



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
E.T.S.I. TELECOMUNICACIÓN

Introducción a los Computadores
Curso 2004-2005
(Ingeniería Técnica de Telecomunicación)

Historia de la Informática

Se podría comenzar hablando de las máquinas abstractas postuladas por los matemáticos a principios del siglo XX como parte importante de las bases de las computadoras actuales, pero la búsqueda de métodos, herramientas y máquinas para efectuar tareas algorítmicas ha tenido una larga historia que se remonta a tiempos mucho más antiguos. Ya los babilonios utilizaban tablas de multiplicación allá por el 1700 a.C. Éstos resolvieron muchas clases de ecuaciones algebraicas, en las que las fórmulas se representaban como listas de reglas a seguir para resolver la ecuación, recordando lo que hoy se entiende por algoritmo.

El hombre primitivo usó los diez dedos de la mano para contar (de ahí el sistema de numeración decimal). Posteriormente se ayudó de guijarros o piedras agrupadas en montones y se sofisticó el método de contar haciendo surcos en una bandeja cubierta de arena (tabla de arena), en la que se representaban los números por piedras y sus posiciones en los surcos. En las tablas de arena, el primer surco de la derecha se puede corresponder a las unidades, el segundo a las decenas, el tercero a las centenas, y así sucesivamente. La suma consiste en añadir piedras en la hendidura derecha; cuando se completa con diez, se quitan todas y se añade una en la fila siguiente, y así sucesivamente. La palabra cálculo procede de calculus, que en latín significa piedra.

Históricamente, el ábaco puede considerarse como la primera herramienta eficaz para ayuda del cálculo. La tabla de arena puede considerarse precursora del ábaco, que en una primera forma evolucionada era una tabla de madera con hendiduras en forma de surcos en los que se introducían las cuentas (piezas con las que se hacían las cuentas). No está claro el origen del ábaco. Algunos autores afirman que se desarrolló por el año 3000 a.C. en el valle entre el Tigris y el Eufrates, aunque es muy probable que fuese inventado independientemente por varias culturas, como lo demuestra el hecho de que en el descubrimiento de América se encontró que varias civilizaciones precolombinas de Méjico y Perú lo utilizaban. Además, se tiene noticia, por escritos de autores como Plinio y Cicerón, de que los romanos utilizaron varios tipos de ábacos, algunos de los cuales disponían incluso de ranuras adicionales para facilitar las operaciones con fracciones. El ábaco, en su presente forma, fue introducido en China sobre el 1200 d.C., pasando desde allí a Corea hacia el año 1400, y a Japón sobre el 1600. La máquina es muy sencilla, y consta de cuentas ensartadas en varillas que, a su vez, están montadas en un marco rectangular. Al desplazar las cuentas sobre las varillas, sus posiciones representan valores almacenados, y

mediante dichas posiciones esta simplísima 'computadora' representa y almacena datos. La entrada de datos la efectúa la persona que manipula las cuentas; la salida de datos consiste en la observación de las posiciones de las cuentas. El control de la ejecución de un algoritmo en esta máquina depende del operador humano, por lo que él ábaco por sí mismo no es más que un sistema de almacenamiento de datos; para crear una máquina algorítmica completa debe participar un operador humano.

En 1615, el escocés John Napier (1550-1617), también inventor de los logaritmos, ideó un sencillo instrumento mecánico denominado Varillas de Napier, con el que se podían realizar con gran facilidad multiplicaciones y divisiones. Una familia completa de varillas de Napier consta de nueve hileras, donde cada una es, en esencia, una columna de la tabla de multiplicar, y con las cuales se realizan multiplicaciones mediante suma de dígitos.



Figura 1: John Napier (1550-1617)

Entre 1620 y 1630 varios inventores ingleses (Gunter, Oughtred y Delamain) desarrollaron diversas reglas de cálculo. En 1633, W. Oughtred inventó un dispositivo para calcular basado en los logaritmos de Napier. Este dispositivo llegó a ser la conocida regla de cálculo en la que se encuentran marcadas los logaritmos de los números, y en consecuencia, las multiplicaciones y las divisiones se obtienen como sumas y restas de tales logaritmos. Además, posee otras escalas que permiten cálculos de exponentes, funciones trigonométricas y otras funciones matemáticas. Estos instrumentos que utilizan logaritmos para realizar diversas operaciones y donde los resultados y operandos se representan por longitudes (por lo que son sistemas analógicos) han sido utilizados por los investigadores e ingenieros hasta mediados de la década de los sesenta, cuando aparece la calculadora de bolsillo.

En años más recientes, el diseño de máquinas de cómputo se basó en la tecnología de las ruedas dentadas. En 1642 el francés Blaise Pascal (1623-1662) inventó una máquina para sumar y restar, que patentó en 1647. La máquina estaba basada en una serie de ruedas giratorias o diales, a las que se encuentran solidariamente unidas unas ruedas dentadas. Con los diales se introducen los datos. Al girar el dial, también lo hace un tambor que tiene escritas las diez cifras decimales. A través de una pequeña ventana o visor se puede leer el número que indica la posición del tambor, que es la cifra acumulada. Cada posición dentro del número tiene su

correspondiente dial y tambor de números. Para arrastrar valores de una posición a otra de mayor peso se engarzan las ruedas dentadas de cada dos posiciones de pesos consecutivos. Cada vez que una rueda A da una vuelta completa (es decir, la cifra correspondiente debe pasar de 9 a 10), hace girar la rueda B correspondiente a la posición de peso superior $1/10$ de vuelta, avanzando la cifra de su visor una posición, y la rueda A se sitúa en cero, por haber empezado una vuelta. En 1671 Gottfried Leibniz (1646-1716), basándose en la idea de Pascal, construye una máquina capaz de realizar las cuatro operaciones básicas. La multiplicación se realiza mediante sumas sucesivas. La división se logra como una operación inversa de la multiplicación. Leibniz construyó esta máquina a la edad de 25 años, y en 1694 se fabricó de forma industrial, aun cuando no operaba correctamente cuando se presentaban situaciones en las que debían propagarse simultáneamente un número determinado de cifras.



Figura 2: Blaise Pascal (1623-1662)



Figura 3: Gottfried Leibniz (1646-1716)

Una innovación muy importante, y en principio ajena a la informática, tuvo lugar a principios del siglo XIX. Las calculadoras mecánicas mencionadas anteriormente no se pueden considerar máquinas automáticas, pues requieren la continua intervención de un operador humano. La introducción de la tarjeta perforada supuso un cambio. Joseph Jacquard presentó en 1801 en París un telar automático controlado por tarjetas perforadas. Para conseguir en un telar un dibujo concreto es necesario levantar determinadas hebras durante cada desplazamiento de la

lanzadera. Las hebras que deben moverse juntas van atadas a una varilla. El sistema de Jacquard contenía un conjunto de tarjetas perforadas según el dibujo que se desease tejer. Para diseñar cualquier dibujo no había más que cambiar la secuencia de tarjetas.

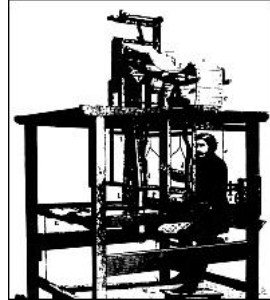


Figura 4: Telar de Jacquard

El matemático inglés Charles Babbage (1792-1871) diseñó en 1822 una máquina de diferencias para producir tablas de navegación. Esta máquina de diferencias puede considerarse una computadora digital con un programa fijo. Conforme diseñaba la máquina de diferencias, a Babbage se le ocurrió la idea de que podía modificar las interconexiones entre los registros durante el proceso de cómputo para obtener un computador de uso general. De los telares de Jacquard obtuvo la idea de utilizar tarjetas perforadas para controlar interconexiones y dar la entrada de datos. A los elementos que realizaban las operaciones aritméticas los denominó taller (mill en inglés), y a los elementos necesarios para almacenar los números almacén (store). Se puede decir, sin ánimo de ser pretenciosos, que Charles Babbage se adelantó al concepto actual de computadora en cuanto a que proponía cuatro elementos fundamentales en su estructura: entradas, salidas, unidad aritmético-lógica (el taller) y la memoria (el almacén). Además, su máquina estaba concebida como una computadora universal completamente automática y capaz de resolver gran cantidad de problemas. Es esta flexibilidad el gran progreso de la máquina analítica (como se denominó a este sistema ideado por Babbage en 1833) frente a los calculadores mecánicos anteriores. Las calculadoras de Pascal y Leibniz incorporaban los algoritmos en su arquitectura, compuesta de ruedas dentadas y engranajes. Por el contrario, la máquina de Babbage fue diseñada de forma que fuera posible comunicarle la secuencia de pasos a ejecutar a partir de los agujeros de una tarjeta de cartón. La máquina analítica no llegó a construirse debido a que era de una gran complejidad mecánica y la mecánica de precisión de su época no estaba lo suficientemente desarrollada. Babbage dejó muy pocos datos acerca de su trabajo y fue Augusta Ada Lovelace, hija de Lord Byron y discípula de Babbage, quien dejó abundantes escritos de la máquina analítica al diseñar algunos programas para ella.

Si la tecnología de la época no ofrecía la precisión requerida para popularizar las complejas calculadoras de Pascal, Leibniz o Babbage, esto no cambió hasta que la electrónica comenzó a complementar a los dispositivos mecánicos. A esta etapa, en la que la tecnología fue capaz de sostener los avances teóricos que se estaban produciendo, se la conoce como etapa electromecánica.

A finales del siglo XIX, la oficina del censo de los Estados Unidos se veía desbordada por la cantidad de datos a analizar, por lo que encargó a un experto en estadística, Hermann Hollerith,

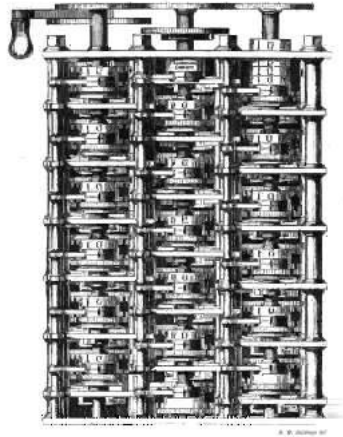


Figura 5: Máquina de diferencias de Babbage



Figura 6: Augusta Ada Lovelace

el desarrollo de alguna técnica que acelerara el proceso de análisis de dichos datos. Hollerith propuso que los datos del censo fueran perforados en tarjetas y tabulados automáticamente con ayuda de máquinas especialmente diseñadas para ello. Con esta mecanización del procesamiento de datos de los censos mediante el uso de tarjetas perforadas se obtuvo una velocidad de clasificación de 60 tarjetas por minuto, haciendo posible que el censo de 1890 se efectuase en tres años, en lugar de los doce inicialmente previstos. A partir de aquí, Hollerith fundó la Tabulating Machines Company, que posteriormente pasó a formar parte de la International Business Corporation (IBM).

El espectacular avance que la electrónica protagoniza durante la segunda mitad del siglo XIX culminó con el principal hito en este campo: la invención de la válvula de vacío en 1906,

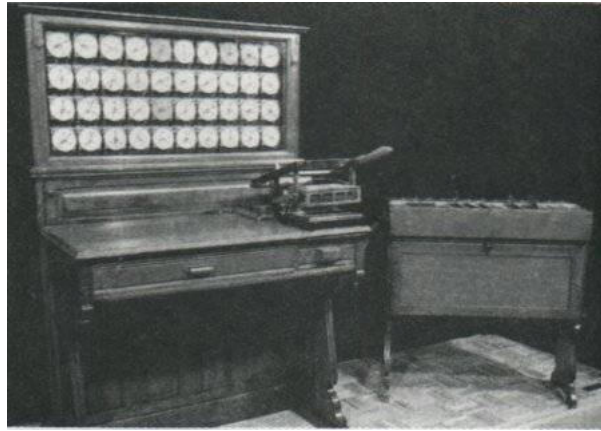


Figura 7: Tabuladora de Hollerith

que haría evolucionar rápidamente las características de hardware de los ordenadores.

Hacia 1914, el español Leonardo Torres Quevedo (1852–1936) creó el primer sistema auténticamente automático para jugar al ajedrez. Posteriormente publicó un trabajo sobre el diseño de una máquina de calcular electro-mecánica basada en las ideas de Babbage, que previamente había presentado en París en 1935.

En el decenio de 1930-1940, el desarrollo de los ordenadores sufrió la poderosa influencia de la Segunda Guerra Mundial. En este período se llevaron a cabo varios proyectos de gran trascendencia. Entre ellos, un proyecto financiado por el ejército de los EEUU por el que se construyeron en los Bell Telephone Laboratories cinco ordenadores de gran escala basados en relés electromecánicos como componentes operacionales básicos, representando un avance significativo de las calculadoras del momento.

A comienzos de los años 30, John Atanasoff, del Iowa State College, comenzó a formular los principios de la primera calculadora electrónica automática. La construcción del prototipo se inició en 1939, en el que se incorporó el uso de la base binaria y una memoria de máquina regenerable. Durante ese mismo período, en Alemania, Konrad Zuse se dedicó al diseño y construcción de ordenadores, promoviendo por primera vez algunas ideas fundamentales, como el uso del sistema binario, a pesar de no tener referencias del trabajo realizado en el resto del mundo.

Howard Aiken, entre los años 1937 y 1944, desarrolló un ordenador, llamado MARK I, con el apoyo de IBM y de la Marina de los EEUU. Este ordenador estaba basado en relés, siendo capaz de ejecutar una serie arbitraria de operaciones aritméticas controlada por una secuencia de instrucciones codificadas. Estas máquinas basadas en relés electromecánicos quedaron desfasadas al poco tiempo de ser construidas, ya que otros investigadores ya estaban aplicando la tecnología de los tubos de vacío para construir computadoras digitales totalmente electrónicas.

Durante la Segunda Guerra Mundial, fue construida en Inglaterra por la Inteligencia Británica la máquina COLOSSUS, con el fin de decodificar los mensajes alemanes. Pero el primer ordenador de gran tamaño completamente electrónico, llamado ENIAC (Electronic Numerical Inte-

grator And Calculator), fue construido entre 1943 y 1946 bajo la dirección de John Mauchly y J. Presper Ecker, en la Universidad de Pennsylvania. En este ordenador se utilizaron tubos de vacío electrónicos en vez de los relés electromecánicos que utilizaban sus predecesores. Éste constituyó el más importante y ambicioso esfuerzo para desarrollar la computación electrónica. El ENIAC constaba de unos 18.000 tubos de vacío, 70.000 resistencias y 10.000 condensadores. La entrada y la salida se realizaba por medio de tarjetas perforadas, y los programas se construían mediante conexiones entre sus componentes. Su mayor defecto era que tenía una capacidad limitada de almacenamiento de información.

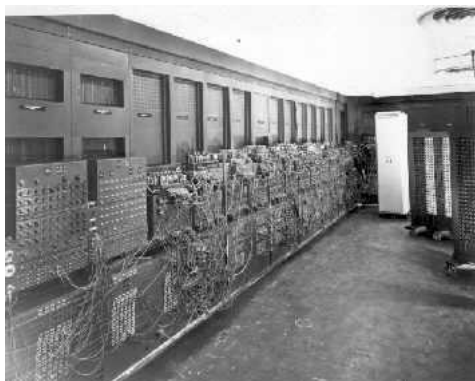


Figura 8: El computador ENIAC

En esta época, la programación de estas computadoras era una tarea bastante difícil, puesto que la secuencia de instrucciones a ejecutar estaba cableada en el hardware de las mismas. Por lo tanto, cada vez que se cambiaba el algoritmo a ejecutar, era necesario cambiar el cableado de la máquina. Un algoritmo que tardaba en ejecutarse dos minutos, tardaba en programarse en la máquina dos días.

John von Neumann en 1945 fue el primero en proponer el concepto de programa almacenado, de forma que las instrucciones podían guardarse en la memoria junto con los datos, aumentando así la flexibilidad y aplicación de los ordenadores. Se podía cambiar el programa de la máquina sin necesidad de cambiar las conexiones de ésta. Entre otras sugerencias planteadas en su trabajo, las más importantes podrían ser: 1) la utilización de la estructuración realizada por Babbage para las distintas unidades funcionales de un ordenador: entrada, salida, unidad aritmética, unidad de control y memoria; y 2) la representación binaria para la realización de operaciones aritméticas (el ENIAC, por ejemplo, utilizaba aritmética decimal). La mayoría de los ordenadores actuales siguen estos criterios, por lo que se suelen denominar arquitecturas von Neumann.

Por esta época (1946-1952), se desarrollaron varios ordenadores basados en la idea de von Neumann, tales como el EDSAC, el EDVAC, el IAS, el ILLIAC, etc.

Los padres del ENIAC desarrollaron el primer ordenador digital producido comercialmente, el UNIVAC. Este ordenador utilizaba diodos de cristal en vez de tubos de vacío. Además, tenía la posibilidad de leer información, efectuar operaciones y escribir información de salida simultáneamente, gracias a dispositivos periféricos que operaban con independencia. Poseía también un complicado sistema de cinta magnética.

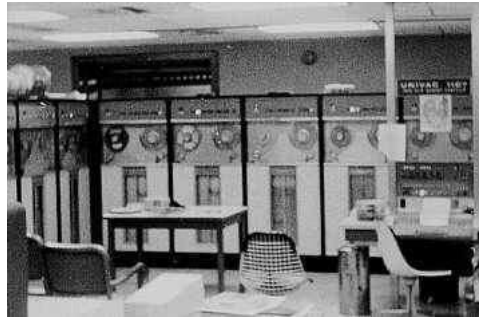


Figura 9: El computador UNIVAC

En esta época se programaba directamente en el lenguaje de la máquina, pero ante las dificultades que ello entrañaba, surgió la necesidad de buscar una forma de expresión más apropiada. De esta forma apareció la idea de traducir de forma automática el diseño, expresado en un lenguaje natural, al lenguaje que entiende la máquina. Siguiendo esta línea, en 1954 aparece FORTRAN, el primer lenguaje de alto nivel, seguido por otros como COBOL, ALGOL, BASIC o PL I.

Desde entonces, el desarrollo y construcción de estas máquinas ha crecido de forma espectacular, siendo los avances tecnológicos más importantes la invención de los transistores en 1958 y el posterior desarrollo de los circuitos integrados a partir de mediados de la década de los 60. En esta época aparecen potentes sistemas de software que facilitan la labor a los programadores; son los sistemas operativos, de los que se pueden citar como ejemplo el VMS, MVS o el UNIX. Además, aparecen nuevos lenguajes que toman como base los postulados sobre programación estructurada de (Dijkstra, 1968), como son PASCAL (Jensen & Wirth, 1991) o C (Kernighan & Ritchie, 1989).

A partir de la década de los 70, se acentúa el avance en el hardware, gracias a la invención del microprocesador, que supone una significativa reducción del precio y tamaño en los ordenadores, haciéndolos más populares.

En 1982 apareció MODULA-2, desarrollado por Wirth para adaptar PASCAL a las nuevas tendencias en el software, que buscan modularidad y abstracción.

En general, el avance del hardware ha acercado las máquinas al usuario doméstico, y, conjuntamente, se ha ido incrementando la diversidad, potencia y complejidad del software. De hecho, el crecimiento del software ha sido más vertiginoso, si cabe, que el del hardware, hasta tal punto que el programa no se hace para dar funcionalidad a una máquina determinada, sino que se compra un hardware determinado para dotar de ciertas capacidades (velocidad, posibilidad de almacenamiento, etc.) al programa que se esté usando.

Bibliografía

(Prieto et al., 2001) Prieto, A., Lloris, A., Torres, J.C. Introducción a la Informática. 3ª edición, McGraw-Hill, 2001.

(Breton, 1989) Breton, P. Historia y Crítica de la Informática. Ed. Cátedra. Madrid 1989.

(Arroyo,91) Arroyo, L. 200 Años de Informática. Ed. Espasa-Calpe. Madrid 1991.