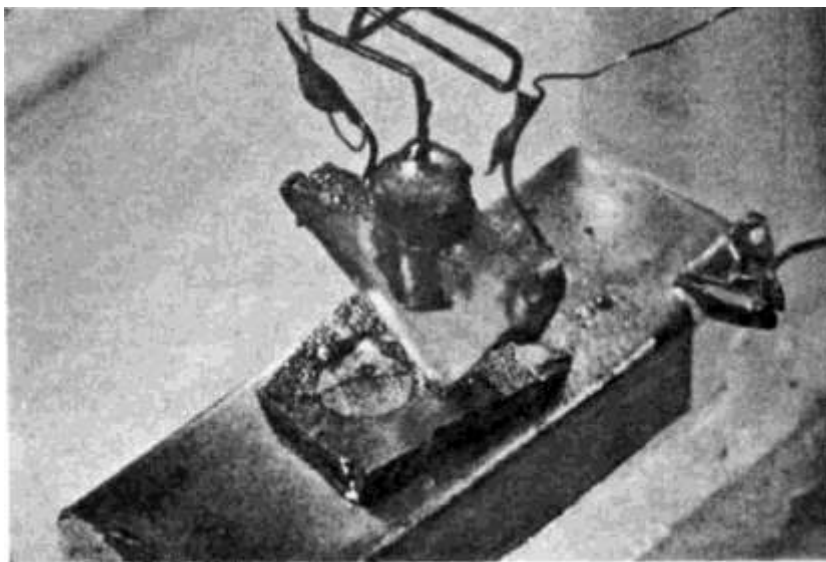
Un año después, en 1948, se patenta el almacenamiento por tambor magnético, utilizado por muchísimos desarrollos posteriores, hasta durante los años sesenta. Debemos también tener en cuenta que del tambor se desprenden luego los discos magnéticos tanto los rígidos como los flexibles.

Otro de los hechos sobresalientes del año 1948, es la puesta en marcha de la Manchester Mark I, que fue la primera máquina en tener programa almacenado y utilizar el sistema de numeración binaria, como su nombre lo indica se construyó en la Universidad de Manchester, Inglaterra.

Asimismo, hacia fines de ese año, comienzan las pruebas de la SSEC (Selective Sequence Electronic Computer) que incorpora un sistema de bifurcaciones condicionales, tal como la SEAC (Simple Electronic Automatic Computer) desarrollada por el National Bureau of Standards.

Durante el año 1949 se escribe el primer lenguaje de alto nivel, denominado "Short Order Code" (SOC), su autor es John Mauchly, quien conjuntamente con John Eckert fundan su propia empresa, y construyen la BINAC (Binary Automatic Computer) que no es más que una versión actualizada de la ENIAC, utilizando numeración binaria.

Al año siguiente, 1950, en el England's National Physics Laboratory, comienza a funcionar la ACE (Automatic Computing Engine)



El primer transistor de la historia, fue presentado por los Laboratorios Bell en el año 1947, habiendo sido desarrollado por John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley.

Este hecho marca el comienzo de la era del estado sólido, que produjo una gran conmoción en la electrónica, pues desde allí se comenzaron a hacer equipos cada vez más pequeños, de menor consumo y de mayor confiabilidad.

El mostrado en la fotografía es el desarrollado originalmente en base a germanio, indio y fósforo, era de contacto puntual, siendo las puntas de alambre de bronce fosforoso.

Figura 20: El transistor de germanio

construída allí mismo. Esta máquina incorpora una memoria de tambor magnético.

Los trabajos realizados por An Wang y W.D.Woo sobre materiales magnéticos, fructifican en la memoria de núcleos magnéticos, la que se incorpora a la Whirlwind I, construida por Jay Forrester en el M.I.T. (Massachussets Institute of Technology). Esta máquina que llevó seis años de trabajo, se puso en marcha en 1953.

En la Universidad de California sede de Los Angeles (UC'LA) comienzan las pruebas de la SWAC (Standards Western Automatic Computer) desarrollada por Harry Huskey.

Durante los años 50, la producción de equipos se incrementa en forma pasmosa, en 1951 el Instituto de Censos de los Estados Unidos de N.A., se pone en marcha la UNIVAC I (Universal Atomatic Computer), construída por la empresa Remington Rand. Jay Forrester patenta la memoria de núcleos magnéticos, William Schockley patenta el transmisor de juntura, Wilkes introduce los conceptos de subprogramas y de microprogramacion y Grace Murray Hooper desarrolla el primer compilador, denominado A-O.

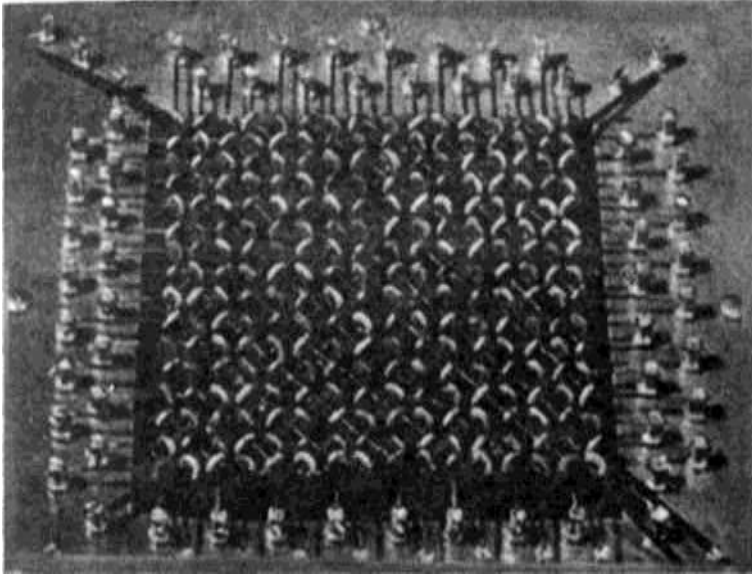
Como ya dije antes, en el año 1952 la EDVAC corre su primer programa, en la Universidad de Illionis, sede de Chicago, se construye la ILLIAC 1 (Illinois Atomatic Computer) y John Von Newman en la Universidad de Princeton construye la IAS I (Institute of Advanced Studies), que fue la primera máquina que transfería datos y realiza operaciones en modo paralelo.

En este mismo año la empresa IBM comercializa su primera computadora, la 701, entrega al Ministerio de Defensa de los EE.UU.

Al año siguiente la misma empresa comercializa la modelo 650 con tambor magnético como memoria central.

4. LA VERDADERA HISTORIA

En el año 1954, Texas Instruments patenta y comienza a comercializar el transistor de silicio, el cual representa algo así como el escalón final de los desarrollos que comenzaron en 1947 con el transistor de germanio. El comportamiento del transistor de silicio, es prácticamente ideal para la realización de circuitos digitales, o sea circuito



En la figura se tiene un plano de memoria de núcleos magnéticos, donde pueden verse los pequeños toroides de ferrite, enhebrados por alambres de cobre barnizados, a razón de cuatro hilos por cada uno.

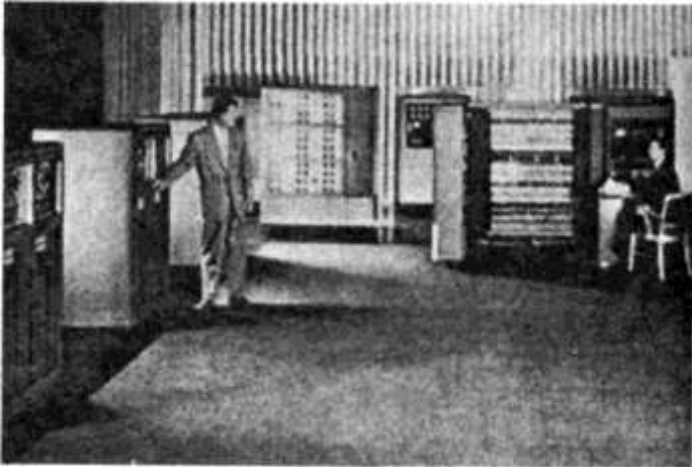
El plano mide aproximadamente seis centímetros por lado y contiene 256 núcleos, lo que significa 256 bits de capacidad de almacenamiento.

Durante la década del 50, se utilizó casi exclusivamente este sistema de memoria, apilando planos semejantes al indicado, pero con mayores capacidades.

Figura 21: Memoria de núcleos magnéticos

cuyo único modo de operación es entre la saturación (la corriente se estabiliza en un máximo) y el corte (no hay circulación de corriente).

Este hecho es considerado por mi como el más importante, dado que permitiría la construcción de máquinas mucho más seguras, con menor incidencia del mantenimiento y posteriormente generaría el desarrollo de los circuitos integrados, los que desplazarían todo lo conocido y tratado en la electrónica toda, transformándola en lo que podríamos llamar la electrónica de los sistemas, mientras que la anterior podría designarla como la electrónica de los componentes.



En el año 1952, IBM hace entrega al Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, del modelo 701, conocida luego como el calculador de defensa, que incorporaba la memoria de núcleos magnéticos.

Esta máquina fue construida en serie, y vendida a todas las oficinas de defensa, así como a los contratistas de la misma, era una especie de standard.

Figura 22: Computador IBM 701

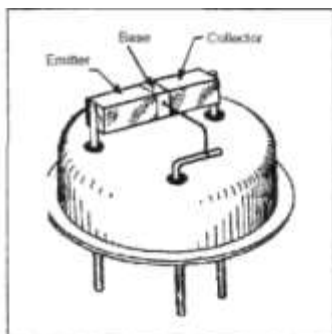


Figura a

El transistor de silicio marca el comienzo de la evolución final de los sistemas digitales, el primero desarrollado por la Texas Instruments, es el de juntura, con una apariencia tal como la dibujada en la figura a. que consiste en una barra con tres tipos de contaminación, los que se consiguen por crecimiento y difusión mientras se forma el cristal.

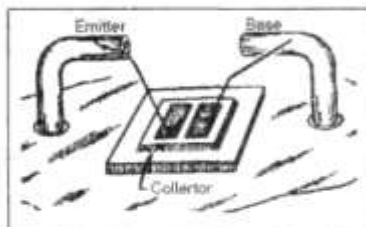


Figura b

Figura c



Su posterior desarrollo, lleva a la estructura MESA, que consiste en contaminar mediante gases sobre un plano de un cristal que se ha hecho crecer con un solo tipo de contaminación, llevando a una estructura tal como la mostrada en la figura b.

Luego se pasa a la denominada estructura PLANAR, en la cual, desde un solo plano, el de la cara superior, se provocan todos los tipos de contaminación, en el centro tenemos al emisor, luego en otro color la base, y externamente el colector. Solo de esa manera se llegará al desarrollo de los transistores MOS (Metal Oxido Semiconductor) que permitirán la integración de varios millones de transistores en una sola pastilla de silicio de no más de un centímetro cuadrado de superficie.

Figura 23: El transistor de juntura

La UNIVAC 1103 se convierte en la primera computadora comercial con memoria de núcleos magnéticos. El significado de la utilización de los núcleos magnéticos, es el de tener una unidad de memoria de gran capacidad con tamaño muy reducido, además de acelerar los procesos de lectura y escritura entre ellas, así como lograr una seguridad de funcionamiento superior a lo conocido hasta entonces.

Todo ello es debido a que ahora la información es estática y permanentemente contenida, no desaparecido al faltar la energía, ni siendo necesario realizar ningún movimiento mecánico para su acceso.

Después de un pequeño descanso en esta avalancha de productos, en el año 1956 IBM introduce un método para el acceso y control de discos magnéticos, conocido como RAMAC (Random Acces Method of Accounting and Control), en consecuencia comienza la era de los discos magnéticos. Estos discos son utilizados como almacén externo, o lo que actualmente denominamos memoria de masa o memoria masiva, por la gran cantidad de información que es capaz de contener.

La empresa Fuji Photo Film Inc. de Japón, dedicada fundamentalmente a material fotográfico, desarrolla una computadora digital para el cálculo de lentes ópticas. La misma posee mil setecientos tubos de vacío.

La empresa Remington Rand comienza a comercializar la primera UNIVAC a transistores de juntura, y Marvin Minsky junto con John Me Carthy, en el Darmouth College, introducen el concepto de Inteligencia Artificial.

En el año 1957 se pone a la venta el primer compilador Fortran, y en consecuencia el lenguaje mismo, desarrollado por John Backus para IBM con el propósito de resolver problemas expresables mediante fórmulas matemáticas o sistemas de ecuaciones, de allí su nombre: "FORmulae TRANscription", al mismo tiempo que el equivalente a la NASA de ese entonces, encarga a Burroughs la construcción de la computadora de abordo para el misil Atlas, el que pondría en órbita al primer norteamericano.

Durante 1958, Texas Instruments Inc. comienza el desarrollo de circuitos integrados, obteniendo en 1959 el primer multivibrador integrado, paso inicial para los circuitos integrados digitales de hoy.



El sistema RAMAC (Random Access Method for Accounting and Control) de IBM, permitió la utilización de discos magnéticos como soporte masivo de información.

En la figura se observa uno de los primeros sistemas que hicieron uso de dicho método, consistía en un tambor giratorio, que contenía hasta cien discos, los cuales eran seleccionados y extraídos, tal como en una Juke Box, y colocados en un plato lector.

Es decir que se debía elegir un disco, y luego en él, leer la pista y sectores que contenían la información buscada.

El tiempo de acceso, en esa época era de los mejores, así como la confiabilidad del sistema, sin embargo, era de difícil mantenimiento y de gran volumen y consumo.

Figura 24: Discos IBM

En éste mismo año se presentan los lenguajes de programación COBOL (Common Business Oriented Lenguaje) y LISP (List Processing), los caracteres magnéticos para imprimir en documentos con valor comercial (Cheques) introducidos por la empresa General Electric Co., estos caracteres permiten su lectura automática, al mismo tiempo que significan una mayor seguridad, por el control que es posible realizar.

También se producen las primeras fotocopiadoras (Xerox Inc.) y el primer computador comercial japonés, el NEC (Nippon Electric Co.) 2201.

Hemos llegado así a la década de los sesenta, donde ya la computación se convirtió en una necesidad, tanto para la contabilidad de grandes empresas, para bancos, para industrias, como para los laboratorios de investigación. No solo se llevaron a cabo estudios para la construcción y mejoramiento de las máquinas, sino que comienzan a utilizarse para investigar en otros campos, se desarrollan métodos de cálculo novedosos, basados en la utilización de computadoras, además de la simulación de grandes sistemas físicos, como por ejemplo la física de la atmósfera.

Los viajes espaciales no podrían haber tenido lugar sin el apoyo de las nuevas ciencias de la computación, tampoco el desarrollo de aeronaves tan seguras como las actuales, la fabricación de automóviles, la construcción de edificios livianos y compactos, y mil aplicaciones más.

Pero, sigamos con nuestra historia, en el año 1960 se impone el standard para el ALGOL 60 (Algorithmic Language), siendo éste el padre del Pascal, del Ada y actualmetne del C. Se desarrolla el "Packet Switching" (Conmutación de paquetes), en la empresa Remington Rand, teniendo como líder del proyecto a Paula Baran. Este sistema es el utilizado actualmente en miles de redes de computadoras y principalmente en Internet.

También se pone en marcha la primera computadora diseñada y armada con 60.000 transistores, lo hace la Remington Rand en conjunto con el Livermore National Laboratory. La misma fue denominada LARC (Livermore Advance Research Laboratory), y comienza una nueva era con la presentación de la PDR-1 de Digital Equipment Co., que es la primera máquina comercial que contaba con monitor (tubo de TV)

y teclado igual al de las máquinas de escribir, a ésta máquina yo la considero precursora de la PC (Personal Computer).

En 1961 se publica por primera vez la posibilidad de trabajar en tiempo compartido (Time Sharing), por Fernando Corbató en el M.I.T., lo que significa que una computadora puede correr varios programas la vez, y para el operador parece como si ello ocurriera al mismo tiempo.

George Devol patenta el primer robot industrial, trabajando para la empresa Unimation. Y por si fuera poco, se comisiona la IBM 7030, permitiendo el comienzo de la investigación en supercomputadoras.

Un supercomputador es definido como una máquina con capacidades superlativas, tanto en cálculo como en velocidad.

Al llegar el año 1962, ya la computadora es un dispositivo casi común, si bien solo podían tenerlas las grandes empresas y las grandes universidades.

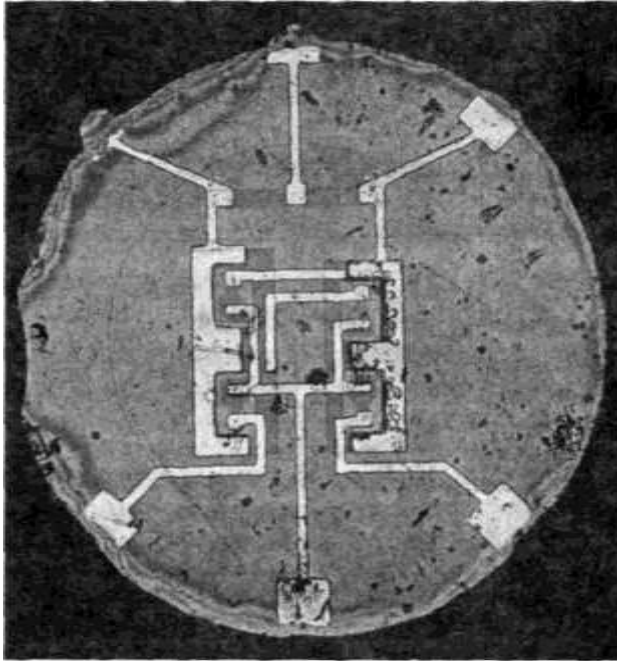
Así es que en el MIT un estudiante desarrolla el primer juego de video, su nombre es Steve Russell, en el mismo instituto y sobre ideas de Alan Turing y bajo la dirección de Joseph Wezembbaum, se construyó el "Psiquiatra Mecánico", conocido con el nombre de ELIZA, cuyo mérito es que parece actuar con inteligencia.

Mientras tanto en Inglaterra se introducen los conceptos de memoria virtual y el encauzamiento o "Pipelining".

El primero permite hacer creer a la computadora que su memoria es mayor a la que realmente posee, con lo que se pueden resolver problemas que implican enormes cantidades de datos, y de operaciones entre ellos, mientras que el encauzamiento permite realizar en una misma máquina, diversas tareas internas al mismo tiempo.

En 1963 el American National Standards Institute (ANSI) aprueba el ASCII (American Standard Code for Information Interchange) Código Standard Americano para el Intercambio de Información, de siete bits, un estándar que aún perdura y al cual se le sumó el de ocho bits.

En el año 1965, IBM anuncia la puesta en venta de su sistema / 360, que es el primer equipo considerado de tercera generación, e incorpora varios adelantos, tal como la duplicación de la unidad aritmética, una para operaciones en coma fija y otra para coma flotante.

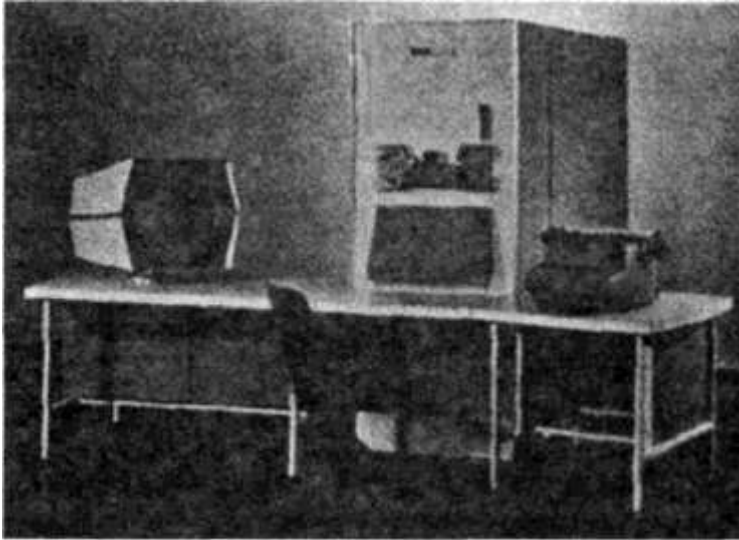


Esta es una microfotografía del primer multivibrador integrado, fabricado por Fairchild Inc. en el año 1961, aplicando la tecnología RTL (Lógica de Resistencias y Transistores), y utilizando la metodología planar.

Las líneas que se observan, son las interconexiones entre los componentes integrados, siendo formadas por aluminio que primero se pulveriza sobre todo el chip., y luego se elimina por electrólisis lo sobrante.

El tamaño del chip es de un par de milímetros de diámetro, y fue el primer integrado digital comercializado.

Figura 25: Primer integrado RTL comercial



La empresa Digital Equipment Corp. presenta la primera computadora comercial con monitor y teclado, ello ocurría en noviembre de 1960.

Tal como se aprecia en la fotografía, el equipamiento era de pequeño tamaño, adecuado para empresas no muy grandes, y contaba con un sistema operativo relativamente fácil de utilizar.

Si bien sus prestaciones no eran elevantes, resultó ser una máquina de gran difusión

Figura 26: La computadora DEC modelo PDP-I

Con diversas actualizaciones el sistema se sigue utilizando actualmente, bajo su versión /370, que se compone totalmente de circuitos integrados.

Al mismo tiempo en el Colegio Dartmouth se desarrolla el lenguaje BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) o sea código de instrucciones simbólicas de todo propósito para principiantes. Este código con diversas modificaciones y ampliaciones, también se sigue utilizando.

Es en este mismo año, que las líneas aéreas adoptan un sistema de reservas denominado SABRÉ, desarrollado por IBM. La misma empresa comienza la venta de un sistema de Diseño Asistido por Computadora (CAD), para su sistema /360, y Dough Engelbart, en los Estados Unidos de N.A. patenta el mouse.

Otro hecho importante, como lo es el comienzo de la era de las supercomputadoras, ocurre durante este año, donde Seymour Cray, ex-investigador del MIT, produce para la empresa Control Data Company, la CDC 6600, que poseía múltiples unidades lógicas y aritméticas, acopladas a diez procesadores periféricos, pudiendo realizar más de tres millones de operaciones por segundo, lo cual triplicaba la velocidad de sus competidores.

En 1965 se patenta la primera minicomputadora, la PDP-8, construida enteramente con transistores, por la Digital Equipment Co. (DEC), su principal ventaja era el bajo precio, solamente algo menos de veinte mil dólares USA, tenía una memoria de 4 k palabras y un procesador de 12 bits microprogramado.

Nuevamente, el investigador Maurice Wilkes propone una novedad, la memoria caché, cuya función es la de actuar como intermediaria entre la memoria central y las unidades de control y lógica aritmética, con el fin de acelerar la ejecución de las operaciones. La primera en utilizar el sistema fue IBM en una actualización del sistema /360, para tratar de competir con las computadoras desarrolladas por CDC, que tenían mejor rendimiento.

Durante el año siguiente, el Centro Noruego de Computación presenta el lenguaje SIMULA, el primero orientado a objetos, con la función específica de realizar simulaciones en computadora.



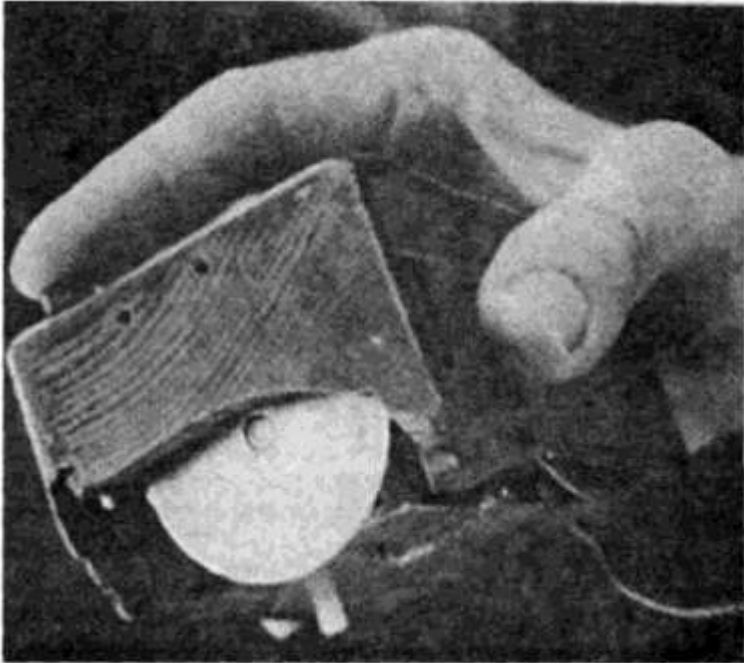
Hacia 1964, IBM había desarrollado varias familias de computadoras, la serie 1000, de las cuales la más famosa fue la 1401, la serie 7000, con su top-line 7090, que era totalmente transistorizada y otras de menor importancia.

El 7 de abril, presentó su línea /360, compuesta por las series 30, 40, 50, 60, 62 y 70. Este lanzamiento se constituyó en el más importante de la empresa, con máquinas híbridas, utilizando en gran parte circuitos integrados, memoria de núcleos magnéticos y sistema de control microprogramado. Durante los próximos seis años, que fueron los de vida de la línea, vendieron más de 33.000 equipos, recuperando los U\$S 500.000.000, gastados en el desarrollo. Puede decirse, y con razón que ésta fue la computadora más vendida, hasta el presente.

La /370, derivada de ésta y su sucesora desde 1970, en su serie 145, fue equipada completamente con circuitos integrados, aún en su unidad de memoria, incorporando memoria caché y circuitos para corrección de errores en la memoria principal.

Este modelo no resultó tan exitoso como el anterior, debido fundamentalmente a la fuerte competencia desatada entre las fábricas durante los años 70.

Figura 27: IBM/360, una computadora con historia.



Si bien ahora nos parece una tontería, el invento del mouse en el año 1964 por Douge Engelbart, fue uno de los acontecimientos que posibilitaron el amplio desarrollo de las computadoras personales y de los sistemas de diseño asistido por computadora.

En la actualidad no es imaginable una computadora que no use el "ratón ", aunque quedan unos pocos fanáticos que prefieren recordar unos cientos de comandos a dos o tres teclas cada uno.

Figura 28: El "mouse"

En el año 1968, Burroughs pone a la venta las primeras máquinas que utilizan plenamente la tecnología de circuitos integrados, son la B2500 y B3500, incluyendo el novedoso concepto de memoria virtual.

En el mismo año, IBM construye la Sistema /360 modelo 195, totalmente a circuitos integrados, mientras la CDC anuncia su sistema 7600, capaz de alcanzar una velocidad de ejecución de 25 millones de instrucciones por segundo.

En 1969, los laboratorios Bell, ponen en marcha el proyecto UNIX, cuya finalidad fue la de desarrollar un sistema operativo abierto y adaptable. También durante este año, la Universidad de California pone en funcionamiento la primera red de computadoras, denominada ARPANET, entre sus sedes de Santa Bárbara y Los Ángeles, con el posterior agregado de la Universidad de Utah, y posterior extensión a casi todos los estados de la unión del norte.

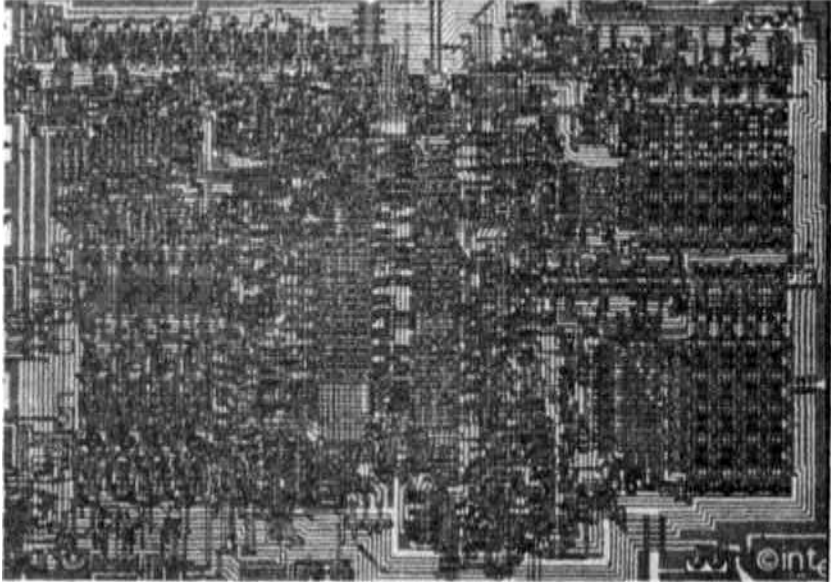
En el año 1970, Radio Corporation of America (RCA) presenta el primer circuito integrado MOS (Metal Oxided Silicon) que permitió una notable reducción de costos, por reducción de procesos y reducción de tamaño de cada componente individual, lo cual permite una mayor escala de integración, o sea una mayor cantidad de componentes por unidad de superficie y un menor consumo de energía para su funcionamiento.

Otro de los acontecimientos del año, es la presentación de los discos flexibles, y la comercialización de las impresoras a margarita.

A partir de los inicios de la década del 70, comienza una desenfrenada carrera en el desarrollo no solo de computadoras, sino de sus periféricos y de software de base y de aplicación cada vez más completo y fácil de usar. Se crea el término amigable para decir que un equipo o sus programas son fácilmente utilizables.

5. LA NUEVA HISTORIA

En 1971 aparece el primer microprocesador, el Intel 4004, desarrollado para la compañía japonesa Busicom, que fabricaba calculadoras, en principio es un integrado ideado para servir de unidad de cálculo a una calculadora de mano. La empresa japonesa acepta a regañadientes lo hecho y antes de la terminación del desarrollo, modifi-



Esta es la microfotografía del primer microprocesador fabricado en la historia, el 4004, proyectado para funcionar como unidad aritmética de una calculadora, bajo pedido de Basicom Inc. de Japón. En realidad, todo el conjunto está formado por cuatro chips, éste es solo la unidad de Cálculo de 4 bits en paralelo, faltan la de memoria, consistente en una ROM de 256 bytes y una RAM de 32 bits, con salida de 4 bits, y un registro e desplazamiento de 10 bits con un expensor de 4 bits de salida.

El chip media 150 x 110 mils, o sea 0,38 x 0,28 milímetros y contenía algo así como mil transistores p-MOS.

Figura 29: Chip Intel 4004

can las cláusulas del contrato, a fin de ahorrar dinero, pero los inventores se dan cuenta de la potencialidad de su invención, comenzando de aquí en más una nueva era en la computación, la de la computadora personal, o PC, a microprocesador.

El 4004 fue diseñado lógicamente por Ted Hoff e implementado físicamente por Federico Faggin, quien ya había inventado para la Fairchild Inc. el Silicon Gate MOS, cuyo proceso él denominó Metal On Silicon (Metal Sobre Silicio).

En Estados Unidos de NA, Ray Tomlinson transmite el primer E-mail de la historia, mientras Nicklaus Wirth presenta el lenguaje de programación Pascal, y un grupo de empresas, encabezadas por Texas Instruments se instalan en el llamado "Silicon Valley" o Valle del Silicio, en California.

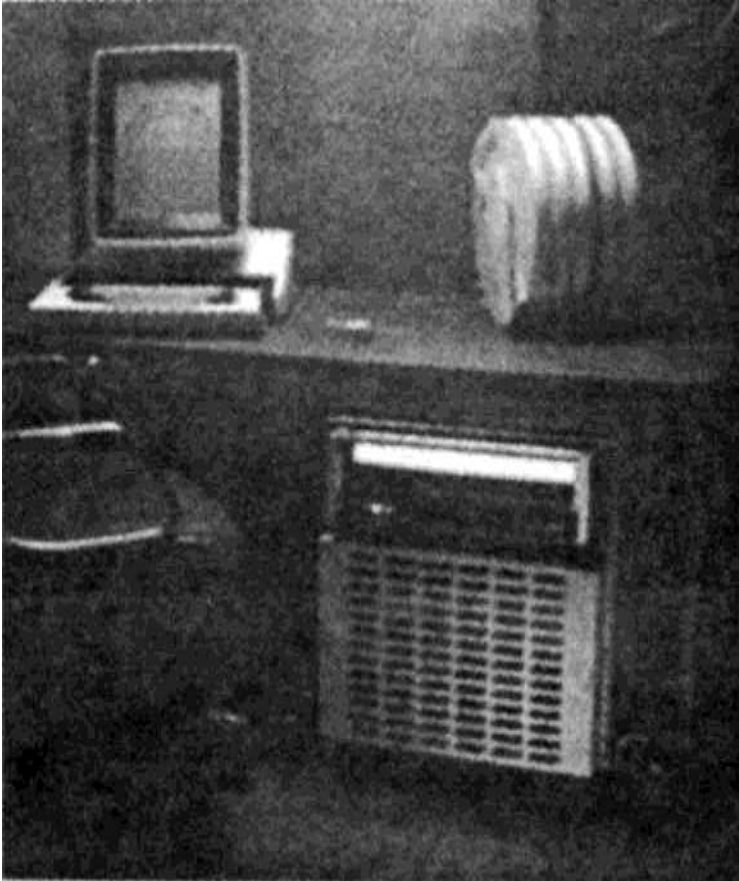
El año 1972 es muy prolífico en desarrollos, en primer lugar se populariza la calculadora científica de bolsillo, desplazando completamente a la regla de cálculo que venía con casi tres siglos de uso, la empresa Intel pone en el mercado del 8008, primer microprocesador de ocho bits, el que luego es rápidamente desplazado por el 8080, que es verdaderamente el primero que goza de gran popularidad por su bajo costo, elevadas prestaciones y facilidad de uso, gracias sobre todo al apoyo del fabricante.

Los Laboratorios Bell desarrollan el lenguaje C, aún hoy de amplia difusión y uso, merced a sus permanentes actualizaciones y adaptaciones. Al mismo tiempo en la Universidad de Marsella se desarrolla el Prolog, lenguaje de la Inteligencia Artificial, la empresa Wang comercializa el primer procesador de textos y la Digital Equipment Co. construye la primera computadora totalmente con circuitos integrados, la PDP 11/45, de larga historia y aun actualmente en uso.

En el año 1973, la empresa Xerox Corporation desarrolla la primera PC conocida, siendo denominada ALTO, y utilizando mouse, placa de red Ethernet e interfase gráfica.

Al año siguiente, en un artículo de la revista Radio Electronics, se dan todos los detalles para la construcción de un computador personal, bajo el título "Haga su propia PC".

En 1975, Xerox pone a la venta un Kit de Altair 8800, que es efectivamente la primera PC comercial. La empresa IBM inicia el pro-



Esta fotografía muestra la primera PC experimentalmente desarrollada por Xerox Inc. que fue denominada ALTO, poseía mouse, Ethernet y una interfase de usuario gráfica.

Sobre la mesa se tiene la pantalla, el teclado, el mouse y un contenedor de discos rígidos removibles. Bajo la mesada se tiene el computador, con la unidad de disco en su parte superior.

Figura 30: Computadora Personal ALTO.

yecto 801, que es un computador RISC (Reduced Instruction Set Computer) o computador de reducido conjunto de instrucciones, realizado en la base de que es preferible tener poco hardware y de alta velocidad, y trabajar en base a un buen software. Este criterio aún hoy es un poco controvertido y existe una verdadera lucha por imponerse ante los sistemas CISC (Complex Instruction Set Computers) o Computadoras de Complejo Conjunto de Instrucciones, que prefieren buscar la aceleración de las operaciones mediante soluciones de hardware. Por el momento, en diversas aplicaciones son más veloces los sistemas RISC.

La misma empresa lanza al mercado la Impresora Láser, basada en el sistema de las fotocopiadoras patentadas por Xerox Inc. al tiempo que comienza a trabajar sobre las impresoras a chorro de tinta.

En 1976 Seymour Cray que había creado su propia industria, lanza al mercado su supercomputadora vectorial Cray-I. La arquitectura vectorial consiste en disponer de un sistema de múltiples procesadores, capaces de actuar cooperativamente en la resolución de un problema.

Durante el año siguiente, 1977, en varios laboratorios se comienza a experimentar con la transmisión de datos mediante fibras ópticas, las que tienen dos ventajas principales, el bajo costo de producción y el gran ancho de banda. Asimismo, dos conocidas empresas, la Tandy y la Commodore, lanzan al mercado sus Personal Computers.

En el año 1978, aparece el Intel 8086, primer microprocesador de 16 bits, y conjuntamente el desarrollo de computadoras basadas en microprocesador se han más sencillas y rápidas.

La empresa DEC (Digital Equipment Co.) presenta su logro máximo, la VAX 11/780, computador de 32 bits de palabra, vastamente utilizado por las universidades en investigación, aún en la actualidad.

En 1979, se comienzan a probar los teléfonos celulares en Japón y en Estados Unidos de N.A., aparecen los video discos producidos por Sony y Philips, y Motorola presenta el chip 68000, que luego fuera la base de las PC Macintosh de Apple Inc. introducida en una gran cantidad de universidades en todo el mundo.

En 1980, se produce un hecho trascendental, no sólo para Microsoft Inc. y Bill Gates, sino para todo el mundillo de la computación, IBM adopta el sistema operativo MS-DOS (Microsoft - Disk Operating System) para su nueva línea de PC's.



Seymour Cray, investigador del MIT, se retira y funda la empresa Cray Research para dedicarse a la fabricación de supercomputadoras, en la figura tenemos la consola del primer modelo construido, la CRAY-1.

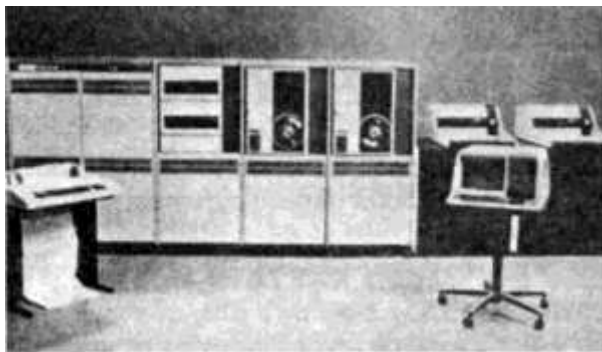
La máquina tenía una arquitectura vectorial, y podía realizar 80 millones de operaciones en coma flotante por segundo (80 MFLOPS). Para la unidad de cálculo, se adoptó una forma semicircular para acortar el cableado.

El equipo fue construido en 1971, siendo en ese momento la computadora más rápida del mundo.

Figura 31: Supercomputador CRAY-1

También en éste año, Osborne Inc. lanza al mercado su PC portátil, la Osborne 1, que pesaba algo menos de doce kilogramos y tenía el tamaño de un portafolios grande.

En el año siguiente, IBM lanza su sistema de Arquitectura Abierta, o sea que publicita el hardware interno de sus PC's, en forma tal que otras empresas puedan hacerse cargo del desarrollo de periféricos y circuitos complementarios. Aparentemente en forma no intencional ello hace que aparezcan cientos de fabricantes o armadores de computadoras personales, todas basadas en la arquitectura X86 de Intel, así como aparecen otros fabricantes de circuitos integrados similares, con lo cual se crea una especie de caos en mercado, donde los productores pierden el control y solo el volumen de ventas marca los estándares. El resultado ha sido beneficioso para los compradores, pues los precios han bajado notablemente y actualmente, el precio de un computador personal es inclusive menor al de un televisor.



Famosa entre los científicos del mundo, la VAX 11/780 construida por Digital Equipment Co. puede encontrarse aún hoy en servicio en centros de investigación y universidades.

Es un computador científico muy flexible y con buen soporte de software, palabra de 32 bits. Soporta cintas, discos y diskettes.

Su venta se inició en 1978.

Figura 32: El computador VAX 11/780.



Fotografía de la Osborne-1, primera computadora personal portátil, su peso era de unos doce kilogramos, y su tamaño el de un portafolio grande.

Poseía una memoria RAM de 64 kilobytes, y utilizaba el microprocesador de Zilog Z-80, de 8 bits, dos lectoras de discos flexibles de 5 1/4" y tubo de rayos catódicos de cinco pulgadas.

Las perforaciones que hay bajo los lectores de disketes, son alojamientos para transportar a los mismos.

Figura 33: Computador portátil Osborne-1.



La PC de IBM, de arquitectura abierta es lanzada en agosto del año 1981, con la intención que otros fabricantes proyectaran y construyeran los periféricos, accesorios y software, indicando de esta manera la tendencia en materia de computadoras personales durante los próximos años.

Al mismo tiempo, se produce un efecto no deseado, por cuanto Intel comercializa libremente los circuitos integrados, y ya en el año 1982, Columbia Data Products, produce el primer clon, seguido inmediatamente por Compaq. Luego otros productores de integrados, también producen copias libres de los mismos, y el mercado se convierte en una especie de caos.

Es conveniente aquí aclarar que el término "clon" se refiere a una copia del original, que puede llevar marca y por tanto ser de muy buena calidad. Lo importante es que el armador tenga un buen control de calidad, y no utilice partes dadas de baja por no alcanzar el estándar necesario.

Figura 34: Computadora Personal de IBM

En 1982 Cray lanza al mercado su Cray X-MP, donde el MP significa Masivamente Paralelo. En realidad solo se trata de un conjunto de dos Cray I conectadas en paralelo, que demuestra ser tres veces más rápido que cada una de ellas individualmente.

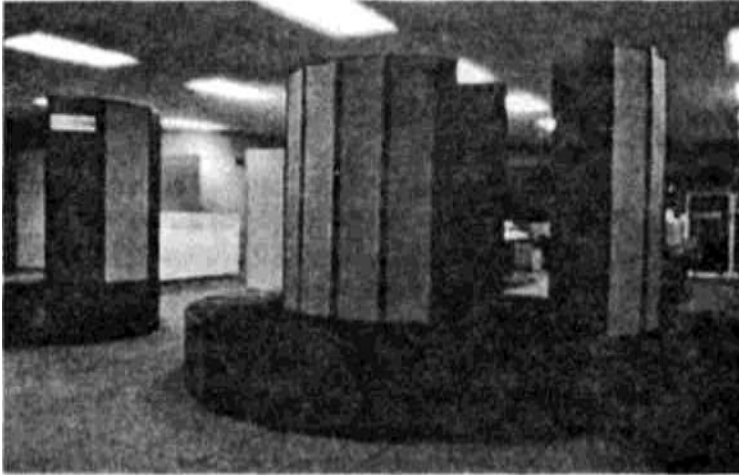
En éste mismo año, el gobierno de Japón lanza su proyecto de quinta generación, tratando de desarrollar la computadora más rápida y compleja de la historia, cumpliendo con la premisa que la misma debía comunicarse oralmente con el operador. El proyecto preveía una duración de diez años, y si bien no alcanzó los ambiciosos resultados buscados, dejó gran cantidad de novedades, las que han sido utilizadas especialmente en Inteligencia Artificial, Redes Neuronales y Sistemas Expertos.

También en este mismo año comienza el servicio comercial de correo electrónico (e-mail), con lo cual los científicos del mundo pueden comunicarse en forma sencilla y económica entre ellos. La empresa Compaq Inc. presenta la primera PC portátil respetando los estándares de IBM, lo que se expresa como IBM compatible.

En 1983 IBM presenta la PC-XT, basada en el procesador Intel 8086, hecho éste que marca el inicio de la masificación de la computación. También durante este año se presenta la versión definitiva del TCP/IP (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol) o protocolo de control de transmisión/protocolo Internet, lo cual permite la conexión de computadores que operan con distintos sistemas operativos y de distintos estándares de comunicaciones. Esto es decisivo en la construcción de Internet, originando la popularización global de la red de redes.

El año 1984 aparece con dos grandes desarrollos, la presencia en el mercado de los CD-ROM, realizados en forma conjunta por Sony y Philips, y comienza la producción del Intel 80286, como estándar para la construcción de PC. El mismo fue encargado por IBM para su sistema PC-AT, que rápidamente vuelve obsoleto al sistema XT

En el año 1985, las empresas Cray Research Inc. y Thinking Machines producen supercomputadores capaces de alcanzar velocidades superiores a los mil millones de operaciones por segundo, la primera con su Cray-2 y la segunda con la Connection Machine.



Aunque se estuvieran desarrollando computadoras personales, la fabricación de supercomputadoras nunca se detuvo, por ejemplo, en la foto tenemos la CRAY X-MP, de forma semicircular para acortar las conexiones, que se hacían por la parte interior.

Existe una gran cantidad de estas máquinas repartida por todo el mundo en centros de investigación, especialmente tienen varias cada uno de los centros de supercomputación existentes en los Estados Unidos de Norteamérica.

Figura 35: Supercomputadora CRAY

Microsoft presenta el Windows 1.0, como desarrollo propio, a partir del sistema operativo gráfico desarrollado para las Apple Macintosh. Al tiempo que en los Estados Unidos de NA, la National Science Foundation, crea cuatro centros de supercomputación abiertos a los estudiantes de grado y posgrado y a los investigadores de todo el país. Cada centro es'á equipado con varios supercomputadores, y están ubicados en reconocidas universidades de ese país.

Intel produce el ya desaparecido, pero muy prolífico 80386.

En 1986, la Cray-X-MP alcanza los 713 megaflops, o sea setecientos trece millones de operaciones en coma flotante por segundo. Debe tenerse en cuenta que las operaciones en notación científica o de coma flotante son mucho más largas que las operaciones en coma fija, por cuanto hay todo un proceso de igualación de exponentes de por medio.

En 1987 se presentan varios chips experimentales para memorias de 4 a 16 megabytes, y desde el Software Engineering Institute las bases para la producción de software confiable mediante el denominado Capability Maturity Model o modelo de capacidad y madurez que permite predecir la habilidad de los desarrolladores.

En 1988 aparecen los primeros procesadores RISC de Motorola capaces de procesar a velocidades de 17 mips (millones de instrucciones por segundo), son los de la serie 88000.

6. LA POPULARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El CERN (Coounseil Europeenne pour la Recherche Nucleaire), o Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, con sede en Suiza, propone en 1989 la creación de la World Wide Web o red de amplitud global, a fin de popularizar Internet.

Intel produce el chip 80486, incorporando 1,2 millones de transistores en el mismo, Seymour Cray funda la Cray Computer Corporation, iniciando el desarrollo de la Cray-3, con chips de arseniuro de galio, los más veloces del mundo.

En 1990, Microsoft presenta el Windows 3,0, resultando ser el sistema operativo de mayor popularidad hasta el momento.

Ante el alcance de lo que se estima como el límite máximo de velocidad obtenible mediante sistemas electrónicos, la Bell Laboratories presenta el primer procesador totalmente realizado mediante dispositivos ópticos, dando a entender que así serán construidas las máquinas del futuro.

Durante este año, las empresas IBM y Apple inician un proyecto conjunto para el desarrollo de computadores basados en procesadores RISC. Y también aparecen en el mercado los Intel 80486 y iPSC 860 y Motorola 68040, con prestaciones bastante parecidas.

Berners-Lee describe el prototipo inicial para una WWW, basada en sus otras realizaciones, URL (Uniform Resource Location) que es un estándar para la localización de las fuentes de información, HTML (Hyper Text Mark-up Lenguaje) o lenguaje en base al armado de hipertextos, el que se utiliza para la construcción de documentos, y el HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) o protocolo de transferencia de hipertextos, que es uno de los protocolos más importantes de la Internet.

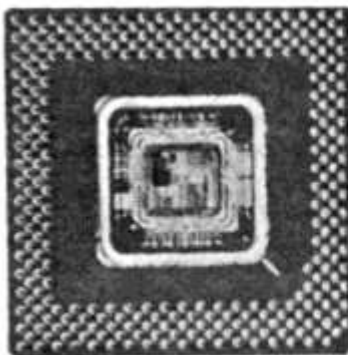
En el año 1991, el Ministerio de Comercio e Industria de Japón, da por terminado el proyecto de quinta generación, publicando todos los resultados obtenidos.

Cray Research presenta la Cray Y-MP, con 16 procesadores y una velocidad de 16 Gigaflops (mil millones de operaciones en coma flotante por segundo). Y el consorcio Apple, IBM y Motorola anuncia su alianza para el desarrollo del Power PC.

En 1992 comienzan las transmisiones de audio en la Internet, DEC presenta su primer chip de 64 bits, para implementar su arquitectura ALPHA. Asimismo, los desastres pronosticados por la aparición del virus Michelangelo, resultan ser de escasa importancia.

En 1993, Intel presenta al Pentium, microprocesador que incluye dos caches y dos unidades lógicas y aritméticas, con una barra ómnibus (bus) de interfase de 64 bits.

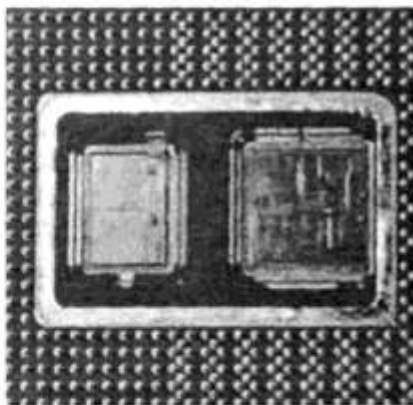
Un grupo de estudiantes y profesores de la Universidad de Illinois desarrollan e) NCSA MOSAIC (National Center for Supercomputing Applications MOSAICO) como una interfase gráfica para la navegación en Internet.



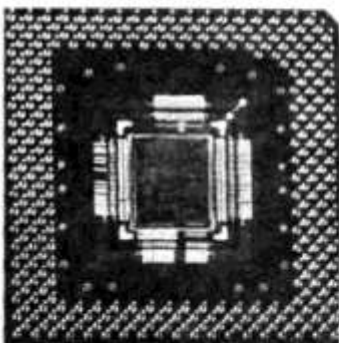
En el primero se han integrado 3,3 millones de transistores, en un microprocesador de 32 bits, con buses de datos de 64 bits y frecuencias de reloj de hasta 200 Mhz, con lo que llega a los 200 Mips.

Uno de los mayores éxitos de Intel, la familia Pentium, que al momento comienza con el Pentium, sigue con el Pentium Pro y termina con el Pentium MMX

En las fotografías tomadas a la cápsula abierta, se aprecian en el orden indicado.



En el segundo, se alcanzaron los 5,5 millones de transistores, pero además se agrega una memoria cache externa al chip, pero en mismo encapsulado. Si bien no aumentan la frecuencia del reloj, operan más rápido por dos motivos, cache mayor y sistema de encauzamiento que le permite hacer más de una operación por ciclo. Alcanza los 250 Mips.



En el MMX, se integraron más de diez millones de transistores, pudiendo llegar a los 500 Mips, agregando la cache en el mismo chip y un mayor número de instrucciones.

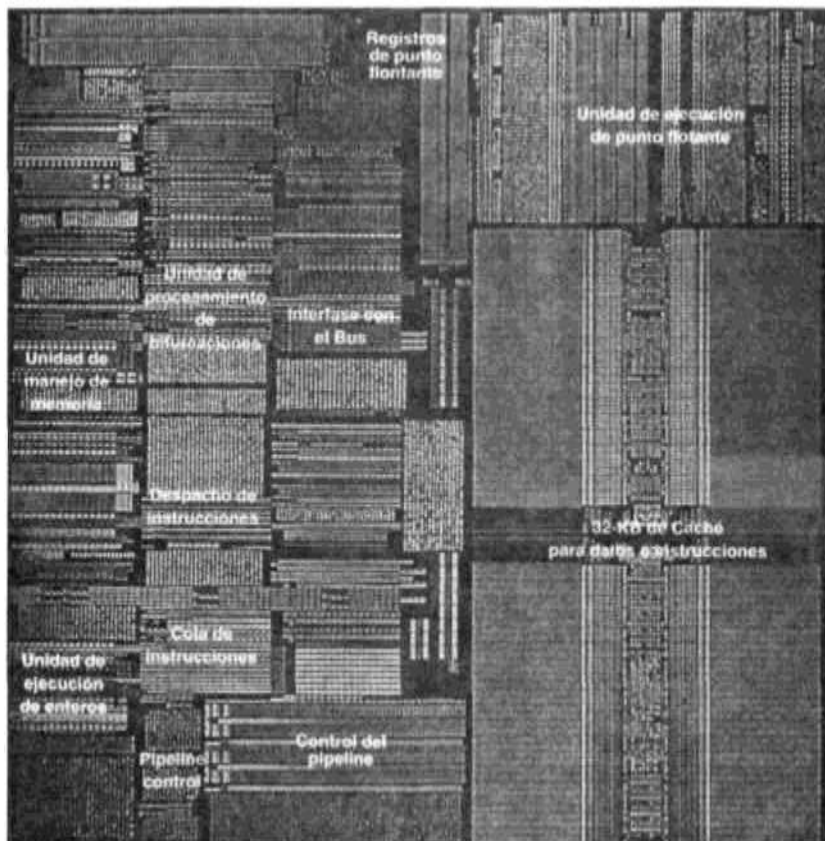
Figura 36: Familia Pentium



Cuando es necesario exigir al máximo a un microprocesador, se le instala un disipador y un pequeño ventilador.

Con esta disposición se consiguen las elevadas velocidades de cálculo.

Figura 37: Conjunto Microprocesador Disipador.



Microfotografía del microprocesador POWER 601, que puede alcanzar frecuencias de reloj de 100 Megahertzios, cuenta con 1,6 millones de transistores, sobre un chip de 83 mm² de superficie.

Se utiliza el sistema RISC (Reduced Instruction Set Computers), y es superescalar con hasta tres instrucciones por ciclo de reloj. Su arquitectura es de buses de 32/64 bits, con registros de 64 bits.

Figura 38: Microprocesador Power 601

En 1994 Leonard Adleman de la Universidad del Sur de California demuestra que el ADN (Ácido Desoxirribo Nucleico) puede ser utilizado como medio para la computación.

Aparece el primer explorador para Internet, el Netscape, generando una nueva generación de navegantes en la Web.

IBM presenta su supercomputadora sistema RS6000, basada en el procesador Power2, una evolución del Power PC, que puede alcanzar una velocidad de reloj de 150 Megaciclos por segundo. La computadora es un sistema paralelo de hasta 256 procesadores. Una versión de la misma, la Deep Blue, con 32 nodos procesadores es la que en 1997 derrotara al campeón mundial de ajedrez.

En 1995, se presentan dos novedosos sistemas, uno el operativo Windows 95, que incorpora nuevas posibilidades gráficas, además de un sofisticado sistema automático para la conexión de periféricos, y el JAVA, especialmente diseñado para Internet.

Se presentan al mercado las cámaras fotográficas digitales, que se conectan a computadores para imprimir las imágenes captadas.

En 1996, Intel presenta su Pentium Pro, que alcanza los 166 Megahertzios de reloj, merced a la ejecución de hasta tres instrucciones por ciclo.

En 1997, Intel presenta el Pentium MMX, aún más rápido que el Pentium Pro, incorporando mayor cantidad de componentes al chip y mayor cantidad de instrucciones.

Aparece la NC (Network Computer) como computadora económica para utilizar en red, con un servidor que contiene los programas. La NC se presenta como una máquina muy simple, sin disco, pero con elevada capacidad de memoria y buena velocidad de operación.

7. LA HISTORIA FUTURA

De acuerdo a lo visto durante esta breve historia, parece muy aventurado hacer futurología, dado que han habido muchos cambios imprevistos, y aún grandes empresas quedaron muy descolocadas al hacer planes a largo plazo, que los acontecimientos se encargaron de dejar obsoletos. Sin embargo, en líneas generales, podemos decir algo sobre lo que vendrá.



Collage artístico del computador Deep Blue de IBM, que ha sido pensado para jugar al ajedrez y en 1997 batió por primera vez al gran campeón mundial Garry Kasparov.

En la fotografía se observan el procesador, los paneles internos y los armarios que la conforman. La supercomputadora está construida básicamente con 32 procesadores paralelo Power PCSC (Super Chip), cada uno de los cuales posee en su interior ocho procesadores Power P2 en una única pastilla de silicio, con un total de más de quince millones de transistores, a los cuales se agregan ocho coprocesadores ASIC, especializados para la aplicación, una unidad de memoria RAM más discos para almacenamiento masivo. Es decir que en total posee 256 procesadores Power2 trabajando en tándem, más otros 256 coprocesadores ASIC, siendo capaz de analizar unos cien mil millones de jugadas en los tres minutos a su disposición según lo especifica el reglamento internacional de ajedrez.

Aparte posee una base de datos que almacena las principales partidas de los grandes maestros, de los últimos cien años, que se activa cuando solo quedan cinco piezas en el tablero, con un total de varios miles de millones de finales.

Este computador forma parte de la línea de sistemas paralelo escalables (SPS) de la empresa, que alcanzan a tener un máximo de 512 nodos.

De cualquier manera, el mérito es del grupo de personas que construyeron y programaron la máquina, y no de ella misma. Estas personas pudieron utilizar la máquina para analizar una cantidad de jugadas infinitamente más elevadas que las pensadas por Kasparov.

Figura 39. Deep Blue, la campeona de ajedrez



En la foto superior se tiene una Laptop o computador de regazo, cuyo tamaño es el de un libro de unas mil páginas. En la inferior una Palmtop o computador de mano, que cabe en un bolsillo, su tamaño se puede comparar con el de la lapidera que se muestra en la misma foto.

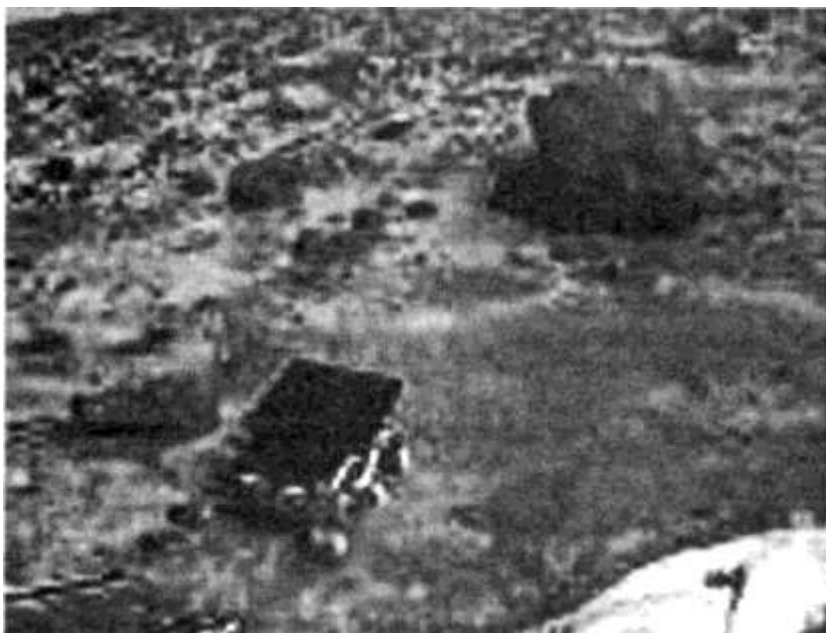
Ambas pueden comportarse tan bien como una PC, con sus mismas capacidades y memoria. La memoria de masa puede ser menor, así como el tamaño de la pantalla es limitativo para su uso normal.

Figura 40: Laptop y Palmtop, la microminiaturización.



En la figura se aprecia la NC (Network Computer) de Sun, la misma está diseñada para actuar en red, respondiendo a una nueva filosofía, donde en todo lugar debe disponerse un servidor y una red de computadoras económicas. Para el trabajo en empresas este sistema es mucho más económico y seguro que el de disponer una PC por cada puesto, además de ofrecer todas las ventajas de tener en cada lugar de trabajo una computadora tan grande como lo sea el servidor.

Figura 41: La NC, un nuevo concepto



No he querido perder la oportunidad de mostrar dos fotografías desde Marte tomadas por la sonda "Mars Pathfinder" solamente cuatro días después de su amartizaje.

Estas nos muestran el módulo desplegado, visto desde el "Mars Pathfinder lander", y la segunda a éste desde el módulo.

La piedra que se encuentra al lado del robot, es la que los científicos de la NASA han denominado Yogi.

Este alarde la ciencia, no habría sido posible sin la ayuda de las computadoras, por un lado las supercomputadoras de tierra que han guiado el vuelo espacial, y por otro las de abordo que cumplen con las órdenes enviadas desde la primera.

Por otra parte, quería mostrar también la potencialidad de Internet, por cuanto las fotografías y el desarrollo de la misión están accesibles a todo el mundo pocas horas después de recibidas, mediante una red de espejos, que repiten las páginas Web de la NASA sobre este tema. Inclusive videos tomados por las cámaras de abordo del vehículo.

Cuando este trabajo se haya publicado, ya todas estas cosas habrán sido superadas por nuevos adelantos, tanto en las computadoras, como en Internet.

Figura 42: Una demostración actual

Ante todo habrá una mayor popularización de la computación, que si bien ahora ya alcanza todos los niveles de la población, sus efectos se extenderán en manera insospechada a todas las transacciones comerciales, de cualquier tipo, hasta las tan simples como abonar un café. Esto se producirá conjuntamente con la desaparición del papel moneda, y se llevará a cabo mediante sistemas similares a los de una tarjeta de crédito o de pago, pero inteligente, el dinero electrónico se popularizará a muy breve plazo, dando mayor seguridad y economía.

Todas las entidades, aún las de escasa importancia, tanto en la educación, industria, comercio y gobierno, tendrán su conexión a Internet o a lo que la reemplace, con sus propios servidores, que pasarán a ser supercomputadores muy sencillos, pero con un gran paralelismo, o sea con muchos procesadores en paralelo.

La tendencia parece indicar que el futuro de la computadora en la investigación es mediante la aplicación de grandes supercomputadores, con una gran cantidad de procesadores operando en paralelo. Ya actualmente los fabricantes de computadoras están construyendo equipos modulares, con la posibilidad de ser vendidos a la medida de las necesidades del cliente.

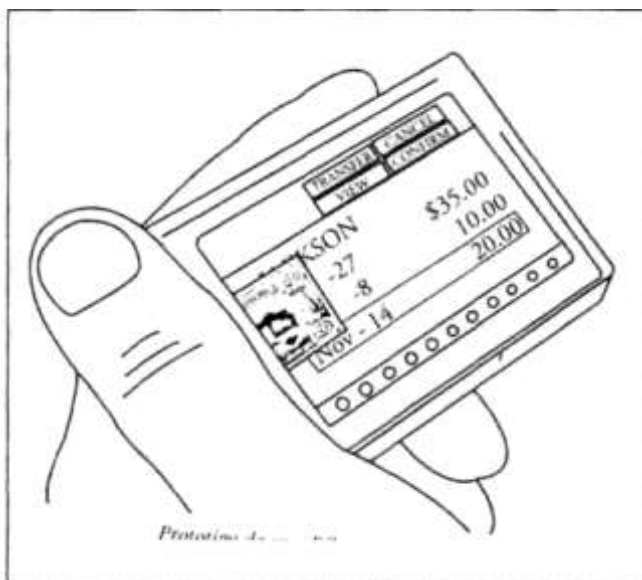
A fin de no complicar demasiado las computadoras con enormes cantidades de procesadores, y lograr buena velocidad, en un futuro no muy próximo se introducirán equipos construidos en base a conmutadores ópticos.

Poco a poco las comunicaciones por fibra óptica irán desplazando y reemplazando a las comunicaciones por satélite, y las comunicaciones inalámbricas seguirán corriéndose hacia las frecuencias de infrarrojo, dando mayor ancho de banda y menor consumo de energía.

Finalmente, muchos de nosotros trabajaremos, nos educaremos y nos divertiremos directamente en nuestros domicilios, todo ello facilitado por las redes de comunicación, que en áreas locales tenderán a ser inalámbricas. Muchas empresas ya proveen de trabajo domiciliario por computadora, y muchos establecimientos de enseñanza lo hacen con la educación en todos sus niveles. La televisión interactiva, por supuesto mediante el uso de computadoras, proveerá al entretenimiento.

Verdaderamente y aunque para algunos será una verdadera revolución, no habrá ninguna actividad humana que deje de hacer uso de la computadora, como una herramienta versátil, simple y eficaz para ayudarnos en nuestra tarea más pesada, la de pensar.

Según el presidente de Microsoft Inc., Bill Gates, el futuro se presenta totalmente automatizado, tanto es así que en su libro "Camino al futuro" y en su conferencia titulada "Información en la punta de sus dedos", presenta principalmente una serie de dispositivos para el pago automático de servicios y bienes, que él denomina "PC monedero" y tiene la forma indicada en la figura.



Este dispositivo de tamaño similar al de una tarjeta de crédito, se comunicará con la caja, pedirá la cuenta, y ante una pulsación del tenedor, cancelará la cuenta con débito automático con el banco del deudor y crédito automático en el banco del acreedor.

Figura 43: PC Monedero

BIBLIOGRAFÍA

1. Scott, Norman, Analog and Digital Computer Technology, Me Graw Hill, 1960
2. Meinadier, Jean Pierre, Estructura y Funcionamiento de los Computadores Digitales, AC Madrid, 1975
3. Gates, Bill, The Road Ahead, Me Graw Hill, 1995
4. Wilkes, Maurice, Compting Perspectives, Morgan Kaufman, 1995
5. Malone, Michael. The Microprocessor, a Biography, SpringerVerlag, 1995
6. Stallings, William, Computer Organization and Architecture Prentice Hall, 1996
7. Informática, Ediciones Nueva Lente, 1983
8. Electronics y Electronics International (Publicaciones Periódicas)
9. Computer CS/IEEE
10. Communications of ACM
11. Annals of the History of Computers - CS/IEEE
12. Byte
13. Compu Magazine
14. PC Magazine
15. PC World
16. Páginas WEB de IBM, NASA, Digital, Intel, Motorola, Texas Inst., MIT, Supercomputer Centers, Cray Research, Siliconix Inc., Thinking Machines, y Apple Inc.

ORIGEN DE LAS FIGURAS

1. Propia
2. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
3. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
4. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
5. Internet. (Museo virtual de la computadora)
6. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
7. Informática

- Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
8. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
9. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
10. Informática
11. Informática
12. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
13. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
14. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
15. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
16. Propia
17. Computing Perspectives
18. Annals of the History of Computing Vol. 18 N° 1
19. Internet. (Museo virtual de la computadora)
20. Electronics Vol. 53 N° 9
21. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
22. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
23. Electronics Vol. 53 N° 9
24. Computer (IEEE) Vol. 29 N° 10
25. Electronics Vol. 19 N° 2
26. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
27. Electronics Vol. 53 N° 9
28. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
29. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
30. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
31. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
32. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
33. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
34. Annals of the History of Computing Vol. 19 N° 2
35. Electronics Vol. 53 N° 9
36. Communications of the ACM Vol. 40 N° 1 PC Magazine Vol. 7 N° 4
37. Página WEB de Intel Corp.
38. Bytge Año 1 N° 5
39. Página WEB de IBM Corp.
40. Aviso Publicitario de Texas Inc.
41. Aviso Publicitario de Sun Computers Inc.
42. Página WEB de NASA
43. The Road Ahead