

APUNTES SOBRE
COMPUTADORAS Y PROGRAMACIÓN

(VOLUMEN UNO)

INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN



ING. J. FERNANDO SOLÓRZANO PALOMARES
FEBRERO DE 1995

RAS
DO
LA
RA
SE
ÓN
VO

RA
DA
ÓN
DE
AS
DE
LA
SE
TE

TE
JO
IE
S
S

i.
),
R

A
E
A



FACULTAD INGENIERIA

AP.COMP.PR
INTRO.V.1
7-D

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



907883

G.- 907883

PRÓLOGO

DEBIDO A LOS CAMBIOS EN LOS PLANES Y PROGRAMAS DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA Y A LA NECESIDAD DE ACTUALIZAR A LOS ALUMNOS, SOBRE TODO EN LAS BASES DE UNA CULTURA INFORMÁTICA Y EN LA METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA QUE LES PERMITAN UTILIZAR A LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA CUALQUIER ÁREA DE LA INGENIERÍA, SE CONSIDERÓ CONVENIENTE ELABORAR ESTAS NOTAS PARA AYUDAR A LA TRANSICIÓN DE PROGRAMAS Y CONTAR CON EL MATERIAL DE APOYO PARA EL NUEVO PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE COMPUTADORAS Y PROGRAMACIÓN.

SE DIVIDIÓ EL CONTENIDO EN DOS GRANDES PARTES, LA PRIMERA COMPRENDE UNA INTRODUCCIÓN A LA CULTURA INFORMÁTICA Y LA SEGUNDA INCLUYE LA PARTE BÁSICA DE LA METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA; DE ESTA MANERA LA PRIMERA CUBRE LOS REQUERIMIENTOS DE ENSEÑANZA DEL PROGRAMA ANTERIOR DE LA ASIGNATURA Y DEL NUEVO, MIENTRAS QUE LA SEGUNDA PARTE INCLUYE LO BÁSICO DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN QUICK BASIC Y LENGUAJE C. EN AMBOS PROGRAMAS SE INDICA ADEMÁS ENSEÑAR EN FORMA ELEMENTAL UN PROCESADOR DE TEXTOS, UNA BASE DE DATOS Y UNA HOJA ELECTRÓNICA, SIN EMBARGO SE CONSIDERÓ CONVENIENTE PARA ESA PARTE TRABAJAR FASCÍCULOS SEPARADOS DE ESTE TEXTO.

PARA LA PRESENTACIÓN DE LA TEORÍA SE DA LA INFORMACIÓN MEDIANTE DESARROLLOS FORMALES PERO DE MANERA BREVE Y DIRECTA CONSIDERANDO EJEMPLOS Y APLICACIONES EN GENERAL CON LA IDEA DE UNAS NOTAS QUE DESTACAN LO MÁS RELEVANTE, PERO NO EXTENSAS O CON DETALLES PORMENORIZADOS, POR TAL MOTIVO SE RECOMIENDA CONSULTAR TEXTOS ESPECIALIZADOS QUE COMPLEMENTEN LA CURIOSIDAD DEL ESTUDIANTE.

EL CONTENIDO DEL TEXTO Y REDACCIÓN SON RESPONSABILIDAD DEL ING. FERNANDO SOLÓRZANO; LA REVISIÓN CORRESPONDIÓ AL ING. JOEL VILLAVICENCIO, QUIEN APORTÓ EJEMPLOS IMPORTANTES Y SUGERENCIAS PARA UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA TEORÍA.

SE AGRADECE LA REVISIÓN Y ADAPTACIÓN PEDAGÓGICA DE LA LICENCIADA MARÍA CUAIRÁN RUIDÍAZ Y LA SRITA. ANDREA AYALA HERNÁNDEZ. ASIMISMO SE AGRADECEN LA LECTURA, COMENTARIOS Y SUGERENCIAS DE: LAS SRITAS. LETICIA MARAVILLA FRANCO, PILAR ALBARRÁN MIER Y EL SR. JORGE CALDERÓN PÉREZ.

EL AUTOR

G.- 907883

INTRODUCCION	1
1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA COMPUTACIÓN	4
1.1 La plataforma de arranque	5
1.1.1 Antecedentes básicos y científicos	5
1.1.2 Los sistemas de numeración	6
1.1.3 El álgebra booleana	8
1.2 Desarrollo de los equipos de cálculo	8
1.2.1 Primeros métodos manuales de conteo	8
1.2.2 Las primeras calculadoras mecánicas y dispositivos de memoria	11
1.2.3 La máquina de diferencias y la máquina analítica de Babbage	14
1.2.4 Calculadoras digitales perfeccionadas	17
1.2.5 Las calculadoras electromecánicas	19
1.2.6 Los conceptos de Von Neumann	21
1.2.7 La primera computadora electrónica	22
2 LA ERA DE LA INFORMACION	26
2.1 Las primeras computadoras	27
2.2 Primera generación de computadoras	28
2.3 Segunda generación de computadoras	31

2.4	Tercera generación de computadoras	33	4.3	Desarrollo de la computación en el país	89
2.5	Cuarta generación de computadoras	36	5	CONFIGURACION DE SISTEMAS DE COMPUTO	92
2.5.1	Historia de las microcomputadoras	43	5.1	Clasificación de las computadoras	92
2.6	Quinta generación de computadoras	51	5.2	Configuración de una microcomputadora. Principales componentes	93
3	PANORAMA DE LA HISTORIA DEL SOFTWARE	53	5.2.1	Unidad central de proceso, dispositivos de memoria y puertos	94
3.1	Antecedentes	54	5.2.2	Descripción de las principales características del teclado de 101 teclas	97
3.2	Conceptos generales	55	5.2.3	Descripción del monitor	100
3.3	Clasificación del software	57	5.2.4	Descripción de otros dispositivos de almacenamiento de memoria, entrada y salida de información	101
3.3.1	Software de sistemas	57	5.3	Recomendaciones para la adquisición de una microcomputadora .	106
3.3.1.1	Historia de los Sistemas Operativos	57	5.4	Configuraciones de redes	109
3.3.1.2	Sistemas operativos para microcomputadoras	59	5.5	Configuración de la supercomputadora de la UNAM	111
3.3.1.3	Software de comunicaciones. Sistemas y medios de comunicación	69	6	SISTEMAS DE NUMERACIÓN POSICIONAL	114
3.3.2	Software de procedimientos. Desarrollo de los lenguajes	77	6.1	Tablas de valores posicionales para determinar la equivalencia decimal de valores dados en otras bases	114
3.3.2.1	Lenguajes de bajo nivel	77	6.2	Método manual de conversión de cantidades decimales a otra base	117
3.3.2.2	Lenguajes de alto nivel	77	6.3	Método de conversión de cantidades en una base dada a base decimal a partir de las tablas de valores posicionales	120
3.3.2.3	Lenguajes orientados a procedimientos	79	6.4	Relación entre los dígitos de las tablas posicionales de los sistemas binario, octal y hexadecimal	123
4	HISTORIA PANORÁMICA DE LA COMPUTACIÓN EN MÉXICO	85			
4.1	Antecedentes	85			
4.2	La primera computadora en el país	86			

6.5	Método iterativo de conversión de cantidades decimales a otra base	126
6.6	Operaciones básicas en binario, octal y hexadecimal	136
6.6.1	Suma, resta, multiplicación y división en el caso general ...	136
6.6.2	Suma por acarreo posicional	137
6.6.3	Resta binaria por complemento a uno	140
6.6.4	Resta binaria por complemento a dos	140
6.6.5	Operaciones elementales en sistema octal	141
6.6.6	Operaciones elementales en sistema hexadecimal	142
6.7	Codificación de la información, bit, byte, palabras de computadora y códigos más empleados para la representación de la información	146
6.8	Tipos de errores que se presentan en la manipulación de cantidades	146

INTRODUCCIÓN

Estos apuntes están divididos en dos grandes áreas: una de ellas involucra lo relacionado con el desarrollo de las computadoras y lenguajes, la otra con la enseñanza de la metodología de la programación estructurada en forma básica.

El origen de la computación (considerada ésta como la disciplina que ayuda a almacenar, procesar y manipular todo tipo de información), se ubica cuando aparece la necesidad de contar y tener control adecuado de nuestras pertenencias, así como la necesidad de registrar o guardar memoria de eventos importantes. Al transcurrir el tiempo, el ser humano ha desarrollado conceptos y herramientas de apoyo para actuar cada vez con mayor facilidad, precisión y con menor tiempo en el proceso y registro de información. En este desarrollo podemos afirmar que están presentes dos elementos: el ingenio humano a través de ideas y su realización física. Casi siempre hay alguien que inventa o descubre algo, define el rumbo que se debe seguir y de lo que habrá que mejorar a través del pensamiento y la acción, y que marca la pauta para un mejor registro y proceso de la información.

De esta manera la computación tiene como antecedente la necesidad del ser humano de contar con herramientas y medios que le permitan registrar o manipular la información y desarrollar procedimientos lógicos para obtener diversos resultados a partir de la información, lo cual se ha manifestado desde el caso simple de sumar y restar cantidades, hasta alcanzar las nuevas formas de almacenar, procesar y manipular todo tipo de información, involucrando esencialmente dos componentes:

- a) La solución teórica o lógica de un problema
- b) El desarrollo de un dispositivo que ayuda o resuelve de manera práctica el problema

Por consiguiente podemos asociar desde tiempos remotos, tanto antecedentes de SOFTWARE (de programación o procedimiento de solución), como de HARDWARE (dispositivo físico), que van conformando la plataforma para el desarrollo de la moderna computadora, desde el momento en que el hombre se constituyó como un ente pensante y desarrolló la ciencia y la técnica.

Con estas ideas generalizadas se considera como antecedentes:

- a) Diversos medios para registrar información.
- b) Herramientas para proceso de información (dispositivos).
- c) Procedimientos lógicos o de solución y los avances científicos.

Con base en estas ideas, se considera como inicio el momento en que se

desarrolla el lenguaje hablado que permite la comunicación de todo tipo de información entre los grupos y, de ahí en adelante, las ideas, conocimientos, descubrimientos y dispositivos que han sido de gran trascendencia en la conformación de la historia de la actual informática; se comenta que a veces los desarrollos teóricos se adelantan a la tecnología de una época.

Con las consideraciones anteriores, es conveniente remontarnos hasta donde la historia nos lo permita para encontrar los conocimientos y herramientas más útiles al hombre, en las diversas épocas, que han servido para registrar y ordenar la información, cada vez con menor gasto de recursos, más rapidez y mayor exactitud. Para ello se expone un breve resumen de la aparición de los principales dispositivos y avances de la ciencia que marcan toda una época en el desarrollo de los procedimientos para almacenamiento y proceso de la información. Por un lado bosquejaremos los antecedentes y el desarrollo del HARDWARE (máquinas o dispositivos) y paralelamente los antecedentes del SOFTWARE (programas), considerando estos últimos como el conjunto de ideas, pensamientos y conocimientos que permitieron generar los modernos conceptos de algoritmo, lenguaje de computadora y programa. Finalmente veremos el panorama histórico del desarrollo del software.

Al transcurrir el tiempo los avances científicos y tecnológicos han propiciado un depuramiento o mejora de herramientas de apoyo desarrolladas anteriormente; algunos elementos nuevos han dado una solución transitoria al problema de un mejor proceso de la información, otros han marcado un cambio que ha perdurado durante mucho más tiempo. Consideramos que la cantidad de dispositivos es tan amplia en la historia de la computación, que en estos apuntes sólo se mencionarán los más importantes desde un punto de vista práctico, es decir de su utilización y aplicación por un gran número de personas y sobre todo de su trascendencia para el desarrollo de los mismos equipos de cómputo o el impacto en la vida del hombre. Es obvio que al avanzar la tecnología, hay dispositivos híbridos o de transición entre las distintas etapas que se mencionan, sin embargo, sólo se mencionarán las grandes innovaciones que marcan los cambios en la tecnología.

Se considera que la primera computadora fue aquel mecanismo que realizó en forma automática la solución numérica de diversos problemas, es decir sin la intervención manual del hombre, una vez que se le alimentó el programa y los datos correspondientes. Además se considera a un equipo como computadora cuando sus aplicaciones van más allá de su uso como calculadora mejorada y se comentan brevemente sus aplicaciones inmediatas. Dentro de este contexto se mencionan los casos que algunos autores consideran como la primera computadora y la primera patente adjudicada legalmente.

A partir de la primera computadora, la ciencia de la información se ha desarrollado más que ninguna otra ciencia y se dice que es la promotora de *la era de*

la información. Dentro de ese lapso se han considerado cuatro generaciones de computadoras y una quinta por venir. En la actual generación de computadoras (cuarta) se expone en forma particular la *historia de las microcomputadoras* y de las dos principales compañías líderes en su desarrollo.

Derivado del desarrollo de los equipos, surge también un avance en el software (lenguajes) del que se comentan sus antecedentes y clasificación general; se describe brevemente lo que se entiende por software de sistemas y se incluye, de forma breve, el desarrollo de los sistemas operativos.

Con la evolución del software, aparece la necesidad de enlazar equipos de cómputo distantes entre sí para un intercambio y proceso de información; con ello surge el software de comunicaciones que facilita el empleo de los medios de comunicación. Por consiguiente se muestra el panorama de su desarrollo, desde sus antecedentes hasta las perspectivas a futuro que se vislumbran.

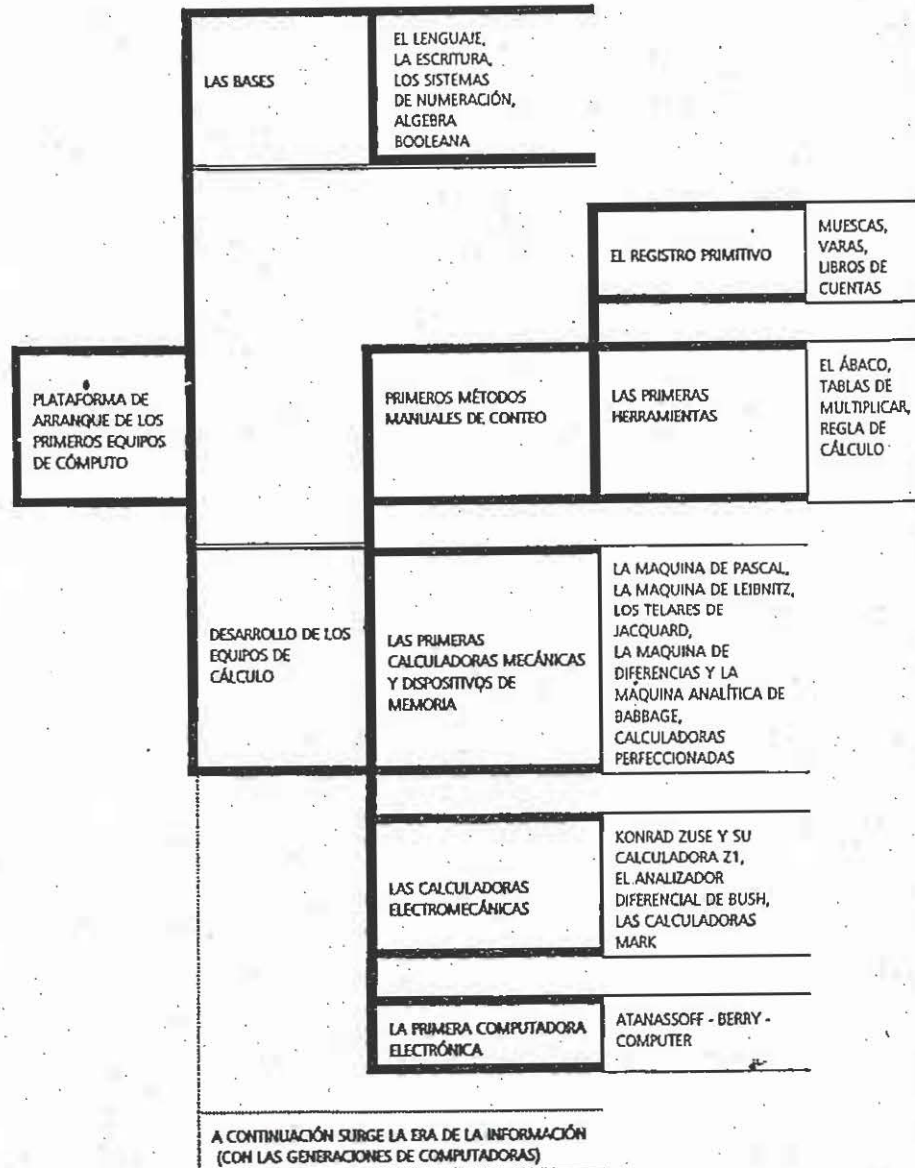
Para concluir esta panorámica se describe brevemente el avance de los lenguajes de programación o software de procedimientos y se incluye una breve historia de la computación en México y de sus perspectivas.

Se trata también el tema de las configuraciones o componentes de los equipos de cómputo, con especial énfasis en la descripción de la microcomputadora. A continuación se describen brevemente las configuraciones en redes y la configuración de la supercomputadora de la UNAM.

Procesar números con la computadora tiene inherente la presencia de errores, es por tanto conveniente el conocer los sistemas de numeración asociados al manejo de la información con los equipos de cómputo, así como la codificación de la información y dar una introducción a los errores que se presentan.

La segunda parte del curso se dedica a lo más importante, es decir a la programación. Considerando la heterogeneidad de los alumnos y que una muy buena parte de ellos no traen antecedentes de programación, se exponen los conceptos más importantes paso a paso. Se inicia con el tema de diagramas de flujo, el cual comienza con la diagramación tradicional y termina describiendo los principales elementos de la diagramación estructurada que se emplean. En la parte del lenguaje de programación, se presenta tanto lenguaje Quick Basic como lenguaje C; los temas se desarrollan desde un enfoque básico con lo más útil para resolver problemas en la práctica. Debido a que se consideró importante contar con este material de apoyo a la brevedad posible, para ayudar a la transición de los programas en la asignatura, sólo se incluyó lo básico y lo más importante. Además se optó por tratar en fascículos adicionales *el procesador de textos, la hoja electrónica y el manejador de base de datos (paquetería)*.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA COMPUTACIÓN



ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA COMPUTACIÓN

1.1 LA PLATAFORMA DE ARRANQUE

1.1.1 ANTECEDENTES BÁSICOS Y CIENTÍFICOS

La plataforma de conocimientos y tecnología necesaria para el desarrollo de la moderna computadora se ha conformado a través de los tiempos, muchas veces en forma separada y otras con estrecha relación; por tal motivo se mencionan a continuación los principales antecedentes teóricos y prácticos, desde el más remoto pasado hasta los conceptos e ideas que se desarrollan cuando aparecen las primeras computadoras.

EL LENGUAJE Y EL REGISTRO DE INFORMACIÓN

Cuando el hombre desarrolló el lenguaje hablado, se percató de que grabar la información en superficies diversas le permitía recordar cosas, utilizó diversos tipos de pinturas orgánicas para plasmar lo que veía (pinturas rupestres), sin embargo es hasta cuando se inventó la tinta, que se tuvo uno de los elementos indispensables para registrar información de una forma más fácil.

La tinta se elaboró en un principio con hollín o carbón vegetal, mezclado con agua y goma (se alcanzó una calidad excepcional); en China se empleó una tinta extraída de un árbol llamado del barniz, después surgió la *tinta china* que consistía en una mezcla de hollín de pino y cola, pero es a partir del siglo XII de nuestra era cuando se comenzó a utilizar la tinta actual de sulfato de hierro y ácido tánico.

LA ESCRITURA

Definitivamente la escritura alfabética, tal como la conocemos, resulta ser el desarrollo intelectual o innovación más importante para el ser humano, pues constituye el punto de partida para la creación de una de las mejores memorias del acontecer humano, de su desarrollo y de su ciencia, es decir, el libro. Como antecedente sabemos que ciertas culturas desarrollaron diversos tipos de escritura: pictórica (escenas), con base en pictogramas e ideogramas (signos), y fonogramas (signos que representan sonidos). Así comunicaron su historia, establecieron bases para un registro comercial y preservaron sus conocimientos. Ejemplo claro de ello son los jeroglíficos egipcios, escritura en papiro, los signos chinos y la escritura cuneiforme de los babilonios, sin

embargo dichas escrituras no son fáciles de entender y meros de conservar por las inclemencias del medio en que se guardaban, por lo que en muchos casos desaparecieron o cuando mucho alcanzaron un uso local. La gran aportación corresponde a los fenicios y otros pueblos semíticos que desarrollaron el alfabeto a partir de los signos egipcios. Vendría después un proceso evolutivo que selecciona o incluye lo más útil y práctico desde el punto de vista del pueblo dominante. De esta manera los griegos y romanos adoptan y perfeccionan la escritura, que se difunde y usa hasta obtener el alfabeto que se emplea en nuestros días, prácticamente en todo el mundo, el cual ha permitido el registro de todo tipo de información, para todas las ciencias y, a partir de la década de los cincuentas, el desarrollo de los lenguajes de programación.

EL LIBRO Y LA IMPRENTA

Hasta la invención del moderno disco compacto, que desatará una revolución en el registro y divulgación de la información, el libro y sus antecedentes prácticamente han constituido la memoria escrita de la humanidad; desde el rollo de papiro de los antiguos egipcios, la invención del papel en China, de la imprenta por Gutemberg en 1440, hasta la consolidación de la industria editorial. Por tanto, al considerar que la información registrada en ellos ha contribuido a la evolución de dispositivos y nuevos descubrimientos científicos, también los incluimos en la historia de la informática.

1.1.2 LOS SISTEMAS DE NUMERACIÓN

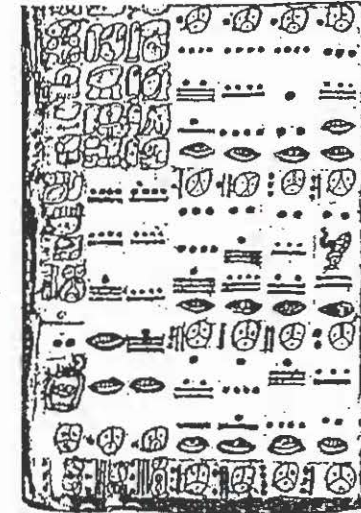
Al avanzar las sociedades primitivas, se desarrollaron diversos sistemas de numeración que permitieron representar cantidades mediante símbolos, como ejemplo de ellos tenemos las numeraciones:

- a) **MAYA.** Desarrolló el concepto del cero mucho antes que los hindúes y gracias a ella se realizaron cálculos astronómicos notables, como el del ciclo lunar con un error inferior a ocho horas en 300 años; además un calendario con mucho mayor exactitud que la brindada por el calendario gregoriano, esto es un día de error cada 14,492 años en el maya contra un día de error cada 3,311 años.
- b) **ROMANA.** Hasta la fecha se usa en libros. Los romanos también desarrollaron métodos para ejecutar multiplicaciones y divisiones, que utilizaron en sus tablas de multiplicar que incluían hasta la del 5.
- c) **ARÁBIGA.** Sigue siendo la de mayor uso en todo el mundo. Es un sistema de numeración de tipo posicional, en virtud de que los 10 dígitos que utilizamos pueden representar distintas magnitudes, dependiendo de la posición de cada



DESARROLLO DEL LENGUAJE HABLADO

NÚMEROS MAYAS
(300 AÑOS A.C.)



EL LIBRO Y LA IMPRENTA

(1455)

uno de ellos: unidades, decenas, centenas, unidades de millar, etc. Con este sistema los árabes también desarrollaron el álgebra.

- d) GRIEGA. Dio las bases para generar ideas tan importantes como la concepción euclidiana del infinito.

El hombre al contar con una simbología para representar cantidades, pudo registrar eventos en las distintas épocas del año, con lo que desarrolló diversos calendarios, como el azteca, el maya y el calendario gregoriano. Con ellos el hombre pudo medir el tiempo y registrar sucesos diversos de una manera más exacta. En este contexto, los chinos desarrollaron relojes que les permitieron medir el tiempo durante el transcurso del día.

Estos sistemas y conocimientos ayudaron al procesamiento manual de la información de cualquier actividad, su registro y manipulación mediante símbolos y facilitaron la obtención de resultados, de tal suerte que tanto matemáticos árabes, hindúes y europeos desarrollaron técnicas para los cálculos por escrito.

1.1.3 EL ÁLGEBRA BOOLEANA

George Boole aplicó la lógica de las proposiciones en su obra: *Análisis matemático de la lógica* en 1847 y en su *Investigación de las leyes del pensamiento* de 1854. Lo importante del álgebra booleana es que pudo aplicarse al diseño de circuitos para las computadoras, y que proporcionó un método sistemático de representación y análisis de las redes de interconexión de una computadora y de la lógica de los programas de ésta. Boole estableció formalmente un lenguaje simbólico, por lo que se le puede considerar como el descubridor de las matemáticas puras. Su álgebra permite realizar operaciones con letras, objetos y conceptos mediante los operadores AND, OR y NOT.

1.2 DESARROLLO DE LOS EQUIPOS DE CÁLCULO

1.2.1 PRIMEROS MÉTODOS MANUALES DE CONTEO

Nuevamente es conveniente bosquejar el panorama tecnológico de los dispositivos considerados como antecedentes, desde que se empezó a contar hasta que se obtuvo la primera computadora o dispositivo totalmente automático.

MUESCAS, VARAS

Desde la época más remota el hombre registró sus actividades usando los elementos y herramientas acordes con su desarrollo y medio circundante, esto es, mediante el empleo de piedrecillas, muescas en varas, nudos en una cuerda, tabletas de arcilla con marcas y por supuesto el empleo de sus dedos.

LIBROS DE CUENTAS

Su origen lo ubicamos en el *Código de Hammurabi*, rey de Babilonia (1730-1685 a.C.), que llevó el registro de contratos, escrituras, inventarios, cuentas, giros, cheques, registro de derechos aduanales y derecho de paso en transbordadores y caminos; en los sistemas de control de cuentas romanos y en el primer sistema de contabilidad inglés.

ÁBACO

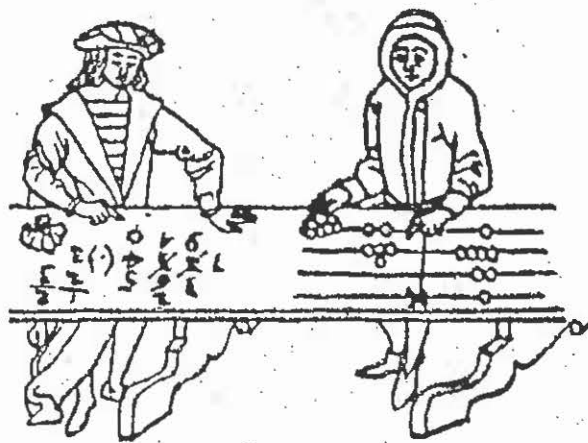
Es un instrumento manual de cálculo que agrupa cuentas de metal o de diversos materiales en hileras, en grupos de 10, para la representación y manipulación de cantidades, es el primer dispositivo de cálculo digital. El origen del ábaco se pierde en el pasado remoto y es probable que su desarrollo se deba a contribuciones de diversos países, al ser llevado por viajeros y comerciantes de diversas partes del mundo antiguo. Su creación probablemente ocurrió en Babilonia o Egipto. Este instrumento se ha constituido como una herramienta tan útil que hasta nuestros días es empleado todavía en Japón y Rusia.

TABLAS DE MULTIPLICAR

Los antiguos hindúes y romanos idearon métodos para multiplicar y dividir empleando las tablas del 1 al 5, y para multiplicaciones mayores se auxiliaban con los dedos. Los matemáticos árabes, hindúes y europeos desarrollaron también técnicas que tomaron la forma de tablas que ayudaban a la multiplicación y a otras operaciones aritméticas. El matemático italiano Leonardo de Pisa (Fibonacci) estudió las cifras hindúes: adición, sustracción, división, multiplicación de fracciones y enteros e introdujo todo esto en Europa con su *Liber abaci*, que fue publicado en 1228. De esta manera, los métodos de tablas se difunden y se utilizan. En 1614 John Napier, teólogo, matemático y noble escocés, perfecciona lo anterior y produce sus *huesillos de Napier* con los que se podía obtener el producto de dos números cualesquiera.

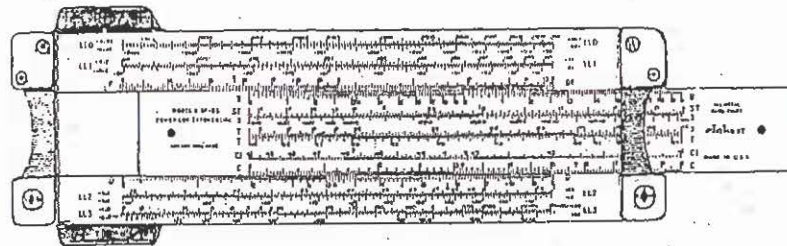
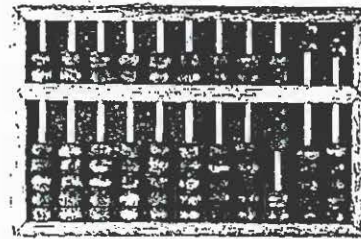
REGLA DE CÁLCULO

Este dispositivo se basa en el *concepto de logaritmos* de John Napier, que además planteó cómo realizar cálculos mediante el uso de exponentes; estudió diversas



FORMAS DE CONTEO PRIMITIVO

EL ÁBACO



REGLA DE CÁLCULO WILLIAM HOUGHTRED (1622)

trigonométricas, con lo que creó los *logaritmos* que han facilitado todo tipo de cálculos.

Napier analizó las siguientes cantidades:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	.	.
2 ⁿ	2	4	8	16	32	64	128	256	512	.	.

a) El primer renglón indica los exponentes a los que hay que elevar el número 2 para obtener los valores del renglón inferior:

$$2^0 = 1, \quad 2^1 = 2, \quad 2^2 = 4, \quad 2^3 = 8, \text{ etc.}$$

b) Además observó que para multiplicar dos números de ese renglón, bastaba con sumar los exponentes y el producto se encontraba debajo de dicha suma, por ejemplo:

$$2^2 \cdot 2^6 = 2^{2+6} = 2^8 = 256$$

Napier llamó a dichos exponentes *logaritmos*. Además da la base para otros desarrollos como el caso de la regla de cálculo.

La regla de cálculo fue inventada por William Houghtred, matemático inglés, en 1622. Este dispositivo consta de un par de regletas con escalas logarítmicas, de tal manera que una multiplicación se hace sumando las longitudes de dichas regletas y la división, mediante la resta. La precisión que se lograba era hasta de 3 dígitos; esta herramienta estuvo en uso hasta la década de los setentas cuando fue desplazada por la moderna calculadora digital. La regla de cálculo es el primer dispositivo que procesó analógicamente las cantidades.

1.2.2 LAS PRIMERAS CALCULADORAS MECÁNICAS Y DISPOSITIVOS DE MEMORIA

LAS MÁQUINAS DE PASCAL Y SCHICKARD

Blaise Pascal, matemático, filósofo y escritor francés, fue el inventor de una de las primeras calculadoras en el año de 1642 (por lo menos la más conocida y que influyó el desarrollo de otras). Su dispositivo contaba con ruedas dentadas, cuando la primera realizaba un giro de 10 unidades, se accionaba la siguiente rueda de dígitos

superiores para indicar una decena y así sucesivamente. Debido a este principio la máquina de Pascal sólo podía hacer sumas y restas.

Pascal tenía 18 años de edad cuando ideó esta máquina con el afán de ayudar a su padre, que trabajaba como superintendente de impuestos. Este dispositivo resulta ser la innovación a partir de cuya idea se generaron los nuevos mecanismos para calcular durante poco más de 300 años.

Algunos autores mencionan que la primera calculadora mecánica fue el dispositivo construido por el astrónomo alemán Wilhelm Schickard en 1623, con la finalidad única de ayudarlo en sus cálculos astronómicos (este dispositivo no influyó el desarrollo de otros); para su creación utilizó engranes y tomó la idea basándose en el funcionamiento de los antiguos relojes chinos (este dispositivo sólo sumaba y restaba).

LA MÁQUINA DE LEIBNITZ

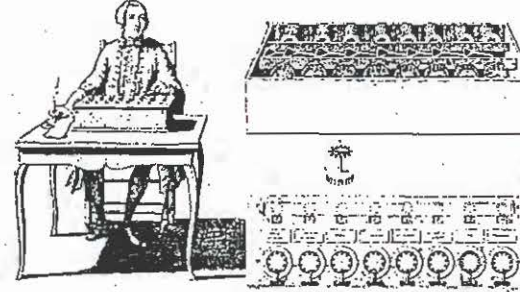
El alemán Gottfried Wilhelm Leibnitz construye en 1671, a los 25 años de edad, su calculadora de pasos que podía efectuar las cuatro operaciones aritméticas, con la idea de sumas y restas repetidas, de esta manera, calculaba tablas trigonométricas y astronómicas. Este dispositivo utilizó piñones dentados de varias longitudes y una versión perfeccionada del mecanismo de acarreo automático ideado por Pascal.

LOS TELARES DE JACQUARD (CONTROLADOS POR TARJETA PERFORADA)

En 1801 Joseph Marie Jacquard, tejedor francés, toma la idea del mecánico Falcón, quien un siglo antes había automatizado parte de la labor de las máquinas tejedoras. Produce un telar de cuerdas cuyo funcionamiento era automáticamente guiado por las perforaciones de una tarjeta. Este dispositivo tuvo una gran influencia en el desarrollo posterior del equipo de cómputo, por su concepto de almacenamiento de información en tarjeta perforada. Fue construido con el propósito de tejer intrincados diseños en telas mediante la ejecución de instrucciones contenidas en una tarjeta perforada. Su prototipo fue destruido en la ciudad de Lyons en Francia; pero con la ayuda económica, moral y la autorización de Napoleón, Jacquard pudo reconstruirla y aplicarla en la elaboración de tejidos, llevando consigo una gran prosperidad a esa ciudad.

LAS TARJETAS PERFORADAS Y HERMAN HOLLERITH

El Dr. Herman Hollerith trabajaba como especialista en estadística en la Oficina de Censos de los Estados Unidos, cuando se llevó a cabo el censo de 1880 requirió de siete años para su proceso manual de tabulación sobre una población de 50 millones de habitantes. Resultaba inminente ya el censo de 1890 y era obvio que no podría



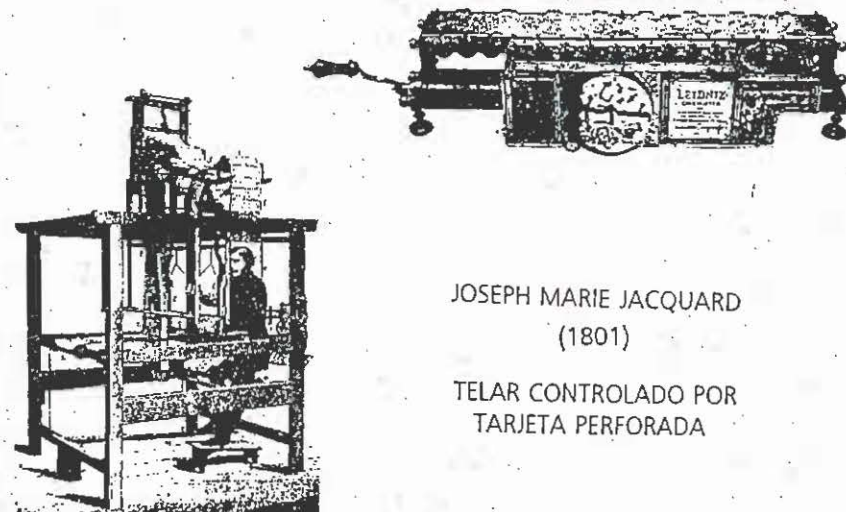
BLAISE PASCAL (1642)

PRIMERA MAQUINA
CALCULADORA

LA PASCALINA

GOTTFRIED WILHELM LEIBNITZ
(1671)

PRIMERA CALCULADORA QUE REALIZA
LAS CUATRO OPERACIONES BÁSICAS



JOSEPH MARIE JACQUARD
(1801)

TELAR CONTROLADO POR
TARJETA PERFORADA

realizarse de la misma forma, si realmente se quería sacar provecho de la información. Ante esta problemática, el Dr. Hollerith había empezado el estudio para la mecanización de la operación de los censos; en 1887 terminó un sistema que funcionaba con el principio de la tarjeta perforada de Jacquard y contadores electromagnéticos, una perforadora y una distribuidora de tarjetas. De esta manera el censo de 1890 levantado a 63 millones de habitantes requirió solamente de dos años y medio para su tabulación. La tarjeta se dividía en 240 zonas, que indicaban los diversos datos de los censados: como edad, sexo, ocupación, domicilio, etc. Cuando se detectaba un orificio se hacía contacto eléctrico y se accionaba un contador específico. Además el proceso se auxiliaba de una clasificadora que separaba tarjetas por sexo, edad, lugar de nacimiento, etc. Las máquinas de Hollerith se perfeccionaron para aplicarse a todo tipo de problemas contables y administrativos, mecanizando multitud de trabajos manuales y desarrollando otros como el análisis de costos y ventas en una empresa. Estos dispositivos perfeccionados fueron conocidos como máquinas de registro unitario, tabuladoras, verificadoras y clasificadoras. Su popularidad les valió recorrer todo el mundo hasta pasada la segunda guerra mundial. Hollerith fundó en 1896 la Tabulating Machine Company, la que posteriormente al fusionarse con otras, constituyó lo que hoy se conoce como *International Business Machines Corporation (IBM)*.

1.2.3 LA MÁQUINA DE DIFERENCIAS Y LA MÁQUINA ANALÍTICA DE

BABBAGE

El matemático inglés Charles P. Babbage es conocido como el padre de las modernas computadoras digitales por los conceptos que aportó.

En 1812 pensó en construir la *máquina de diferencias*, que permitiría el cálculo automático de extensas tablas de logaritmos. Diez años más tarde presentó su modelo que utilizaría tarjeta perforada y engranes de acarreo automático, con el que obtuvo un subsidio de la Real Sociedad y del gobierno inglés; sin embargo, abandonó dicha idea por dedicarse a desarrollar sus conceptos sobre una máquina de fines generales, motivo por el cual perdió el apoyo del gobierno y la primera máquina nunca llegó a construirse. Continuó con su nuevo proyecto de *máquina analítica*, que diseñó y construyó parcialmente poco antes de morir en 1871. Fue concebida como la primera computadora digital automatizada de fines generales. La filosofía de su operación es como sigue:

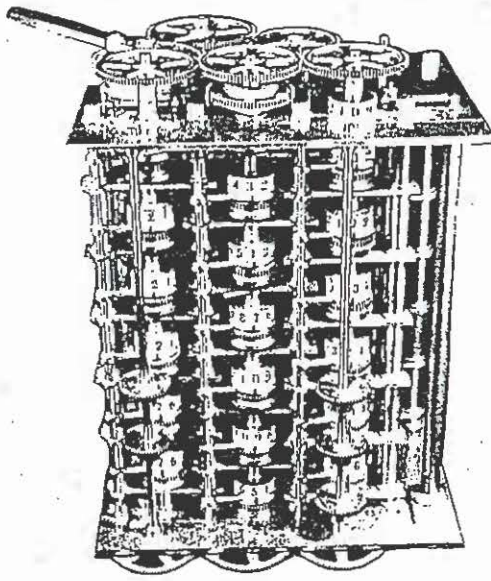
La máquina contaría con una unidad aritmética que efectuaría los cálculos empleando las cantidades contenidas en su unidad de almacenamiento. Dichas unidades estarían supeditadas a la unidad de control, que coordinaría y supervisaría la secuencia de las operaciones. Por último, los resultados se obtendrían en forma impresa o gráfica en su unidad de salida.



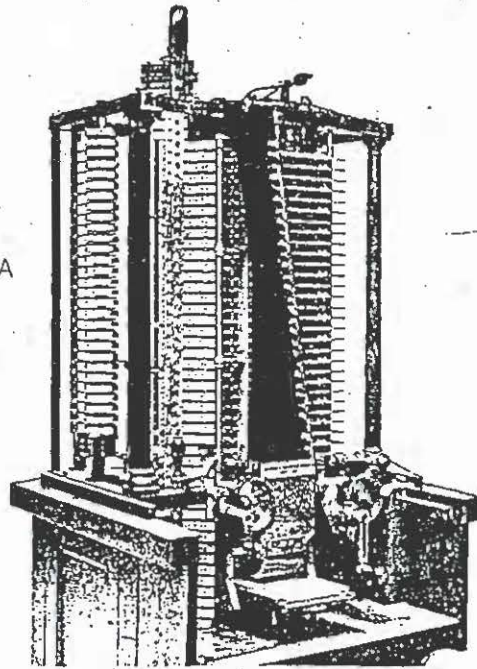
CHARLES BABBAGE

(1791 - 1871)

(EL PADRE DE LA COMPUTACIÓN)



MÁQUINA DE DIFERENCIAS
(1812 - 1822)



MÁQUINA ANALÍTICA DISEÑADA
POR BABBAGE Y CONSTRUIDA
POR SU HIJO H. P. BABBAGE
EN EL AÑO DE 1910

Es de mencionar que Babbage se adelantó tecnológicamente a su tiempo y que en esa época no había los elementos para construir su máquina, la cual desafortunadamente no podría considerarse autónoma, puesto que requería de un operador para almacenar un programa y ejecutarlo. El hijo de Charles Babbage terminó de construir la máquina diseñada por su padre hacia el año de 1910.

1.2.4 CALCULADORAS DIGITALES PERFECCIONADAS

EL ÁRITMÓMETRO DE THOMAS DE COLMAR

En 1820 el financiero francés Charles Xavier Thomas de Colmar retoma la idea o principio de la calculadora de Leibnitz, mediante piñones dentados, para realizar con precisión las cuatro operaciones básicas, logrando un modelo práctico que construye en 1829 y se mantuvo en uso hasta 1890 y del que se produjeron algunos millares de aparatos.

EL INICIO DE LA ERA DE LAS CALCULADORAS EN ESTADOS UNIDOS

El estadounidense Frank Stephen Baldwin construyó en 1872 con idea similar a la de Thomas Colmar una calculadora que marca el inicio de dicha industria en Estados Unidos.

LA PRIMERA CALCULADORA DE MULTIPLICACIÓN DIRECTA

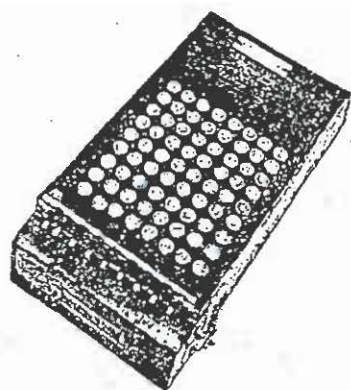
El joven inventor francés, Leon Bolée construye en 1887 la primera máquina capaz de efectuar la multiplicación directa y no a través de sumas repetidas. El mecanismo multiplicador utilizaba una serie de placas metálicas a las cuales estaban fijas nueve líneas y nueve columnas de pernos con largos desiguales.

EL COMPTÓMETRO O CALCULADORA CON IMPRESORA

El estadounidense Dor Eugene Felt patenta en 1884 su comptómetro que constituye la primera máquina práctica que incluía teclas e impresora, y realiza dos años más tarde su comercialización.

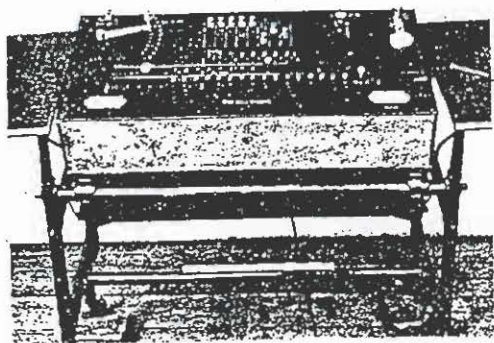
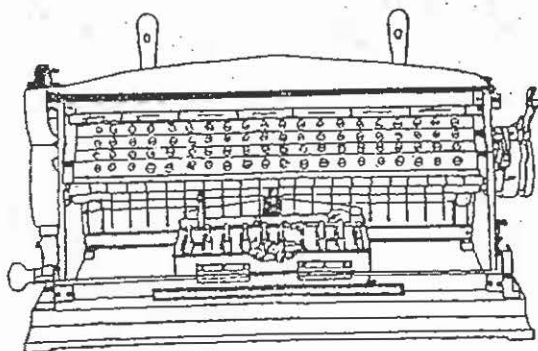
LA CALCULADORA ENTRA EN LA CONTABILIDAD CON BURROUGHS

El estadounidense William S. Burroughs, hijo de un mecánico, perfecciona en 1889 el comptómetro de Felt permitiéndole usar hasta 90 teclas con una capacidad de nueve dígitos decimales. Burroughs aplica ya el principio de multiplicación directa que da gran popularidad a su máquina y propicia aplicaciones en procesos de contabilidad.



EL COMPTÓMETRO DE EUGENE FELT
INCLUYÓ TECLAS E IMPRESORA
(1884)

LEÓN BOLÉE
MÁQUINA DE
MULTIPLICACIÓN DIRECTA
(1887)



MILLONARIA DE STEIGER
(1892)

El suizo Otto Steiger proyecta en 1892 su máquina calculadora denominada *millonaria*, aprovechando el principio de la multiplicación directa de Bolée. Cada cifra era multiplicada con el giro de una manivela. Lo práctico de esta máquina hizo posible su comercialización desde 1894 hasta 1935 para aplicaciones contables, estadísticas y científicas. Las ventas alcanzaron un total de 4500 unidades.

LA TARJETA PERFORADA Y LAS MÁQUINAS DE REGISTRO UNITARIO

La tabuladora de Hollerith también se perfecciona junto con la tarjeta perforada, para 1928 crece de 45 a 80 columnas y adopta un código que permite asociar a las perforaciones todo tipo de caracteres (números, letras y símbolos). En esa época la tabuladora puede efectuar sumas, restas, imprimir y perforar los resultados; la compañía ya se denominaba IBM y desde entonces era líder en el procesamiento de información, pues logró dominar el mercado de las empresas con sus máquinas que adoptaron como componente a los relevadores electromecánicos, los cuales accionaban en centésimas de segundo, clasificando, intercalando y procesando las tarjetas perforadas más rápidamente. A estas máquinas se les denominó de registro unitario y su éxito radicó en facilitar enormemente la mecanización de la contabilidad de los centros comerciales principalmente.

1.2.5 LAS CALCULADORAS ELECTROMECAÑICAS

Una gran innovación fue el empleo de los relevadores que, como ya se mencionó, permitieron una mayor velocidad y capacidad de proceso y lo más importante: la automatización o ejecución de sus funciones con la mínima intervención del ser humano.

KONRAD ZUSE Y SU CALCULADORA ELECTROMECAÑICA Z1

En Alemania, sin tener conocimiento de lo que en materia de cómputo se desarrollaba en otras partes del mundo, en 1936 Konrad Zuse de 26 años desarrolla su calculadora electromecánica Z1, que emplea sistema binario y un programa indicado en cinta perforada. Posteriormente el gobierno alemán le financia sus modelos Z2, Z3, y Z4. Konrad Zuse considera que la Z1 fue la primera computadora de tipo mecánico, aunque sólo comenta que la construyó para automatizar diversos cálculos de ingeniería; es posible considerar a este dispositivo como la primera computadora construida por el hombre, debido a que manejaba el concepto de programa, incluía unidad aritmética y memoria. La superficie que ocupaba era de 2 m² con 1.5 kbits de memoria. La Z3 fue el equivalente con relevadores de la Z1.

En 1930 Vannevar Bush del Instituto Tecnológico de Masachusetts desarrolla el antecesor de la computadora analógica, lo emplea para resolver ecuaciones diferenciales mediante simulación y medición aproximada de la respuesta del modelo.

LA CALCULADORA DIGITAL MARK I

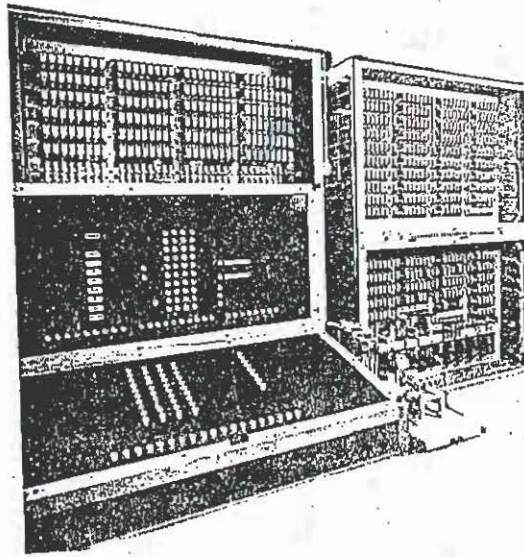
Transcurría el año de 1937, cuando el profesor Howard Aiken de la Universidad de Harvard se propuso utilizar los principios de la tarjeta perforada y los relevadores electromagnéticos para construir un mecanismo automático de cálculo. Con el apoyo de la compañía IBM realizó en mayo de 1944 la calculadora automática de control de secuencia denominada Mark I. La información se procesaba por medio de tarjetas perforadas; la secuencia de los cálculos se controlaba con una cinta ancha de papel perforado; los resultados también se obtenían en tarjetas perforadas. Con esta calculadora se pudieron resolver problemas de ingeniería y física, así como largas series de problemas aritméticos y lógicos. La Mark I fue conocida con el mote de *Bessie* y estaba constituida por 78 calculadoras conectadas entre sí; empleaba más de 3300 relevadores que accionaban dispositivos mecánicos como acumuladores a rueda, contadores, etc., su velocidad de multiplicación era de seis segundos para dos cantidades de 23 dígitos, los cuales podía sumarlos en tres segundos.

De esta serie se desarrollaron también la Mark II, Mark III y Mark IV. Con las calculadoras Mark se alcanza la automatización de los procesos.

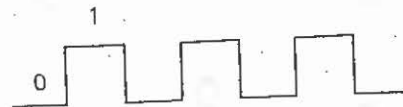
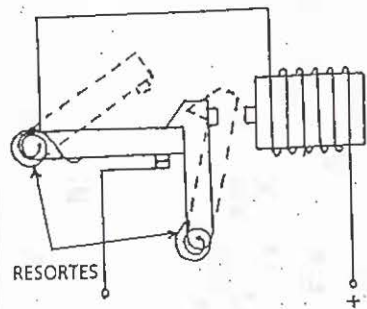
1.2.6 LOS CONCEPTOS DE VON NEUMANN (COMPUTADORA CON PROGRAMA ALMACENADO)

El Dr. J. Von Neumann, científico de origen húngaro, es considerado como uno de los principales autores para el desarrollo de la filosofía de las computadoras actuales. Su tratado que envió a la escuela Moore de la Universidad de Pensilvania en 1944, describe la filosofía básica del diseño de una computadora que almacena un programa y emplea un procesador central. Aunque Mauchly y Eckert ya habían pensado en el concepto del programa almacenado, estas ideas se expresan claramente por primera vez en el documento *First Draft of a report on the Edvac*, las cuales marcarían posteriormente el rumbo que se debería seguir para el diseño y construcción de computadoras.

Las ideas de Von Newman ayudaron notablemente a perfeccionar el diseño y construcción de computadoras y, aunque la EDVAC se diseñó teóricamente como la



KONRAD SUZE Y SU CALCULADORA Z3, CONSTRUIDA EXCLUSIVAMENTE A BASE DE RELEVADORES. EL RELEVADOR SE CONSTITUYÓ COMO UN DISPOSITIVO EXTREMADAMENTE CONFIABLE AUNQUE DE RESPUESTA LENTA.



EL RELEVADOR ACCIONA MAGNETICAMENTE LOS CONTACTOS PRODUCIENDO LOS ESTADOS CONDUCE CORRIENTE Y NO CONDUCE CORRIENTE, QUE REPRESENTARON DÍGITOS BINARIOS (1 o 0).

concepto de programa almacenado a diferencia del método de programación mediante conexiones hechas a mano.

Este novedoso concepto permitió que no sólo un grupo selecto de científicos utilizara la computadora, sino que ya fuera posible aplicarla en diversos problemas económicos, administrativos, de producción o todo lo que involucrara el proceso de información. Las primeras aplicaciones que se dieron en esa época fueron para realizar los cálculos que ayudaron a la construcción de la bomba H.

Por las características de este equipo, podemos decir que una computadora con programa almacenado se considera como la primera computadora electrónica realmente automática, es decir, que funciona con la mínima intervención del hombre, empleando sistema binario¹⁾. De esta manera se construyen:

La SSEC o computadora electromecánica (que para algunos es la primera que realmente cristaliza el sueño de Babbage y es totalmente *automática*).

La Manchester Mark I, que sólo se constituye como prototipo y no llega a terminarse completamente (junio de 1948).

1.2.7 LA PRIMERA COMPUTADORA ELECTRÓNICA

ATANASOFF - BERRY COMPUTER (LA ABC)

En 1935, el Dr. John Vincent Atanasoff, matemático y físico de la Universidad de Iowa, concibe la idea de una máquina electrónica (de bulbos) que pudiera reducir el tiempo de cálculo que requerían sus estudiantes para realizar los largos y complicados procesos que les dejaba de tarea en sus clases de física teórica. En 1939 decide realizar su idea con ayuda de uno de sus estudiantes graduados en física: Clifford Edward Berry; sin embargo, para 1940 manifiesta que encontraba muy poco entusiasmo de la comunidad por su dispositivo, inclusive cuando la propone a la IBM denominándola *máquina adecuada de cómputo*, recibe como respuesta que "a la IBM nunca le interesaría una máquina electrónica de cómputo". Ese fue un grave error para esa compañía, pues de haberle dado la importancia que se merecía, la IBM habría entrado a la fabricación de computadoras como líder absoluto en el procesamiento de datos,

1) NOTA: Aunque los dispositivos electromecánicos eran confiables, resultaban demasiado grandes y complejos para el uso de las grandes mayorías.

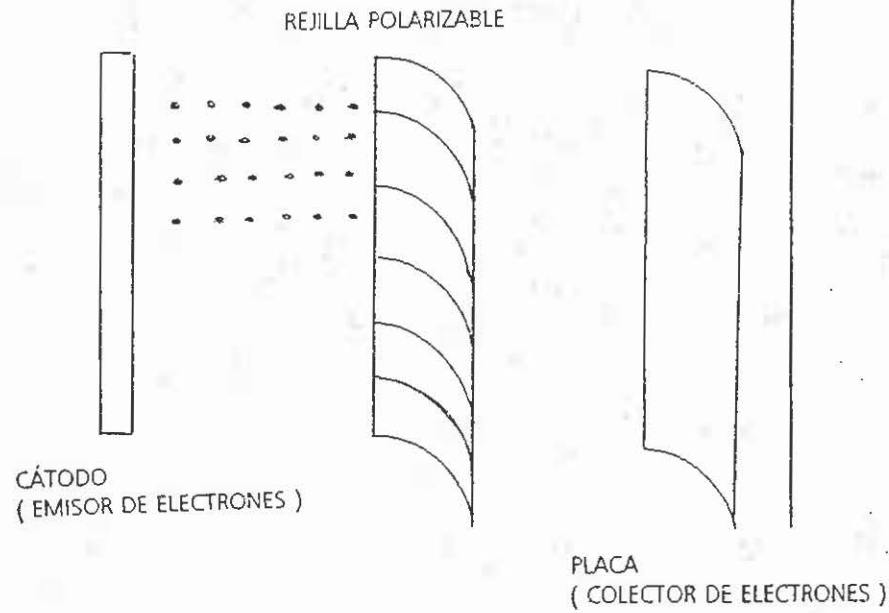
en ese tiempo ocultó la importancia de uno de los más grandes avances que se estaban dando. Se terminó la construcción del prototipo en 1942 y la única mención que hubo de él, fue en la revista de los alumnos de la Universidad de Iowa que comentaba brevemente dos dispositivos desarrollados por la División de Ciencias de la Universidad, los cuales al terminar la guerra cubrirían importantes necesidades, uno sobre "un montaje mejorado de manivela para microscopios" y "una máquina que puede resolver ecuaciones algebraicas lineales con 30 incógnitas mucho más rápido que cualquier dispositivo actual". La universidad decidió patentar el montaje mejorado, asegurándose los derechos de manufactura y perfeccionándolo en 1942, sin embargo nunca recibió ninguna regalía por dicho concepto. Se estima que de haberse patentado la computadora de Atanasoff - Berry, la universidad hubiese recibido durante las décadas 1950 - 1960 varios cientos de millones de dólares por derechos. Actualmente la Universidad de Iowa conserva únicamente cinco bulbos, un cilindro de metal y una placa metálica ubicados en el vestíbulo del antiguo edificio de física.

Aunque esta computadora no tuvo amplia difusión sobre su funcionamiento y posibilidades, posteriormente en un juicio sobre patentes, se le adjudicó el título de la primera computadora electrónica. Dicho prototipo usó bulbos para almacenamiento y funciones lógicas. El nombre que recibió fue *ABC*, o *Atanasoff - Berry - Computer*, y se empleó para la solución de ecuaciones simultáneas.

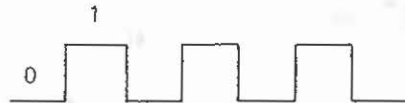
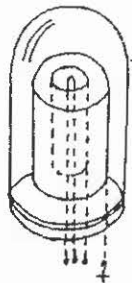


EL DR. JOHN VINCENT ATANASOFF Y EL M. EN C. CLIFFORD EDWARD BERRY

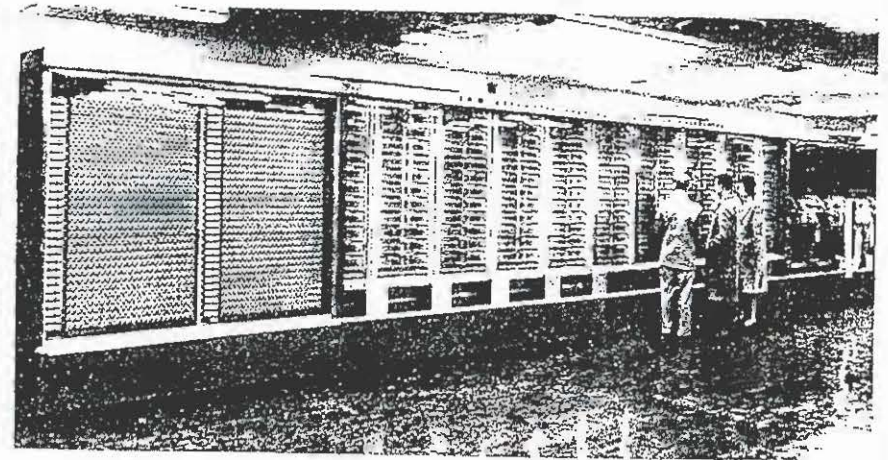
LA VÁLVULA TERMOIÓNICA O BULBO



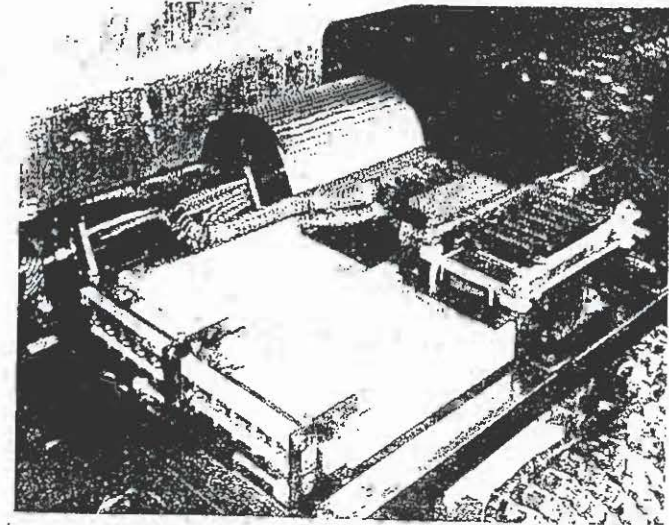
EDISON DESCUBRIÓ QUE LOS METALES INCANDESCENTES (COMO EL CÁTODO DEL BULBO), EMITEN ELECTRONES. MÁS TARDE, EN 1907, LEE DE FOREST INVENTA EL TRIODO DEL QUE SE MUESTRA EL DETALLE INTERNO.



EN EL BULBO EL FENÓMENO TERMOIÓNICO DESPRENDE ELECTRONES QUE SON CONTROLADOS EN SU PASO HACIA LA PLACA POR UNA REJILLA QUE AL POLARIZARSE PRODUCE LOS EFECTOS DE CONDUCCIÓN Y AUSENCIA DE CORRIENTE, ES DECIR: (1,0).



CALCULADORA DIGITAL MARK 1 (1944)



ABC (ATANASSOFF-BERRY-COMPUTER) (1942)

LA ERA DE LA INFORMACIÓN

LAS GENERACIONES	LAS PRIMERAS COMPUTADORAS	LA ENIAC, PROYECTO EDVAC		
	PRIMERA GENERACIÓN (1951)	-LA UNIVAC -LA FERRANTI MARK I	-BULBOS -MEMORIA SECUNDARIA DE TAMBOR MAGNÉTICO -LECTORA Y PERFORADORA DE TARJETAS	
	LA COMPUTADORA AL ALCANCE DE UN MAYOR NÚMERO DE PERSONAS.	SEGUNDA GENERACIÓN (1959)	TRANSAC S - 1000 GE 210, IBM 7090, IBM 1401, IBM 1620, NCR 304, RCA 501, ETC.	-TRANSISTORES -MEMORIA PRINCIPAL DE NÚCLEOS DE FERRITA -PRÓGRAMA ALMACENADO -INCLUYE SISTEMA OPERATIVO
		TERCERA GENERACIÓN (1964)	LA IBM 360	-CIRCUITOS INTEGRADOS -SISTEMA OPERATIVO MEJORADO
		CUARTA GENERACIÓN (1977 - ?)	MEJORA LO ANTERIOR Y APARICIÓN DEL MICROPROCESADOR	-TECNOLOGÍA VLSI, MEMORIAS A BASE DE CHIPS -RECONOCIMIENTO DE VOZ Y FORMAS -MICROCOMPUTADORAS -PAQUETES -SISTEMAS EXPERTOS
	LA QUINTA GENERACIÓN SE ESPERA EN LA DÉCADA DE 1990, INAUGURANDO LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	DARÁ INICIO LA ERA EN QUE LAS COMPUTADORAS MANEJARÁN CONOCIMIENTOS ADEMÁS DE DATOS; SERÁN CAPACES DE DIALOGAR CON EL HUMANO EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES, ASÍ COMO COMPRENDER DIBUJOS Y DIAGRAMAS		
HISTORIA DE LA COMPUTACIÓN EN MÉXICO				

2 LA ERA DE LA INFORMACIÓN

2.1 LAS PRIMERAS COMPUTADORAS

LA ENIAC

El Dr. John W. Mauchly de la Universidad de Pensilvania, inspirado en las ideas de Atanassoff (computadora ABC), formula sus propias ideas para la construcción de una computadora electrónica de uso general.

En 1945 con la colaboración del Ing. Presper Eckert utiliza las instalaciones de la Escuela Moore de Ingeniería Eléctrica para diseñar y construir la primera calculadora e integradora numérica denominada ENIAC, que permitiera resolver los problemas balísticos de la artillería del ejército de los Estados Unidos, utilizando también la característica de mayor o menor conducción de los tubos electrónicos para simular valores binarios. Al concluir su construcción, también se utilizó para proceso de grandes cantidades de cálculos estadísticos aplicados a la meteorología, en las instalaciones del campo de prueba de Aberdeen, en Maryland, donde estuvo en funcionamiento hasta 1956.

La computadora ENIAC pesaba más de 30 toneladas y ocupaba un área de 180 m², contenía 18000 bulbos (válvulas o tubos termoiónicos) que permitían la representación de cantidades binarias, contaba también con 20 acumuladores para el almacenamiento de datos. La entrada y salida de datos se llevaba a cabo con tarjetas perforadas y su programación se realizaba externamente en lenguaje de máquina (información en sistema binario), mediante distintas posiciones de interruptores y cableado. Su capacidad de operación incluía las cuatro operaciones básicas, extracción de raíces cuadradas y uso de tablas de funciones. Su velocidad alcanzaba 300 multiplicaciones por segundo, en contraste de una multiplicación por segundo, que alcanzaban los mejores equipos electromecánicos de la época. La difusión de los trabajos que con ella se realizaban hace que esta computadora sea considerada como la que inaugura la primera generación de computadoras electrónicas.

EL PRIMER DISEÑO DE COMPUTADORA CONSIDERADA REALMENTE AUTOMÁTICA: LA COMPUTADORA EDVAC

En 1946 John Von Neumann colaboraba con un grupo de la Universidad de Pensilvania en el diseño de una computadora que se denominaría EDVAC (computadora automática electrónica discreta y variable). La gran innovación en este diseño era el

concepto de *programa almacenado* que realmente convertiría en automática a la computadora y se cumpliría el sueño de Babbage. Con esta idea surgen otros diseños que se construyen de inmediato, sin embargo la EDVAC fue construida hasta 1952. Lo importante de este diseño es que utilizaba el sistema de numeración binaria e **introducía el concepto de programa almacenado**, a diferencia del método de programación mediante conexiones hechas a mano por fuera. Este novedoso concepto permitió que no sólo un grupo selecto de científicos utilizara la computadora, sino que ya fuese posible aplicarla en los más diversos problemas económico administrativos, de producción y todo lo que involucrara el proceso de información. Entre las primeras aplicaciones de esa época estuvieron los cálculos que ayudaron a la construcción de la bomba H. Por las características de este equipo, podemos decir que la EDVAC se constituyó como el proyecto innovador que concibió la primera computadora electrónica realmente automática, es decir, que funcionaría con la mínima intervención del hombre empleando sistema binario.

2.2 PRIMERA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS

LAS COMPUTADORAS UNIVAC Y FERRANTI MARK I, COMPUTADORAS QUE INAUGURAN COMERCIALMENTE LA PRIMERA GENERACIÓN

Mauchly y Eckert se asociaron para establecer una compañía para el desarrollo de la primera computadora comercial. La Sperry-Rand Corporation adquirió dicha compañía y se produjo el modelo UNIVAC que es considerado el primero de esta generación que tuvo éxito comercial; sin embargo, en Inglaterra la Ferranti Ltd. construye una computadora que apoyó el desarrollo de la bomba atómica por el gobierno y comercializó varias de estas máquinas poco antes que la Sperry-Rand.

A partir de esta primera generación se observó la imposibilidad de almacenar toda la información directamente en la memoria primaria y surgen los dispositivos de almacenamiento secundario como el tambor y la cinta magnéticos. En un principio se empleó como dispositivo de entrada la lectora de tarjetas perforadas y como dispositivo de salida la cinta perforada. Posteriormente se empleó como unidad de salida la impresora de impacto.

El concepto de primera generación de computadoras se asocia a las computadoras de bulbos con la posibilidad de uso más generalizado y por un número mayor de personas, esto es, cuando deja de ser un dispositivo exclusivo de universidades o centros de desarrollo y puede ser utilizado en forma más amplia, incluyendo empresas en general. De esta manera, a finales del año 1958 ya existe un buen número de aplicaciones para la solución de problemas operativos de las empresas. Este enfoque considera también la automatización mediante el concepto de programa almacenado.

y el surgimiento de los lenguajes de alto nivel que permiten su uso a un número mayor de personas (las instrucciones para la computadora no implican conocer su funcionamiento). Durante esta generación las técnicas de programación se refinan, pasando a los lenguajes de tipo simbólico, a la aparición del FORTRAN en 1955 (FORmula TRANslation), como lenguaje universal de los procesadores para problemas científicos y de ingeniería, y la aparición del lenguaje orientado a los negocios en 1959: COBOL (COMmon Bussines Oriented Language). En estos lenguajes se utilizan palabras del idioma inglés y ciertas reglas para la construcción de instrucciones que realizan las computadoras.

Durante esta generación uno de los objetivos fue desarrollar memorias (o dispositivos para almacenar y recuperar información o datos) con la capacidad adecuada para manipular la información que se necesitaba procesar: las aplicaciones comerciales o de negocios requerían pocos cálculos numéricos y almacenar grandes cantidades de información, y las aplicaciones científicas necesitaban gran cantidad de operaciones y el almacenamiento de pocos datos. Las primeras computadoras usaron como memorias: tarjetas perforadas, relevadores, bulbos y tablas de funciones, y se les clasificó en: primaria o de alta velocidad y secundaria (dispositivos adicionales como tambores y discos magnéticos). La evolución de la memoria principal utilizó:

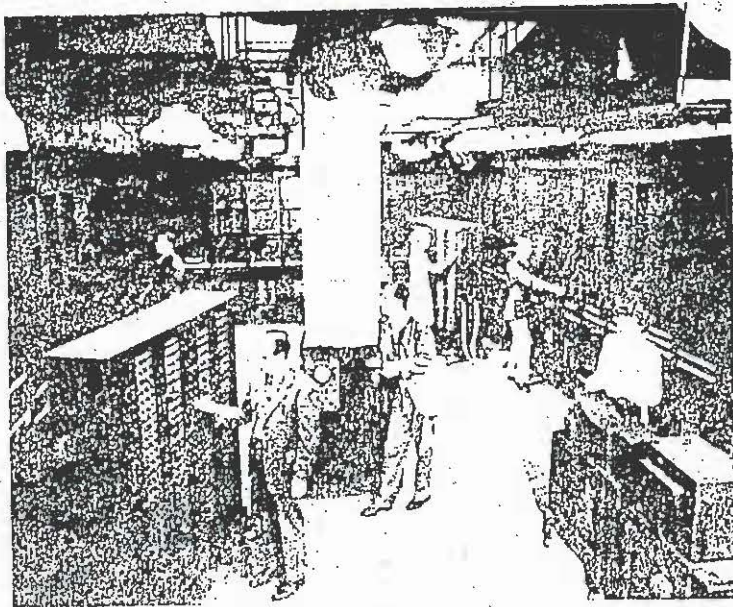
- Bulbos por cada bit, con el problema de gasto de energía y el consiguiente descenso de la confiabilidad.

- Líneas de retardo (delay lines), cuyo concepto se desarrolló con el radar pero que debido a su estructura dinámica resultó demasiado lenta. Este tipo de memoria dinámica fue usada en máquinas como la BINAC, WHIRLWIND y UNIVAC I.

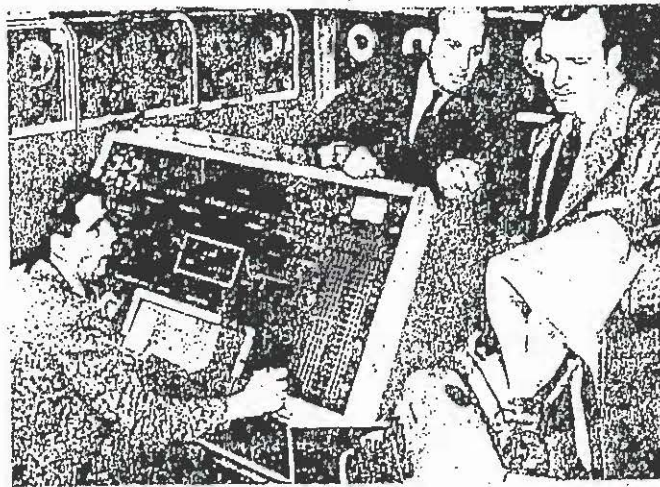
- Tubos electrostáticos o de Williams, que resultaron demasiado sensibles a alteraciones electromagnéticas y por lo tanto poco confiables. A pesar de ello se produce la IBM 701 de gran éxito comercial.

- El tambor magnético tanto en memoria principal como en secundaria, con una enorme reducción del costo por bit. La primera computadora que usa este tipo de memoria como principal fue la ERA 1101.

- Las memorias de núcleos magnéticos constituidas por anillos magnetizables que podían almacenar uno de dos estados (0 o 1). Esta tecnología superó en confiabilidad y rapidez a las anteriores, aunada a un bajo costo se mantuvo hasta finales de la década de los sesentas cuando surge una nueva tecnología. La primera computadora comercializada con esta tecnología fue la UNIVAC 1103A en 1954. Las primeras memorias fueron de 4096 palabras de 36 bits (4K o 2^{12}) que aumentó a 8192



COMPUTADORA ENIAC



COMPUTADORA UNIVAC 1

palabras ($8K$ o 2^{13}) en 1956 y a 32768 palabras ($32K$ o 2^{15}) en 1957. Tal cantidad de memoria permitió incorporar como adelanto la aritmética de punto flotante, registros índice, el programa monitor (para un mejor aprovechamiento de los recursos de la computadora) y el lenguaje FORTRAN.

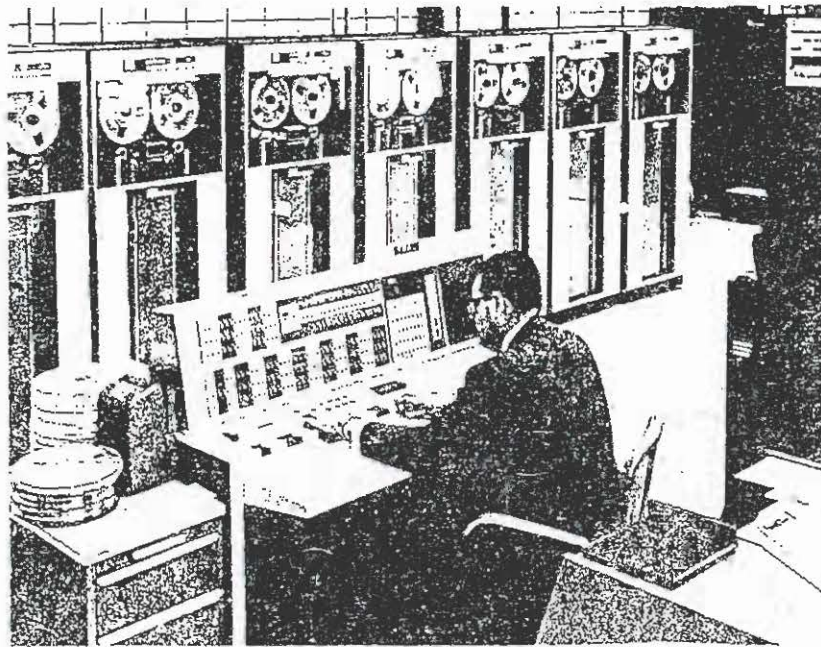
2.3 SEGUNDA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS

LAS COMPUTADORAS QUE INAUGURAN TECNOLÓGICA Y COMERCIALMENTE LA SEGUNDA GENERACIÓN

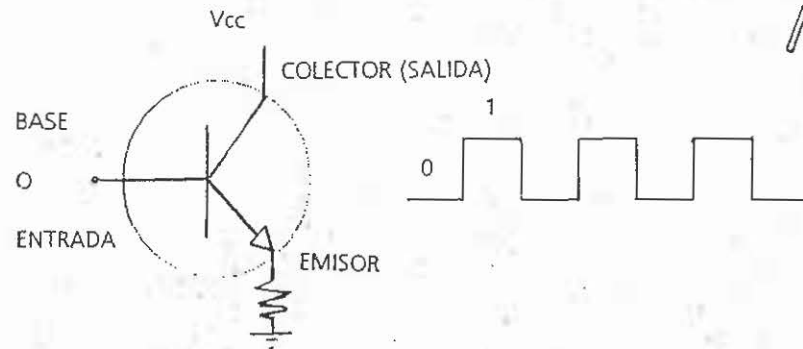
En 1948 los estadounidenses J. Bardeen, W. M. Brattain y W. Shockley de los Laboratorios Bell inventan el transistor, utilizando cristales de silicio o germanio (semiconductores) y otros elementos que aprovechan el efecto de conducción o no conducción de corriente eléctrica y, de esta manera, representan los estados 0 y 1 que se requieren para la representación de información en una computadora. Con ellos se reduce el tamaño a milímetros en lugar de los centímetros de un bulbo, son 10 veces más rápidos y pasan del estado 1 al estado 0 en décimas de millonésima de segundo, pero sobre todo, trabajan sin calentamiento excesivo como los bulbos y por consecuencia menos fallas y una mayor vida útil.

La PHILCO Corporation produjo en 1954 los transistores que se emplearían en la segunda generación de computadoras (transistor mejorado) y, bajo un contrato con la NATIONAL SECURITY AGENCY, construyó la TRANSAC S-1000 que fue la primera computadora totalmente transistorizada, aunque no comercializada para el público en general. De esta manera la PHILCO inaugura tecnológicamente la segunda generación de computadoras. Además construye otras computadoras como la CXPQ y la TRANSAC 2000.

Surgen entonces las primeras computadoras de transistores que se comercializan a partir del año de 1959; aparecen en orden cronológico las primeras computadoras comerciales que son: GE 210, IBM 7090, IBM 1401, IBM 1620, NCR 304, RCA 501. En esta generación se logran importantes avances en los dispositivos de memoria auxiliar con la aparición de discos magnéticos fijos, así como también unidades de discos removibles que permiten almacenar millones de caracteres que constituyen todo un banco de información y se aprovecha la característica de su intercambiabilidad. También se da un gran desarrollo en los dispositivos de entrada y salida, pudiéndose conectar terminales remotas a través de líneas telefónicas en lo que se denomina tiempo real (o tiempo para consultar, procesar y presentar la respuesta). Estas máquinas contaban con



COMPUTADORA IBM 7090 (1959).
UNA DE LAS PRIMERAS TOTALMENTE TRANSISTORIZADAS



EN EL TRANSISTOR CUANDO NO EXISTE SEÑAL EN LA BASE, EN LA SALIDA SE OBTIENE UN VOLTAJE QUE REPRESENTA UN UNO. CUANDO SE APLICA UN VOLTAJE DE ENTRADA, SE PRODUCE EL EFECTO DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE COLECTOR A EMISOR Y EL VOLTAJE DE SALIDA DISMINUYE, PRODUCIÉNDOSE EN ESTE CASO UN CERO (LENGUAJE BINARIO).

una memoria principal compuesta de núcleos de ferrita que para representar los estados 0 y 1 cambiaban de orientación mediante el paso de la corriente eléctrica, constituyendo lo que se conoce como memoria principal o de alta velocidad. El programa fue almacenado en memoria, y fue posible incluir un sistema monitor que permitía poner en operación la computadora y leer las instrucciones complejas de los programas (sistema operativo primitivo que administra los recursos de la máquina y controla los procesos de entrada y salida).

El número de computadoras instaladas para finales de 1964 alcanzaba las 25000 unidades, de las cuales 20000 se encontraban en Estados Unidos y las demás en el resto del mundo. México tenía instaladas aproximadamente 50 computadoras de marcas diversas. En esta generación sólo se rentan las grandes computadoras por parte de Remington Rand (UNIVAC) y de la IBM.

2.4 TERCERA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS

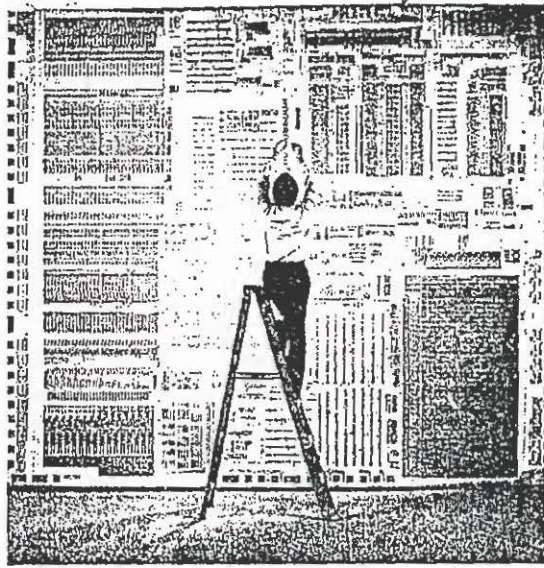
Se caracterizó por utilizar circuitos integrados (chips o microcircuitos). Uno de estos microcircuitos inicialmente contenía, en un espacio equivalente al de una goma de borrar de un lápiz, miles de elementos que a su vez podían ser circuitos complejos. El transistor ha reducido enormemente su tamaño original y con esta tecnología también se disminuyó el volumen de los demás componentes electrónicos para producir dichos microcircuitos.

El primer modelo de un circuito integrado fue diseñado por Jack Kilby en 1958 (de la Texas Instruments) y contenía un transistor, tres resistencias y un capacitor. Dicho modelo indicaba la conveniencia de construir un circuito con diversos componentes, aprovechando técnicas fotográficas sobre una lámina de semiconductor y fue perfeccionado y puesto a punto para su comercialización por Robert Noyce en julio de 1959.

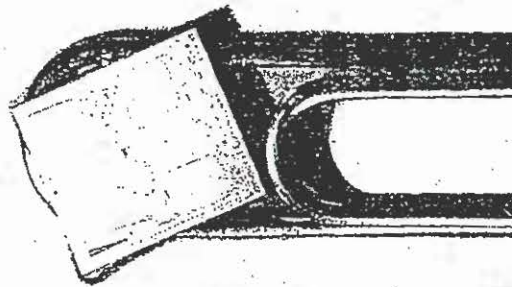
La primera computadora con circuitos integrados se ubica en abril de 1964 con la introducción del sistema 360 de la IBM, cuya arquitectura fue diseñada por el Dr. Gene Amdahl. En esta generación tanto las computadoras de IBM como las de CDC, UNIVAC, GE y Burroughs, entre otras, vencen la barrera de la incompatibilidad del software y se inicia la era del software portátil, es decir, que para cambiar de una computadora a otra no es necesario volver a diseñar o reprogramar totalmente. Es importante comentar que el circuito integrado es resultado de avances tecnológicos y no de nuevos descubrimientos.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

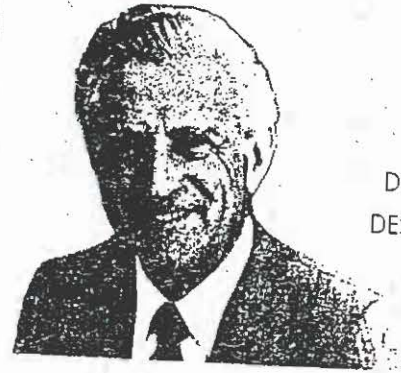
- a) Se procesan automáticamente los distintos programas.



EL DISEÑO DE UN "CHIP" SE REALIZA PRIMERO A GRAN ESCALA.

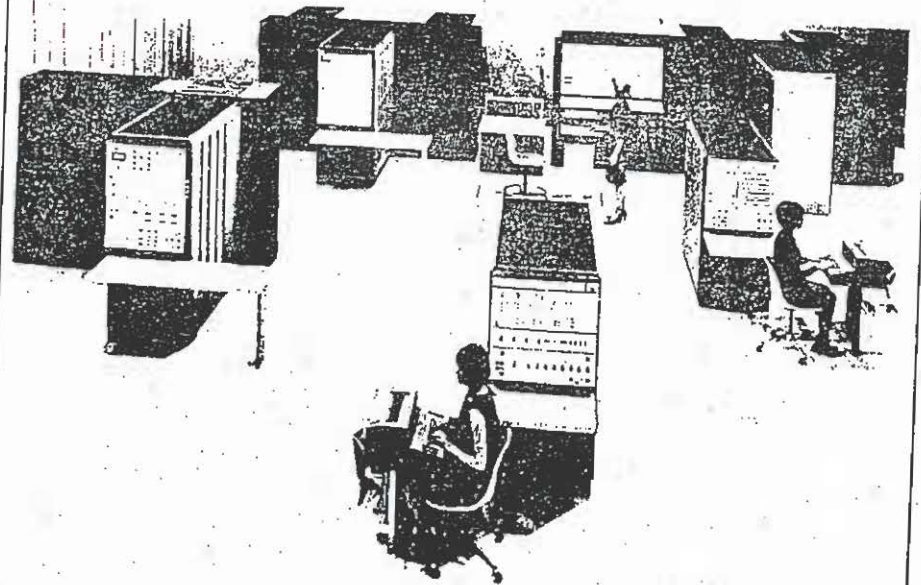


EL TAMAÑO DE UN "CHIP", COMPARADO CON UN "CLIP", PUEDE CONTENER MILLONES DE TRANSISTORES Y MILES DE CIRCUITOS COMPLEJOS.



DR. GENE AMDHAL (1964)

DISEÑADOR DE LA PRIMERA COMPUTADORA
DESARROLLADA A BASE DE CHIPS INTEGRADOS
QUE INAUGURA LA TERCERA
GENERACIÓN DE COMPUTADORAS.



COMPUTADORA IBM 360

- b) Puede trabajar continuamente autogobernándose, por lo que el operador sólo interviene cuando surgen prioridades o anomalías.
- c) En caso de anomalía, la computadora diagnostica el problema.
- d) Permite la multiprogramación (ejecución de muchos programas en la memoria principal).
- e) Permite el multiproceso (procesos simultáneos).
- f) El procesamiento en tiempo real se ha incrementado notablemente con relación a la generación anterior.
- g) Se usan los discos flexibles y aparecen las lectoras ópticas.
- h) Surgen las empresas que comercializan software.
- i) El sistema operativo es mejorado permitiendo la multiprogramación y el multiproceso, así como un control más eficiente de la computadora.

2.5 CUARTA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS

Para muchos esta generación es la evolución y mejora de la anterior; sin embargo, podemos considerar que ocurren innovaciones trascendentes que nos permiten considerarla aparte, a saber:

- a) La muy alta integración en los circuitos con la tecnología LSI (alta integración de circuitos) y VLSI (muy alta integración de circuitos). Se desarrollan memorias de estado sólido (chips).
- b) El reconocimiento de la voz.
- c) El reconocimiento de formas gráficas.
- d) El desarrollo del microprocesador que permitió a su vez la aparición de la computadora personal que realmente se considera como una de las grandes innovaciones de esta generación.
- e) Utilización de software evolucionado para aplicaciones específicas (paquetes).
- f) Sistemas expertos

a) Circuitos VLSI y memorias

La muy alta integración ha alcanzado a empaquetar millones de transistores en un solo circuito integrado, gracias a sofisticadas técnicas de diseño y a las aportaciones de estudios físico matemáticos y químicos de la era espacial que han indicado cómo reducir espacios intermoleculares en semiconductores al eliminar la gravedad. Uno de los grandes avances en la cuarta generación es la utilización de circuitos integrados como memorias de alta velocidad en sustitución de memorias de núcleos magnéticos.

Las memorias de núcleos magnéticos que inventó el Dr. An Wang y que se usaron ampliamente durante las dos primeras generaciones de computadoras se han vuelto obsoletas, y en esta cuarta generación se emplean sólo circuitos integrados y para el procesamiento de la información se cuenta con memoria de almacenamiento primario de alta velocidad, denominada RAM (Random Access Memory), que es una memoria que se borra cuando se apaga la computadora y se considera como de almacenamiento temporal o volátil.

Además, para almacenamiento de los programas con información que no puede ser modificada por el usuario y que se carga automáticamente al encender la computadora para que podamos emplearla se cuenta con la memoria ROM (Read Only Memory). Los programas ROM están escritos en un lenguaje denominado microcódigo y en su conjunto constituyen lo que se denomina FIRMWARE.

Otro tipo de memoria disponible en circuito integrado es la PROM (Programmable Read Only Memory), en la que el usuario carga programas y datos sólo de lectura. Esta memoria está cargada con programas y datos de aplicaciones especiales que rara vez se modifican. Una variante de esta memoria es la EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), la cual puede borrarse completamente y volver a programarse.

b) Reconocimiento de la voz

En el reconocimiento de la voz y la traducción a otros idiomas se analizan las frases una y otra vez, en términos de vocabulario y sintaxis. Se aplican todas las reglas de gramática utilizando teoría probabilista para dar mayor o menor peso a cada palabra; al terminar cuando se ha analizado el comportamiento morfológico, sintáctico y semántico, se obtiene una gran variedad de posibles interpretaciones. Ahora se emplean reglas recursivas para reanalizar el contexto y optar por la mejor interpretación.

Esta tecnología revolucionará la difusión y documentación de la información, permitiendo, cuando logre desarrollarse completamente, el diálogo en lenguaje hablado con la computadora. Al momento actual ya es posible dialogar con ella mediante un lenguaje reducido y bajo ciertas reglas.

c) Reconocimiento de formas gráficas

Actualmente la computadora reconoce rasgos tales como firmas de personas, huellas digitales y otra serie de patrones que no coinciden necesariamente con caracteres.

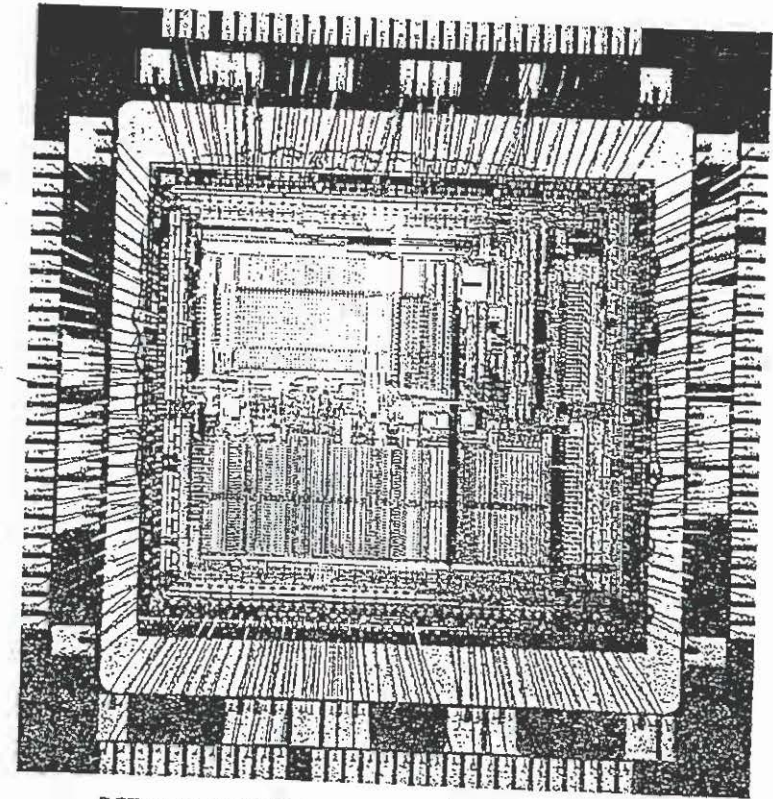
d) El microprocesador y la microcomputadora

Intel Corporation ha sido uno de los principales líderes en el desarrollo del microprocesador que se ha empleado en la moderna computadora personal y que satisface los requerimientos de tamaño mediano de proceso de información. La tecnología desarrollada para sus microprocesadores 8086, 80286, 80386, y 80486 se denomina *CISC (Complex Instruction Set Computers, o código complejo de instrucciones)*, en donde las complejas instrucciones son interpretadas por un microprograma que reside en el mismo chip; debido a que múltiples procesos se efectúan de manera repetitiva, en esta tecnología se disminuye el desempeño o performance por la gran cantidad de instrucciones. Debido a ello se ha desarrollado otra tecnología denominada *RISC (Reduced Instruction Set Computers)*, en la que se emplearon secuencias de instrucciones más simples que redujeron el tiempo de ejecución; de esta manera se crearon nuevas computadoras de tamaño medio que prácticamente alcanzan el performance o desempeño de las grandes computadoras o mainframes. Este nuevo mercado, (más selecto) es el de computadoras de tamaño intermedio y el de las workstations, que atienden a usuarios que requieren bastante proceso numérico y diseño por computadora.

La característica más importante de todo equipo de cómputo es el parámetro conocido como MIPS (los millones de instrucciones que son capaces de procesar por segundo). Una medida alterna de la eficiencia de la computadora, es la medición de total de operaciones de punto flotante (o real) por unidad de tiempo (millones de instrucciones de punto flotante o mflows).

El origen del microprocesador se ubica en 1971, cuando las compañías INTEL y TEXAS INSTRUMENTS desarrollan los primeros microprocesadores. El inventor del primer microprocesador fue el ingeniero Marcian E. Hoff que ante la problemática de producir circuitos integrados para aplicaciones específicas, se le ocurrió la idea de un chip programable, en el que las instrucciones para su aplicación estarían escritas en una memoria ROM, y de esa manera el mismo procesador podría funcionar para una calculadora, una lavadora, un robot, etc. El primero en aparecer es el Chip 4004 de INTEL. Lo más importante del desarrollo del microprocesador por parte de esa compañía (propriadamente la inventora del microprocesador y una de las líderes), se describe así:

- 1) En abril de 1974 con el microprocesador 8080, que se emplea en la primera microcomputadora: la Altair.
 - BUS de 8 bits
 - 6000 transistores
 - Un reloj de 2 MHz
 - El total de MIPS que ejecutaba era de .64
- 2) En junio de 1978 se crea el microprocesador 8086, al año siguiente



DETALLE AMPLIFICADO DE UN MICROPROCESADOR

EN EL AVANCE TECNOLÓGICO, EL DESARROLLO DEL MICROPROCESADOR HA SIDO UNO DE LOS MÁS IMPORTANTES. CON SU APARICIÓN SURGE LA COMPUTADORA PERSONAL QUE HA PENETRADO HASTA LOS LUGARES MÁS RECÓNDITOS DEL PLANETA. ESTA INNOVACIÓN, POR SU GRAN TRASCENDENCIA, ES PRECISAMENTE LA QUE PERMITE HABLAR DE UNA NUEVA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS: LA CUARTA.

(LA COMPUTADORA AL ALCANCE DE TODOS)

junio de 1979 surge el 8088 que se emplea en la IBM PC de 1981. Ambos con las siguientes características:

- BUS de 16 bits
- 29000 transistores
- Un reloj de 4.77, 8 y 10 MHz
- El total de MIPS que ejecutaba era de .33

- 3) En febrero de 1982 surge el microprocesador 80286 que se emplea en microcomputadoras IBM PC - AT de 1984. Incluye:
 - BUS de 16 bits
 - 134000 transistores
 - Un reloj de 4.77, 8 y 10 MHz
 - El total de MIPS que ejecutaba era de 1.2
- 4) En octubre de 1985 aparece el microprocesador 80386DX que se emplea en microcomputadoras Compaq Deskpro 386 de 1986:
 - BUS de 32 bits
 - 275000 transistores
 - Un reloj de 16 MHz
 - El total de MIPS que ejecutaba era de 6
- 5) En junio de 1988 se tiene el microprocesador 80386SX. Con:
 - BUS de 32 bits
 - 275000 transistores
 - Un reloj de 16 MHz
 - El total de MIPS que ejecutaba era de 12.5
- 6) En abril de 1989 surge el microprocesador 486DX que cuenta con:
 - BUS de 32 bits.
 - 1.2 millones de transistores
 - Reloj de 25, 33 y 50 MHz
 - El total de MIPS que ejecuta es de 20
- 7) En marzo de 1992 aparece el microprocesador 80486DX2:
 - BUS de 32 bits
 - 1.2 millones de transistores
 - Reloj de 66 MHz
 - El total de MIPS que ejecuta es de 54

Intel ha desarrollado para la familia de microprocesadores 386-486, diversas variantes incluyéndoles en algunos casos coprocesadores matemáticos; en la serie 486 duplicó el número de instrucciones realizadas por ciclo de su reloj, doblando virtualmente su velocidad de proceso. Además introduce nuevos CHIPS como el

386SL para la Notebook y el 486SX que no incluye coprocesador y la serie 486DX2 cuyo reloj de 25/50, 33/66 MHz duplica la velocidad con respecto al motherboard anterior. Una innovación importante es emplear menor consumo de energía, alimentando con 3.3 volts.

8) En mayo de 1993 se lanzó el microprocesador 586, P5 o Pentium:

- BUS de 64 bits
- 3.2 millones de transistores
- Reloj de 66 MHz
- El total de MIPS que ejecuta es de 112

Con el procesador PENTIUM, la microcomputadora (PC, PS y notebook) reta el ámbito de trabajo de las estaciones de trabajo o workstations, que ha estado concentrado en los grandes centros de investigación, universidades, institutos y empresas medianas. La microcomputadora desafía dicho liderazgo, ofreciendo además de su poder de proceso, la posibilidad de trabajo con la popular paquetería con que cuenta actualmente; las desventajas que enfrentará serán la competencia en precios entre la PC y las workstations y que los productores de software abaraten las aplicaciones para dichas estaciones. La primera serie de estos microprocesadores salió al mercado con un defecto de diseño que provocó error al dividir cantidades, lo cual motivó cierta desconfianza en ese producto.

Para finales de 1995 se espera lanzar el sucesor del pentium que contendrá alrededor de 10 millones de transistores y un mayor número de MIPS:

La guerra tecnológica entre tecnologías CISC y RISC tiende a reducir el precio de los equipos, su tamaño y a aumentar la velocidad de proceso. Se espera que al futuro, la tecnología RISC sobrepase en ventajas a todo lo logrado por CISC.

La capacidad de la memoria principal o RAM en las microcomputadoras al avanzar el tiempo y desarrollarse el microprocesador con tecnología CISC es como sigue:

1973	8 K
1976	16 K
1979	64 K
1982	256 K
1985	1 MB
1988	16 MB
1991	32 MB
1993	64 MB
1994	96 MB

El software ha evolucionado de tal manera que actualmente se cuenta con paquetes cuyo uso no requiere saber programar, tan sólo conocer y aplicar adecuadamente una serie de comandos para obtener resultados diversos que van desde el procesamiento de textos, generación de informes y reportes para empresas, hasta el análisis estadístico. Por otro lado, el manejo del software se ha simplificado mediante las interfaces gráficas, puesto que ahora a través de pequeñas imágenes que se seleccionan, se puede ejecutar comandos sin necesidad de aprender su sintaxis. En breve se espera una interfase de comunicación con la microcomputadora mediante símbolos gráficos e instrucciones habladas para el proceso de la información.

f) Sistemas expertos

Los sistemas expertos basados en el conocimiento colaboran en el proceso de razonamiento humano en temas específicos como en el caso de la medicina, análisis económicos y financieros entre otras áreas. De hecho un sistema experto incluye toda una base de datos con la información relativa al área de conocimiento humano que se considera. Por consiguiente el programa contiene hechos o experiencias y un sistema de reglas que le permitirá emular el razonamiento de un experto en el tema. Para emplear un sistema experto se procede mediante una serie de preguntas y respuestas; cada respuesta determina la naturaleza de la siguiente pregunta, de tal manera que mediante aproximaciones sucesivas se logrará determinar la solución correcta al problema que se trata. Estos sistemas han tenido un amplio desarrollo, sin embargo, adolecen de la sensibilidad y percepción del ser humano; no obstante son de invaluable ayuda en muchos casos.

Adicionalmente se espera que la microcomputadora se reduzca aún más de tamaño, que todas sean portátiles, incluyendo posibilidades de conexión a las redes de comunicación telefónica para enlazarse con otro dispositivo de cómputo en cualquier lugar del mundo, también el de un videoteléfono o un teléfono celular; además de servir como secretaria/agenda electrónica automática las 24 horas del día.

En esta cuarta generación también se produce una gran investigación y desarrollo de las grandes computadoras y aparecen las supercomputadoras como la CRAY de la UNAM, diseñada por Seymour R. Cray que realiza 200×10^6 operaciones por segundo, es decir se incrementa de nuevo el número de MIPS (millones de instrucciones por segundo), ésta es la principal característica o poderío de cómputo, aunada a la gran memoria interna de 8 megabytes que puede ampliarse hasta 20 gigabytes.

ANTECEDENTES

Cuando el ingeniero Marcian E. Hoff de Intel Corporation inventó el microprocesador en un CHIP (de 1969 a 1971), nació el cerebro de las microcomputadoras. El microprocesador es un circuito integrado que se programa para tareas diversas y proceso de información en forma general. Con ese microprocesador se tenía de hecho una computadora en un CHIP, de tal manera que lo único que faltaba era gente con visión clara de sus tremendas posibilidades; prácticamente sólo había que interconectarle un dispositivo de entrada, una memoria para almacenamiento, un dispositivo de salida y una fuente de alimentación que permitiera el funcionamiento del conjunto, para elaborar software, almacenar información, procesar y obtener resultados. Al surgir las primeras microcomputadoras, también surge la comercialización del software que culmina su popularidad con la aparición de los paquetes para procesamiento de palabras, bases de datos y hojas electrónicas (que ponen al alcance de todos el poder del cálculo electrónico sin la necesidad de saber programar).

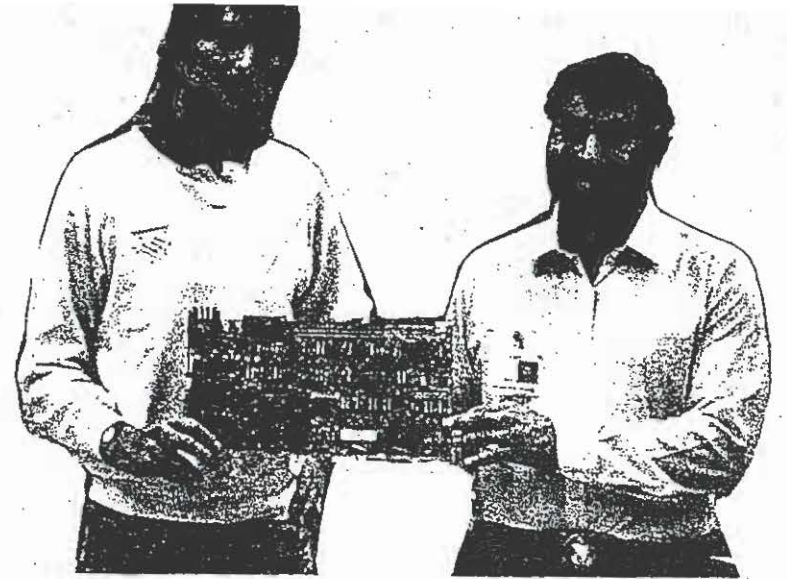
LA PRIMERA MICROCOMPUTADORA ALTAIR 8800

Con el nacimiento de los microprocesadores (serie 8000 de 8 bits), en 1975 Ed Robert, dueño de la compañía Micro Instrumentation and Telemetry Systems (MITS), trabaja con algunos amigos para desarrollar la primera microcomputadora, la Altair 8800, cuyo nombre fue sugerido por su hija con base en el destino de la nave de la serie de televisión viaje a las estrellas. Esta primera microcomputadora en un inicio se programaba mediante interruptores y la salida se obtenía por medio de focos parpadeantes, utilizaba un microprocesador Intel 8080 y poseía una memoria de 256 bytes. Dada su dificultad de uso puede considerarse como la gran innovación tecnológica pero no como el dispositivo de cómputo que todos pudiesen emplear fácilmente. El problema principal fue su comercialización, pues Ed Robert no se daba abasto para producir lo que le pedían. En ese mismo año Bill Gates y Paul Allen desarrollan un intérprete BASIC que facilitó su uso, además de que se le adiciona una unidad de disco como memoria secundaria; más adelante, en febrero de 1976, Bill Gates desarrolla su sistema operativo. Posteriormente Gates y Allen se separan de la compañía de Ed para constituir la compañía que se constituirá como una de las líderes de la venta del software (Microsoft).

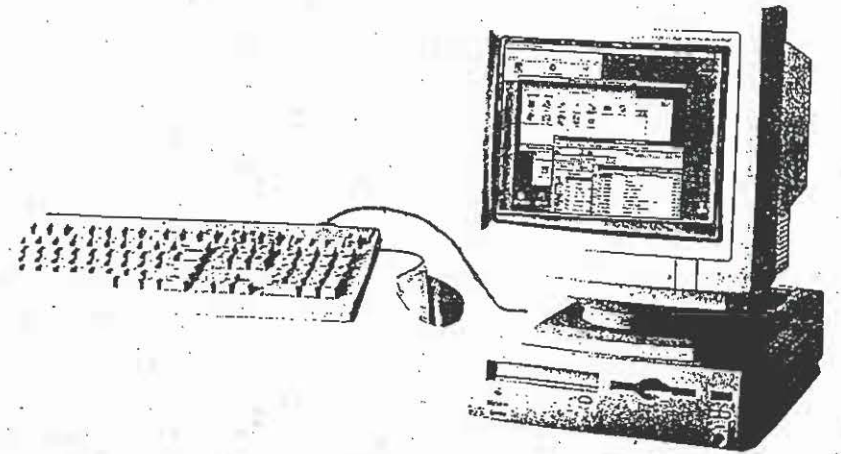
EL NACIMIENTO DE LAS MICROCOMPUTADORAS APPLE (COMPAÑÍA QUE COMERCIALMENTE MARCA EL INICIO DE LA ERA DE LAS MICROCOMPUTADORAS)

Steve Wozniak, ingeniero de la Hewlett Packard, desarrolló una microcomputadora cuyo funcionamiento demostró a sus amigos en el Homebrew Computer Club de la ciudad de San Francisco. Steve Jobs, amigo de Wozniak e ingeniero de la Atari, pensó que la máquina tenía futuro y le sugirió que se unieran en una compañía para terminar de desarrollarla y venderla; Jobs vendió su Volkswagen; Wozniak su calculadora y con los \$1350 dólares que reunieron financiaron el desarrollo de la microcomputadora. Trabajaron en el garaje de los padres de Jobs para construir las primeras 50 Apple I que, a su vez, permitieron la adquisición de nuevos componentes para otras 150 (cuyo costo aproximado fue de 667 dls). La Apple I incluía teclado, el uso de casete para almacenamiento de información o programas y un monitor para salida de información.

En 1977 salió al mercado el modelo Apple II, que empleaba una fuente de alimentación y la posibilidad de gráficas en color como salida; las ventas alcanzaron un total aproximado de un millón de dólares. En 1978, la Apple introduce la primera unidad de disco flexible para su microcomputadora y para 1980 sus ventas alcanzaron aproximadamente 300 millones de dólares. En términos de microcomputadoras vendidas para 1984 se alcanzó un total de dos millones del modelo Apple II. Como parte de sus desarrollos importantes, en cuanto a tecnología de software, en 1983 introducen el modelo *lisa* que utilizaba menús y ratón para señalar y activar sus comandos, idea que había sido desarrollada desde 1970 por dos investigadores: Dan Ingalls de Xerox Palo Alto Research Center (PARC), California, y Doug Engelbart del Stanford Research Center. Ese modelo que hacía innecesario aprender comandos, no tuvo gran aceptación debido a su alto costo (aproximadamente 10,000 dls.), sin embargo, condujo en 1984 al desarrollo de la Apple Macintosh, fácil de usar (amigable, por el uso de menús), poderosa y realmente barata si se compara con el precio promedio de las microcomputadoras de esa época. En 1985, lanzan a la venta la impresora Apple laserwriter. Ello, con todo el software que también se había desarrollado para el manejo de textos e imágenes, marca el comienzo del desktop publishing (la publicidad en caso de escritorio).



STEVE JOBS (IZQUIERDA) COLABORÓ CON STEVE WOSNIAK (DERECHA) EN EL DESARROLLO Y COMERCIALIZACIÓN DE LA MICROCOMPUTADORA DE ÉSTE ÚLTIMO. JUNTOS FUNDARON LA APPLE COMPUTER QUE CONSTITUYÓ LA COMPAÑÍA QUE PRIMERO COMERCIALIZÓ LAS MICROCOMPUTADORAS.



LA APPLE ES LA PRIMERA EN UTILIZAR EL CONCEPTO DE MENÚS AMIGABLES.

HISTORIA DE LA COMPAÑÍA IBM (UNA DE LAS COMPAÑÍAS LÍDERES ACTUALMENTE)

En el año 1880 Herman Hollerith recibió la sugerencia de aplicar las tarjetas perforadas para procesar la información del censo de Estados Unidos. Con la gran visión que tenía, decide fabricar un dispositivo que contabilizara las respuestas negativas y afirmativas de un cuestionario; para 1890 cuenta ya con su máquina tabuladora que asociaba las respuestas afirmativas del censo con la existencia de agujeros en una tarjeta y las respuestas negativas con su ausencia, a continuación adapta la información del total de cuestionarios de 62,622,250 personas en tan sólo un mes y procesa el total de preguntas en dos años y medio en lugar de siete; con esta simplificación no se requirieron los cientos de oficinistas que manualmente procesaban la información. Ante este éxito, Hollerith fundó la Tabulating Machine Company que alcanzó ventas a nivel mundial, incluyendo a Rusia. El primer censo ruso de 1897, empleó la máquina tabuladora de Hollerith.

En 1911 la compañía de Hollerith se fusionó con otras dos que fueron International Time Recording Co. of N.Y. y la Dayton Scale Co. para formar la Computing - Tabulating - Recording Company, que continuó desarrollándose y para 1914 contaba ya con 1300 empleados. Hasta poco antes de 1919, los resultados de la tabuladora tenían que escribirse a mano, sin embargo en ese año, lanzó al mercado la impresora-listadora que se convirtió en la primera máquina electromecánica de contabilidad. En esa época se unió a ella el Sr. Thomas J. Watson, hombre de visión extraordinaria y habilidades directivas excepcionales quien la condujo de manera notablemente exitosa. Para 1924 la compañía fue renombrada como International Business Machines Corporation (IBM).

La primera calculadora electromecánica con grandes capacidades de cálculo, Mark I (desarrollada entre 1934 y 1944) fue resultado del apoyo que la IBM y la marina de Estados Unidos dieron a las investigaciones de Howard Aiken, profesor de la Universidad de Harvard. Este desarrollo no pudo competir con la primera computadora electrónica denominada ENIAC que la superaba en rapidez (1000 a 1). Esta IBM automatic sequence - controlled calculator o Harvard Mark I medía aproximadamente 2.40 m de alto por 18 m de largo.

La IBM contaba para 1950 con toda una familia de máquinas electromecánicas de contabilidad, que incluían perforadora de tarjeta, verificadora, reproductora de perforación sumaria, intérprete, clasificadora, intercaladora, calculadora y la máquina de contabilidad, industria que era su monopolio.

La IBM creía que la computadora digital no podría desplazar a los equipos de tarjeta perforada, sin embargo en 1951 la UNIVAC I (que Mauchly y Eckert desarrollaron para la Remington Rand) resulta un gran éxito con el procesamiento de información en la oficina de Censo de Estados Unidos, por lo que decidió no quedar

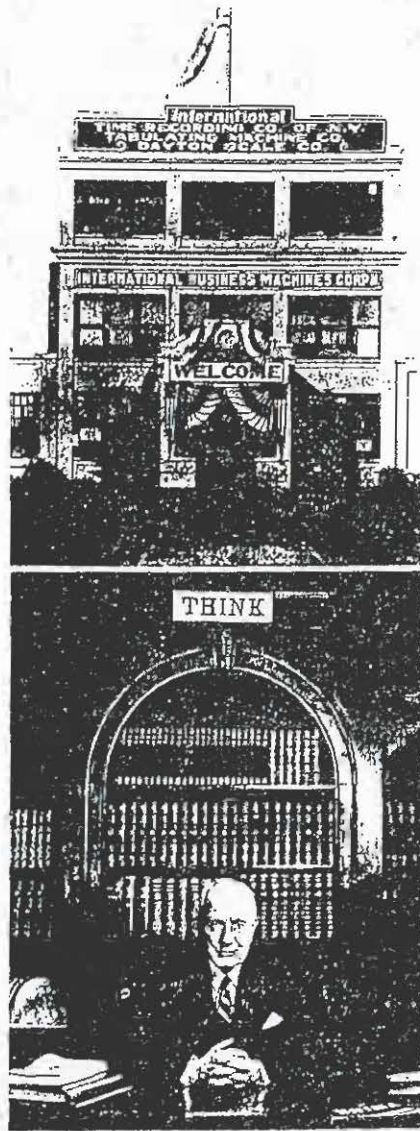
mercado la IBM 701, observó las dificultades de aceptación de estos equipos y estimó que su siguiente desarrollo debería ser con el enfoque tradicional de tarjeta perforada, con el fin de consolidarse en el mercado que ya tenía. Con ese motivo, pone a la venta en 1954 la IBM 650, recuperando nuevamente el liderazgo en tecnología. Su influencia empezó a notarse tanto, que las otras compañías de ese entonces: Burrough's, Univac, NCR, CDC y Honeywell, fueron consideradas simplemente como competidoras de IBM.

Al entrar a la década de los sesentas, la IBM lanza al mercado la serie 7000, totalmente transistorizada, y después la serie IBM 1400, que se constituye como el caballo de batalla del procesamiento de datos. La investigación para ganar mercado continúa y para abril de 1964 presenta su sistema 360 con la tecnología de circuitos integrados, inaugurando de esa manera la tercera generación de computadoras. El arquitecto de esta generación es el Dr. Gene M. Amdahl. El nombre de Sistema 360 fue dado con la idea de indicar una computadora que cubre necesidades a los 360 grados del círculo o que todo lo incluye. El mercado estaba, sin duda, dedicado a las grandes computadoras. Las universidades y empresas pequeñas demandaban una computadora no tan poderosa pero que pudiera resolver sus necesidades de cómputo con un presupuesto adecuado a su capacidad económica. IBM atiende a esta solicitud y desarrolla la IBM 1130 cuyo nombre fue dado por un directivo cuando en la discusión sobre cuál sería el nombre del nuevo equipo, indicó que eran las 11:30, hora del almuerzo. Esta computadora se constituyó como un desarrollo intermedio, de relativamente bajo costo, para atender el mercado de procesamiento de datos de negocios de pequeñas empresas. En ese entonces, dicho mercado no se consideraba lo suficientemente atractivo, comparado con el mercado de los mainframes.

Entrada la década de los setentas, la línea más innovadora fue el Sistema 370, que era de dos a cinco veces más poderoso que las computadoras de la serie 360, y únicamente con un ligero aumento de precio.

Es de mencionarse que las estrategias de mercado y las decisiones de siempre presentar avances tecnológicos, ocurren bajo la dirección del Sr. Thomas J. Watson, que guió a partir de 1914 y durante 42 años a la IBM, haciendo de su compañía la líder en el procesamiento de datos con tarjeta perforada. Al entrar al período en el que se desarrolla la moderna computadora electrónica digital ésta no escapó a su gran visión analítica y comercial y, por tanto, fue también incluida como eje central de los desarrollos de IBM. A su muerte en 1956, su hijo, de igual nombre, llevó la compañía a la era de las microcomputadoras, con la misma habilidad que caracterizó a su padre.

En 1980, cuando estaban en su apogeo las primeras computadoras personales desarrolladas por la Apple, su éxito era cuidadosamente seguido por todas las compañías fabricantes de grandes computadoras en el mundo, sin faltar la IBM; como ya se mencionó, todas estas últimas se habían dedicado exclusivamente a fabricar



THOMAS J. WATSON CONDUJO A LA IBM DESDE 1914, DURANTE 42 AÑOS, HACIENDO A SU COMPAÑÍA, LIDER EN EL PROCESAMIENTO DE DATOS.

grandes computadoras y habían descuidado el mercado de las computadoras pequeñas.

La IBM que se había constituido como la más grande compañía de computadoras tipo mainframe, estaba impresionada por lo que vio y, rompiendo todos los protocolos, reunió un grupo especial en Boca Raton Florida, para desarrollar su propia computadora personal, la IBM PC, que fue introducida en 1981 y estableció récords de ventas, por lo que rápidamente se convirtió en el modelo alrededor del cual las otras compañías diseñaban sus microcomputadoras.

En 1984 la IBM introdujo el modelo AT con microprocesador 80286 que permitía direccionar hasta 16 MB de memoria y una mayor velocidad que los modelos anteriores. El líder del grupo de Boca Raton, Phillip Esteridge murió desafortunadamente en un accidente de aviación, en la ciudad de Dallas, en 1985.

En 1987 IBM introduce la línea PS/2 que empleaba la siguiente versión de microprocesador, el 80386 que teóricamente puede direccionar hasta cuatro gigabytes de memoria y utilizar un reloj de 40 megahertz (entre más MHz el proceso de información es más rápido).

En 1993 las computadoras personales de IBM emplean un microprocesador 80486 que nuevamente aumenta la velocidad de respuesta. Además introdujo la tecnología de microbus para optimizar los recursos de la computadora y permitir la instalación de coprocesadores adicionales (que ayudan en su labor a la computadora), así como la instalación de tarjetas de expansión mediante uso de software y no por la posición de interruptores.

Dado que el mercado de los mainframes se vuelve cada vez más selecto, es decir, parece ubicarse preferentemente en grandes corporaciones bancarias, aerolíneas y sistemas estratégicos gubernamentales, resultó crucial para la IBM retomar el diseño de computadoras personales y de estaciones de trabajo para ofrecer la mejor tecnología al mejor precio, tratando de abarcar los distintos mercados (doméstico, empresarial, de investigación etc.), y lograr el repunte financiero que estaba perdiendo. Por lo anterior, la IBM ha analizado la posibilidad y ventajas de hacer negocios conjuntos con la Apple Macintosh y la NEC.

Valuepoint orientadas hacia aplicaciones que demandan relativamente poca necesidad de grandes o extensos procesos numéricos o de almacenamiento de información; además trabaja en el rediseño del microcanal de la PS/2 y la versión de bajo consumo de energía la PS/2. Por el lado del área de diseño e investigación, tampoco descuida la optimización de los procesadores RISC de alto rendimiento con bajo costo de producción, para el desarrollo de servidores de escritorio basados en el microprocesador PowerPC 601 (de compatibilidad binaria, desarrollado conjuntamente con Motorola y la Apple Computer), y Power2 (con este último el rendimiento de sus equipos alcanza 1/10 del logrado con las super computadoras).

Por último, como aparentemente el mercado de los mainframes va en descenso debido al uso mayoritario de microcomputadoras, redes y estaciones de trabajo en las empresas, IBM reanaliza la filosofía de operación y facilidades de estos equipos para dar la mejor solución a sus clientes con un equipo adecuado a sus necesidades de procesamiento y almacenamiento de información.

Desde el punto de vista estratégico del mercado de las microcomputadoras, IBM responde al desafío o reto que le han puesto sus competidores mediante modelos de PC que adoptan la tecnología RISC o estándar del futuro, pues con ella se puede alcanzar mayor velocidad de proceso y menor costo. De esta manera, junto con Apple han lanzado al mercado sus nuevas computadoras PCpower que fácilmente compiten con la Pentium y en breve se espera sean mucho más poderosas y baratas, además de que pueden utilizar DOS y Windows mediante emulación y, en consecuencia, todo el software desarrollado para la actual microcomputadora.

2.6 QUINTA GENERACIÓN DE COMPUTADORAS

ANTECEDENTES

LA MÁQUINA DE TURING

El inglés Alan Turing publica en 1936, a los 24 años, su libro *On computable numbers* y expone lo que a su juicio sería una máquina lógica y sus limitantes. Este libro plantea teóricamente las características universales de la computadora digital, considerando como básica la necesidad de un programa que pueda modificarse para distintas funciones. Posteriormente, a finales de la segunda guerra mundial, su idea más importante fue concebir teóricamente las máquinas inteligentes o pensantes, lo cual publica en el libro *Computing machinery and intelligence* en 1950. En él expresa su convicción de que las máquinas pueden llegar a tener la capacidad de imitar la inteligencia humana.

LOS INICIOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El término inteligencia artificial (IA) fue adoptado por los neurólogos, matemáticos, ingenieros y psiquiatras que se reunieron en 1956 en Hanover, New Hampshire, Estados Unidos, para discutir la forma de cómo el proceso de pensar podría representarse mediante la computadora digital. Dicho término lo propuso el profesor John McCarthy del colegio de Darmouth y fue aceptado sin mayor discusión por los asistentes. Para algunos de ellos el término parecía algo ostentoso, sin embargo prevaleció con el paso del tiempo. En 1958 McCarthy introduce el lenguaje LISP (List Processing) como el lenguaje de la IA. Poco a poco esta disciplina se aplicó en la lógica teórica y resolución de problemas, juegos, redes neuronales, simulación de la visión, robótica y sistemas expertos, etc.

Los centros de desarrollo de inteligencia artificial han creado robots industriales controlados por computadora. Japón es prácticamente el líder en este tipo de investigaciones; el debate sobre conceptos de inteligencia artificial continúa y aunque los robots industriales sólo ejecutan lo programado, a la fecha se han logrado fabricar microcircuitos que tienen una cierta programación en lógica, que al contar con las soluciones de diversos problemas, tienen la capacidad adicional de analizar y sugerir, con base en lo ya resuelto una mejor solución. Algunos programas actuales de ajedrez emplean ya esa técnica y son capaces de mejorar continuamente las habilidades con las que la computadora juega. Lo más importante es la capacidad que ya se tiene de emular el razonamiento de los expertos en ciertas áreas.

La quinta generación de computadoras que empleará microcircuitos con inteligencia, se dice estará disponible en esta década de los noventas. Por supuesto, este tipo de computadoras sobrepasará todas las posibilidades de los equipos actuales, pero no podrá compararse todavía con la capacidad de inteligencia y creatividad del ser humano, falta por supuesto que se alcancen todas las metas propuestas para dicha generación.

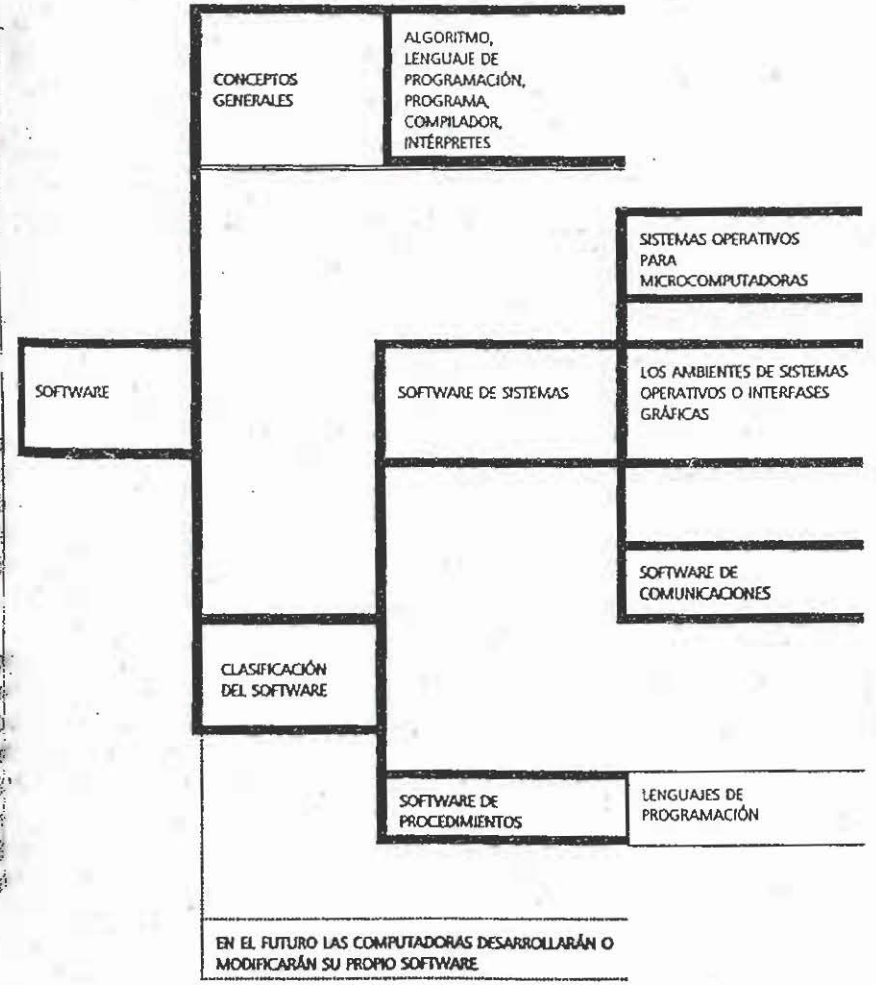
El futuro está dependiendo del desarrollo de métodos y técnicas para que la computadora no sólo informe, sino que aprenda, inclusive a partir de su propia experiencia.

Fue en 1981 cuando Japón lanzó su propuesta para fabricar, en la década de los noventas, la quinta generación de computadoras. En ella, decían los japoneses, los ordenadores alcanzarán la capacidad para aprender, asociar, deducir y tomar decisiones para presentar a su juicio la mejor solución a un problema. También podrán realizar inferencias simbólicas, manejar imágenes, conversar en diversos idiomas e incluso comportarse en forma similar a los humanos. Todo esto se encuadra dentro de lo que han denominado como *sistemas de tratamiento informático del saber*, que tendrán fuerte influencia en todos los campos del saber humano, ciencia y tecnología.

Una vez alcanzados los objetivos de este plan, los usuarios podrán aprovecharse de ellos sin necesitar de especialización alguna; un ordenador sabrá de las necesidades de sus usuarios mediante la técnica de preguntas y respuestas, incluso será capaz de sugerirle acciones mientras le pregunta sobre lo que desea, en cualquier área de pensamiento o aplicación práctica. La penetración de los ordenadores inteligentes, dada su continuo abaratamiento, alcanzará los lugares más recónditos del planeta.

Independientemente de si se cumplen estas expectativas en el lapso de tiempo fijado, todo ello constituye un plan que revoluciona y pretende mejorar la vida humana mediante la inteligencia artificial al servicio del hombre, tal vez alguno de los promotores logrará supremacía en lo que pudiera llamarse la guerra de la inteligencia y tal vez algunos abandonen este proyecto (obviamente esta contienda la ganará quien tenga el mayor conocimiento), sin embargo el hecho es que dichas acciones constituyen un formidable reto a la inteligencia humana. Los próximos años nos mostrarán qué resultará vencedor en particular y cuáles serán las posibilidades y limitaciones reales para esa generación.

PANORAMA DE LA HISTORIA DEL SOFTWARE



3 PANORAMA DE LA HISTORIA DEL SOFTWARE

3.1 ANTECEDENTES

El software es el conjunto de programas que permite emplear la computadora, es decir, el medio de comunicación con ella para el control de sus funciones, que aparece propiamente con el moderno concepto de computadora (como mecanismo automático), y su programación para la solución de diversos problemas. Su más remoto antecedente es el desarrollo del lenguaje hablado por el hombre y, a partir de ahí todas aquellas ideas o procedimientos teóricos que nos permitieron llegar a plasmar y comunicar la solución de problemas de cálculo y de proceso de información, incluyendo la programación de diversos dispositivos como son los telares de Jacquard; sin embargo, como ya se dijo, el término *software* nace con las grandes calculadoras electromecánicas y las primeras computadoras digitales: la MARK, la ABC y la ENIAC, que fundamentalmente se programaban mediante interruptores y cableados en un tablero. Con ellas surgió la necesidad de un lenguaje de programación no tan complicado, la programación avanzó entonces hacia el uso del lenguaje binario o de máquina (primera generación de lenguajes).

En 1946 John Von Neuman, miembro del grupo que desarrolló la ENIAC, pensó que las instrucciones podían almacenarse en la computadora junto con los datos; a ello lo llamó *programa almacenado* o *concepto Von Neuman*. De esta manera las instrucciones podrían cambiarse sin tener que alambrear manualmente las conexiones y dado que estarían almacenadas como números, la computadora podría procesarlas como si fueran datos, haciendo posible la modificación automática de ellas y de su secuencia de operación. Es a partir de este concepto que se desarrolla toda una serie de programas para controlar al equipo de cómputo y además utilizarlo como herramienta. Después del lenguaje de máquina se avanzó hacia los ensambladores (lenguajes de códigos (segunda generación de lenguajes), que dieron la base para la elaboración del software de sistemas y el software de procedimientos.

Tal vez la primera idea sobre programar un dispositivo para que realizara su trabajo automáticamente se llevó a efecto en el telar inventado por el francés Joseph Marie Jacquard (1801), en el que se empleaban tarjetas perforadas que contenían instrucciones para elaborar un diseño específico de tejido.

En 1843 Lady Augusta Ada Byron, condesa de Lovelace sugirió la idea de un programa en tarjetas perforadas para la máquina analítica de Babbage, con el fin de que repitiera automáticamente operaciones; la máquina de Babbage concebía en detalle las características de la moderna computadora electrónica incluyendo memoria

impresora, la tarjeta perforada para suministrar datos y el control secuencial de programas, adelantándose 100 años a la creación de la primera computadora. Por lo anterior a Babbage se le conoce como el *padre de la computadora* y a la condesa Lovelace como *la primera programadora*.

Las primeras calculadoras electromecánicas tenían una programación basada en las mismas conexiones, alambrados e interruptores, en virtud de que realizaban trabajos específicos y cada vez que se requería una nueva aplicación era necesario realambrear, cambiando conexiones e interruptores. Esta situación prevaleció con las primeras computadoras digitales como la ENIAC. Obviamente este tipo de programación requería especialistas conocedores de esos equipos y la programación era muy tardada y difícil. No se puede hablar propiamente de un lenguaje de uso común de las computadoras.

Es por tanto conveniente conocer conceptos que definan todas las variantes sobre lenguajes de programación, los cuales mencionamos a continuación.

3.2 CONCEPTOS GENERALES

ALGORITMO

Un algoritmo se define como la secuencia de pasos o instrucciones para resolver un problema dado. Cuando se involucran procesos matemáticos, se trata de algoritmos numéricos; cuando se habla de procesos en general como el caso de una receta para elaborar un pastel nos referimos a algoritmos no numéricos.

Al tratar el caso particular de un algoritmo con el enfoque de la programación, necesitamos definir los conceptos de lenguaje y programa.

Lenguaje de Programación

Existen dos tipos de lenguajes de programación: de bajo nivel (instrucciones dadas utilizando dígitos binarios) y de alto nivel (instrucciones dadas con palabras en inglés).

PROGRAMA

Es un conjunto de instrucciones escritas en un *lenguaje de programación de alto nivel* que indica, paso a paso, las acciones para resolver un problema dado y que pueden ser traducidas al lenguaje de la computadora (lenguaje de máquina o binario). Generalmente esto se conoce como programa fuente.

En realidad las computadoras tienen sólo un lenguaje de programación: el lenguaje de máquina. Cuando se programa en un lenguaje de alto nivel o de tercera generación (FORTRAN, COBOL, C o QUICK BASIC), existe además un software llamado *compilador* que lo traduce, a su vez, en lenguaje de máquina para su interpretación por la computadora. En este caso las instrucciones escritas en el lenguaje de alto nivel se conocen como *programa fuente*, y las instrucciones del programa en lenguaje de máquina se conocen como *programa objeto*. Dicho programa objeto sólo se obtiene si no se presentan errores de escritura (errores de sintaxis); la ventaja de utilizar programas compilados radica en que, una vez compilados pueden almacenarse en la computadora en lenguaje de máquina (programas ejecutables) y su ejecución es más rápida.

INTÉRPRETES

Un intérprete traduce y ejecuta instrucción por instrucción del programa fuente y sólo continúa con la siguiente si no hay errores de escritura en la instrucción que analiza en turno. Señalar los errores de una instrucción se considera como una ventaja para el desarrollo interactivo del programa, sin embargo puede ocasionar una depuración muy lenta, porque cada vez que se ejecuta realiza de nuevo el proceso de traducción. Se recomienda que una vez depurado el programa con un intérprete, se compile para crear un programa de tipo ejecutable (en lenguaje de máquina) que resulta más eficiente cuando se emplea frecuentemente.

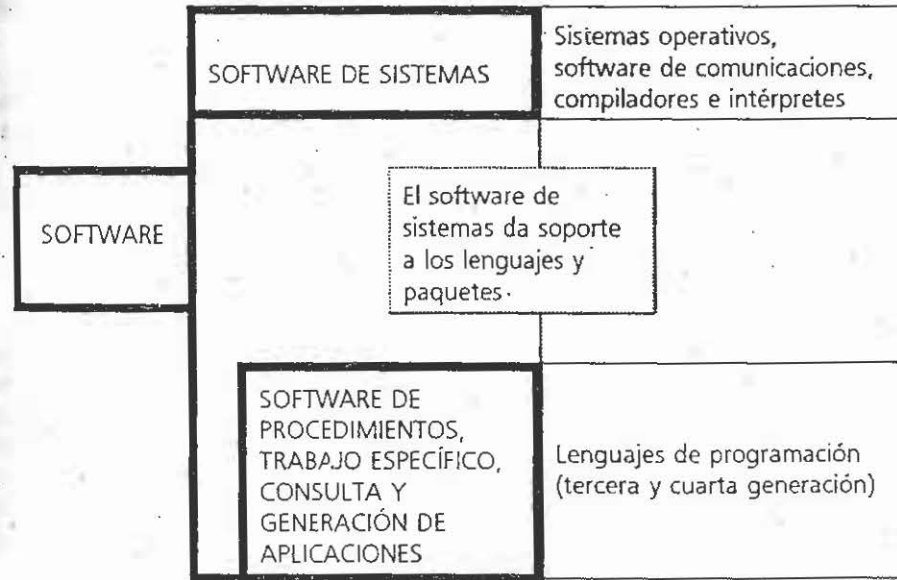
SOFTWARE

El término software se refiere al conjunto de programas que controla todas las actividades de la computadora; en un contexto más amplio está el *software de sistemas*, dirigiendo las acciones básicas de la computadora, como ejemplo: en una microcomputadora las instrucciones del ROM que la preparan para su uso al entender el sistema operativo, etc.; como caso particular dentro de ese contexto general está el *software de procedimientos* que permite la programación de problemas específicos tanto científicos como de negocios. Dentro de esta última categoría de software se ubican los lenguajes de programación.

En resumen:

El *software de sistemas* es de características más amplias que el de aplicaciones y por tanto independiente de cualquier área específica de aplicación. Los programas que lo constituyen dirigen las funciones básicas de la computadora y con ello se pueden utilizar el software de procedimientos (lenguajes).

CLASIFICACIÓN DEL SOFTWARE



3.3 CLASIFICACION DEL SOFTWARE

3.3.1 SOFTWARE DE SISTEMAS

3.3.1.1 HISTORIA DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS

En la historia de los sistemas operativos hay dos vertientes: por un lado los sistemas operativos desarrollados para las grandes computadoras o *mainframes*, que satisfacen prácticamente todas las necesidades de sus usuarios y, por consiguiente, óptimos para arquitecturas particulares de hardware, lo cual a su vez los convierte en grandes y complejos; por otro lado se encuentran los sistemas operativos que se han desarrollado para las microcomputadoras, de relativa menor complejidad.

SISTEMAS OPERATIVOS PARA MICROCOMPUTADORAS

	MONOPROCESO	EL CP/M, EL DOS, EL MSDOS	SE PROCESA EN MEMORIA UN SOLO PROGRAMA
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS	MULTIPROCESO	UNIX, APPLE MULTIFINDER, OS/2	PUEDEN CORRER EN MEMORIA MÁS DE UN PROGRAMA
	MULTIUSUARIO	SISTEMAS TIPO UNIX	PARA USO EN COMPUTADORAS CENTRALES CON TERMINALES
	LAS INTERFASES GRÁFICAS	AMBIENTE AMIGABLE, PERMITE MULTIPROCESO EN SISTEMA OPERATIVO MONOPROCESO	

EN EL FUTURO SERÁ INNECESARIO APRENDER COMANDOS DEL SISTEMA OPERATIVO, PUES HABRÁ ADEMÁS DE INTERFASE GRÁFICA, EL DIÁLOGO CON LA COMPUTADORA PARA TODO TIPO DE LABORES

En las computadoras de la primera generación, el sistema operativo se encargaba de resolver parte de los problemas del proceso de la información y de la utilización de todos los dispositivos conectados a la computadora para entrada y salida, así como el uso eficiente de la memoria en forma rudimentaria. Encender la computadora se constituía como algo laborioso y problemático y los programadores también eran operadores (debían ser expertos en operación y programación de las máquinas).

En la segunda generación surgen procedimientos para controlar el arranque en frío de la computadora, así como la operación en tiempo real y compartido, mediante lo que se denominó programa de control o monitor.

En la tercera generación el sistema operativo permite ya un menor tiempo para el arranque en frío de la máquina, el uso de memoria intermedia para almacenamiento de información, así como un mejor uso de la memoria principal, facilidades para la multiprogramación y, por supuesto, la simplificación de la labor de los operadores.

Los sistemas operativos de la cuarta generación han seguido evolucionando para facilitar casi todo tipo de usos y diagnóstico de problemas en las grandes computadoras. En esta generación, con el desarrollo de las microcomputadoras, surgen también los sistemas operativos para ellas.

3.3.1.2 SISTEMAS OPERATIVOS PARA MICROCOMPUTADORAS

Las primeras microcomputadoras carecían de sistema operativo, por lo que su uso era complejo. Gary Kildall desarrolló el primer sistema operativo para microcomputadoras, el cual se denominó CP/M; su finalidad fue controlar la entrada/salida de información del recién diseñado *microprocesador*, así como el almacenamiento de datos y proceso en general. A continuación Bill Gates y Paul Allen también desarrollaron este tipo de software para microcomputadoras cuando escribieron el sistema operativo más conocido de todos: el DOS para la IBM y su equivalente el MSDOS para las computadoras compatibles.

Actualmente todas las microcomputadoras están diseñadas para funcionar y *correr los programas* con ayuda de un sistema operativo, es decir, para utilizar algún software de aplicaciones, es requisito primero cargar en la memoria primaria la parte del sistema operativo, cuya *función fundamental* es administrar los recursos de la computadora, dirigiendo el *tránsito electrónico* de la información que entra/sale, minimizando su tiempo de estancia; maximizando la productividad del proceso y optimizando los recursos del sistema de cómputo al trabajar en la obtención de algún resultado para un proceso o problema dado. En resumen, un sistema operativo está constituido por una serie de programas que controlan toda la actividad del sistema de cómputo y del software de aplicaciones que se utilice.

El sistema operativo está constituido por tres partes esencialmente:

1. Un administrador de entrada/salida (input/output (I/O) manager) que coordina todas las comunicaciones de la computadora con sus equipos periféricos y por consiguiente el flujo de información entre ellos, por ejemplo de pantalla a impresora.
2. Un procesador de comandos que interpreta todo lo que tecleamos, permitiendo con ello su ejecución.
3. Por último, una serie de programas denominados utilerías (utilities) que permiten la administración de nuestros archivos y tareas diversas como el formateo de discos, copiado, etc.

De esta manera, el sistema operativo indica a la computadora cómo recibir, almacenar, desplegar, recuperar o imprimir información o prepararla para su envío a lugares distantes. En forma complementaria ofrece la posibilidad de administrar información. Dado que el sistema operativo toma parte de la memoria RAM, el resto de la memoria está destinada para los programas de aplicaciones y archivos de datos.

Al principio los sistemas operativos fueron exclusivos para ciertos modelos y marcas de computadoras; de igual manera gran cantidad del software que se escribía, sólo corría con el sistema operativo para el que fue escrito. Si un sistema operativo puede correr en computadoras diversas, se dice que es de tipo portátil. Actualmente la tendencia es crear este último tipo de software.

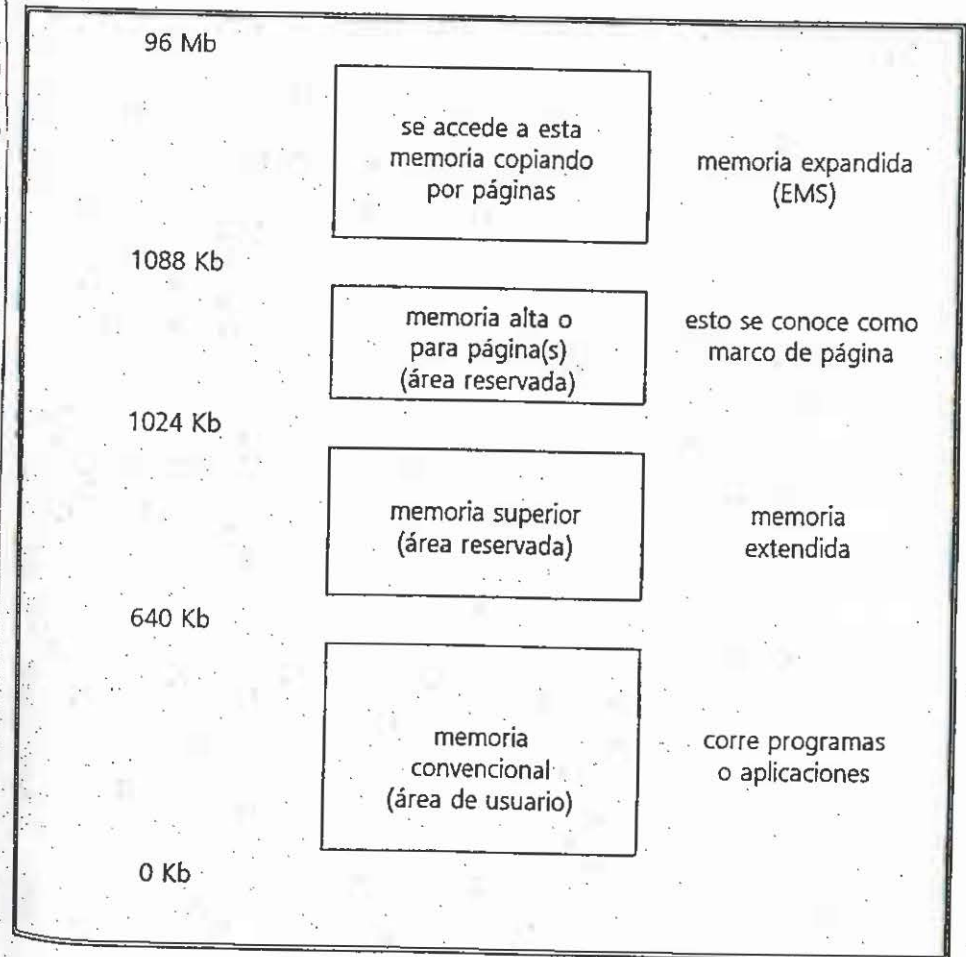
Los dos principales líderes en tecnología de microcomputadoras han sido la Apple y la IBM (incluyendo sus compatibles); estas últimas han predominado en el mercado, al principio con sus microcomputadoras tipo XT o extended technology que utilizaron los microprocesadores 8086 y 8088 que operaban en modo real limitado a direccionar únicamente 640 Kb de memoria principal (conocida como RAM, memoria convencional o de usuario) y destinar otros 384 Kb (memoria superior o extendida) para control del sistema y datos de la memoria de video (instrucciones para visualizar la información en el monitor), para un total de 1024 Kb o un Mb de memoria.

Las siguientes microcomputadoras de la IBM y compatibles fueron las tipo AT o advanced technology, que se construyeron con microprocesadores mejorados (modelos 286 y posteriores), que operaron en modo protegido, lo cual permitió mayor direccionamiento de memoria RAM (actualmente hasta 96 Mb) y la posibilidad de conmutar entre varias aplicaciones que se corran a la vez (multitarea).

En este tipo de tecnología que se acaba de mencionar, la memoria RAM que se localiza arriba de los 1088 Kb se conoce como memoria expandida, y en esta modalidad

los datos pueden ser conmutados hacia/desde la memoria arriba de 1088 Kb por medio de páginas de 64 Kb, que se localizan entre los 1024 y los 1088 Kb y que se van copiando según se necesite. Normalmente para expandir la memoria se instalan módulos de memoria y se utiliza el software denominado *expanded memory manager* para alcanzar por lo general hasta 96 Mb en RAM.

Actualmente muchas aplicaciones demandan más de 4 Mb en RAM, debido a ello se ha creado la modalidad de memoria expandida. Muchos de los programas actuales de aplicaciones ya han sido diseñados para poder direccionar de esa forma la expansión de memoria, por lo que no corren en sistemas XT. Es importante remarcar que los últimos esquemas de manejo de memoria expandida permiten direccionar hasta 96 Mb y la posibilidad de multitarea. Para aclarar ideas considere el siguiente esquema:



Actualmente la forma preferida de clasificación de los sistemas operativos es la siguiente:

- Tipo monoproceso, cuando únicamente pueden correr un solo programa a la vez. Los casos típicos son: CP/M y DOS.
- Tipo multiproceso, cuando pueden correr en memoria más de un programa (proceso concurrente). En esta clase se usan comandos para conmutar o moverse entre los programas en uso. Los ejemplos típicos de estos sistemas son: UNIX, OS/2, Apple's Multifinder OS, Windows NT, etc. Lo anterior no debe confundirse con las facilidades de un proceso alternado, el cual se lleva a efecto también mediante una conmutación entre dos aplicaciones; en este caso, la aplicación que no está en pantalla no sigue corriendo y, por consiguiente, no es multiproceso.
- Tipo multiusuario, cuando están instalados en una computadora central que tiene conectadas varias estaciones de trabajo *workstations*, ya sea tipo estaciones tontas o estaciones inteligentes (estas últimas con capacidad autónoma de procesamiento). El ejemplo clásico de este tipo es el sistema operativo UNIX, creado por Ken Thompson y Dennis Ritchie de AT&T Bell Laboratories, a mediados de la década de los setentas.

SISTEMA OPERATIVO: CP/M

Las primeras microcomputadoras comercialmente exitosas (Apple) no contaban con un sistema operativo, por lo que resultaban complejas en su manejo tanto a usuarios como a programadores. Ante esta dificultad, en 1976 Gary Kildall decidió escribir un software que denominó *Control Program for Microcomputers*, con el que agrupaba en uno de sus módulos (BIOS o Basic Input Output System) todas las partes específicas de un hardware, con el fin de facilitar la conversión de programas de una máquina a otra sin tener que revisar más que ese pequeño módulo. Este primer sistema operativo CP/M fue el estándar de las microcomputadoras de ocho bits. En pocas palabras, este sistema operativo, además de facilitar la conversión de programas, permitió controlar eficientemente el teclado, monitor y unidades de disco de las recién nacidas microcomputadoras. Este software fue ofrecido para su comercialización a Intel, no fue aceptado, y finalmente el propio Kildall y su esposa lo comercializaron cuando fundaron la compañía denominada Digital Research. Rápidamente este sistema operativo se convirtió en el sistema de uso generalizado para todas las primeras microcomputadoras de esos años, hasta 1980.

Cuando la Apple lanzó al mercado su Apple II, le incluyó su propio sistema operativo denominado Apple DOS. En esa época las computadoras de la competencia como Radio Shack y Commodore empleaban casetes de cinta para almacenar y recuperar programas o datos; por lo que la aparición de un sistema operativo para manejo de disco colocó a la Apple como una de las computadoras de mayor venta o prácticamente en la número uno, dado que permitió el manejo de archivos en disco, incluso a alumnos de secundaria. Posteriormente la siguiente versión que permitía el manejo de disco duro se llamó PRODOS. Nuevamente la Apple revoluciona el mercado de las microcomputadoras con su Apple Macintosh, que incluyó un sistema operativo todavía más fácil de usar, de tipo amigable, ya que en lugar de pedir comandos escritos, presentaba menús y pequeñas imágenes o iconos que podían seleccionarse por medio del ratón. Esta idea, llevada a la práctica, fue tan innovadora que se incorporó en sistemas operativos que desarrollaría posteriormente la IBM.

SISTEMA OPERATIVO DOS

Una vez que la IBM se decidió a entrar al mercado de las microcomputadoras en 1981, tuvo que diseñar un nuevo sistema operativo para su PC, en virtud de que empleó un microprocesador de 16 bits. Dicha tarea, en principio solicitada a Kildall, fue encomendada a Bill Gates de Microsoft (Kildall se había ido de vacaciones) y como resultado de ello surgen los sistemas PC - DOS, para modelos IBM y MS - DOS, para computadoras compatibles con IBM. Estos sistemas operativos son esencialmente iguales y a la fecha se le han hecho múltiples mejoras y está a la venta la versión 6.2. Las siglas DOS significan DISK OPERATING SYSTEM; la versión original se denominó 1.0. Posteriormente, al evolucionar, se marcaron los cambios mayores mediante números enteros y cambios menores con fracciones decimales, por ejemplo 3.0, 3.2, 3.3, etc. Las características principales de algunos de ellos se describen a continuación:

- DOS 1.0 Primera versión que no maneja disco duro (1981).
- DOS 2.0 Permite el manejo de disco duro, se usó en modelos XT (1983).
- DOS 3.0 Permite computadoras en red LAN (local area networks), además tiene mayor capacidad de direccionamiento en memoria. Se usó en modelos AT (agosto de 1984).
- DOS 3.2 Permite el uso de unidades lectoras de disco flexible de 3½ pulgadas.
- DOS 3.3 Aumenta el número de comandos disponibles.



GARY KILDALL ESCRIBIÓ EN 1976 EL PRIMER SISTEMA OPERATIVO PARA MICROCOMPUTADORAS, EL CP/M. ADEMÁS FUNDÓ LA DIGITAL RESEARCH INC. PARA COMERCIALIZARLO.



BILL GATES ESCRIBIÓ EN 1975 EL PRIMER LENGUAJE BASIC PARA MICROCOMPUTADORAS (INTÉRPRETE), CON TAL ÉXITO QUE DECIDIÓ FUNDAR LA MICROSOFT CORPORATION (LA PRIMERA COMPAÑÍA QUE SE DEDICÓ A LA VENTA DE SOFTWARE). MÁS TARDE EN 1980 ESCRIBIÓ EL SISTEMA OPERATIVO DOS Y EL MS-DOS.

- DOS 4.0 Presenta menús para activación de comandos, ayuda en línea, posibilidad de direccionar discos duros de hasta 32 MB y hasta 640 KB en RAM.
- DOS 5.0 Aumenta de nuevo el número de comandos y la capacidad de direccionamiento de memoria en disco duro.
- DOS 6.0 Optimiza la memoria RAM, permite duplicar la capacidad del disco duro e incluye vacunas antivirus como características más sobresalientes.
- DOS 6.1 a 6.3 Optimizan el uso de la memoria, empleando menos que sus versiones anteriores, comprimen datos en tiempo real y son compatibles con DoubleSpace; mayor rapidez y protección contra más virus. DOS 6.3 es más eficiente.
- DOS 6.7 Mayor eficacia y eficiencia que las versiones anteriores. Permite manejar WINDOWS 95.

Aunque este sistema operativo se ha constituido en toda la década de los ochentas como el más empleado en las microcomputadoras, empieza a ser obsoleto en virtud de los requerimientos de algunas nuevas aplicaciones. Las principales limitaciones son: sólo corre un programa a la vez y únicamente puede direccionar 640 KB de memoria RAM. Esto, a su vez, dificulta la posibilidad de intercambio de información con las grandes computadoras o mainframes que se usan en gran cantidad de empresas. Recientemente se utiliza, preferentemente, con un ambiente que lo complementa (WINDOWS).

IBM OPERATING SYSTEM/2 (OS/2)

Dadas las limitaciones del sistema operativo DOS, la IBM diseñó un nuevo sistema con los siguientes lineamientos:

- Poder direccionar una mayor cantidad de memoria en RAM.

- Establecer enlaces entre una microcomputadora y las grandes computadoras o mainframes.

- Correr más de una aplicación a la vez y poder conmutar entre ellas, copiando o transportando información entre ellas.

- Incluir una interfase que gráficamente, a través de ventanas, muestre y active opciones para cargar programas, menú de ayuda, así como cancelar y activar comandos para copiado, formateado de discos, manejo de diferentes tipos de letras (fonts), control de equipo periférico, etc.

Con esas directrices la IBM desarrolló el nuevo sistema operativo denominado OS/2 para su computadora IBM Personal System/2. Paralelamente salió al mercado la versión para equipos compatibles, que corre siempre y cuando se tenga un microprocesador 80286 o posteriores. Este sistema operativo permitió direccionar hasta 16 MB en RAM, correr y almacenar programas más extensos; también incluyó un ambiente amigable o *presentation manager*, tomado de la idea que introdujo la Apple Macintosh con el manejo de ventanas y menús, y del programa *Windows* de Microsoft. Las principales características de las versiones disponibles son:

OS/2 versión 1.0 Diseño base.

OS/2 versión 1.1 Incluye el *presentation manager* que es de hecho una interfase gráfica que permite cargar y correr en RAM más de un programa a la vez y conmutar entre ellos, además de las funciones usuales de un sistema operativo.

OS/2 versión extendida 1.0 Diseño base que incluye administrador de base de datos tipo relacional y un administrador de las comunicaciones para enlace con otras computadoras y mainframes (*database manager* y *communications manager*).

OS/2 versión extendida 1.1 Además de lo de la versión anterior incluye soporte para discos duros de más de 32 MB, *Token Ring* y *PC Local Area Networks (LAN)*.

OS/2 versión extendida 2.1 Incluye el soporte para manejo del ambiente *Windows* que se proporciona como utilidad del OS/2, junto con los *Fonts* o tipos de letras de Adobe, *Applets*, *True type* y *Type manager*; se cuenta con la posibilidad de uso de monitores VGA, SVGA; permite el manejo de multimedia como parte base de este sistema, dando soporte de video digital de 30 cuadros por segundo y con su *Workplace Shell* brinda los sonidos correspondientes a la animación o uso de tarjeta de sonido adicional para alcanzar la calidad de sonido de reproducción de disco compacto; incluye también facilidades para uso de CD-ROM. Esta versión sólo corre a partir de computadoras 386-SX con 8 MB en RAM y disco duro.

SISTEMAS OPERATIVOS UNIX

En 1973 Ken Thompson y Dennis Ritchie de la AT&T desarrollan (a partir del lenguaje "C") el sistema operativo *UNIX* con una característica única: no depende de algún microprocesador en particular y fácilmente puede modificarse para correr en cualquiera de ellos. Como características generales están la de ser portable, multiusuario

y para multiproceso, además de ser también una herramienta de desarrollo de otros productos de software de aplicación para diversos ambientes; por lo tanto permite que un programa corra en microcomputadoras, minicomputadoras o grandes computadoras, característica que lo hace ideal para satisfacer la tendencia actual de unir todos estos equipos en redes y manejar un ambiente amigable, similar al de la Apple Macintosh o al del sistema operativo OS/2 de la IBM. Dado todo esto se vislumbra un gran futuro para UNIX. Su popularidad ha ido en aumento y actualmente se cuenta con múltiples variantes como XENIX, VENIX, BERKELEY, MICRONICS, APPLE versión A/UX y el IBM versión AIX. Las grandes posibilidades de este sistema operativo han entusiasmado a sus seguidores para reunirse en grupos y mejorarlo; como resultado de ello, entre las mejoras se cuenta con la *UNIX's Open Look Interface*, o interfase gráfica que presenta en forma amigable, a través de menús, la posibilidad de selección y ejecución de comandos, haciendo innecesario recordar la sintaxis exacta de cada uno de ellos para utilizarlos.

Con la versatilidad de los sistemas UNIX, fácilmente sirve de enlace entre una central de grandes dimensiones y una microcomputadora. Sus tres principales características son: simplicidad de diseño, enfoque de herramienta de programación y distinción mínima entre *programas de usuario* y *programas de sistema*. Su posición comparativa es intermedia con relación a sistemas operativos grandes y complejos de los mainframes y los sistemas pequeños y primitivos de las microcomputadoras. Además presenta como ventajas:

- Mayor facilidad de multiprocesamiento que otros sistemas.
- Protección y contabilidad para múltiples usuarios.
- Una portabilidad prácticamente completa, dado que está escrito en lenguaje C casi en su totalidad.
- Como fue diseñado por programadores para programadores, proporciona un ambiente adecuado para el desarrollo de software, convirtiéndose de esta manera en un elemento de desarrollo de aplicaciones.

Es de mencionarse que en un principio UNIX fue empleado como herramienta de desarrollo de software y sistema operativo de uso particular de los laboratorios Bell de la AT&T; posteriormente, al atraer la atención de la comunidad académica, fue proporcionado sin costo para propósitos educativos. Sus defectos o fallas son que carece de una interfase estándar para usuarios principiantes y que no puede manejarse en tiempo real.

La Microsoft es una de las principales compañías productoras de software y ha generado el sistema operativo multitareas denominado Windows NT que puede emplear además las interfaces gráficas (Windows). Éste es un sistema de 32 bits que y debido a ello ejecuta las instrucciones con mayor rapidez, tanto de dibujo en pantalla como de proceso interno. Al ser multiproceso puede ejecutar varias aplicaciones simultáneamente. Su gran poderío requiere, a su vez, de grandes recursos de cómputo y solamente es recomendable para microcomputadoras 486 con 16 Mb en RAM con disco duro, computadoras con tecnología RISC, redes e inclusive *mainframes*. Este sistema compete adecuadamente con UNIX y OS/2 2.1

AMBIENTES DE SISTEMAS OPERATIVOS O INTERFASES GRÁFICAS

El denominado *Operating System Enviroments* es un ambiente generado mediante software que, en forma adicional a las funciones de un sistema operativo monoproceto, mejora las posibilidades de uso de la computadora, complementando las funciones del sistema operativo y permitiendo un uso más fácil y eficiente de ella. En otras palabras, dicho software, sin ser propiamente un sistema operativo, aumenta de hecho sus capacidades. El ambiente que se presenta por medio de menús de selección permite:

- 1) Ejecutar comandos propios del sistema operativo (DOS) en forma amigable, sin necesidad de recordarlos, simplemente seleccionándolos a partir de recuadros gráficos o iconos. Ésta es la tendencia más práctica para el uso de las utilerías del sistema operativo.
- 2) El multiproceto por medio de ventanas, aun cuando el sistema operativo que se emplee no sea multiproceto, permite por ejemplo el uso de una base de datos o una hoja electrónica en una ventana y un procesador de palabras en otra. Las ventajas son evidentes ya que facilita la copia o traslado de información de un programa de aplicaciones a otro sin tener que trabajarlas en forma separada y secuencial. Ahora es posible conmutar entre una u otra aplicación, transportando los datos o información en el momento preciso que se requiere para generar a su vez nueva información. Los ejemplos clásicos de este tipo de software son:

- GRAPHICS ENVIROMENT MANAGER (Digital Research's GEM).
- MICROSOFT WINDOWS.

El software de comunicaciones se emplea en las grandes computadoras que tienen conectadas gran cantidad de terminales remotas y está constituido por toda una serie de programas que controlan las comunicaciones entre esas terminales remotas con el enlace común que es el procesador central (o *mainframe*), permitiendo un tráfico ordenado de información en la red. En los grandes sistemas de reservaciones (como en la reservación de boletos de avión de las compañías aéreas) es tal la cantidad de terminales remotas, que se requiere de una computadora adicional exclusivamente para dicho tráfico.

Las normas que establecen la forma de transmitir datos definen dos protocolos de comunicación generales conocidos como *asíncronos* y *síncronos*. En el primero se agregan bits de inicio y fin a los mensajes que se envían en intervalos no regulares de tiempo. En el protocolo *síncrono*, tanto el emisor como el receptor operan de forma sincronizada enviando y recibiendo los mensajes a intervalos regulares de tiempo, de tal manera que no se requiere agregar bits de inicio o de fin.

SISTEMAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Debido a que los equipos de cómputo actuales (tanto *mainframes*, sistemas en red de área local, así como microcomputadoras) son dispositivos que normalmente deberán enlazarse con equipos remotos para el proceso e intercambio de información, con el fin de que de esta manera se pueda explotar al máximo sus posibilidades de proceso y utilización o divulgación de la información, es conveniente mostrar un panorama del desarrollo de los sistemas y medios de comunicación de datos, así como de los servicios que a futuro se espera.

SISTEMAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

SISTEMAS BÁSICOS	COMUNICACIÓN ORAL, COMUNICACIÓN ESCRITA		
LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INMEDIATA	EL TELÉGRAFO	EL CÓDIGO MORSE	COMUNICACIÓN MEDIANTE PUNTOS Y RAYAS
	EL TELÉFONO	ENLACES ELÉCTRICOS Y POR FIBRA ÓPTICA	VOZ, DATOS
	RADIODIFUSIÓN	ENLACES LOCALES	MULTIPLEXACIÓN DE SEÑALES
LAS REDES DIGITALIZADAS DE SERVICIOS INTEGRADOS SE DESARROLLARÁN EN TODOS LOS PAÍSES	SISTEMAS DE ENLACE VÍA SATÉLITE	ENLACES INTERNACIONALES Y LOCALES	BANDA KU PARA TRANSMISIÓN DE DATOS
	DARÁ INICIO LA ERA EN QUE LAS REDES DE COMUNICACIÓN MANEJARÁN TODO TIPO DE INFORMACIÓN		

ANTECEDENTES

La forma más primitiva que usó el hombre para comunicarse con sus semejantes fue sin duda diversos sonidos que desembocaron en el lenguaje hablado y posteriormente en la escritura. La comunicación escrita permitió el almacenamiento y transmisión de información mediante símbolos diversos, corrigiendo errores de la comunicación únicamente hablada, que dependía de la memoria humana. Este tipo de comunicación estaba limitado en su velocidad por los medios primitivos de transporte como fueron el andar a pie, a caballo, barco, carretas, etc. Lo limitado de los medios de comunicación hasta el siglo XVII, provoca que los grandes avances en la ciencia, la ingeniería, así como los dispositivos o herramientas cada vez más complicadas, queden en uso o conocimiento de sólo unas cuantas personas que forman los círculos de los grandes inventores, como puede ser el caso de Pascal, Leibnitz y Attanasoff, etc. Sin embargo el continuo avance de las máquinas provoca como respuesta la Revolución Industrial que aporta el perfeccionamiento de las técnicas de producción, y que también permite elaborar piezas de gran precisión en serie con lo que se vuelve factible producir diversos instrumentos para su utilización por un número cada vez más grande de personas. El enorme progreso técnico permite entonces la producción en gran escala de muchos dispositivos proyectados en siglos anteriores, acumulados como testimonio del avance de la humanidad y que al construirse permiten un trabajo cada vez más fácil.

EL TELÉGRAFO Y EL TELÉFONO

Al inventarse el telégrafo se contó con un medio de comunicación rápido a gran distancia, pues por medio de pulsos eléctricos de corta y larga duración se dio origen a un código denominado *morse* basado en puntos y rayas, de tal manera que fue posible codificar cada letra y número para su transmisión.

En 1876 Alejandro Graham Bell inventó el teléfono, que permitió transmitir la voz. El teléfono utiliza micrófonos y altavoces que convierten los sonidos en variaciones eléctricas y viceversa. Con el teléfono y las centrales telefónicas es posible enlazar a múltiples usuarios de diversos lugares del mundo, pues su uso se ha extendido hasta los lugares más recónditos del planeta. Es por tanto comprensible que con el teléfono se desarrollaran como consecuencia las redes tan indispensables en nuestra época actual para la comunicación entre las computadoras. Se dio un gran paso, sin embargo las redes de comunicación por voz no son las más adecuadas para la transmisión de datos. Las señales digitales no pueden viajar adecuadamente en ellas en virtud de que los pulsos binarios serían afectados por ruidos diversos de las líneas. Para transmitir datos a través de ellas, se hace necesario utilizar los dispositivos llamados *modems* que transforman la señal digital en analógica o continua (menos sensible a la presencia de ruidos), la envían y, al recibirla, la vuelven a transformar a digital.

La primera comunicación entre computadoras, en forma eficiente, se obtuvo hace

unas cuantas décadas, al avanzar la tecnología; sin embargo la primera comunicación entre dispositivos de cómputo fue realizada por el Dr. George Stibitz, que envió datos desde el Darmouth College en New Hampshire hasta los laboratorios Bell en la ciudad de Nueva York, mediante el uso de líneas telegráficas. La utilización formal de las líneas de comunicación para enlace con computadora sólo se dio a finales de la década de los cincuentas y a principio de los sesentas con el establecimiento de la red para reservaciones de pasajeros del sistema SABRE de la American Airlines que conectó en tiempo real cientos de terminales distantes con un procesador central. Evidentemente las redes más extendidas son las telefónicas, pero también se han desarrollado redes especializadas para transmisión de datos como la ITT World Communications que enlaza varios países del mundo y, por otro lado, también las redes de valor agregado como la GTE, Telenet y Tymnet, con servicios tan especializados como la conmutación de paquetes de datos a alta velocidad que consiste en transmitir información desde un procesador central a una terminal remota.

Las redes especializadas para transmisión de datos con valor agregado (lo cual significa que se cobra el servicio de acceso de información o de consulta) permiten ahora el acceso a bancos de datos con información de todo tipo. Como ejemplo de su potencial y utilidad, podemos mencionar que permiten con una sola terminal inteligente (microcomputadora) interactuar con casi todo tipo de información, como reservaciones de boletos de aviones o cuartos de hotel, tener acceso a reportes tanto de noticias como meteorológicos, mercados tanto de la bolsa de valores como de mercancías, correo electrónico, consulta de servicios educativos y referencias bibliográficas, intercambio de información con otros usuarios y conferencias. Este tipo de redes sólo está disponible para el público de los países desarrollados que inclusive cuentan ya en algunas áreas con redes de fibra óptica.

REDES DIGITALIZADAS DE SERVICIOS INTEGRADOS Y REDES ESPECIALIZADAS

El uso de computadoras para el control del tráfico telefónico es cada día más común y necesario. Debido a que continuamente se amplía la red de fibras ópticas, con una mayor capacidad de transporte de señales, se ha visto la conveniencia de emplear ahora señales digitales para todo tipo de servicios, desde voz hasta datos y video. De esta manera las grandes empresas serán beneficiadas y posteriormente los usuarios menores. En México se cuenta sólo en forma reducida con este tipo de servicios, sin embargo día a día se avanza hacia la integración de servicios o redes digitalizadas, con lo cual se espera en breve contar en forma más amplia con ellos.

Físicamente las redes de comunicación de datos y de voz, en general, no pueden evolucionar al mismo ritmo que lo hace la técnica, en razón de que deben primero amortizar el gasto efectuado y aprovechar hasta el máximo su vida útil. De ahí que el proceso de cambio de tecnología de redes basada en conductores eléctricos a tecnología de redes basada en fibra óptica (ya iniciado en nuestro país), no pueda ser

tan rápido como todos deseamos.

En el momento actual (1995), México cuenta con una red pública especializada de transmisión de datos llamada Telepac, la cual no alcanza todavía una infraestructura adecuada para satisfacer toda la demanda de servicios de transmisión de datos que exige el crecimiento del país, por lo que existen además otras redes privadas, que tampoco resuelven la problemática en general, aunque algunas lo hacen en forma particular. Por otro lado, Telmex también ha avanzado en el reemplazo de las redes de larga distancia, utilizando ahora la tecnología de fibras ópticas como esfuerzo hacia la conformación de una red digitalizada de servicios integrados (voz, transmisión de datos, video, correo electrónico, ventas por computadora, consulta remota de bancos de información, servicios bancarios, etc.), la cual traerá, en el futuro, toda una serie de servicios que por el momento, prácticamente sólo están al alcance de países altamente desarrollados.

RADIODIFUSIÓN Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN POR SATÉLITE

J. C. Maxwell desarrolló las ecuaciones que llevan su nombre y que predecían la existencia de las ondas electromagnéticas y publicó su teoría en 1865, desatando serias discusiones y polémicas sobre el tema. Poco después el físico Heinrich Hertz demostró la existencia de dichas ondas.

Toda señal sonora, eléctrica o electromagnética posee dos parámetros relacionados con su propagación o transmisión:

La frecuencia o número de veces por segundo que su valor pasa de su mínimo valor negativo a su máximo valor positivo o viceversa (número de cambios por segundo o ciclos por segundo denominados *hertz*).

La longitud de onda o cociente entre la velocidad de propagación de la onda y su frecuencia. La velocidad de propagación depende del medio en el que viaja, por ejemplo las ondas electromagnéticas viajan en el vacío a 300,000 km/s.

Una de las características de la radiodifusión es que el tamaño de la antena emisora y la receptora deben ser de tamaño similar al establecido por la longitud de onda, esto hace no adecuado el uso de frecuencias bajas para transmisión (por ejemplo para transmitir a 3000 hertz se requiere una antena de aproximadamente 100 kilómetros); además las frecuencias bajas requieren potencias muy elevadas para su transmisión lo cual hace impráctico su uso, aunque sea posible.

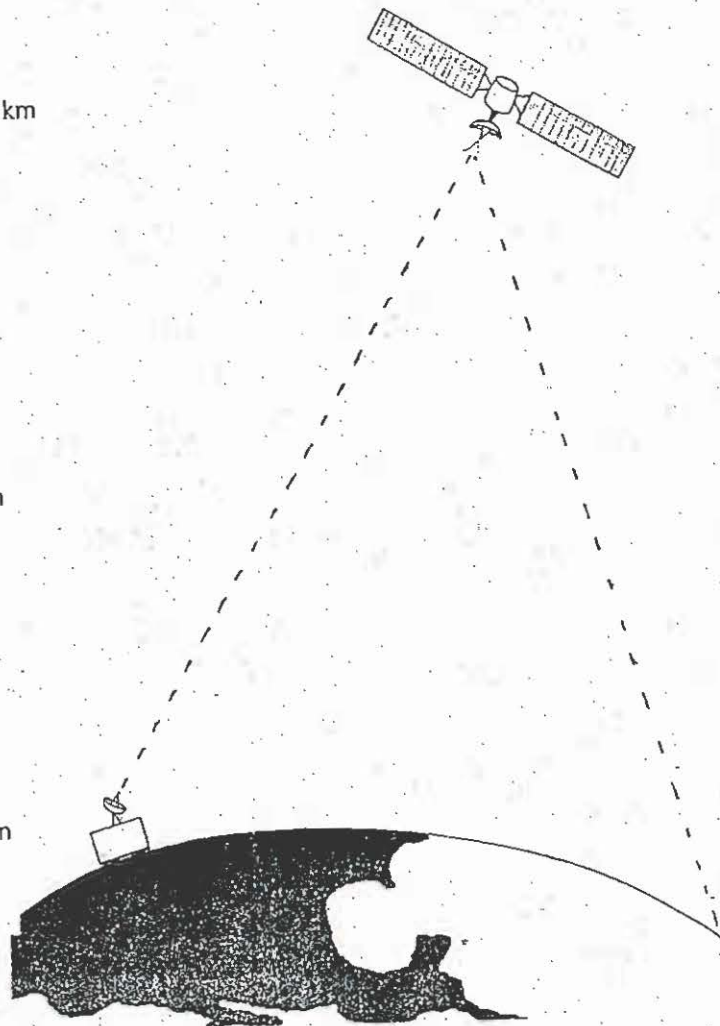
A los sistemas de radiodifusión se les asigna un ancho de banda o rango de frecuencias que permiten una transmisión correcta de la información que se desea

TRANSMISION VIA SATELITE

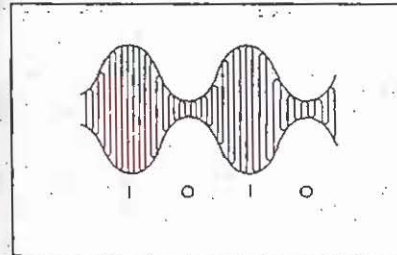
EXOSFERA
600 - 40,000 km

IONOSFERA
80 - 600 km

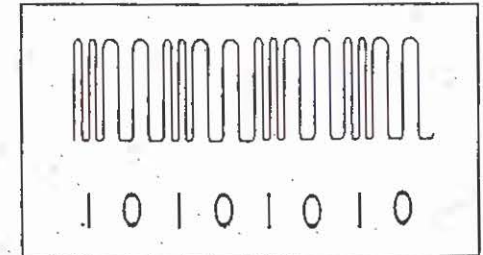
ESTRATOSFERA
60 - 80 km
MESOSFERA
4 - 60 km



transmitir (el ejemplo más común es el ancho de banda que el ser humano emplea para comunicarse con sus semejantes, es decir el rango de frecuencias de los sonidos que percibimos con el oído que va de 20 a 20,000 hertz aproximadamente). El problema de transmitir información es hacer que la señal que contiene nuestra información viaje sobre una señal de radiofrecuencia, a lo que se llama modulación. De esta forma la señal se llamará *moduladora* y la que transporta *portadora*. Hay básicamente dos formas de modular: en amplitud y en frecuencia.



Modulación en amplitud
(varía la amplitud)



Modulación en frecuencia
(varía la frecuencia)

Al aumentar la frecuencia, se cuenta con anchos de banda mayores, de tal manera que es posible superponer las señales que contienen nuestra información en un solo ancho de banda de frecuencias superiores; este método se denomina *multiplexación*.

Considere multiplexar señales telefónicas en un ancho de banda de un cable coaxial que permite de 4 a 60 millones de hertz, se sabe que el rango de 100 a 3000 hertz permite una transmisión telefónica adecuada, agregue un margen de seguridad de 2000 hertz más a cada señal, la cual requiere por tanto de 5000 hertz y caben aproximadamente 10,000 líneas en un solo cable. En el otro extremo se demultiplexan (separan) las señales, es decir, se separa la portadora para obtener las señales originales. Como a mayor frecuencia es mayor el ancho de banda asignado, resulta ser que la fibra óptica constituye el medio óptimo de transmisión de gran cantidad de señales por superficie debido además a su elevada confidencialidad y seguridad.

TRANSMISIÓN POR SATELITE

Cuando se requiere comunicar lugares poco accesibles por su orografía o establecer enlaces entre los continentes, el sistema más adecuado es el de satélites que se encuentran en posiciones fijas sobre la Tierra (órbitas geoestacionarias), aproximadamente a 36,000 km de distancia. La elevada frecuencia que emplean (microondas) posee gran penetración que permite atravesar fácilmente la capa superior de la atmósfera y la ionosfera que normalmente refleja ondas de menor frecuencia para

llegar al satélite, las señales que llegan a éste son captadas por sus antenas y devueltas en direcciones dadas a la Tierra por medio de sus emisores denominados *transponders*, para cubrir sólo áreas específicas.

Deberá tenerse en cuenta que cuando una computadora se enlaza con otra en alguna parte del mundo, por lo general hará uso de las siguientes tecnologías en las redes:

- Cable coaxial entre las microcomputadoras que conforman redes de área local (LAN).
- Cableado telefónico de cobre en el cual la señal viaja eléctricamente (sujeto a interferencias de tipo electromagnético).
- Fibra óptica en la que la señal eléctrica ha sido transformada a señales luminosas (inmunes a disturbios electromagnéticos).
- Enlace por radio (con posible interferencia por problemas atmosféricos).
- Enlace vía satélite (con afectación por problemas meteorológicos).

Por consiguiente, cuando se desea transmitir información entre microcomputadoras es importante prever la posible pérdida de información, aunado al elevado costo del enlace para muchos casos.

LENGUAJES

LENGUAJES DE BAJO NIVEL

Al crearse el concepto de programa almacenado, que evitaba modificar los circuitos internos para cada nuevo problema, cada instrucción se escribía en lenguaje binario, es decir, utilizando exclusivamente unos y ceros (1,0) se logró un avance notable, sin embargo, evidentemente este nivel de programación no permitía seguir fácilmente la secuencia de instrucciones de un programa (se elaboraba una instrucción de programa en términos de ceros y unos por cada operación que se iba a realizar). Esta primera generación de lenguajes se denominó *lenguaje de máquina o de primera generación*.

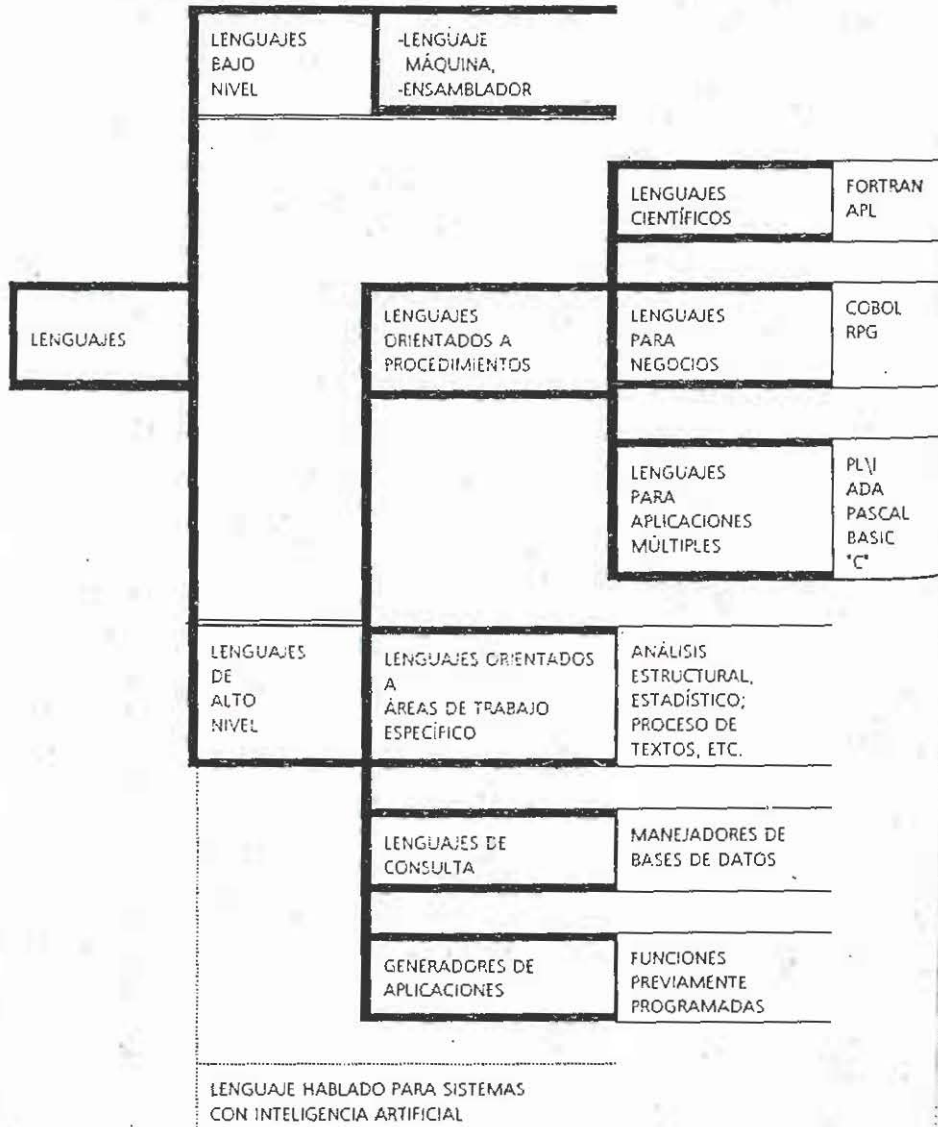
El siguiente nivel o *lenguaje ensamblador* utilizó símbolos o mnemotécnicos que representan series de unos y ceros (instrucciones). En esta etapa se ha logrado una mejoría, pero persiste la dificultad de programación. Estos lenguajes de máquina y ensamblador se utilizaban hasta antes de 1970 para el desarrollo de programas de aplicaciones y software de sistemas con la idea de utilizar más eficientemente la computadora mediante lenguajes de bajo nivel, aunque fuese muy tardada la programación.

LENGUAJES DE ALTO NIVEL

En este tercer nivel el programador pudo escribir cierto número de operaciones en una sola instrucción. Estos lenguajes marcan su aparición en 1955 con el FORTRAN (FORmula TRANslation) que tuvo como propósito facilitar a científicos e ingenieros la programación de la computadora. Para 1959 la Dra. Grace Hopper presentó su lenguaje COBOL (COmmon Business Oriented Language) que se ha aplicado a problemas administrativos y de negocios. La tendencia siempre ha sido reducir el número de instrucciones. Hasta la última fecha dada, casi todo el software que se producía era específico de cada computadora (o hardware) que se fabricaba y difícilmente podía utilizarse en otro equipo.

La memoria de las computadoras era muy costosa y limitada hasta la tercera generación, por lo que los programadores y analistas se preocupaban por la eficiencia y escribían una y otra vez su software para optimizar el uso de dicha memoria; sin embargo, al abaratare el costo del hardware ahora lo más importante y costoso es el

DESARROLLO DE LOS LENGUAJES



tiempo del programador o analista y por consecuencia en algunos casos se ha perdido la necesidad de hacer uso eficiente de la memoria de la máquina, produciéndose desarrollos de software no óptimos desde ese punto de vista.

Dentro del grado de sofisticación de los lenguajes de alto nivel se tiene la siguiente clasificación por orden de complejidad:

- Lenguajes orientados a procedimientos.
- Lenguajes orientados a problemas (áreas de trabajo específicas).
- Lenguajes de consulta.
- Generadores de aplicaciones.

El nivel de un lenguaje es inversamente proporcional al número de instrucciones necesarias que se requieren para resolver un problema dado, es decir, en una sola instrucción se indica de manera implícita toda una serie de acciones por resolver.

3.3.2.3 LENGUAJES ORIENTADOS A PROCEDIMIENTOS

Se clasifican como:

- a) Científicos (manejo de matrices, solución de problemas recursivos, análisis estadístico, etc.).
- b) Para negocios (nóminas, balances, estados financieros, etc.).
- c) De aplicaciones múltiples (tanto científicas como de negocios).

LENGUAJES CIENTÍFICOS

Los lenguajes científicos típicos son: G.-907883

FORTRAN, desarrollado por un grupo dirigido por John Backus. La primera versión data de 1955 y se considera como el primer lenguaje de alto nivel; de él se han escrito diversas versiones, inclusive de tipo estructurado para la moderna microcomputadora, también se le ha empleado en la solución de múltiples problemas de ingeniería. Cuenta con uno de los mejores manejos de punto flotante y el poder operar con números complejos del tipo $(a + bi)$.

APL (apareció en 1968) y se maneja de forma interactiva. Incluye una serie de símbolos que permiten una programación abreviada, sin embargo tiene capacidades limitadas de formateo en salida de resultados. Actualmente se usa poco.



LENGUAJES PARA NEGOCIOS

Los lenguajes propios para los negocios incluyen una gran capacidad para almacenar, recuperar y manipular información alfanumérica; los más conocidos son:

COBOL, desarrollado por Grace Hopper de la Sperry Rand y R. W. Bemer de la IBM. Aparece en 1959 la primera versión que emplea una sintaxis que se parece mucho a órdenes dadas en idioma inglés; continúa mejorándose hasta la fecha y es el lenguaje en el que están escritos la mayoría de programas de negocios. Actualmente es un lenguaje portátil que corre en diversas computadoras.

RPG (desarrollado a partir de 1964 con la finalidad de generar programas de informes). Actualmente se maneja por medio de menús desplegables, de forma interactiva y puede cubrir ampliamente todas las necesidades de procesamiento de información. Los informes resultan más fáciles de escribir que empleando COBOL.

LENGUAJES DE APLICACIONES MÚLTIPLES

Se han desarrollado con la idea de simplificar el medio ambiente de programación y cubrir las necesidades de programación de todo tipo. Como casos más representativos están:

PL/I (Program Language/I, desarrollado a partir de 1970) es un lenguaje que se asocia a grandes computadoras o mainframes de IBM con gran poder y capacidades para desarrollar software (por ejemplo, con él se desarrolló CAD o diseño auxiliado por computadora), sin embargo no ha alcanzado gran popularidad.

ADA (desarrollado por la Defensa de Estados Unidos) resulta ser de los lenguajes más complejos orientados preferentemente a procedimientos, pero que no ha ganado gran aceptación.

PASCAL (presentado en 1968) incluye una enorme flexibilidad, potencia y estructura de autodocumentación, características que lo hacen de los preferidos de los programadores profesionales.

BASIC (Beginner's all purpose symbolic instruction code, data de 1965) fue desarrollado para las grandes computadoras por John Kemeny y Kenneth Kurz del colegio de Dartmouth y posteriormente adoptado como el lenguaje más popular entre las microcomputadoras; se puede decir que, casi sin lugar a dudas, es lenguaje más fácil de aprender y utilizar para todo tipo de aplicaciones, tanto científicas como de negocios. Actualmente la versión que se incluye como base en el sistema operativo DOS es *Quick Basic*, totalmente estructurado, con gran poder y flexibilidad para todo tipo de proceso de información o solución de problemas con la computadora.

LENGUAJE C. Martin Richards desarrolló el lenguaje BCPL que a su vez influyó en Ken Thompson para desarrollar el lenguaje B; derivado de ello Dennis Ritchie desarrolla en una DEC PDP-11 el lenguaje C al iniciarse la década de los años setenta. Este lenguaje pretende dar un sustituto eficiente al lenguaje de bajo nivel conocido como ensamblador, ubicándose en un nivel intermedio entre un lenguaje de bajo y uno de alto nivel. Su característica más importante es permitir al programador manipular bits, bytes y direcciones de memoria; es por ello el lenguaje de gran aceptación en las áreas de computación que se ha constituido como poderosa herramienta para el desarrollo de software. En 1980 Bjarne Stroustrup de los laboratorios Bell de Murray Hill, New Jersey, inspirado en el lenguaje Simula57 adicionó las características de la programación orientada a objetos (incluyendo las ventajas de una biblioteca de funciones orientada a objetos) y lo denominó *C con clases*. Para 1983 dicha denominación cambió a la de C++.

LENGUAJES ORIENTADOS A ÁREAS DE TRABAJO ESPECIFICAS

Estos lenguajes se conocen comúnmente como *paquetes* y están diseñados para resolver los problemas de un área particular de aplicación. Generalmente sólo demandan la información de entrada al problema y con ella presentan el esquema de solución. Estos lenguajes se han producido para casi todas las aplicaciones posibles, como muestra se mencionan:

- COGO (análisis de esfuerzos en edificios y puentes).
- SAS (análisis estadístico).
- WORDPERFECT (procesamiento de palabras).

LENGUAJES DE CONSULTA

Los lenguajes de consulta generan automáticamente el procedimiento de solución de un problema, es decir, el programador sólo indica qué hacer y no cómo hacerlo instrucción por instrucción. Las instrucciones básicas de estos lenguajes manipulan matemáticamente los datos, dan formato a resultados o informes y producen la salida en el orden deseado. Con poca práctica, cualquier ejecutivo puede realizar consultas y obtener información de toda índole cuando requiere de un proceso rápido. La cantidad de instrucciones que se necesitan, comparadas por ejemplo contra un programa en COBOL o RPG, es mínima (menos del 10% en casos típicos). Como ejemplo de este tipo de lenguajes:

- DATA EASE.
- EASYTRIEVE.

En este tipo de lenguaje, las necesidades de un sistema se indican seleccionando funciones previamente programadas, sin necesidad de dar instrucciones a nivel procedimiento. Por ejemplo:

ORACLE.

PERSPECTIVAS DE LOS LENGUAJES DE ALTO NIVEL

Hasta antes de 1969 el software era prácticamente exclusivo de la computadora para el cual estaba escrito, y los programas para una marca de computadora no podían correr en otra; sin embargo, a partir de ese año la IBM desarrolla el software portátil inaugurando la era de los productores de software (los programas pueden procesarse en cualquier máquina). Con este enfoque, los lenguajes se continúan desarrollando y se obtiene un software de aplicaciones cuyo objetivo es convertir a la computadora en una herramienta para todas las personas; aparecen procesadores de texto, las hojas de cálculo electrónico, bases de datos, lenguajes de consulta y generadores de aplicaciones cuyo uso no requiere saber programar la computadora, lo único necesario es aprender a usar eficientemente las órdenes o comandos del software de aplicaciones que se seleccione, para realizar tareas diversas. Por último, mencionamos que la tendencia en el futuro, con la pronta aparición de sistemas con inteligencia artificial, es que se llegará a dialogar de forma natural con la computadora para la solución de múltiples problemas. Los lenguajes orientados hacia el desarrollo de los sistemas expertos y de la inteligencia artificial se clasifican como cuarta generación.

PANORAMA DEL DESARROLLO DE LOS PRIMEROS PAQUETES PARA MICROCOMPUTADORAS

El éxito de las microcomputadoras se debe en gran medida a la aparición de los paquetes para procesar información sin necesidad de saber programar, principalmente por la aparición de la hoja de cálculo electrónica, de la base de datos y del procesador de palabras, además de los paquetes de aplicación específica como pueden ser el de análisis estadístico y el de diseño estructural, entre otros muchos. Estos paquetes han propiciado que tanto empresarios y personas con diferentes actividades aprovechen la computadora como herramienta auxiliar para la obtención inmediata de resultados, evitando la necesidad de recurrir a complicados desarrollos particulares de software que resultarían más caros y difíciles en su utilización y actualización. El concepto de paquete o software orientado a una aplicación específica continúa evolucionando y cada vez surgen mejores.

Seymour Rubinstein, empresario de la venta de software en California, vendía un procesador de textos que había desarrollado pero que no cubría lo requerido por sus clientes. Con su gran habilidad para los negocios decidió contratar a Rob Barnaby para desarrollar Wordstar en 1979, el cual se constituyó como el número uno en ventas durante varios años. Ya no era necesario reescribir las hojas de texto cuando tenían errores, sólo se requería editar aprovechando el trabajo previamente teclado, insertando y borrando lo necesario. Empezó entonces la era de la microcomputadora como la máquina de escribir ideal para todo tipo de oficina.

LA PRIMERA HOJA DE CALCULO ELECTRÓNICA

Dan Bricklin, estudiante del Tecnológico de Massachusetts y buen programador, concibe la idea de programar una hoja tabular de contabilidad que le ayudara en la solución de sus tareas; comenta esto con su amigo Bob Frankston y ambos la desarrollan en 1978. Dan Fylstra, que se dedicaba a comercializar software, los invita a producirlo para la microcomputadora Apple y comercializarlo; como resultado de ello producen Visicalc nombre derivado de VISible CALculator. Este paquete impulsa el uso de la microcomputadora en los negocios debido a que maneja la información de forma similar a como se maneja en una hoja de contabilidad o tabular, por columnas y renglones, para el cálculo automático de resultados mediante fórmulas.

LAS BASES DE DATOS Y EL DBASE II

En 1977, Wayne Ratliff había desarrollado un sistema para manejo de datos y recuperación de información para la gran computadora del Jet Propulsion Laboratory. Años más tarde adaptó y mejoró dicho sistema en su computadora personal, constituyendo la innovación en el proceso de información en estos equipos, a tal grado que para 1979 la revista *Byte Magazine* le dedica un artículo llamando a este software Vulcan.

George Lashlee y George Tate se dieron cuenta del enorme potencial de este software y decidieron comprar a Wayne los derechos de uso y proceder a comercializarlo. Para esto constituyen la compañía ASHTON - TATE y renombran al paquete como DBASE II; a partir de entonces dicha compañía se convirtió en la número uno para el manejo de bases de datos en microcomputadoras. Es importante mencionar que el nombre se sugirió para dar idea como de un producto mejorado de un desarrollo anterior, pero que sin embargo nunca existió el DBASE I. Este paquete ha sido mejorado y actualmente se cuenta con DBASE IV y CLIPPER.

MÉXICO4.1 ANTECEDENTES

SEYMOUR RUBINSTEIN

AUNQUE EL PRIMER PROCESADOR DE PALABRAS PARA MICROCOMPUTADORAS FUE ESCRITO EN 1976 POR MICHAEL SCHRAYER PARA LA ALTAIR 8850, CON EL NOMBRE DE ELECTRIC PENCIL, EL DESARROLLADO POR SEYMOUR RUBINSTEIN CON LA AYUDA DE JOHN BARNABY PARA LA APPLE, FUE EL MÁS EMPLEADO: EN 1978 SE LE DENOMINÓ WORDMASTER Y PARA 1979 SE LE RENOMBRÓ WORDSTAR.

WAYNE RATLIFF DESARROLLÓ EL PRIMER PROGRAMA PARA ADMINISTRAR UNA BASE DE DATOS, DENOMINADO INICIALMENTE VULCAN Y POSTERIORMENTE MEJORADO Y RENOMBRADO DBASE II. CON ÉL LA APPLE ALCANZÓ GRAN POPULARIDAD EN ORIGINAS.



WAYNE RATLIFF



DAN BRICKLIN



BOB FRANKSTON

DAN BRICKLIN CONCIBIÓ LA IDEA DE UNA HOJA ELECTRÓNICA PARA REALIZAR PROCESOS CONTABLES DE FORMA AUTOMÁTICA CON LA APPLE Y JUNTO CON BOB FRANKSTON LA DESARROLLA Y COMERCIALIZA CON EL NOMBRE DE VISICALC. EN 1985 MITCH KAPOR Y JONATHAN SACHS LES COMPRAN SUS DERECHOS Y DESARROLLAN EL LOTUS 1-2-3.

Después de la revolución mexicana de 1910, surgieron diversas empresas en México que requerían de procedimientos contables y administrativos cada vez más complejos para un procesamiento oportuno de la información. Podemos decir que en la década de 1920 a 1930 muchas de ellas introdujeron diversas calculadoras mecánicas, aunque es difícil mencionar quiénes las emplearon; también llegaron las máquinas de registro unitario para el proceso de cantidades mayores de información que permitían la:

- 1) Recopilación de datos en tarjetas perforadas.
- 2) Clasificación, intercalación y operaciones de suma y resta.
- 3) Obtención de resultados en formas impresas que se conocía como tabulación numérica o sumarización de resultados.

Correspondió a Ferrocarriles Nacionales ser la empresa que instaló el primer equipo de procesamiento de datos para controlar el transporte de mercancía en el país. A continuación, diversas empresas crearon sus centros de registro unitario, como muestra: Petróleos el Águila, Fábrica de papel San Rafael, Banco de México y la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza.

Con tales dispositivos las empresas pudieron mecanizar los tediosos trabajos manuales de clasificación y cálculo de totales, obteniendo en tiempos más cortos, resultados más precisos y desarrollando la posibilidad de realizar análisis de costos y ventas por unidad.

De esta manera, el Departamento de Estadística de México aplicó las máquinas de clasificación contable para obtener el censo agropecuario en mucho menor tiempo.

Por su parte, la Tesorería del Departamento del Distrito Federal mecanizó el pago de nómina por medio de cheques y el control mediante tarjetas perforadas.

Al pasar a la década de 1940, las máquinas tabuladoras y clasificadoras aumentaron su velocidad de proceso mediante la adopción de bulbos, introduciéndose la tabuladora alfabética que permitió reportes impresos más complejos.

En esa época se creó el IMSS que poco después adoptó los equipos de registro unitario para control automatizado de sus asegurados, en razón de que el control manual daba lugar a notables atrasos y errores.

La SEP empleó también las máquinas de registro unitario para el control de la información de su campaña contra el analfabetismo.

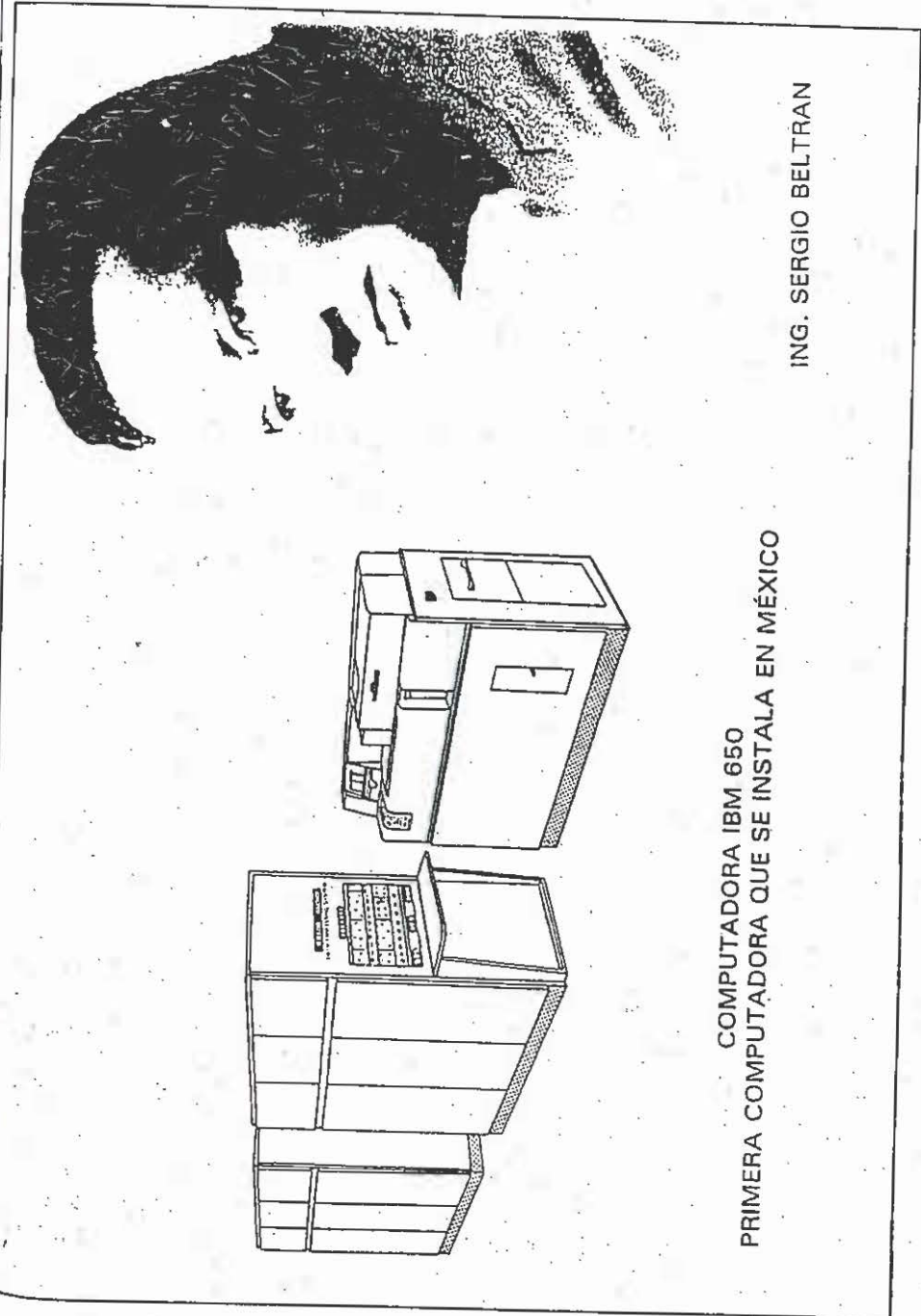
4.2 LA PRIMERA COMPUTADORA EN EL PAÍS

En México, al igual que en diversos países de latinoamérica, la computación siguió los mismos patrones de utilización que en los países altamente desarrollados: primero emplearon la computadora las instituciones educativas, pues correspondió a la Universidad Nacional Autónoma de México instalar en Ciudad Universitaria, en 1958, la primera computadora en el país y casi a la par, las instituciones gubernamentales para el proceso de grandes cantidades de información como en el caso de los censos y por último, la utilizaron las empresas privadas.

A mediados de la década de 1950 la UNAM estrenaba sus nuevas instalaciones en Ciudad Universitaria y correspondió al rector, Dr. Nabor Carrillo reunir en Ciudad Universitaria a las facultades, escuelas e institutos que tenían sus sedes dispersas en el centro de la ciudad. Tuvo que convencer de ello al presidente de la república quien, según confidencia personal, le había externado su temor de reunir en un solo campus a todos los estudiantes, pues podría llegar a ser explosivo. Por su parte el Dr. Carrillo se había propuesto impulsar el desarrollo de la investigación científica y para ello se había rodeado de un equipo de colaboradores muy capaces, entre los cuales destacó el Ing. Sergio F. Beltrán que estaba por concluir sus estudios de maestría en ciencias.

El Dr. Carrillo era también consultor del gobierno de los Estados Unidos en mecánica de suelos y tenía a su cargo el estudio del hundimiento de la base naval de San Diego, lo cual sugirió como tema de tesis a Beltrán a quien le pareció atractiva la idea, por el hecho de que en México también se presentaban problemas de hundimientos en diversos edificios como el de Palacio Nacional y Bellas Artes, entre otros.

Para modelar lo anterior, el Dr. Carrillo desarrolló la teoría sobre los centros



ING. SERGIO BELTRAN

COMPUTADORA IBM 650
PRIMERA COMPUTADORA QUE SE INSTALA EN MÉXICO

de tensión, aplicable al problema estadounidense y planteó un procedimiento de integración numérica de ecuaciones integrodiferenciales, que permitió resolver el sistema de ecuaciones simultáneas, en ocho o nueve meses, mediante la utilización de calculadoras electromecánicas, que obtenían resultados parciales que a su vez se combinaban con resultados intermedios, después con resultados transitorios y finalmente a los deseados.

La teoría y mediciones experimentales coincidieron con la práctica, y los estadounidenses aplicaron ese método a un caso representado por un sistema de decenas de ecuaciones simultáneas, en adición al resuelto por los mexicanos. Al intercambiar experiencias, sorprendió a Beltrán la rapidez con que lo hicieron, pues lo desarrollado y aplicado por el Dr. Carrillo conducía a un sistema con tres ecuaciones simultáneas cuya resolución requirió de varios meses a cuatro o cinco personas calificadas como expertas; era de pensarse que si los estadounidenses procedieron de igual forma hubiesen requerido a la mitad de su población en la elaboración de los cálculos numéricos. Al preguntarles, telefónicamente, sobre cómo lo habían hecho, la respuesta, parca y breve fue: "naturalmente lo hicimos mediante un cerebro electrónico", lo cual causó desconcierto pues no se entendía el término cerebro electrónico e incluso en algunas personas causó enojo por la pedantería de pretender hacerles creer que sus cerebros eran electrónicos. Ante tal situación, cuando se le comentó el caso al Dr. Carrillo, éste aconsejó ir a Estados Unidos para ver en realidad lo que significaba electronic brain. De esa manera, Beltrán viajó a la Universidad de California y conoció la existencia de una computadora electrónica y regresó con unos manuales de operación que le proporcionó la compañía manufacturera. La utilidad de la computadora en el quehacer científico estaba probada para Beltrán y trató de convencer al Dr. Carrillo de instalar una computadora en la UNAM.

El presupuesto asignado a la UNAM ya sufría desde entonces y rentarle a IBM una computadora costaba 300 mil pesos anualmente. El Dr. Carrillo advirtió que si al cabo de un año la nueva dependencia que se creara no llegaba a ser autosuficiente, no se renovarían el contrato de renta y se suprimiría la computadora de la UNAM. El proyecto contaba en ese entonces (1957) con colaboradores de capacidad reconocida como los doctores Alberto Barajas y Carlos Graef Fernández, entre muchos otros, quienes hacían suponer que se tendría éxito; era todo un reto instalar y operar una máquina que nadie conocía en México, inclusive el problema de la corriente eléctrica que se necesitaba con una frecuencia de 60 ciclos en lugar de 50 con que se contaba. Tocó resolver el problema del convertidor de frecuencias al Ing. Sergio Ordóñez, quien fungió como consultor gratuito indispensable.

En 1957 se inició la instalación de una IBM 650, cuya memoria de tambor magnético al girar a 12,500 revoluciones producía un silbido espeluznante que a

todos impresionaba. Se dieron los primeros cursos de computación y en 1958 se sentaron las bases para la comercialización de una parte del tiempo disponible y para la realización de los primeros programas que resolvían problemas de astrofísica y física, así como de ingeniería química. La renta de ese equipo era de 25000 pesos mensuales, ya incluido el descuento del 40% por tratarse de una institución educativa y el contrato de utilización de sólo 176 horas al mes; obviamente el tiempo no alcanzó y se llegó a utilizar 24 horas al día, siempre con el temor de ser sorprendidos por los arrendadores. Por otro lado, también había incompreensión por una parte de la comunidad universitaria que se oponía a la instalación de una computadora en México ya que se le consideraba como instrumento militar, transnacional, etc., y demasiado costoso. El Dr. Carrillo convenció a la comunidad para que dieran un plazo de 10 años a Beltrán y demostrara lo contrario; surge así el Centro de Cálculo Electrónico de la UNAM, que el Dr. Carrillo ubica en la Facultad de Ciencias, con el fin de apoyar a la comunidad científica. En 1968 ya había la necesidad de las computadoras en México y su número era registrado en un censo que se proporcionó a algunas de las personas que se oponían a usarlas. En 1978 eran tantas las máquinas instaladas que no era posible determinar su número.

Lo más valioso de esa época de inicios en el uso de la computadora en México lo constituyó la gente que ayudó en ello, en su mayoría estudiantes con gran empeño que una vez que aprendían, enseñaban y operaban a ratos el equipo, con más ganas que percepciones económicas. El entusiasmo era tal, que incluso se llegó a tener una unidad móvil para prestar servicios de cómputo mediante un equipo que se trasladaba a provincia.

En aquella época se programaba en un lenguaje ensamblador conocido como SOAP y se disponía de una memoria de 2000 palabras; se alcanzaba una velocidad de 100,000 operaciones por segundo, sin embargo fueron resueltos problemas de gran magnitud, como la oscilación de galaxias con masas esféricas, el cálculo de reactores nucleares con agua normal como moderador, el análisis morfémico de 68 lenguas indígenas de México, la formulación de diccionarios, etc.

4.3 DESARROLLO DE LA COMPUTACIÓN EN EL PAÍS

Dado el crecimiento de la población y de los servicios que ésta demandaba, el sector público tuvo la necesidad de contar con instrumentos de proceso de información, y fue a finales de 1959, cuando la Dirección General de Estadística ordenó la instalación de una computadora UNIVAC para procesar los censos de la población de 1960, casi paralelamente a Estados Unidos, debido a la influencia que la computación había tenido sobre los estudiantes que había enviado a

estudiar a dicho país. A partir de entonces empieza la fiebre por los equipos de cómputo. Como consecuencia, PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad instalan un año más tarde sus computadoras. Por parte del sector privado, tocó a la Goodrich Euzkadi instalar la primera computadora.

La UNAM dio las bases para una interrelación y apoyo entre los diversos usuarios de computadoras debido a que muchos egresados laboraban en diversas empresas como PEMEX, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Secretaría de Obras Públicas, etc., inclusive el centro de computación del Instituto Politécnico Nacional fue fundado por egresados de la UNAM, invitados a colaborar ahí.

Obviamente la aparición en México de empresas transnacionales de cómputo ayudó a la comercialización de los equipos. México contaba ya con la IBM, UNIVAC y la BULL de procedencia francesa que buscaban mercados más amplios para sus productos. Los vendedores de dichas empresas por lo general eran egresados de la UNAM que sabían que la computadora se empleaba eficazmente como instrumento de apoyo a la ciencia y como herramienta para el proceso de información y mejor administración en la industria. Algunos de ellos intuían que la mejor promoción de sus equipos estaba en tener máquinas instaladas en lugares de prestigio cultural como la UNAM, el Politécnico, entre otros. Los empresarios que requerían de una mejor eficiencia administrativa, buscaban referencias y una vez que veían su adecuado funcionamiento y ventajas, se decidían a instalarla en sus negocios, de esta manera aparecen computadoras en el Banco de México, Liverpool y otras empresas comerciales.

La habilidad y visión de los líderes de las empresas transnacionales que venden equipo de cómputo es la que ha determinado la solidez y presencia de ellos en México, de esta forma, se han constituido sólidamente en el mercado nacional, por su infraestructura, soporte y comercialización la HEWLETT PACKARD y la IBM principalmente. Otras empresas como la BULL han desaparecido o tienden a desaparecer del mercado nacional.

Podemos decir que el impulso más vigoroso que recientemente ha recibido la computación se debe a la aparición de la moderna microcomputadora que ha propiciado la proliferación en México de diversas transnacionales y ensambladoras que luchan por vender sus microcomputadoras, muchas veces sin el soporte o calidad esperados, a veces con precios que realmente convencen; la filosofía que tienen es de "útese y tírese al fallar", luego mejor compre otra, pues los precios continuarán abaratándose y la tecnología habrá evolucionando, dejando obsoleta a su máquina.

Sin lugar a dudas, la microcomputadora penetrará en casi todos los hogares

de clase media en adelante, debido al gran potencial que encierra, no sólo para juegos, sino para manejar diversos paquetes, tanto tutoriales de diversas disciplinas como matemáticas, química, física, o de aplicación específica para el proceso de palabras, bases de datos y hojas electrónicas que se constituirán como herramienta de apoyo para todos los estudiantes y profesionistas.

Actualmente México cuenta con centros de investigación y desarrollo de software y hardware como es el caso del IIMAS (Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas) que ha propiciado proyectos como el desarrollo de una máquina heterárquica reconfigurable, dentro de lo que se conoce como *procesamiento en paralelo*, una técnica que descompone un problema complicado en partes y lo resuelve con ayuda de varios procesadores, ahorrando tiempo de solución al realizar las muchas operaciones aritméticas simultáneamente. Dentro del sector educativo, otras instituciones de enseñanza superior, también cuentan con sectores dedicados al desarrollo de software y sus aplicaciones. Por parte de la iniciativa privada IBM tiene un sector dedicado a la investigación y desarrollo al igual que la Hewlett Packard, entre otros.

5 CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS DE CÓMPUTO

5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS

Actualmente las computadoras se clasifican en tres grandes tipos:

- Digitales.
- Analógicas.
- Híbridas.

De ellas las más utilizadas (tanto científica como comercialmente) son las digitales, que permiten el procesamiento de datos discretos. Como ejemplo tenemos procesamiento de información estadística.

Las computadoras analógicas se orientan normalmente para trabajos especializados en donde las variables están medidas en una escala continua. Los resultados se obtienen a partir de simulación, mediante circuitos electrónicos, de los fenómenos o estructuras en estudio; como ejemplo pueden ser las oscilaciones que se producen durante un sismo, el comportamiento de la suspensión de un coche, procesos industriales con manejo de fluidos, etc. Su uso ha disminuido notablemente y tiende a desaparecer debido a que puede emularse a través de computadoras digitales.

Por último, los procesadores híbridos se aprovechan en casos muy específicos, procesando la información tanto en forma analógica como discreta, como en el caso de la medición del funcionamiento de los órganos vitales de un paciente en un hospital con la consiguiente interpretación de valores continuos como discretos.

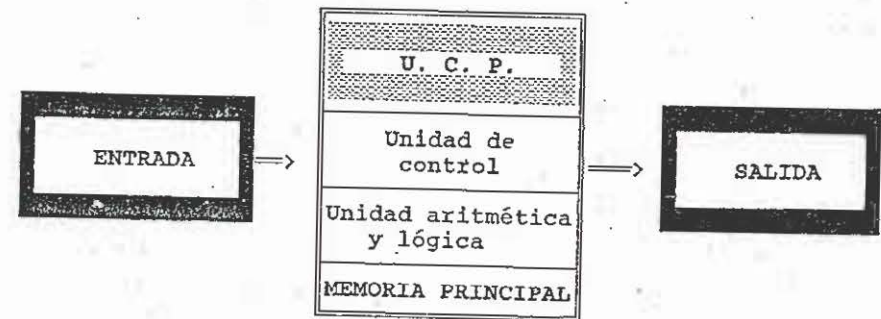
La ventaja de un procesador analógico es la de producir el resultado en forma casi instantánea, como en el caso de la lectura de un velocímetro. En contraste, un procesador digital requiere, en ocasiones, de millones de operaciones para obtener un resultado similar; sin embargo, la ventaja en este último es que puede predeterminarse un grado de precisión y en los dispositivos analógicos cuando mucho se alcanza un 0.1%.

5.2 CONFIGURACIÓN DE UNA MICROCOMPUTADORA

Hablar de una configuración implica describir los componentes de un equipo de cómputo. Desde esta consideración es necesario una breve descripción de la computadora personal y, dada la creciente penetración y uso en casi todas las actividades del ser humano de la moderna microcomputadora, en estas notas se hará especial referencia a la configuración típica de ella (que fácilmente puede extenderse y complementarse para describir configuraciones de equipos mayores).

PRINCIPALES COMPONENTES

La computadora personal básica consta de:



En ella se identifican tres partes esencialmente:

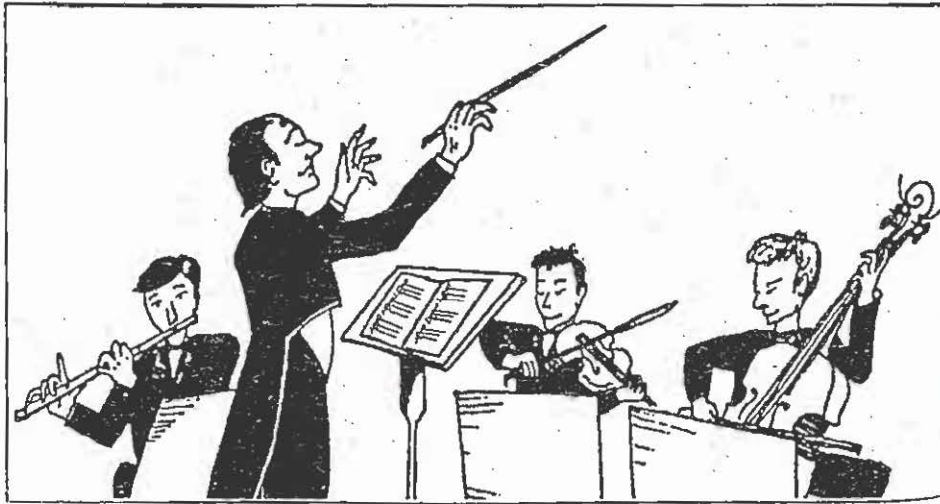
- unidad de entrada de información,
- unidad central de proceso y
- unidad de salida.

Los dispositivos externos a la computadora como el teclado, la pantalla o monitor y la impresora son considerados como equipo periférico de entrada y salida respectivamente. En nuestro caso usaremos computadoras compatibles con microcomputadoras IBM y describiremos brevemente cada unidad.

PUERTOS

La unidad central constituye el cerebro de la computadora y su componente principal es un microprocesador (circuito integrado) que se encarga fundamentalmente de las siguientes tareas básicas:

- a) Colabora con el sistema operativo para que este último administre todas las actividades de la computadora. Esto es, controla los procesos de entrada / salida de información que viene de disco, interpreta comandos que proporcionamos por teclado, permitiendo la interacción con el usuario y envía información a la impresora.



EL SISTEMA OPERATIVO ADMINISTRA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA Y PERMITE LA ARMONÍA DE OPERACIÓN. PUEDE DECIRSE QUE ES COMO EL DIRECTOR DE LA ORQUESTA.

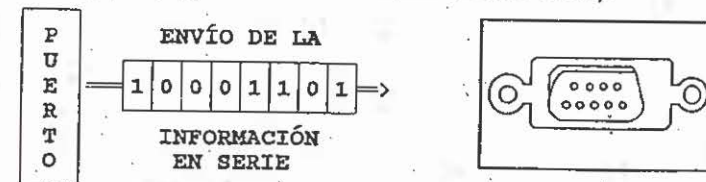
- b) Realiza con su unidad aritmética lógica todos los cálculos y operaciones que se necesiten, así como todas las operaciones lógicas y comparaciones que se requieren en la solución de un problema.
- c) Otra de las tareas del microprocesador es almacenar y recuperar datos principalmente de la memoria interna de la computadora, que se cataloga de la siguiente manera:

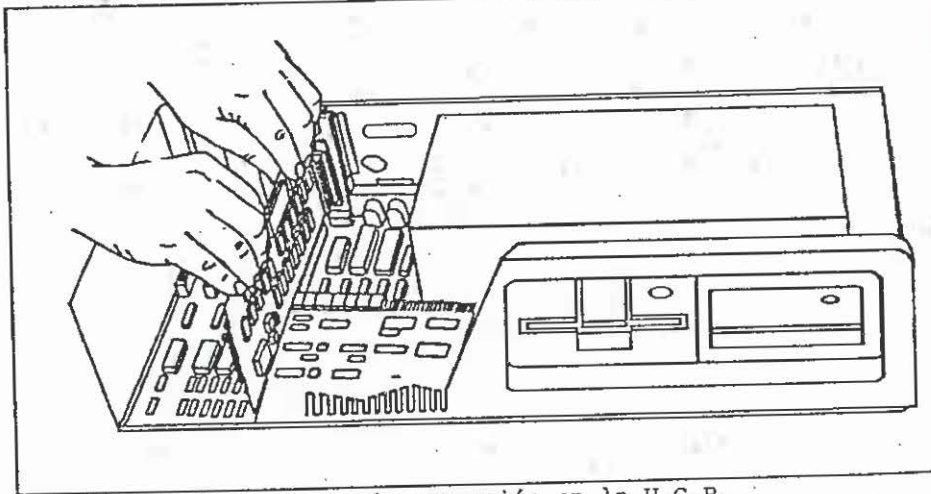
- Memoria sólo de lectura (ROM o Read Only Memory) es un circuito integrado que tiene almacenadas las instrucciones básicas (en un lenguaje conocido como microcódigo) para arrancar la computadora; esta memoria permanente no puede modificarse ni adicionársele información, es una memoria que conserva sus instrucciones estando apagada o encendida.
- Memoria de acceso aleatorio (RAM o Random Access Memory) es un chip que constituye una memoria que se activa únicamente cada vez que se enciende la computadora y se borra o desactiva cuando se apaga (memoria volátil). Es una memoria de alta velocidad que almacena parte del software y datos, es decir, carga en ella las aplicaciones o software e información dada por teclado. Las nuevas aplicaciones demandan mayor capacidad de almacenamiento RAM (antes de adquirir una microcomputadora es recomendable verificar las necesidades de memoria RAM; si usted no ha decidido qué instalará, se recomienda 4 Megabytes, es decir 4 millones de caracteres o bytes como mínimo).

La unidad central está instalada en un gabinete que cuenta con una serie de ranuras de expansión (caso de arquitectura abierta), que permiten conectar internamente en el gabinete tarjetas con aplicaciones específicas, como ampliar su memoria, conectar equipo periférico diverso, controlar disco duro o establecer comunicaciones en protocolo específico con otros equipos (por ejemplo síncrono para un sistema de reservaciones), etc.

Además, dicho gabinete cuenta con una serie de conectores externos llamados puertos que permiten conectar equipos periféricos como la impresora, teclado, monitor, digitalizador, modem, ratón, etc. Aunque el número y tipo de puertos varíe entre las computadoras, normalmente son de dos tipos:

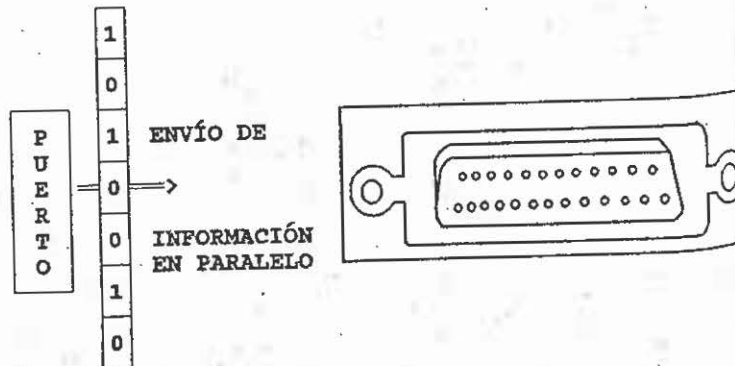
- Puertos seriales o tipo RS-232-C: empleados en las comunicaciones asíncronas que envían la información en forma de dígitos binarios uno tras otro (en serie). En ellos se conectan modems para el enlace con otros dispositivos o computadoras. La señal que sale de un puerto se modula (se transforma a señal continua) con el modem y puede enviarse a cualquier lugar del mundo (puerto conocido también como COM).





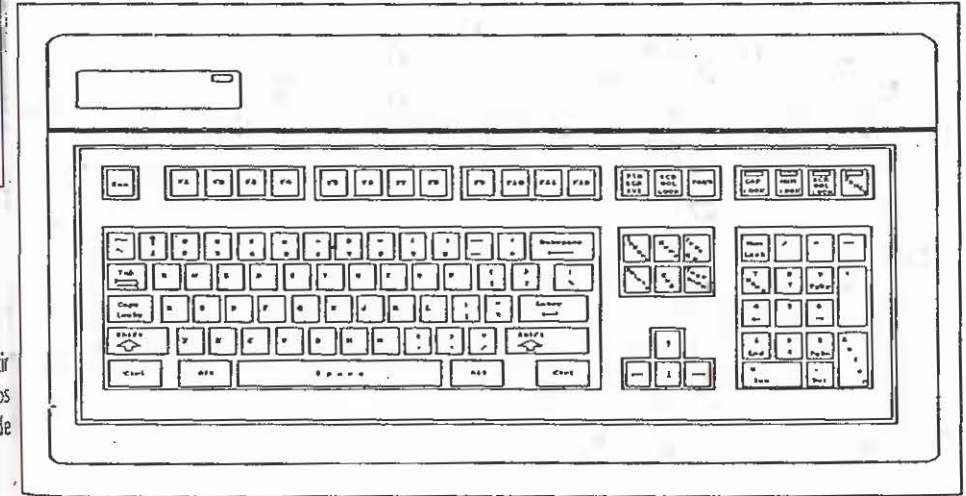
Instalación de tarjetas de expansión en la U.C.P.

Puertos paralelos o interfases tipo centronics: su característica es transmitir 8 dígitos binarios a la vez. De ahí que, al ser más rápidos, sean adecuados para la conexión de impresoras. La desventaja es que la señal no puede viajar grandes distancias (puerto conocido también como LPT).



TECLADO DE 101 TECLAS

Actualmente la mayoría de computadoras siguen la tendencia de uno de los principales productores de computadoras a nivel mundial: IBM, de ahí que también en el caso del teclado se trate de imitar sus modelos (el expandido principalmente):



El teclado expandido consta normalmente de 101 teclas, las que notacionalmente representaremos con un recuadro y que a continuación mencionamos:

- Teclas con las letras del alfabeto, números y demás caracteres que normalmente aparecen en el teclado de cualquier máquina de escribir.
- Teclas de movimiento del cursor:



- Teclas de funciones especiales:

F1 **F2** **F3** ... **F10**

- Teclas que sólo producen efecto si se mantienen pulsadas mientras se presiona otra tecla:

Ctrl

Shift (mayúsculas)

Alt

- Tecla para introducir órdenes a la computadora o para cambiar de línea (o introducir líneas en blanco):

Enter (o Intro) ↵

- Tecla para insertar o sobrescribir caracteres (adición o sustitución de texto):

Ins

- Teclas para borrado de caracteres a la derecha y a la izquierda:

Del **<- BkSp** (en español Del equivale a Supr)

- Teclas para escritura en mayúsculas/minúsculas y uso del teclado numérico/(movimiento del cursor):

Caps Lock (mayúsculas/minúsculas)

Num Lock (Números/mov. cursor)

- Tecla para cancelar una orden:

Esc

- Teclas de avance y retroceso por página:

PgUp

El cursor se posiciona en el primer carácter o posición de la página anterior (en español Re pág).

PgDn

El cursor se traslada a la primera posición o carácter de la página siguiente (en español Av pág).

- Las letras mayúsculas, se obtienen manteniendo oprimida la tecla:

Shift (mayúsculas) (arriba de Ctrl)

sin embargo, si se desea escribir sólo letras mayúsculas, se recomienda oprimir una vez la tecla:

Caps Lock (en español Bloq May)

para desactivar dicho modo (mayúsculas), se vuelve a oprimir esta tecla.

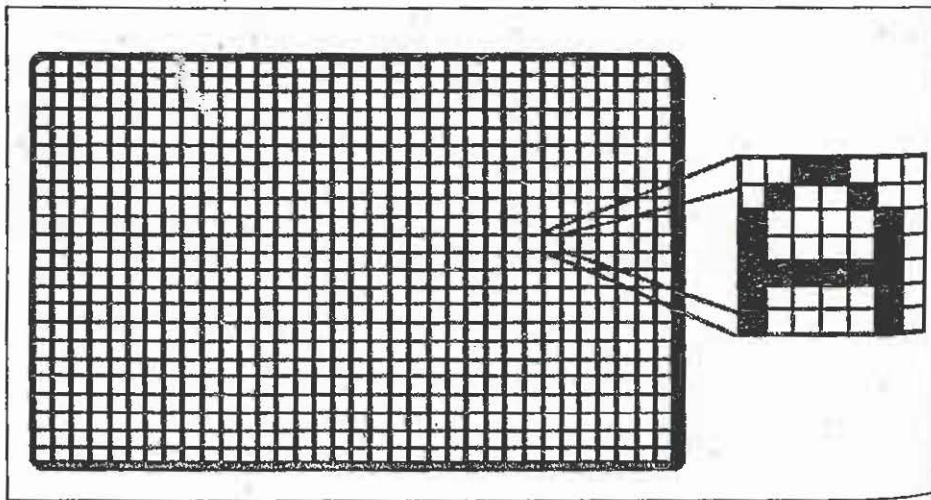
- Por último, las teclas:

(barra espaciadora) inserción de espacios.

Home (Inicio) se usa combinada con otras.

End (Fin) el cursor al final de la línea.

El monitor es un dispositivo de salida que nos permite ver el trabajo que estamos realizando con la computadora. Es de hecho la ventana para ver en la memoria de la computadora y aunque existen diversos tipos de pantallas (de cuarzo líquido, de diodos, de gas plasma y electroluminiscentes, entre otras), nos concretaremos a hablar de monitores monocromáticos y de color con la técnica conocida como tubo de rayos catódicos y de su resolución. Estos dos últimos pueden catalogarse como los que usan tarjeta para despliegue de gráficos y los que únicamente despliegan caracteres.



Los monitores de color a su vez se clasifican por la forma como manejan el color en pantalla; se habla de monitores de despliegue compuesto si la señal de color es combinada; se habla de despliegue RGB (RED, GREEN, BLUE) si cada color maneja una señal separada.

Los monitores para los que se ha agregado la tarjeta de gráficos pueden representar cualquier figura por medio de un fino patrón de puntos cuya resolución puede ser:

- 320 x 200 puntos o píxeles.
- 640 x 480 puntos o píxeles.
- 1024 x 768 puntos o píxeles (muy alta).

Las cinco tarjetas para gráficos más empleadas son:

- Color Graphics Adapters (CGA), con resolución de 320 x 200 en cuatro colores.
- Enhanced Color Graphics adapters (EGA), con resoluciones de:
 - 640 x 350 en 16 colores,
 - 640 x 480 en 16 colores y
 - 320 x 200 en 256 colores.
- Video Graphics Array (VGA), con resoluciones de:
 - 640 x 480 en 16 colores y
 - 320 x 200 en 256 colores.
- Super Video Graphics Array (SVGA), con resolución de:
 - 1024 x 768 en 256 colores.
- Ultra Video Graphics Array (UVGA) o mejora de la anterior.

NOTA:

Las dos primeras se consideran obsoletas y la tercera está siendo reemplazada por la cuarta; la última resulta por el momento demasiado costosa.

5.2.4

DESCRIPCIÓN DE OTROS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE MEMORIA, ENTRADA Y SALIDA DE INFORMACIÓN

EL DISCO DURO

Es un dispositivo de almacenamiento secundario que sirve como unidad de entrada y salida de información. Físicamente está construido con material plástico recubierto de material magnetizable. La información se graba mediante la orientación magnética de pequeños segmentos colocados en círculos concéntricos denominados pistas y que a su vez se agrupan y clasifican en sectores. La capacidad de un disco duro va de 20 Mb a varios Gigabytes (1 Gigabyte = 1000 Megabytes). La ventaja del disco es el poder acceder la información de forma directa mediante las cabezas de lectura y grabación que se desplazan exactamente hasta la pista y lugar donde se ubica la información.

LA CINTA MAGNÉTICA Y LOS CARTUCHOS

La cinta magnética es otro dispositivo de almacenamiento secundario que también se emplea como unidad de entrada y salida, su uso va en decadencia debido a que tienden a ser reemplazados por los cartuchos o casetes que permiten almacenar hasta 300 Gigabytes a diferencia de las cintas que alcanzan hasta 100 Mb. Su principal uso está en los sistemas de reservación de boletos de avión y en los bancos de datos de la población. Su gran desventaja es que almacenan y recuperan la información en forma secuencial, es decir para llegar al último dato hay que pasar todos los anteriores uno por uno, siempre en orden.

DIGITALIZADORES DE TEXTO E IMÁGENES

Los digitalizadores son dispositivos que convierten la información de texto e imágenes en valores numéricos binarios, de tal manera que pueda ser almacenada directamente en la computadora a partir de documentos escritos. Con ellos no es necesario volver a teclear la información y es posible transformar imágenes gráficas en información numérica comprensible para la computadora. La eficiencia en el trabajo secretarial de una oficina se ve notoriamente incrementada con la presencia de estos dispositivos. Un texto capturado es convertido a código ASCII y, de esta manera puede ser reeditado y reformateado para una mejor o distinta presentación. Los digitalizadores de imágenes definen el grado de iluminación o tono de gris de cada punto mediante valores numéricos. La gran desventaja radica en que las imágenes ocupan mucha memoria.

EL RATÓN Y EL TRACKBALL

El ratón es un dispositivo de entrada interactiva, cuyo movimiento sobre una superficie genera cambios en las coordenadas que identifican la posición del cursor. De esta manera es posible reubicar el cursor, dibujar líneas y señalar comandos en los menús desplegables, seleccionándolos mediante uno o dos botones con que generalmente cuenta. Una variante de este dispositivo es el ratón óptico y otra el trackball, que es como un ratón invertido en el que hay que girar una pequeña bola que activa los cambios en la posición del cursor (este dispositivo está siendo incluido como parte de los teclados en muchas computadoras debido a que resulta más práctico que el ratón).

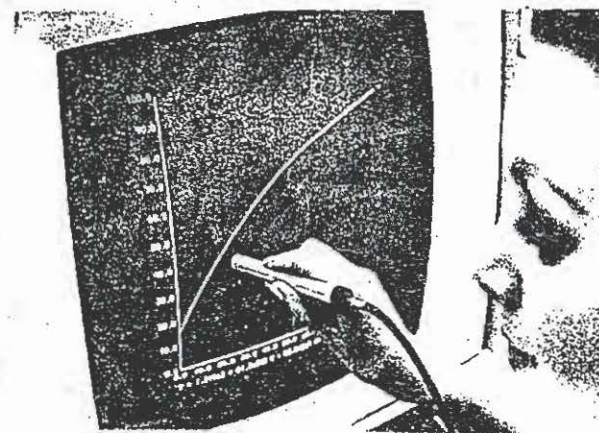
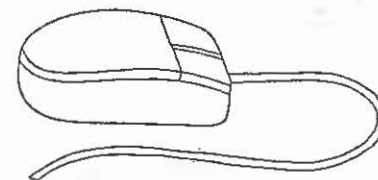
EL LÁPIZ ÓPTICO

Este dispositivo de entrada se emplea de manera interactiva con la pantalla. Cuando el haz de electrones incide en la pantalla y toca la abertura del lápiz óptico, se activa un fotodetector que a su vez ordena emitir un impulso infrarrojo que es amplificado y filtrado para emplearse como un detector de posición del cursor. Cuando



SCANNERS O DIGITALIZADORES
DE TEXTO E IMAGEN

MOUSE O RATÓN



LÁPIZ ÓPTICO

el lápiz se presiona contra la pantalla se interrumpe el flujo infrarrojo y esta acción se interpreta como un ENTER, por consiguiente el lápiz puede emplearse ventajosamente con los menús desplegables para seleccionar algo. En otras ocasiones puede emplearse para el dibujo en pantalla.

LA TABLETA GRÁFICA

Es un dispositivo de entrada que constituye un pantógrafo electrónico que transmite todos los puntos del dibujo de la tableta a la pantalla, según se realice el trazo, además de que permite ejecutar comandos diversos.

LA LECTORA DE CÓDIGO DE BARRAS

Las barras en los productos comerciales siguen el código UPC (Universal Product Code) que establece información numérica y alfabética según el ancho y espaciado de las barras. Estas lectoras son en extremo precisas y baratas, características por las cuales han tenido gran éxito en los supermercados porque evita errores, asocian el precio correcto y realizan a la vez la actualización del inventario para los análisis de mercadeo que se requieran.

LA IMPRESORA DE MATRIZ DE PUNTOS

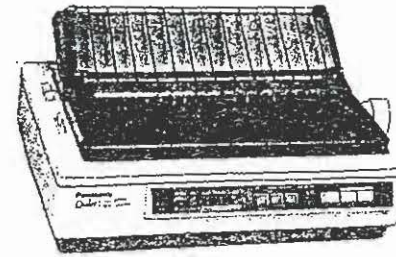
Las impresoras de matriz de puntos generan las letras e imágenes a partir de arreglos de puntos, a mayor cercanía y número de ellos, la letra es de mayor calidad, esto se conoce como NLQ (Near Letter Quality). Debido a esta característica pueden crear letras de distintos tamaños y estilos, dependiendo del software que utilicen.

LA IMPRESORA DE INYECCIÓN DE TINTA

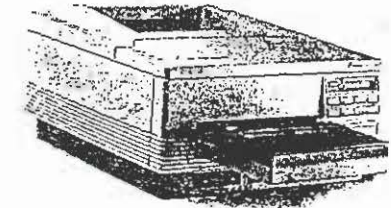
Realiza la impresión de caracteres e imágenes por medio de la eyección de chorros de tinta sobre el papel. La calidad de impresión es superior a la que realiza la impresora de matriz de puntos. También puede imprimir en color a partir de los tres colores básicos (rojo, verde y azul).

LA IMPRESORA LÁSER

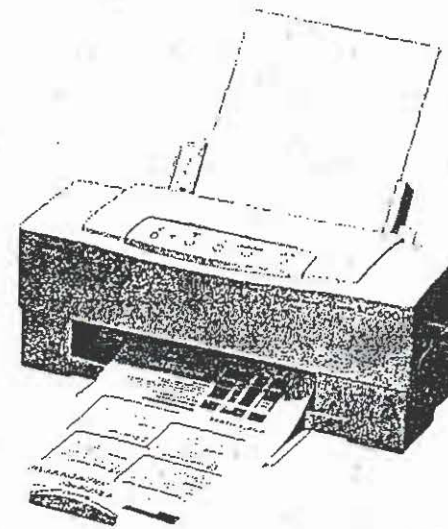
Es un dispositivo de salida que trabaja en forma similar a como lo hace una fotocopidora. La resolución estándar de las impresoras láser es de 300 puntos por pulgada cuadrada; la resolución de las impresoras profesionales (para diseño gráfico), es hasta de 1000 puntos. Con ellas se obtienen textos de muy alta calidad de impresión. Actualmente ya existen impresoras que imprimen por los dos lados de la hoja, incluso en color.



IMPRESORA DE MATRIZ DE PUNTOS



IMPRESORA LÁSER



IMPRESORA DE INYECCIÓN DE TINTA

Como dispositivos de salida también hay en el mercado impresoras de margarita (como en una máquina de escribir), impresoras térmicas, impresoras electrostáticas y de LEDs. Estas últimas trabajan mediante arreglos de diodos que emiten luz; se espera que su tecnología sobrepase en confiabilidad y duración a la láser.

DISCO LÁSER Y EQUIPOS MULTIMEDIA

El disco láser, similar al disco compacto de música, se ha constituido como el dispositivo de memoria secundaria más prometedor, por la gran capacidad de almacenamiento de información que alcanza ya los 300 Gigabytes (varios volúmenes de texto en un solo disco). Actualmente su tecnología está avanzando y ya es posible leer y grabar en ellos, o emplearlos únicamente para lectura (CD-ROMS).

El reciente término **MULTIMEDIA** o hipermedio es un ambiente de computación que complementa para la interacción de la computadora con el usuario, el texto, sonido, imágenes, animación e imágenes de video, tal y como se presentan en una película, aunque con menor calidad auditiva y visual. Todo esto ha sido posible gracias a la gran capacidad de almacenamiento de los CD-ROMS que ponen a disposición del usuario enciclopedias, libros de obras clásicas, bancos de datos de diversos tipos, etc., a un precio menor en algunos casos que la obra original en papel y con detalles de sonido y video que presentan hechos, animales o situaciones de forma más apegada a la realidad.

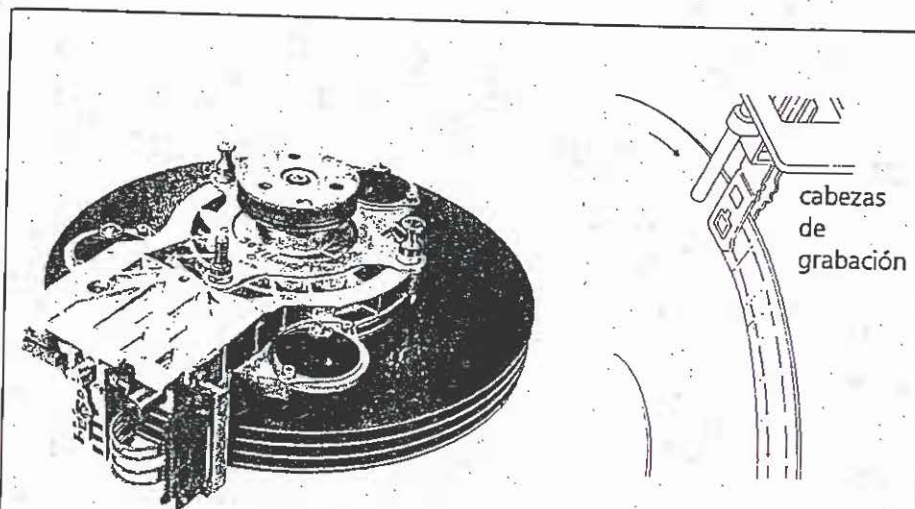
Esta tecnología es empleada para crear efectos especiales para las películas, sin embargo, a nivel del público usuario común no brinda imágenes ni sonido de muy alta calidad (por ejemplo para mejorar la audición, hay que agregar una tarjeta de sonido). La gran cantidad de información que permite manejar nos da una muy buena alternativa para la biblioteca moderna.

5.3 RECOMENDACIONES PARA LA ADQUISICIÓN DE UNA

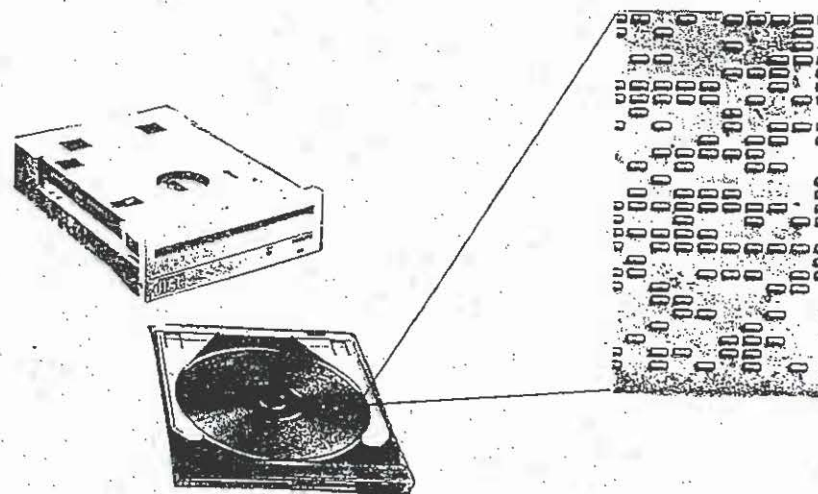
MICROCOMPUTADORA

Por el vertiginoso desarrollo de la tecnología, los puntos esenciales que se deben cuidar son:

Determinar las necesidades actuales y a mediano plazo (unos dos o tres años) en cuanto a proceso de información y el software



UNIDAD DE DISCOS DUROS CONOCIDA COMO WINCHESTER, DETALLE DEL PATRÓN MAGNÉTICO DE GRABACIÓN (LA ORIENTACIÓN REPRESENTA UNOS Y CEROS)



UNIDAD DE LECTURA DE DISCOS ÓPTICOS Y DETALLE CON UNA AMPLIFICACIÓN APROXIMADA DE 2500 VECES (LOS PEQUEÑOS ORIFICIOS SON ATRAVESADOS POR EL RAYO LÁSER)

necesario, pues de ello depende la decisión sobre la capacidad y accesorios del equipo que se va a adquirir.

Una vez determinados los alcances que deberá tener nuestro equipo, debe cuidarse que la tecnología que emplea no esté obsoleta en el momento de compra y que el modelo y marca de microcomputadora sea de lo más aceptado en el mercado. También que el microprocesador sea de los últimos que se han desarrollado y la velocidad de su reloj sea aceptable para los procesos que se efectuarán. Por ejemplo, para emplear en diseño y muchos cálculos numéricos se recomienda agregar un coprocesador matemático y que la microcomputadora corra cuando menos a 33 MHz.

Que soporte adecuadamente los paquetes de aplicación, es decir, que por lo menos se cuente con la memoria suficiente para todas las aplicaciones que se desea instalar. Esto se determina a partir de los requerimientos especificados por el proveedor de software. (Estos datos se incluyen en los manuales de los paquetes).

En caso de que se haya considerado una ampliación de hardware como unidades adicionales de disco, tarjetas de expansión, unidades de cinta o cartucho, etc., debe considerarse el espacio físico en el gabinete para que el equipo pueda crecer y actualizarse. También se recomienda que el equipo sea escalable (tecnología CHIP UP), es decir que la computadora pueda cambiar, por ejemplo, de 386 a 486 con el simple cambio del CHIP correspondiente.

Que incluya una memoria RAM de 4 Mb. como mínimo y en caso de ser posible 6 o más.

Que la fuente de alimentación tenga capacidad suficiente para permitir que el equipo crezca (entre más cosas se le agreguen, consumirá más energía eléctrica y la fuente deberá soportarlo).

Que el equipo sea compatible con IBM, uno de los principales productores de tecnología y, por consiguiente, con todo el software que se ha desarrollado para esos equipos y sus clones (esto último es lo realmente importante).

Que el proveedor garantice soporte, es decir, refacciones y mantenimiento por lo menos durante un par de años.

Una vez que haya usted comprado una microcomputadora, deberá procurar que la instalación eléctrica que la alimentará cuente con sistema de tierra, pues ayuda a eliminar corrientes parásitas indeseables. Se le recomienda también usar un regulador (de ser posible un no-break) para evitar daño por sobrecarga en los circuitos. Por último, en caso de que cuente con equipo periférico como impresora, trackball, etc., una vez que los haya instalado, nunca los desconecte con el equipo prendido, pues puede dañar fácilmente las tarjetas que conectan los puertos.

Si las computadoras existentes en el mercado no le convencen y usted es aficionado a la electrónica, es conveniente, tomar cursos de mantenimiento y lo mejor es ensamblar su propia computadora que básicamente consta de lo siguiente:

- Un chasis.
- Una fuente de alimentación.
- Una tarjeta maestra o motherboard.
- Una tarjeta para controlar video.
- Una tarjeta para controlar disco duro y unidades lectoras de disco flexible y puertos.
- Un teclado.
- Un monitor.
- Un disco duro.

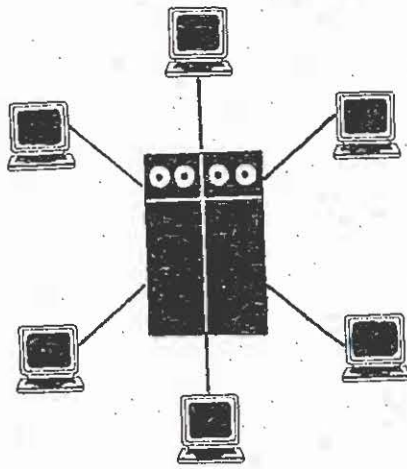
5.4 CONFIGURACIONES DE REDES

Una red es el conjunto de equipos de cómputo que se interconectan para intercambiar información y en algunos casos compartir recursos. Los puntos en donde se conectan los equipos se denominan nodos y dichos equipos pueden ser microcomputadoras, estaciones de trabajo o terminales tontas o incluso mainframes. Las configuraciones más empleadas son las siguientes: de estrella, de anillo y de bus.

La configuración de estrella conecta equipos de cómputo pequeños o con pocos recursos (como memoria, paquetes de aplicaciones, etc.) con una computadora central o servidor que normalmente posee grandes recursos que comparte con sus terminales.

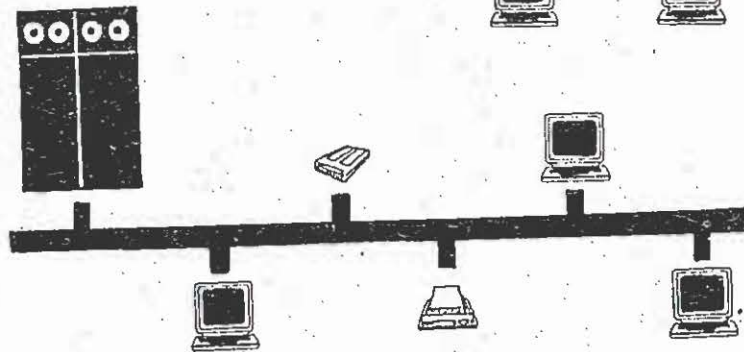
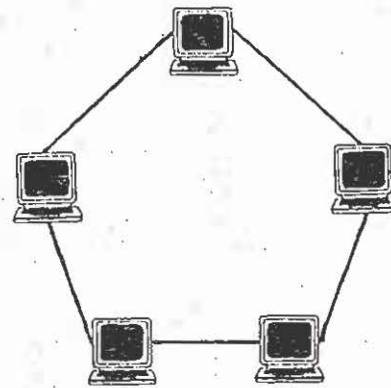
La configuración de anillo conecta equipos de cómputo de tamaño similar uno tras otro hasta cerrar un círculo, de tal manera que cada terminal debe leer un mensaje si no le corresponde debe retransmitirlo a la siguiente estación hasta encontrar su destino.

TOPOLOGÍAS COMUNES EN RED



RED TIPO ESTRELLA

RED TIPO ANILLO



RED TIPO BUS

La configuración de bus utiliza un canal de comunicación central al que se conectan las terminales y equipos periféricos, de tal manera, que todos los equipos son independientes y pueden suprimirse o agregarse en cualquier momento.

En la práctica común ocurren combinaciones de las configuraciones anteriores, tanto de área local (equipos que se encuentran muy cerca unos de otros) como para conectar configuraciones remotas o establecer configuraciones con equipos separados a gran distancia unos de otros o de área extendida.

5.5 CONFIGURACIÓN DE LA SUPERCOMPUTADORA DE LA UNAM

La configuración de la supercomputadora CRAY Y-MP4/432 incluye: la UCP (unidad central de proceso), unidades de disco duro y la unidad de control de energía y refrigeración.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

La UCP ocupa un área de 1.5 m^2 , con una altura de 1.9 m; su peso es de 2450 kg, tiene cuatro procesadores con capacidad para trabajar en paralelo y realizar operaciones matemáticas escalares o vectoriales.

Los procesadores son capaces de direccionar la totalidad de la memoria principal que alcanza los 512 Mb. Cuentan con un reloj cuya frecuencia máxima aproximada es de 167 MHz. Teóricamente cada procesador alcanza 166 millones de instrucciones por segundo, que en su conjunto proporcionan 664 MIPS como rendimiento teórico pico (sin embargo, no es usual que los 4 procesadores trabajen simultáneamente). En modo de operación vectorial cada procesador alcanza 333 MFlops y los cuatro un total de 1332 MFlops.

La aritmética de punto flotante se realiza en precisión sencilla con 64 bits y la doble con 128 bits. La memoria central de la UCP es de 32 megapalabras y una palabra ocupa 64 bits, además tiene un sistema de corrección de errores en un solo bit y detección de errores dobles (SECDEC).

Cuenta con una memoria temporal (buffer memory) de 4 Megapalabras (32 MB) que sirve como interfase entre los procesadores y los subsistemas restantes de la UCP. Dichos subsistemas controlan las funciones de E/S con la memoria central, periféricos de comunicaciones, de almacenamiento secundario entre otros.

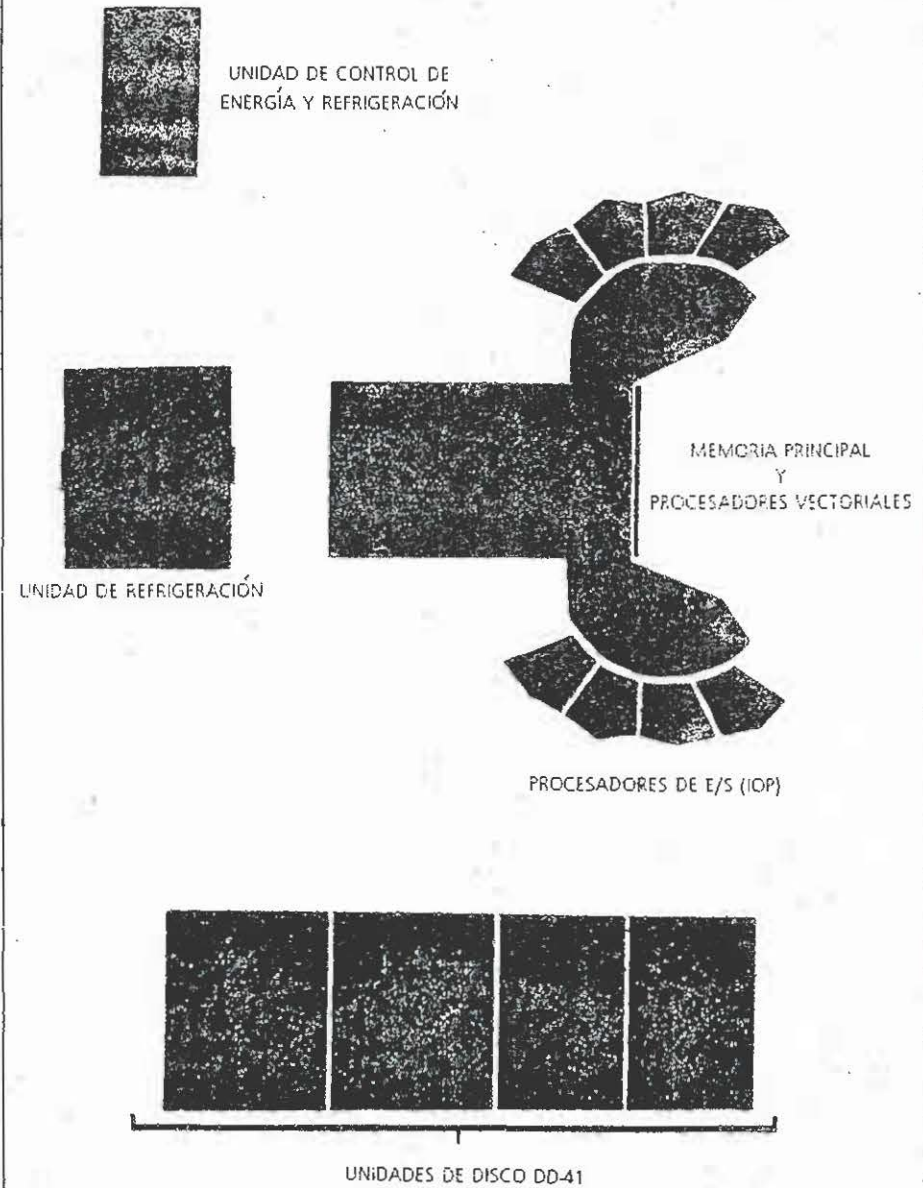
Se tiene un banco de memoria auxiliar RAM de 128 Megapalabras (1GB)

conocido como Solid State Storage Device que hace innecesaria la memoria caché. Esta memoria tiene una velocidad de transferencia de 1000 MBytes/s hacia la memoria central de la UCP. No se maneja el concepto de memoria virtual pues resulta demasiado lenta comparada con lo anterior.

- Cuenta con diez canales de E/S, dos de baja velocidad a 6 MB/s, cuatro de mediana velocidad a 100 MB/s y dos de alta velocidad a 1000 MB/s.
- Hay ocho unidades de disco modelo DD-41 con capacidad total de 38.4 GB con una velocidad de transferencia de 9.6 MB/s y tiempo de acceso promedio de 16 milisegundos.
- La red universitaria de supercómputo se conecta mediante dos ruteadores con interfaces Ethernet y FDDI cada uno y se emplea el protocolo de comunicaciones TCP/IP (a nivel red y transporte según el modelo de referencia OSI). Esta red está dedicada al apoyo de proyectos de investigación aprobados por el Comité Académico de Supercómputo.
- El sistema operativo de la CRAY se denomina UNICOS 7.0, basado en UNIX (System V release 4, con extensiones de Berkeley 4.3 BSD) y permite multiproceso y multiprogramación así como un sistema de archivos distribuido en diferentes unidades físicas.
- Los compiladores disponibles son: C (versión 3.0.3) y FORTRAN (versión 5.0.2.2)
- La supercomputadora consume 200 KVA de potencia ininterrumpida, con frecuencia de operación de 400 Hz, que se soporta mediante un banco de baterías y una planta de emergencia, además de su conexión a la red de la Compañía de Luz y Fuerza (mediante un dispositivo que convierte la frecuencia de operación).
- Requiere para su funcionamiento un ambiente de temperatura controlada con aire limpio y seco.
- La UCP y las unidades de disco tienen un sistema de refrigeración estructural por líquido con propiedades dieléctricas especiales (fluorinert), y una unidad intercambiadora de calor refrigerada con agua.

A continuación se muestra físicamente la configuración de la supercomputadora

SUPERCOMPUTADORA CRAY Y-MP4/464



6 SISTEMAS DE NUMERACIÓN POSICIONAL

Actualmente empleamos el sistema decimal que cuenta con los dígitos del 0 al 9 para nuestros cálculos numéricos cotidianos. Este es un ejemplo de sistema de numeración posicional cuya base es 10: Dada una cantidad, cada dígito tiene un valor específico de acuerdo con la posición que ocupa (valor posicional, por ejemplo: unidades, decenas, centenas, etc.).

Las modernas computadoras digitales no pueden utilizar la base 10 para realizar sus operaciones, ellas ocupan la base 2 que únicamente emplea los dígitos cero y el uno en la representación de cantidades. Dado que la representación de cantidades con esa base usa demasiados dígitos, se optó por representar dichas cantidades mediante las bases octal y hexadecimal que requieren menos dígitos para representar las mismas cantidades respectivamente. El nombre de esos sistemas se debe al número de dígitos permitidos en cada base para representar cantidades:

- El sistema binario cuyas cantidades se representan utilizando únicamente dos dígitos: 0, 1.
- El sistema octal que representa cantidades mediante ocho dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- El sistema hexadecimal que emplea dieciséis dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (del cero al quince).

Observe que en la base dieciséis los caracteres A,B,C,D,E,F representan valores.

6.1 TABLAS DE VALORES POSICIONALES PARA DETERMINAR LA

EQUIVALENCIA DECIMAL DE VALORES DADOS EN OTRAS BASES

Los sistemas de numeración posicional siguen las mismas reglas de construcción para la definición de cantidades y existe una relación entre cualquiera de las bases y la base 10 a partir de los valores posicionales que los definen, como se observa en las tablas de valores posicionales que se presentan a continuación:

Tabla de valores posicionales para definición de cantidades en el sistema binario, y que permite calcular su equivalente en sistema decimal.

...	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	.	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	---	----------	----------	----------	-----

que al desarrollar da:

...	16	8	4	2	1	.	1/2	1/4	1/8	...
-----	----	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----

Tabla de valores posicionales para las cantidades en el sistema octal.

...	8^4	8^3	8^2	8^1	8^0	.	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	---	----------	----------	----------	-----

es decir:

...	4096	512	64	8	1	.	1/8	1/64	1/512	...
-----	------	-----	----	---	---	---	-----	------	-------	-----

Tabla de valores posicionales para las cantidades del sistema decimal o base 10 (sistema base o de referencia para la interpretación de cantidades).

...	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	.	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	...
-----	--------	--------	--------	--------	--------	---	-----------	-----------	-----------	-----

con los valores posicionales:

...	10,000	1,000	100	10	1	.	1/10	1/100	1/1,000...
-----	--------	-------	-----	----	---	---	------	-------	------------

Tabla de valores posicionales para representación de cantidades en el sistema hexadecimal.

...	16^3	16^2	16^1	16^0	.	16^{-1}	16^{-2}	16^{-3}	...
-----	--------	--------	--------	--------	---	-----------	-----------	-----------	-----

es decir:

...	4,096	256	16	1	.	1/16	1/256	1/4096	...
-----	-------	-----	----	---	---	------	-------	--------	-----

Al seleccionar una base e indicar una cantidad, a cada dígito le asociamos un valor posicional específico que permitirá determinar su magnitud, es decir un valor posicional conjunto que se calcula con el dígito y su valor posicional. Basta recordar el

caso de una cantidad en sistema decimal con el siguiente ejemplo.

$$1988 = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

OCHO UNIDADES (primera posición a partir del punto)
 OCHO DECENAS (segunda posición).
 NUEVE CENTENAS (tercera posición).
 UN MILLAR (cuarta posición).

En ella los valores posicionales son: 10^3 , 10^2 , 10^1 , 10^0

Las tablas posicionales permiten, dada una cantidad en alguna base diferente de la 10, obtener su equivalencia decimal mediante la multiplicación de sus dígitos por el valor posicional que les corresponde; de esta manera, el equivalente decimal está dado por la fórmula que relaciona sus dígitos, con los valores posicionales correspondientes:

$$N = \sum_{i=-n}^m D_i B^i$$

La fórmula desarrollada queda:

$$N = D_n B^n + D_{n-1} B^{n-1} + D_{n-2} B^{n-2} + \dots + D_1 B^1 + D_0 B^0 + D_{-1} B^{-1} + D_{-2} B^{-2} + \dots + D_{-m} B^{-m}$$

La nomenclatura empleada es la siguiente:

- N = Equivalente decimal del número.
- B = Base elegida.
- D_i = Dígito i ésimo de la cantidad en la base elegida.
- n = Límite inferior de la sumatoria.
- m = Límite superior de la sumatoria.

En otras palabras, cuando se expresa una cantidad en un sistema de numeración posicional, se está separando la cantidad en valores específicos cuyas magnitudes están

en función de la base, los dígitos válidos en esa base y de la posición que ocupan respecto al punto. Por ejemplo 1988_{10} se separa en las cuatro partes siguientes: $1000 + 900 + 80 + 8$, es decir $1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0$.

6.2 MÉTODO MANUAL DE CONVERSIÓN DE CANTIDADES DECIMALES A

OTRA BASE

Como aplicación práctica de las tablas de valores posicionales, se pueden obtener los equivalentes en otras bases de una cantidad decimal.

El método más elemental, a partir de la inspección de la tabla, es repartir la cantidad decimal en cada uno de los valores posicionales.

Con este criterio los pasos que se deben seguir son:

- a) Asociar la tabla de valores posicionales.

Se escribe la tabla de valores posicionales que corresponde a la base a la que transformaremos la cantidad decimal, incluyendo en la parte entera el valor posicional más próximo a la cantidad decimal y por el otro extremo, algunos valores posicionales fraccionarios. Con ellos es posible calcular precisamente la parte entera y, en ocasiones, el total de dígitos de la parte fraccionaria de la cantidad en la nueva base.

- b) Calcular la parte entera.

Se divide en forma entera la cantidad entre el valor posicional más próximo a ella y de ahí cada residuo entre el valor posicional inmediato inferior hasta dividir el último de ellos entre la unidad o primer valor posicional. Los cocientes así obtenidos son los dígitos de la parte entera.

- c) Calcular la parte fraccionaria.

La parte fraccionaria en muchas ocasiones no podrá ser representada exactamente en términos de los valores fraccionarios que se tienen en otras bases y sólo se tendrán aproximaciones. En algunos casos las fracciones sí serán exactas. El método elemental sugerido también es dividir la fracción decimal entre los valores posicionales de la base elegida hasta alcanzar la precisión que se desee (a partir del mayor valor posicional fraccionario).

Ejemplo: Transforme 1992.1 a base 8.

a) La tabla de valores es:

...	8^4	8^3	8^2	8^1	8^0	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	----------	----------	----------	-----

O sea

... 4096 512 64 8 1 ... 1/8 1/64 1/512 ...

b) Parte entera:

Dividimos la cantidad 1992 entre el valor posicional a partir de 512 (valor posicional más próximo a la cantidad), puesto que 4096 se pasa, con ello se obtiene el primer residuo (456), que se dividirá entre el valor posicional inmediato inferior (64) y así sucesivamente hasta dividir entre la unidad:

$$\begin{array}{r}
 3 \\
 512 \overline{) 1992} \\
 \underline{456} \\
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 7 \\
 64 \overline{) 456} \\
 \underline{08} \\
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \\
 8 \overline{) 8} \\
 \underline{0} \\
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 0 \\
 1 \overline{) 0} \\
 \underline{0} \\
 0
 \end{array}$$

Los cocientes obtenidos constituyen los dígitos de la cantidad en la nueva base.

Por tanto de los resultados anteriores se lee $1992_{10} = 3710_8$

c) Parte fraccionaria:

Ahora también se trata de obtener los cocientes enteros y como el primer valor posicional (1/8) es mayor que 0.1, el primer dígito de la fracción será cero, a continuación se divide la fracción decimal entre 1/64 y así sucesivamente:

Calculando las divisiones en forma tradicional:

$$\begin{array}{r}
 0 \\
 125 \overline{) 100} \\
 \underline{1} \\
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 6 \\
 015625 \overline{) 100000} \\
 \underline{006250} \\
 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 001953125 \overline{) .006250000} \\
 \underline{.000390625} \\
 .0000390625
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 000244140625 \overline{) .000390625000} \\
 \underline{.000146484375} \\
 .0000146484375
 \end{array}$$

Como se observa, en este caso hay un nuevo residuo y lo más probable es que no se pueda representar exactamente dicha fracción en base ocho, en este ejemplo se debe aceptar cierta aproximación, por ejemplo de tres a seis dígitos en la nueva base y estar conscientes de que se está generando un error que, en el caso de la computadora, depende del número de dígitos que pueda almacenar. Por tanto con cuatro dígitos se tiene:

$$0.1_{10} = 0.0631_8$$

$$\begin{aligned}
 \text{comprobación: } & (0)(1/8) + (6)(1/64) + (3)(1/512) + (1)(1/4096) \\
 & = 0 + 0.09375 + 0.005859375 + 0.000244140625 \\
 & = 0.099853515
 \end{aligned}$$

EJERCICIOS:

1. Dadas las cantidades decimales siguientes, transfórmelas a binario, octal y hexadecimal con ayuda de las tablas de valores posicionales.

- 10,000
- 20,000
- 30,000
- 40,000
- 50,000

Dadas las cantidades en binario, octal y hexadecimal, transfórmelas a decimal con ayuda de las tablas.

- $10,000_2$, $10,000_8$, $10,000_{16}$

BASE DECIMAL

También como utilización práctica, de las tablas de valores posicionales está la aplicación de la fórmula con la que se puede comprobar el resultado de las operaciones de cambio de cantidades decimales a otra base o bien obtener los equivalentes decimales de números dados en otras bases.

Con algunos ejemplos de cantidades dadas en cada una de las bases previamente mencionadas calculemos el equivalente decimal.

a) Dada la cantidad binaria siguiente:

1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 (dígitos válidos: 0, 1)

1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

calcule su equivalente decimal según la fórmula.

$$N = 1 \times 2^{10} + 1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$N = 1 \times 2^{10} + 1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 + 0 + 0 + 1 \times 2^2 + 0 + 0$$

$$N = 1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 4$$

$$N = 1988$$

(por lo tanto equivale a 1988 en base 10)

b) Dada la cantidad octal siguiente:

3 7 0 4 (dígitos válidos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

3	7	0	4
8^3	8^2	8^1	8^0
512	64	8	1

calcule el equivalente decimal usando la fórmula.

$$N = 3 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 4 \times 8^0$$

$$N = 3 \times 512 + 7 \times 64 + 0 + 4$$

$$N = 1536 + 448 + 4$$

$$N = 1988$$

(por lo tanto la cantidad octal 3704 equivale a 1988 decimal)

c) Dada la cantidad hexadecimal siguiente:

7 C 4

7	C	4
16^2	16^1	16^0
256	16	1

(dígitos válidos: 0, 1, ... 9, A, B, C, D, E, F)

Calcular su equivalente decimal.

$$N = 7 \times 16^2 + C \times 16^1 + 4 \times 16^0$$

$$N = 7 \times 256 + 12 \times 16 + 4$$

$$N = 1792 + 192 + 4$$

$$N = 1988$$

(por lo tanto equivale a 1988 decimal)

d) Calcule el equivalente decimal de la siguiente cantidad binaria:

1 0 1 1 1

1	0	1	1	1
2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
16	8	4	2	1

$$N = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$N = 1 \times 16 + 0 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1$$

$$N = 16 + 4 + 2 + 1 = 23_{10}$$

e) Calcule la equivalencia decimal de la cantidad octal: 27

2	7
8^1	8^0
8	1

$$N = 2 \times 8 + 7 \times 8^0$$

$$N = 16 + 7$$

$$N = 23$$

f) Calcule el equivalente decimal de la cantidad hexadecimal: 17

1	7
16^1	16^0
16	1

$$N = 1 \times 16^1 + 7 \times 16^0$$

$$N = 16 + 7 \times 1$$

$$N = 23$$

g) Calcule el equivalente decimal de la cantidad hexadecimal: 5A

5	A
16^1	16^0
16	1

$$N = 5 \times 16^1 + A \times 16^0$$

$$N = 5 \times 16 + 10 \times 1$$

$$N = 80 + 10$$

$$N = 90_{10}$$

6.4 RELACIÓN ENTRE LOS DÍGITOS DE LAS TABLAS POSICIONALES DE

LOS SISTEMAS BINARIO, OCTAL Y HEXADECIMAL

Considerando las tablas para el sistema binario, octal y hexadecimal que permiten obtener el equivalente decimal de cantidades dadas en esas bases:

(512) 2^8	(256) 2^6	(128) 2^7	(64) 2^6	(32) 2^5	(16) 2^4	(8) 2^3	(4) 2^2	(2) 2^1	(1) 2^0
(512) 8^3			(64) 8^2			(8) 8^1			(1) 8^0
	(256) 16^2				(16) 16^1				(1) 16^0

Y los datos mostrados en ellas, se hacen las observaciones siguientes:

La agrupación de cada tres dígitos binarios permite determinar un dígito octal.

De igual forma cuatro dígitos binarios determinan un dígito hexadecimal.

Por lo tanto, dado que existe dicha proporcionalidad entre esas bases, se deducen cuatro métodos simples de conversión entre ellas:

- Dada una cantidad binaria, se separan de tres en tres sus dígitos (a partir del punto), para obtener de cada grupo el dígito octal correspondiente (a cada grupo se le asocian los valores posicionales: 4, 2, 1) y con ellos se obtiene la cantidad octal equivalente. En caso de que los grupos de los extremos derecho e izquierdo de la cantidad estén incompletos, se completan con ceros (recuerde que los ceros a la izquierda de cantidades enteras no cuentan y los ceros a la derecha de cantidades fraccionarias tampoco cuentan).
- Dada una cantidad binaria, se separan de cuatro en cuatro sus dígitos (a partir del punto), para obtener de cada grupo el dígito hexadecimal correspondiente y con ellos se obtiene la cantidad hexadecimal equivalente. En caso que los grupos de los extremos derecho e izquierdo de la cantidad estén incompletos, se completan con ceros (a cada grupo se le asocian los valores posicionales 8, 4, 2, 1).
- Dada una cantidad octal, se asocia a cada dígito octal tres dígitos binarios; la unión de estos grupos de dígitos binarios forman la cantidad

d) Dada una cantidad hexadecimal, se asocia a cada dígito hexadecimal cuatro dígitos binarios; la unión de estos grupos de dígitos forman la cantidad binaria equivalente.

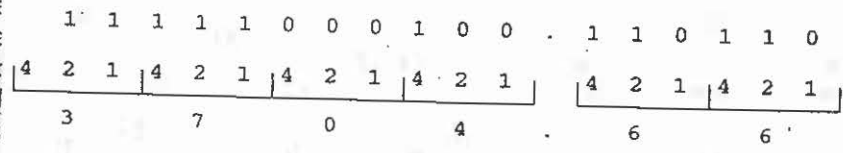
Es importante remarcar que los dígitos binarios que constituyen a cada uno de los dígitos octales o hexadecimales siempre se agrupan a partir del punto. Se recomienda anotar arriba de cada grupo de ellos los valores posicionales siguientes: (8, 4, 2, 1 para un caso y 4, 2, 1 para el otro), los cuales ayudarán a una fácil conversión. A continuación se muestran las tablas de conversión entre binario y octal, así como entre binario y hexadecimal:

DECIMAL	BINARIO	OCTAL
0	000	0
1	001	1
2	010	2
3	011	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7

DECIMAL	BINARIO	HEXADECIMAL
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D

14	1110	E
15	1111	F

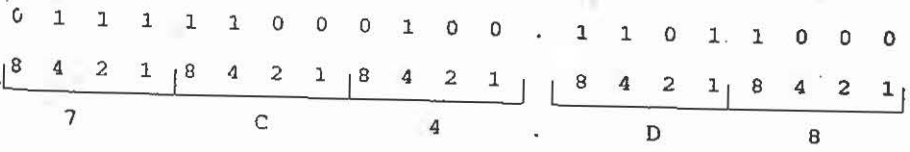
Ejemplo: Obtenga los equivalentes octal y hexadecimal de la cantidad binaria siguiente: 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 . 1 1 0 1 1



por tanto: $(11111000100.11011)_2 = (3704.66)_8$

Nótese que los valores posicionales de cada grupo de dígitos binarios se repiten, inclusive en la parte fraccionaria puesto que los valores posicionales siempre disminuyen hacia la derecha y por consiguiente se conserva la correspondencia 4, 2, 1.

Para obtener el equivalente hexadecimal agrupamos ahora de cuatro en cuatro dígitos binarios.

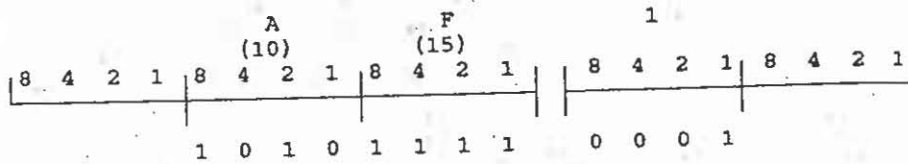


por tanto $(11111000100.11011)_2 = (7C4.D8)_{16}$

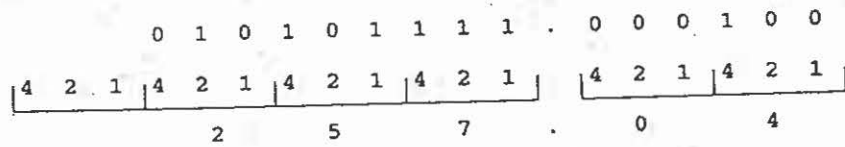
Ejemplo: Obtenga el equivalente octal de la cantidad hexadecimal siguiente:

A F . 1

En este caso es necesario transformar primero a base dos y de agrupar dígitos para obtener la cantidad en base ocho:



Primero separe un poco los dígitos y a continuación agrupe de tres en tres, asignando valores posicionales.



Comprobación:

$$N = A \times 16^1 + F \times 16^0 + 1 \times 16^{-1}$$

$$N = 10 \times 16 + 15 \times 1 + 0.0625$$

$$N = 175.0625_{10}$$

$$N = 2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 0 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2}$$

$$N = 128 + 40 + 7 + 0 + 0.0625$$

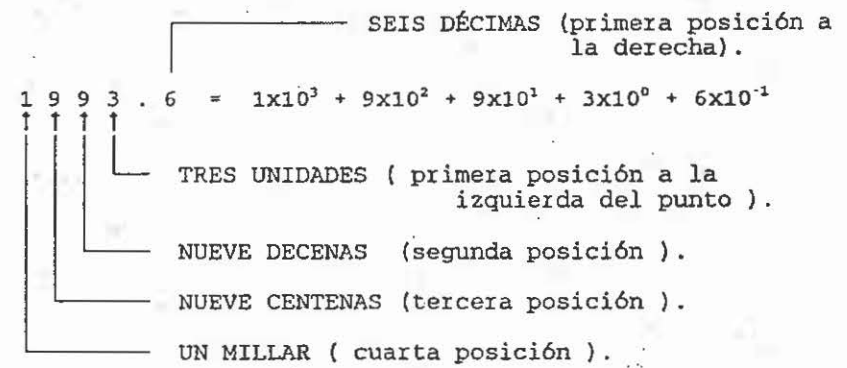
$$N = 175.0625$$

$$\text{por tanto } (AF.1)_{16} = (257.04)_8 = (175.0625)_{10}$$

6.5 MÉTODO ITERATIVO DE CONVERSIÓN DE CANTIDADES DECIMALES

A OTRA BASE

Recordemos que dada una cantidad en base 10, existe una relación cualquiera de las otras bases a partir de la fórmula de los valores posicionales que permite incluso interpretar cantidades en la misma base 10:



Por lo tanto el método iterativo para convertir cantidades decimales a otras bases se deduce a partir de la fórmula que expresa la relación entre los dígitos de una cantidad y la base por medio de una sumatoria y determina su equivalente decimal:

$$N = \sum_{i=n}^{-m} D_i B^i$$

para obtener el método de conversión, es conveniente expresar la cantidad separando la parte entera y la parte fraccionaria:

$$N_E = D_n B^n + D_{n-1} B^{n-1} + D_{n-2} B^{n-2} + \dots + D_1 B^1 + D_0 B^0$$

$$N_F = D_{-1} B^{-1} + D_{-2} B^{-2} + \dots + D_{-m} B^{-m}$$

donde se empleó la nomenclatura siguiente:

- N_E = Equivalente decimal del número (parte entera).
- N_F = Equivalente decimal del número (parte fraccionaria).
- B = Base elegida.
- D_i = Dígito i ésimo de la cantidad en la base elegida.
- n = Límite inferior de la sumatoria.
- m = Límite superior de la sumatoria.

En donde observamos que la cantidad involucra dos parámetros: los valores posicionales de la base y los dígitos permitidos en dicha base. De esta forma toda cantidad puede separarse en magnitudes específicas relacionadas mediante la tabla de valores posicionales de la base elegida:

...	B^4	B^3	B^2	B^1	B^0	:	B^{-1}	B^{-2}	B^{-3}	...
	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0		D_{-1}	D_{-2}	D_{-3}	

La cantidad está formada por una sumatoria de valores enteros a la izquierda del punto y por una serie de fracciones a la derecha de dicho punto, por este motivo se tendrá que considerar por separado dichas partes.

Observemos el desglose de dichas magnitudes específicas en la parte entera:

$$N_0 = D_0 B^0 \quad (\text{primer término de la sumatoria})$$

$$N_1 = D_1 B^1 \quad (\text{segundo término de la sumatoria})$$

$$N_2 = D_2 B^2 + D_2 (B^1 B^1) \quad (\text{segundo término de la sumatoria})$$

$$N_3 = D_3 B^3 + D_2 (B^1 B^1 B^1) \quad (\text{tercer término de la sumatoria})$$

$$N_n = D_n B^n = D_n (B * B * B * \dots * B)$$

Notamos que el término enésimo involucra n veces a la base, por consiguiente para extraer cada uno de los dígitos se sugiere un método de divisiones sucesivas entre la nueva base para extraer cada uno de los dígitos $D_0, D_1, D_2, \dots, D_n$, que en este caso serán los residuos; la división sucesiva de los nuevos cocientes se hace hasta extraer el dígito enésimo, con lo cual se habrá dividido n veces entre la nueva base. Una vez obtenidos los residuos D_0, D_1, \dots, D_n , se podrá expresar con ellos el equivalente de nuestra cantidad decimal en la nueva base, ésto es:

$$\frac{C_1}{B} = C_{1.1} + D_1$$

Por lo tanto podemos sistematizar y establecer el siguiente método:

Obtención de la parte entera de una cantidad en otra base distinta de la decimal

Derivado del análisis de la fórmula recursiva anterior, se infiere que el método de las divisiones enteras de la cantidad decimal entre la nueva base, por tanto, los dígitos de la parte entera en la base elegida se obtienen a partir de los residuos de las divisiones sucesivas de la cantidad decimal entera, entre la base del sistema deseado (las divisiones se efectúan hasta que se obtiene un cociente nulo).

Estos residuos se agrupan de izquierda a derecha, partiendo del último de ellos (D_n), hasta el primero que se obtuvo (D_0), para formar la cantidad en la nueva base. De esta manera a cada nuevo dígito se le asocia un valor posicional en la nueva base.

Consideremos paso a paso el proceso iterativo que permite calcular los dígitos de una cantidad que se transforma de base 10 a otra base:

De la primera división:

$$B \overline{) \begin{array}{r} C_0 \\ N \\ D_0 \end{array}}$$

obtenemos:

$$\frac{N}{B} = C_0 + \frac{D_0}{B}$$

Este primer residuo (D_0/B), multiplicado por la base, proporciona el dígito de la posición cero, ubicada a la izquierda del punto D_0 .

El primer cociente será ahora el nuevo número que se va a dividir:

$$B \overline{) \begin{array}{r} C_1 \\ C_0 \\ D_1 \end{array}}$$

que de nuevo se puede expresar:

$$\frac{C_0}{B} = C_1 + \frac{D_1}{B}$$

Este segundo residuo (D_1/B), multiplicado por la base, proporciona el dígito

que en la nueva base estará en la posición uno a la izquierda del punto D_1 .

El segundo cociente será ahora el nuevo número que se va a dividir, esto es:

$$\frac{C_1}{B} = C_2 + \frac{D_2}{B}$$

Este tercer residuo (D_2/B), multiplicado por la base, proporciona el dígito que estará en la posición dos a la izquierda del punto D_2 .

El tercer cociente será ahora el nuevo número que se va a dividir, y así sucesivamente hasta obtener un cociente nulo.

EJEMPLOS:

Dada la cantidad decimal 1988 transfórmela a binario

Primera opción (divisiones con fracción separada):

$$\frac{1988}{2} = 994 + \frac{0}{2} \Rightarrow D_0 = (0/2) \times (2) = 0$$

$$\frac{994}{2} = 497 + \frac{0}{2} \Rightarrow D_1 = (0/2) \times (2) = 0$$

$$\frac{497}{2} = 248 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_2 = (1/2) \times (2) = 1$$

$$\frac{248}{2} = 124 + \frac{0}{2} \Rightarrow D_3 = (0/2) \times (2) = 0$$

$$\frac{124}{2} = 62 + \frac{0}{2} \Rightarrow D_4 = (0/2) \times (2) = 0$$

$$\frac{62}{2} = 31 + \frac{0}{2} \Rightarrow D_5 = (0/2) \times (2) = 0$$

$$\frac{31}{2} = 15 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_6 = (1/2) \times (2) = 1$$

$$\frac{15}{2} = 7 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_7 = (1/2) \times (2) = 1$$

$$\frac{7}{2} = 3 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_8 = (1/2) \times (2) = 1$$

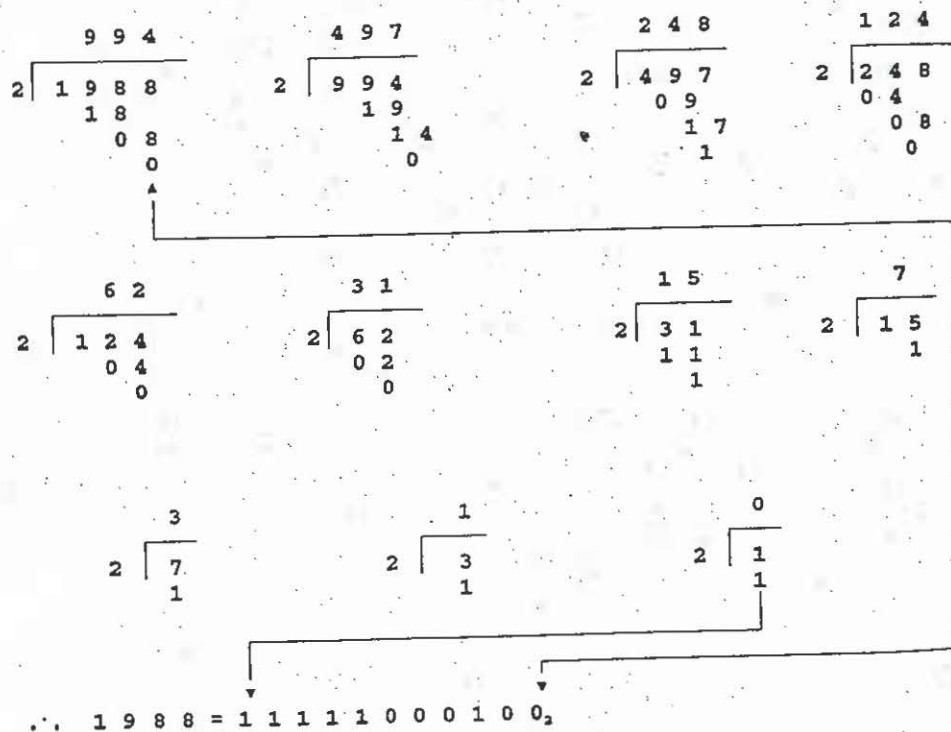
$$\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_9 = (1/2) \times (2) = 1$$

$$\frac{1}{2} = 0 + \frac{1}{2} \Rightarrow D_{10} = (1/2) \times (2) = 1$$

Por consiguiente, de acuerdo con la tabla de valores posicionales:

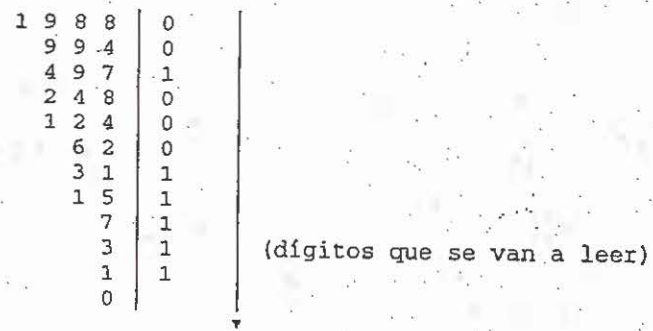
$$1988_{10} = \overline{11111000100}_2$$

Segunda opción (divisiones enteras):



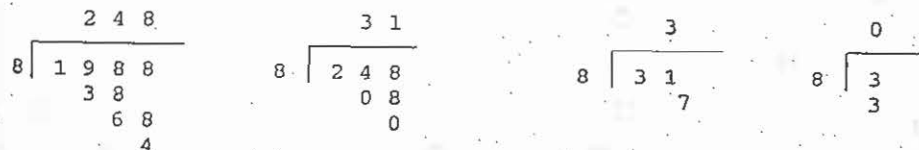
Tercera opción:

En el caso binario, resulta más cómodo el sistematizado de las divisiones entre 2, colocando cocientes a la izquierda y residuos a la derecha de la siguiente forma:



En este caso se lee 1988 entre 2 da residuo cero y quedan 994; ahora 994 entre 2 da residuo cero y queda 497; 497 entre 2 da un residuo 1 y quedan 248 y así sucesivamente hasta que se tiene 1 entre 2 que da residuo 1 y sobra cero (cociente nulo).

Ejemplo: conversión de cantidad decimal a base 8 (segunda opción)

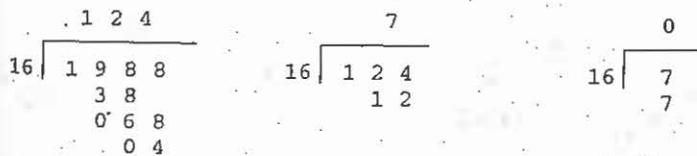


por lo tanto $1988_{10} = 3704_8$

Comprobación

$N = 3 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = 1988$

Ejemplo de conversión de cantidades en base 10 a base 16



$\therefore 1988_{10} = 7C4_{16}$ (recuerde que para cantidades mayores a 9, se emplean letras en base 16).

Obtención de la parte fraccionaria de una cantidad en otra base distinta de la decimal

Al considerar la fórmula:

$$N_F = D_{-1}B^1 + D_{-2}B^{-2} + \dots + D_{-m}B^{-m}$$

$$N_F = \frac{D_{-1}}{B^1} + \frac{D_{-2}}{B^{-2}} + \dots + \frac{D_{-m}}{B^{-m}}$$

y su desglosamiento:

$$N_{-1} = D_{-1}B^{-1} = \frac{D_{-1}}{B^1}$$

$$N_{-2} = D_{-2}B^{-2} = \frac{D_{-2}}{B^1 B^1}$$

$$N_{-3} = D_{-3}B^{-3} = \frac{D_{-3}}{B^1 B^1 B^1}$$

$$N_{-m} = D_{-m}B^{-m} = \frac{D_{-m}}{B^1 B^1 B^1 \dots B^1}$$

Observamos que el dígito emésimo está dividido m veces por la base, se infiere que el método para obtener los dígitos en la nueva base puede realizarse mediante la multiplicación sucesiva de la base por la fracción. En cada multiplicación se separa la parte entera que resulte, la cual proporcionará cada uno de los dígitos $D_{-1}, D_{-2}, D_{-3}, \dots, D_{-m}$, que se utilizan para construir la parte fraccionaria del número en la nueva base.

Este proceso se detiene según la precisión permitida por los instrumentos de cálculo utilizados, o bien porque se obtiene una fracción nula. Es importante remarcar que el número entero en turno que se extrae es un dígito posicional para la cantidad en la nueva base.

La primera multiplicación proporciona:

$$N_F \times B = D_{-1} + F_{-1}$$

F_{-1} = nueva fracción en turno que se va a considerar

En este primer resultado se separa la parte entera que resulta de la multiplicación y se expresa una nueva fracción, la parte entera proporciona el primer dígito en la parte fraccionaria (posición D_{-1}).

La primera fracción obtenida de este modo se toma como la nueva cantidad que se va a multiplicar:

$$F_{-1} \times B = D_{-2} + F_{-2}$$

De esta forma, la nueva parte entera, proporciona el dígito de la posición D_{-2} .

Nuevamente la segunda fracción constituye la nueva cantidad que se va a multiplicar:

$$F_{-2} \times B = D_{-3} + F_{-3}$$

Con ello hemos obtenido el dígito D_{-3} .

Se repite el proceso con la tercera fracción o nueva cantidad a multiplicar, y así sucesivamente hasta obtener una fracción nula o la precisión deseada. Con los dígitos

$D_{-1}, D_{-2}, D_{-3}, \dots, D_{-m}$, se expresa la fracción en la nueva base, indicándolos de izquierda a derecha a partir del punto: $(0.xxxxxx)_{10} = (0.D_{-1} D_{-2} D_{-3} \dots D_{-m})_B$

EJEMPLO 1: Transformar 0.375_{10} a base 2

	Dígitos de la parte fraccionaria
$0.375 \times 2 = 0 + 0.75$	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 100px; margin: 0 10px;"></div> <div style="font-size: 2em; line-height: 1;">(a)</div> </div>
$0.75 \times 2 = 1 + 0.5$	
$0.5 \times 2 = 1 + 0$	
$(a) \rightarrow$	Fracciones empleadas en la multiplicación sucesiva.
$0.375_{10} = 0.011_2$	esto es: $(0.D_{-1} D_{-2} D_{-3} \dots D_{-m})_B$

EJEMPLO 2:

$$0.14275_{10} = ?_8$$

- $0.14275 \times 8 = 1 + 0.142$
- $0.142 \times 8 = 1 + 0.136$
- $0.136 \times 8 = 1 + 0.088$
- $0.088 \times 8 = 0 + 0.704$
- $0.704 \times 8 = 5 + 0.632$
- $0.632 \times 8 = 5 + 0.056$
- $0.056 \times 8 = 0 + 0.448$
- $0.448 \times 8 = 3 + 0.584$

Evidentemente en estos casos el proceso debe hacerse finito por limitaciones en la memoria de la computadora. Como solución práctica se tomarán seis dígitos para la representación aproximada de cantidades.

$$0.14275_{10} = 0.111055_8$$

Un último ejemplo de conversión de cantidades en base 10 a base 16, permite aplicar esta última convención:

$$0.1988_{10} = ?_{16}$$

- $0.1988 \times 16 = 3 + 0.1808$
 - $0.1808 \times 16 = 2 + 0.8928$
 - $0.8928 \times 16 = 14 + 0.2848$
 - $0.2848 \times 16 = 4 + 0.5568$
 - $0.5568 \times 16 = 8 + 0.9088$
 - $0.9088 \times 16 = 14 + 0.5408$
- ... De acuerdo con la convención $0.1988_{10} = .32E48E_{16}$

(Recuerde que para representar los dígitos mayores a 9, se emplean las letras A, B, C, D, E, F en base 16).

6.6 OPERACIONES BÁSICAS EN BINARIO, OCTAL Y HEXADECIMAL

6.6.1 SUMA, RESTA, MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN EN EL CASO GENERAL

La suma, resta, multiplicación y división entre dos cantidades en una base dada pueden efectuarse de forma similar a como se efectúan en sistema decimal, tomando en cuenta que el número de dígitos permitidos está preestablecido para cada base y que se debe pensar en términos de 2, 8 y 16 dígitos, según sea el caso.

Por ejemplo en la suma binaria siguiente:

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \end{array}$$

cada grupo de dos dígitos no nulos proporciona un dígito de la siguiente posición a la izquierda y se deja el sobrante:

$$\begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 0\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 0\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 0\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ +\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1 \end{array}$$

Este procedimiento es similar al empleado en base diez cuando se acumulan 10 unidades, automáticamente se acarrea hacia la decena; con 10 decenas se acarrea hacia la centena y así sucesivamente.

La resta, división y multiplicación binarias se efectúan de igual forma que en decimal empleando únicamente unos y ceros. A continuación veremos otros métodos para la suma y la resta.

6.6.2 SUMA POR ACARREO POSICIONAL

En este método se determina el valor posicional de la cantidad que se suma en cada columna (de derecha a izquierda) y cada valor se representa utilizando únicamente los valores posicionales dados. Por ejemplo considere la suma:

6.6.3 RESTA BINARIA POR COMPLEMENTO A UNO

- a) Dado el minuendo y el sustraendo binarios, el sustraendo se sustituye por su complemento a uno, es decir se cambian los ceros por unos y unos por ceros para efectuar la suma, por ejemplo:

Resta por efectuar	a)
$\begin{array}{r} 110011 \\ - 010011 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 110011 \\ + 101100 \\ \hline 101111 \end{array}$
<p>NOTA: en este caso se coloca un cero a la izquierda para el cambio.</p>	

- b) Por último, cuando el sobrante o primer dígito de la suma es distinto de cero, éste se traslada a la posición de las unidades y se suma de nuevo:

b)
$\begin{array}{r} 011111 \\ + 1 \\ \hline 100000 \end{array}$

6.6.4 RESTA BINARIA POR COMPLEMENTO A DOS

- a) Dado el minuendo y el sustraendo binarios, el sustraendo se resta del valor posicional que determina su complemento a dos.

El complemento a dos es la cantidad que falta para que un valor dado alcance el valor posicional inmediato superior, es decir, si se tiene 101 (5 en decimal), se resta de 1000 (8 o valor posicional del complemento a 2); considere ahora la resta siguiente:

$$\begin{array}{r} 10011 \quad (19_{10}) \\ - 1001 \quad (9_{10}) \quad (\text{que requiere de 7 para alcanzar 16}) \\ \hline \end{array}$$

por lo tanto:

$$\begin{array}{r} 10000 \quad (\text{valor } 16_{10}) \\ - 1001 \quad (9_{10}) \\ \hline \end{array}$$

0 1 1 1 (7₁₀ el valor binario obtenido es el complemento)

- b) Se suma el minuendo con esta última cantidad en la que, si existe sobrante, se cambia por un signo + y si no hay se indica un signo menos en la resta:

$$\begin{array}{r} 10011 \quad (19_{10}) \\ + 0111 \\ \hline 11010 \end{array}$$

NOTA: El sobrante es el dígito que excede el total de dígitos que tiene el complemento y da el signo (positivo):

1 0 1 0 (10₁₀)

6.6.5 OPERACIONES ELEMENTALES EN SISTEMA OCTAL

La suma, resta, multiplicación y división siguen las mismas reglas que empleamos en sistema decimal, con la única precaución de pensar que el acarreo entre valores posicionales se efectúa manipulando ocho dígitos y no diez. De esta manera es conveniente tener en cuenta las siguientes matrices de suma y multiplicación octal (resumen de tablas de sumar y multiplicar en las que el resultado de operar con un dígito de la primera columna con un dígito del primer renglón se encuentra en la intersección del renglón con la columna.):

Matriz para la suma

0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	10
2	3	4	5	6	7	10	11
3	4	5	6	7	10	11	12
4	5	6	7	10	11	12	13
5	6	7	10	11	12	13	14
6	7	10	11	12	13	14	15
7	10	11	12	13	14	15	16

Por ejemplo considere la siguiente suma de cantidades octales que se efectúa paso a paso:

$$\begin{array}{r}
 \text{a) } \quad \begin{array}{r} 1 \\ 632 \\ + 356 \\ \hline 0 \end{array} \quad \text{b) } \quad \begin{array}{r} 11 \\ 632 \\ 356 \\ \hline 10 \end{array} \quad \text{c) } \quad \begin{array}{r} 111 \\ 632 \\ 356 \\ \hline 210 \end{array} \quad \text{d) } \quad \begin{array}{r} 111 \\ 632 \\ 356 \\ \hline 1210 \end{array}
 \end{array}$$

Al igual que en base 10, la suma se efectúa de derecha a izquierda a partir de la primera columna a la derecha y se observa que:

- a) Si se acumulan ocho dígitos, se deja un cero y se acarrea un dígito octal al siguiente valor posicional a la izquierda (10_8)
- b) Si se acumulan nueve dígitos, se deja un 1 y se acarrea un uno a la izquierda (11_8)
- c) Si se acumulan diez dígitos, se deja un 2 y se acarrea un uno a la izquierda (12_8)
- d) Por último se baja dicho dígito y queda la suma completa

Nótese que el proceso es similar a lo que normalmente hacemos en base 10 para acarrear dígitos de la segunda posición a la tercera a la izquierda, de la tercera a la cuarta a la izquierda y así sucesivamente. De forma similar, para realizar las operaciones de multiplicación es conveniente auxiliarse con la matriz de multiplicación o resumen de tablas de multiplicar siguiente:

Matriz para la multiplicación

1	2	3	4	5	6	7
2	4	6	10	12	14	16
3	6	11	14	17	22	25
4	10	14	20	24	30	34
5	12	17	24	31	36	43
6	14	22	30	36	44	52
7	16	25	34	43	52	61

De manera similar, también en base 16, la suma, resta, multiplicación y división siguen las mismas reglas que las que empleamos en sistema decimal, con la única precaución de pensar que el acarreo entre valores posicionales se efectúa manipulando ahora dieciséis dígitos y no diez. De esta manera es conveniente tener en cuenta las siguientes matrices de suma y multiplicación hexadecimal:

Matriz para la suma

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D

1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
2	4	6	8	A	C	E	10	12	14	16	18	1A	1C	1E
3	6	9	C	F	12	15	18	1B	1E	21	24	27	2A	2D
4	8	C	10	14	18	1C	20	24	28	2C	30	34	38	3C
5	A	F	14	19	1E	23	28	2D	32	37	3C	41	46	4B
6	C	12	18	1E	24	2A	30	36	3C	42	48	4E	54	5A
7	E	15	1C	23	2A	31	38	3F	46	4D	54	5B	62	69
8	10	18	20	28	30	38	40	48	50	58	60	68	70	78
9	12	1B	24	2D	36	3F	48	51	5A	63	6C	75	7E	87
A	14	1E	28	32	3C	46	50	5A	64	6E	78	82	8C	96
B	16	21	2C	37	42	4D	58	63	6E	79	84	8F	9A	A5
C	18	24	30	3C	48	54	60	6C	78	84	90	9C	A8	B4
D	1A	27	34	41	4E	5B	68	75	82	8F	9C	A9	B6	C3
E	1C	2A	38	46	54	62	70	7E	8C	9A	A8	B6	C4	D2
F	1E	2D	3C	4B	5A	69	78	87	96	A5	B4	C3	D2	E1

Como ejemplo considere la siguiente multiplicación de cantidades hexadecimal explicada paso a paso:

$$\begin{array}{r} \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \end{array}$$

El primer producto (B x 8) proporciona 58, es decir dejamos 8 y acarreamos que se sumará al siguiente producto (B x F) = A5.

$$\begin{array}{r} \text{5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{8} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{A 5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{A 8} \end{array}$$

Del último producto (B x B) resulta 79 y con la suma (A + 79) tenemos 83 y como ya no hay otro producto, dicha suma se anota directamente:

$$\begin{array}{r} \text{A 5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{8 3 A 8} \end{array}$$

Procediendo de manera similar para la parte faltante, los productos, sumas y acarreos son como sigue:

(A x 8) = 50, es decir se deja 0 y se acarrea 5:

$$\begin{array}{r} \text{5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{8 3 A 8} \\ \text{0} \end{array}$$

(A x F) = 96, eso más 5 de acarreo da 9B y ahora se deja B y se acarrea 9

$$\begin{array}{r} \text{9 5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{8 3 A 8} \\ \text{B 0} \end{array}$$

(A x B) = 6E, eso más 9 da 77 que directamente lo anotamos:

$$\begin{array}{r} \text{9 5} \\ \text{B F 8} \\ \times \quad \text{A B} \\ \hline \text{8 3 A 8} \\ \text{7 7 B 0} \end{array}$$

Para efectuar la suma hexadecimal, es conveniente auxiliarse con la matriz de suma y efectuar los acarreos respectivos para obtener:

$$\text{B F 8}$$

x A B
8 3 A 8
7 7 B 0
7 F E A 8

6.7 CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN, BIT, BYTE, PALABRAS DE COMPUTADORA Y CÓDIGOS MÁS EMPLEADOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN

Dado que la computadora puede diferenciar entre los estados 0 y 1 (es decir conduce o no conduce), para el manejo de la información, incluyendo la conexión con otros equipos, se han establecido códigos en los que agrupaciones de bits representan todos los símbolos necesarios.

Los requerimientos de transmisión de la información hacen que, además de los bits necesarios para representar los diferentes símbolos (alfabeto, números, signos, comandos, etc.), se utilice un código de detección de errores; cuando el primer bit (bit de paridad) sufre cambio, indica que la información se transmitió erróneamente y, de esta manera, se solicita automáticamente su retransmisión.

Tomando en cuenta lo anterior, resulta que utilizar 8 bits permite representar hasta 256 posibles combinaciones que se convierten en caracteres, números y símbolos al desplegarse en la pantalla de una microcomputadora. Un bit es la unidad mínima de información.

El agrupamiento de 8 bits se denomina byte y constituye la unidad básica de información en las microcomputadoras. La siguiente unidad de medida es la palabra de computadora que es la agrupación de 1, 2, o 4 bytes. Las agrupaciones más usuales de bytes son el kilobyte (1024 bytes), el megabyte (10^6 bytes), el gigabyte (10^9 bytes) y el terabyte (10^{12} bytes).

Para el envío de información los códigos más empleados en computación son los siguientes:

El código ASCII o American Standard Code for Information Interchange, que ha sido implantado en la mayoría de las microcomputadoras debido a la gran penetración en el mercado que tiene IBM.

El código EBCDIC o Extended Binary Coded Decimal Interchange Code, que se emplea en las grandes computadoras o mainframes.

El código ANSI o American National Standards Institute.

En el caso del código ASCII los símbolos que se utilizan son los siguientes:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	⊙	●	♥	♦	♣	♠	•	■	○
01	♠	♂	♀	♪	♫	♬	♭	♮	♯
02	♩	♪	♫	♬	♭	♮	♯	♩	♪
03	♫	♬	♭	♮	♯	♩	♪	♫	♬
04	(	)	*	+	,	-	.	/	0
05	2	3	4	5	6	7	8	9	:
06	<	=	>	?	@	A	B	C	D
07	F	G	H	I	J	K	L	M	N
08	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
09	Z	[	\	\]	·	-	'	a	b
10	d	e	f	g	h	i	j	k	l
11	n	o	p	q	r	s	t	u	v
12	x	y	z	{	|	}	~	û	ç
13	é	â	ã	ä	å	ç	ê	ë	è
14	í	î	Ë	Ä	É	æ	Æ	ö	Ö
15	ù	û	ij	Ö	Û	ç	ε	¥	℞
16	á	í	ó	ú	ñ	Ñ	•	°	¿
17	¬	½	¾	ı	«	»	⋮	⋮	⋮
18	†	‡	§	¶	§	||	¶	§	||
19	‡	¶	||	†	‡	¶	||	†	‡
20	||	†	‡	¶	||	†	‡	¶	||
21	¶	||	†	‡	¶	||	†	‡	¶
22	■	▣	▤	▥	α	β	Γ	π	Σ
23	μ	τ	Φ	Θ	Ω	δ	Σ	φ	ε
24	≡	±	≥	≤	|	∫	÷	°	·
25	·	√	n	²	■				

Algunos códigos ebcdic de caracteres comunes

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1010
1000		a	b	c	d	e	f	g	h	i
1001		j	k	l	m	n	o	p	q	r
1010		~	s	t	u	v	w	x	y	z
1100	{	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1101	}	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1110	\		S	T	U	V	W	X	Y	Z
1111	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

01001010	[	01001011	.	01001100	<
01001101	(	01001110	+	01001111	!
01011010	]	01011011	\$	01011100	*
01011101	)	01011110	;	01011111	^
01010000	&	01100000	-	01100001	/
01101010	:	01101100	%	01101101	_
01101110	>	01101111	?	01111011	#
01111100	@	01111110	=	01111111	"

6.8 TIPOS DE ERRORES QUE SE PRESENTAN EN LA MANIPULACIÓN DE CANTIDADES

La memoria de la computadora tiene limitaciones físicas (por ejemplo en su capacidad), por lo tanto es importante tener en cuenta los tipos de errores más comunes en el manejo de datos numéricos, a saber:

- Error inherente
- Error de redondeo
- Error de truncamiento

El error inherente ocurre por la imposibilidad de realizar mediciones exactas y, como resultado de ello, la imposibilidad de representar exactamente cantidades. Considere como ejemplo la medición del perímetro o el área de un país.

El error de redondeo ocurre por la necesidad de utilizar menos dígitos en alguna fracción. Por ejemplo para representar con unos cuantos dígitos $2/3$: 0.666667.

El error de truncamiento se presenta cuando se detiene algún proceso matemático recursivo sin alcanzar el resultado exacto. Por ejemplo al aplicar la fórmula

$$X_{n+1} = X_n - \frac{F(X_n)}{F'(X_n)}$$

que obtiene, a partir de un valor aproximado arbitrario X_0 , nuevos valores mejorados de una raíz de $F(X)$.

Sea: $F(X) = X^2 - 4$, $F'(X) = 2X$, $X_0 = 0.5$

$$X_1 = X_0 - \frac{F(X_0)}{F'(X_0)} = 0.5 - \frac{(0.5)^2 - 4}{2(0.5)} = 4.25$$

$$X_2 = X_1 - \frac{F(X_1)}{F'(X_1)} = 4.25 - \frac{(4.25)^2 - 4}{2(4.25)} = 2.596$$

$$X_3 = X_2 - \frac{F(X_2)}{F'(X_2)} = 2.596 - \frac{(2.596)^2 - 4}{2(2.596)} = 2.068$$

$$X_4 = X_3 - \frac{F(X_3)}{F'(X_3)} = 2.068 - \frac{(2.068)^2 - 4}{2(2.068)} = 2.001$$

$$X_5 = X_4 - \frac{F(X_4)}{F'(X_4)} = 2.001 - \frac{(2.001)^2 - 4}{2(2.001)} = 2.00000025$$

Al repetir la aplicación de la fórmula recursiva, surge la inquietud de cuándo detener el proceso. Un buen criterio es tomar en cuenta el error y auxiliarnos de investigaciones prácticas como la que se describe a continuación. Sabemos que el error relativo porcentual está dado por:

$$e_r = \left| \frac{\text{aproximación actual} - \text{aproximación previa}}{\text{aproximación actual}} \right| \times 100$$

y siempre se busca que dicho error sea menor que una tolerancia prefijada al menos en n cifras fraccionarias significativas correctas. Para garantizar ese número de cifras, se aplica el criterio siguiente (demostrado por Scarborough en 1966):

$$e_s = (0.5 \times 10^{(2-n)})\% \quad \left(\text{donde } e_s \text{ es el criterio de SCARBOROUGH} \right)$$

que afirma que se tienen al menos n cifras fraccionarias significativas correctas cuando el error relativo porcentual en una iteración es menor que el calculado con ese criterio. Por ejemplo, considérese el caso en el que se desea al menos dos cifras significativas correctas:

$$e_s = (0.5 \times 10^{(2-2)})\% = 0.5\%$$

Se empieza aplicando la fórmula recursiva y calculando el error relativo, este proceso se detiene cuando dicho error es menor que el porcentaje estimado con la fórmula de Scarborough:

ITERACIÓN	RESULTADO	ERROR RELATIVO PORCENTUAL
1	4.25	$(4.25 - 0.5) / 4.25 = 88.2\%$
2	2.596	$(2.596 - 4.25) / 2.596 = 63.7\%$
3	2.068	$(2.068 - 2.596) / 2.068 = 25.5\%$
4	2.001	$(2.001 - 2.068) / 2.001 = 3.4\%$
5	2.00000025	.04%

De esta manera, después de cinco iteraciones el error estimado es menor de .5% y no es necesario seguir iterando. En ese momento se puede asegurar que al menos dos dígitos del total de cifras significativas fraccionarias son correctas.

Por otro lado es importante tener en cuenta que cuando se conoce el valor verdadero también se puede calcular el error absoluto, definido como la diferencia en valor absoluto entre el valor verdadero y la aproximación:

$$e_a = |\text{valor verdadero} - \text{aproximación}|$$

ITERACIÓN	APROXIMACIÓN	ERROR ABSOLUTO
1	4.25	$(4.25 - 2.0) = 2.25$
2	2.596	$(2.596 - 2.0) = 0.596$
3	2.068	$(2.068 - 2.0) = 0.68$
4	2.001	$(2.001 - 2.0) = 0.001$
5	2.00000025	0.00000025

En esta última tabla se observa la magnitud de error de la aproximación.